

УТВЕРЖДЕНЫ

приказом

ГУП «Московский метрополитен»

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г. № \_\_\_\_\_

**ТИПОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ  
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И СИСТЕМ  
СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДИРЕКЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

МОСКВА, 2019 год

## Оглавление

1. Типовые требования к тягово-понижительной подстанции .....	6
2. Типовые требования к тяговой подстанции .....	44
3. Типовые требования к тягово-понижительной подстанции электродепо .....	80
4. Типовые требования к понижительной подстанции .....	111
5. Типовые требования к понижительной подстанции электродепо .....	137
6. Типовые требования к перегонной (тоннельной) понижительной подстанции ...	150
7. Типовые требования к бетонной комплектно-трансформаторной подстанции ..	162
8. Типовые требования к понижительной подстанции объединенного здания эксплуатационного персонала.....	173
9. Типовые требования к автоматизированной системе диспетчерского управления электрооборудованием.....	185
10. Типовые требования к системе контроля блуждающих токов.....	228
11. Типовые требования к тяговой сети линии. ....	234
12. Типовые требования к тяговой сети электродепо.....	243
13. Типовые требования к УЗП .....	248
14. Типовые требования к УППТ.....	252
15. Типовые требования к ИБП АТДП.....	257
16. Типовые требования к ИБП связи.....	266
17. Типовые требования к СГЭ.....	275
18. Типовые требования к применяемым аккумуляторным батареям.....	284
19. Типовые требования к схемам вторичной коммутации.....	287
20. Типовые требования к сетям освещения тоннелей, наземных участков и притоннельных сооружений.....	289
21. Типовые требования к сетям освещения станций и служебных помещений ...	321
22. Типовые требования к защитному заземлению и уравниванию потенциалов ..	337
23. Приложения.....	342

<b>Сокращения, используемые в тексте</b>	
ТПП	Тягово-понижительная подстанция
ТППд	Тягово-понижительная подстанция электродепо
Т	Тяговая подстанция
ПП	Понижительная подстанция
ППд	Понижительная подстанция электродепо
БКТП	Бетонная комплектно-трансформаторная подстанция
ОЗЭП	Объединенное здание эксплуатационного персонала
АБК	Административно-бытовой корпус
АСОП	Автоматизированные системы оплаты проезда
АТДП	Автоматика и телемеханика движения поездов
ТС	Трансформатор силовой
ТСН	Трансформатор собственных нужд
ТО	Трансформатор освещения
ТСП	Трансформатор сторонних потребителей
ПА	Преобразовательный агрегат
СГЭ	Система гарантированного электроснабжения
АВР	Автоматическое включение резерва
OnLine	Постоянно подключено
bypass	Обходная резервная линия
КРУ	Комплектное распределительное устройство
РУ	Распределительное устройство
СП	Свод правил
СНиП	Строительные нормы и правила
ПУЭ	Правила устройства электроустановок
ЗНОЛ	Заземляемый трансформатор напряжения с литой изоляцией
НАЛИ	Трансформатор напряжения антирезонансный с литой изоляцией обмоток и контролем изоляции сети
ТН	Трансформатор напряжения
БДВ	Быстродействующий выключатель
БАОД	Быстродействующий автомат обратного действия
ЛР	Линейный разъединитель
РР	Резервный разъединитель
АБ	Аккумуляторная батарея
ЩЦС	Шкаф центральной сигнализации
УЗП	Устройство зарядно-подзарядное
УППТ	Устройство питания постоянным током
КИ	Контроль изоляции
АСДУЭ	Автоматизированная система диспетчерского управления электроснабжением

<b>Сокращения, используемые в тексте</b>	
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерское управление и сбор данных)
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АРМ ЛД	Автоматизированное рабочее место линейного диспетчера
КТС	Комплекс технических средств
ШК	Шкаф коммуникационный
ДЗА	Дистанция электрозащиты и автотелеуправления
ЭДП	Энергодиспетчерский пункт
АИИСКУЭ	Автоматизированная информационно-измерительная система контроля и учета электроэнергии
БСК	Бесконтактная смарт-карта
FRHF нг-HF	кабельные изделия огнестойкие, не распространяющие горение при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных веществ (галогенов)
ЭМБ	Электромагнитная блокировка
РУОШ	Распределительное устройство отрицательной шины
ШРОТ	Шкаф разъединителя обратного тока
ДУР	Дистанционно-управляемый разъединитель контактной сети
РППТ	Распределительный пункт питания тупиков
РП	Распределительный пункт
ПП	Пост переключения 825 В
ШПК	Шкаф подключения кабеля 825 В
СР	Секционный разъединитель
Р	Разъединитель питания шинпровода контактных подвесок и ходовых рельсов в здании ОРК и на парковых путях электродепо
ПС	Пункт секционирования контактной сети
ПСд	Пункт секционирования контактной сети электродепо
ШПОЦ	Шкаф питания оперативных цепей
БКТ	Блок контроля температуры
КИП	Контрольно-измерительный пункт
ПЛК	Программируемый логический контроллер
САСД	Система автоматического сбора данных
ШТЗ	Шкаф тиристорного замыкателя
КПО	Комплект проверочного оборудования
ЕДЦ	Единый диспетчерский центр
БСП	Блок служебных помещений
ПГ	Пожарный гидрант
ПК	Пожарный кран
УГР	Уровень головки рельса



<b>Сокращения, используемые в тексте</b>	
УЧП	Уровень чистого пола
ПТО	Пункт технического осмотра
МТЗ	Максимально-токовая защита
МНЗ	Максимально-направленная защита
RFID	Radio Frequency Identification (радиочастотная идентификация)
БТП	Блок технических помещений

## 1. Типовые требования к тягово-понижительной подстанции

### Общие требования

Для электроснабжения приемников электроэнергии линии метрополитена следует принимать следующие напряжения:

а) в сетях постоянного тока:

- 825 В – тяговая сеть, номинальное напряжение на шинах ТПП;
- 975 В – максимальное напряжение на шинах ТПП;
- 550 В – минимальное напряжение на токоприемнике подвижного

состава;

- 220 В (+10/-5 %) – питание цепей управления и сигнализации

подстанции, устройств телемеханики.

б) в сетях переменного тока:

– 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – силовые электроприемники, осветительные сети (рабочие и аварийные), устройства связи и АСОП;

– 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – осветительные и электронагревательные приборы, устройства автоматики;

– 220 В (+5/-5 %) с изолированной нейтралью трансформатора – устройства АТДП.

Предусмотреть проектом сети аварийного освещения переменного тока, которые получают питание от СГЭ. Детальные требования к СГЭ описаны в «Типовых требованиях к СГЭ».

Для подключения сторонних потребителей электроэнергии на подстанции предусмотреть дополнительную мощность и установку двух трансформаторов ТСП (кроме перегонных (тоннельных) подстанций) присоединяемых к разным секциям КРУ-10(20) кВ.

Конструкторская документация и схемы вторичной коммутации РУ-0,4 кВ, РУ-0,23 кВ, КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В для каждой подстанции должны быть согласованы со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

Проектирование вести в соответствии с СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены» (или последняя редакция на момент проектирования); Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. №1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и другими нормативными документами.

Предусмотреть на каждом оборудовании (ячейка КРУ и РУ, различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

На оборудовании в доступном месте должна быть нанесена в числовом виде дата производства этого оборудования.

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### **Описание тягово-понижительной подстанции**

#### **Комплектное распределительное устройство 10(20) кВ (КРУ-10(20) кВ):**

В КРУ-10(20) кВ предусмотреть две секции шин 10(20) кВ и два секционных выключателя 10(20) кВ.

Габаритные размеры шкафов КРУ:

Параметр	КРУ-10 кВ	КРУ-20 кВ
Ширина	800 мм	1000 мм
Глубина	не более 1600 мм	не более 1700 мм
Высота	не более 2600 мм	не более 2600 мм

Подведение внешних контрольных кабелей к КРУ предусмотреть через шкафы внешних подключений (ШВП-1 и ШВП-2). Связи между ячейками и ШВП предусмотреть жгутами (проводами, оптическими кабелями, витой парой и т.д.) заводского исполнения.

## Габаритные размеры ШВП:

Параметр	КРУ-10(20) кВ
Ширина	800 мм
Глубина	800 мм
Высота	не более 2600 мм

В ШВП-1 и ШВП-2 предусмотреть размещение следующего оборудования:

1. Клеммник X3 для подключения внешних кабелей питания. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 6 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

2. Клеммник X2 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

3. Клеммники X5 – Xn (по количеству ячеек секции) для подключения индивидуальных жгутов присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммники расположить в верхней части ШВП.

4. Клеммник X1 для подключения шлейфового жгута. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

5. Клеммник X4 для подключения жгута связи между ШВП-1 и ШВП-2. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

6. Оптический кросс для соединения внешнего оптического кабеля с внутренним. Оптический кросс расположить в нижней части ШВП.

7. Коммутаторы для подключения терминалов защиты и устройств измерения.

## Примечание:

Количество коммутаторов определяется количеством ячеек и портов в коммутаторе. Предусмотреть установку одного резервного коммутатора в каждом ШВП.

8. Преобразователь RS-485/Ethernet.

9. Автоматические выключатели цепей питания. Автоматические выключатели расположить в ШВП не выше 1,5 метра от уровня пола.

Связи между внешними клеммниками (X2 и X3) и внутренними клеммниками (X1, X4 и X5 - Xn) выполняются изготовителем КРУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Жгуты между ячейками и ШВП также выполняются изготовителем КРУ проводом

ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах. Связи между коммутаторами и оптическим кроссом выполняются оптическим кабелем изготовителем КРУ.

**Клеммники X1, X2 и X3 располагать только горизонтально.**

**Клеммники X4 - Xn располагать только вертикально.**

Примечания:

1. Электроснабжение ТПП, на основании требований п. 5.10.2 СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены» (или последняя редакция на момент проектирования), проектируется от трех независимых источников энергосистемы города. Один из них подается на ТПП непосредственно от питающего центра, два других – через кабельные перемычки от соседних подстанций.

2. Для описания схемы внешних соединений ТПП по сети 10(20) кВ в последующем тексте принимается следующая маркировка тягово-понижительных подстанций, расположенных на линии метрополитена: проектируемая подстанция обозначается ТПП-2; подстанция, находящаяся по линии на соседней станции перед ней – ТПП-1; подстанция, находящаяся на соседней станции после нее – ТПП-3.

На первой секции КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие присоединения:

внешние два двухкабельных ввода 10 кВ или два однокабельных ввода 20 кВ (Вв №1 и Вв №2) от одного питающего центра города (с собственным трансформатором напряжения на кабеле), шинный трансформатор напряжения (ТН-1), две кабельных перемычки на вторые секции КРУ соседних подстанций ТПП-1 и ТПП-3, фидер(а) питания понизительной подстанции (ПП), секционный выключатель (СВ-1).

На второй секции КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие присоединения:

две КП с первых секций КРУ-10(20) кВ ТПП-1 и ТПП-3, шинный трансформатор напряжения (ТН-2), фидер питания понизительной подстанции (ПП), секционный выключатель (СВ-2).

Примечание:

Необходимость наличия и количество ячеек для питания понизительных подстанций определяется проектом.

**Сечение кабелей вводов и кабельных перемычек предусмотреть на протекание тока в аварийном режиме без перегрузки кабеля.**

В случае, если ТПП-1 имеет городской ввод 10 кВ, а ТПП-2 имеет городской ввод 20 кВ, то проектом рассмотреть два варианта обеспечения необходимого резерва:

1) Предусмотреть прокладку кабельных линий от первой и второй секции КРУ-10(20) кВ до ближайшей ТПП или Т соседней линии метрополитена.

2) На ТПП-2 предусмотреть установку двух трансформаторов 20/10 кВ мощностью 2500 кВА каждый. Подключение выводов 20 кВ предусмотреть к первой

секции КРУ-20 кВ. Со стороны 10 кВ трансформаторов предусмотреть установку ячейки (типа КРУ) с выкатным разъединителем (для безопасного обслуживания). Подключение ячейки к трансформаторам предусмотреть шиной в защитном корпусе. В ячейке предусмотреть заземляющий разъединитель отходящей линии. Подключение кабеля между ТПП-1 и ТПП-2 предусмотреть на ТПП-1 к первой секции КРУ-10 кВ, на ТПП-2 к ячейке типа КРУ с выкатным разъединителем со стороны 10кВ трансформатора 20/10 кВ.

Проектом предусмотреть установку трансформатора на вновь строящейся подстанции и не рассчитывать на полную тяговую нагрузку (служит для поддержания работы станции в случае пропажи основного питания).

Примечание:

Применение в проекте первого или второго варианта согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры на стадии П.

Кроме указанного выше, на каждой секции шин КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие ячейки трансформаторов:

силовые (ТС), осветительные (ТО), АТДП, АСОП, сторонних потребителей (ТСП). Тяговые трансформаторы (ПА) подключаются только к первой секции КРУ-10(20) кВ.

Примечания:

1. Общее количество ПА определяется в соответствии с расчетом с учетом резервного ПА.

2. При отсутствии проектных мощностей для сторонних потребителей на первых этапах проектирования, на подстанции устанавливаются трансформаторы ТСП мощностью 160 кВА (при наличии перспективы подключения).

3. Для тоннельных (перегонных) подстанций наличие трансформаторов ТО, АТДП, АСОП и ТСП определяется проектом.

Дополнительно на первой и второй секции шин КРУ-10(20) кВ предусмотреть по две резервные ячейки с вакуумными выключателями.

В ячейках КРУ-10(20) кВ для трансформаторов до 100кВА включительно проектом предусмотреть установку высоковольтных предохранителей на выкатных тележках, а свыше 100кВА установку высоковольтных вакуумных выключателей.

В ячейках КРУ-10(20) кВ шинных трансформаторов напряжения (ТН) проектом предусмотреть установку высоковольтных предохранителей на выкатных тележках.

В ячейках КРУ-10(20) кВ питающих вводов предусмотреть установку кабельных трансформаторов напряжения типа НАЛИ со встроенными предохранительными устройствами.

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с высоковольтным выключателем конструкцией предусмотреть:

1. вакуумный выключатель 10(20) кВ рассчитанный по нагрузке присоединения. Включение предусмотреть с помощью энергии, запасенной в пружине или с помощью энергии, запасенной в конденсаторах в блоке управления;
2. заземляющий разъединитель кабеля (ошиновки для СВ-1 и СВ-2) 10(20) кВ;
3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ. Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));
4. устройство бесконтактного контроля температуры на болтовых соединениях кабеля;
5. трехобмоточные трансформаторы тока с обмотками класса 0,5s/0,5s/10P в каждой фазе;
6. терминал защиты «Сириус-2ММ И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Терминал предусмотреть унифицированным (одного типа) для всех присоединений с выключателями;
7. прибор учета электроэнергии (счетчик) СЭТ-4ТМ.03М.01 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИС КУЭ метрополитена. Для городских вводов 10(20) кВ (коммерческий учет) предусмотреть установку счётчиков в отдельный шкаф учета электроэнергии, с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена;
8. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));
9. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения, нагрузки и напряжения для городских вводов (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

Допускается при необходимости применять трансформаторы тока с обмотками, имеющими разные коэффициенты трансформации. Указанные технические характеристики трансформаторов тока для узлов расчётного (коммерческого) учета электрической энергии должны быть согласованы с сетевой и сбытовой организациями на стадии разработки проектной документации (стадия П).

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с трансформатором напряжения конструкцией предусмотреть:

1. трансформатор напряжения типа НАЛИ;

2. заземляющий разъединитель сборных шин секции 10(20) кВ;
3. терминал защиты «Сириус-ТН И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).
4. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));
5. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения и напряжения (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с высоковольтными предохранителями конструкцией предусмотреть:

1. высоковольтные предохранители в каждой фазе рассчитанные по нагрузке присоединения. Предусмотреть расположение предохранителей на выкатном элементе;
2. заземляющий разъединитель кабеля 10(20) кВ;
3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ. Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));
4. устройство бесконтактного контроля температуры на болтовых соединениях кабеля;
5. трехобмоточные трансформаторы тока с обмотками класса 0,5s/0,5s/10Р в каждой фазе;
6. прибор учета электроэнергии (счетчик) СЭТ-4ТМ.03М.01 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена;
7. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));
8. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения, нагрузки и напряжения для городских вводов (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

**В конструкции шкафов КРУ-10(20) кВ предусмотреть верхнее расположение сборных шин и отдельные изолированные друг от друга отсеки для локализации электрической дуги при повреждениях.**



**КРУ с элегазовой изоляцией шин не применять.**

Предусмотреть в КРУ-10(20) кВ применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять).

Примечание:

Для сохранности вакуумного выключателя при коротком замыкании в кабельном отсеке предусмотреть среднее расположение выкатного элемента. Извлечение выкатного элемента из ячейки предусмотреть при помощи сервисной тележки.

Во всех ячейках КРУ-10(20) кВ предусмотреть:

1. дуговую защиту: от избыточного давления (клапанная защита с концевыми выключателями) и от светового импульса (оптоволоконная защита «Орион-3ДЗ» или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Концевые выключатели предусмотреть с двумя нормально-открытыми контактами, подключенными в цепи защиты параллельно;

2. механическую (электромеханическую) оперативную блокировку безопасности оперирования заземляющим разъединителем с графическим отражением на устройстве индикации состояния коммутационных аппаратов ячейки и электрическую блокировку безопасности от перемещения выкатного элемента с выключателем во включенном состоянии;

В кабельных отсеках шкафов КРУ-10 кВ (в ячейках городских вводов, отходящих кабельных линий и фидеров понизительных подстанций) предусмотреть установку трансформаторов тока нулевой последовательности типа ТЗРЛ-100 (или аналогичные) с коэффициентом трансформации 30/1.

В кабельных отсеках шкафов КРУ-20 кВ с выключателями, а также в ячейке секционного выключателя (в ячейке СВ предусмотреть установку трансформатора тока нулевой последовательности CSH-30 в нулевой провод вторичных цепей трансформаторов тока) предусмотреть установку трансформаторов тока нулевой последовательности типа CSH-120 (или аналогичные) с коэффициентом трансформации 470/1.

**В рабочей документации (стадия Р) должны содержаться методика и расчеты защит присоединений КРУ, РУ и трансформаторов тока (отражается ход расчетов, а не только итоговые цифры).**

**Карта селективности должна содержать уставки присоединений 10(20) кВ, уставки вводных и секционных автоматических выключателей низковольтных РУ. А также уставки наиболее загруженного отходящего фидера.**

**Трансформаторы и преобразовательные агрегаты:**

Проектом предусмотреть применение трансформаторов с воздушным охлаждением, повышенной пожаробезопасностью и нагревостойкостью. Трансформаторы с изоляцией с токсичными добавками, поддерживающими горение, а также трансформаторы с масляным охлаждением проектом не предусматривать.

Класс изоляции обмоток применяемого трансформатора определяется проектировщиком исходя из местных условий.

Для всех трансформаторов обязательно предусмотреть защиту от превышения температуры. БКТ устанавливать снаружи на кожухе. Подвод вторичных кабелей осуществлять внутри трансформатора.

Количество и мощность трансформаторов определяется расчетами.

Примечание:

Мощность применяемых трансформаторов не должна превышать 4000 кВА.

Шкаф ПА (выпрямитель) предусмотреть с двенадцатипульсовой схемой выпрямления, воздушным охлаждением и с одним диодом в плече. В выпрямителе предусмотреть защиту, обеспечивающую своевременное отключение выпрямителя при пробое диода или ухудшении его параметров, предшествующих пробоем диода, блокировку открытия дверей (в стационарном исполнении), встроенную схему защиты от перенапряжений (RC-цепь), реле (устройство) защиты от замыканий на корпус шкафа с уставкой по току 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между корпусом шкафа и минусовой шиной). Отключение производить без выдержки времени. Питание оперативных цепей шкафа ПА предусмотреть от схемы управления своего ПА в РУ-825 В.

Для защиты преобразовательного агрегата предусмотреть применение терминала защиты шкафа ПА с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- измерения тока и напряжения.
- защиты и сигнализации.
- управления выкатным элементом (при установке выпрямителя на выкатном элементе).
- передачей информации по линиям связи.

Подключение терминала защиты осуществить по двум линиям оптоволоконной связи к коммутаторам в ШВП-3 и ШВП-4.

### **Распределительное устройство постоянного тока РУ-825 В:**

РУ-825 В получает питание от ПА.

Для РУ-825 В предусмотреть комплектацию из следующих ячеек:

1. 4 ячейки рабочих фидеров 825 В (включая конечные станции).
2. 1 ячейка для питания распределительных пунктов контактного рельса тупиков (необходимость определяется проектом).
3. 1 ячейка для питания контактного рельса соединительной ветви (необходимость определяется проектом согласно СП 120.13330.2012. Метрополитены).

Примечание:

При наличии второй соединительной ветки устанавливается вторая ячейка для питания второй соединительной ветви.

4. 1 ячейка резервного фидера А для резервирования первого пути.
5. 1 ячейка резервного фидера Б для резервирования второго пути.
6. 1 ячейка резервного фидера В для резервирования путей соединительной ветки (при наличии фидера питания контактного рельса соединительной ветви).

Примечание:

Резервирование контактного рельса тупиков осуществляется от резервного фидера А или Б.

7. ячейки катодного выключателя БАОДов ПА (количество определяется проектом).

8. ячейки выпрямителя ПА (количество определяется проектом).

Примечание:

Применение выпрямителя ПА в составе РУ-825 В определяется проектом по согласованию со Службой электроснабжения ДИ.

9. 1 ячейка с заземляющим разъединителем положительной шины РУ-825 В.

Подведение внешних контрольных кабелей к РУ предусмотреть через шкафы внешних подключений (ШВП-3 и ШВП-4). В составе ШВП-3 предусмотреть реле (устройство) защиты от замыканий токоведущих частей на корпус РУ («Защита Шин +825 В») с уставкой 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между корпусом РУ-825 В и минусовой шиной). Отключение производить с выдержкой времени 0,3 секунды. Связи между ячейками и ШВП предусмотреть жгутами (проводами, оптическими кабелями, витой парой и т.д.) заводского исполнения.

Габаритные размеры ячеек РУ +825 В:

Параметр	выкатные
Ширина	800 мм
Глубина	не более 1800 мм
Высота	не более 2500 мм

Габаритные размеры ШВП:

Параметр	РУ-825 В
Ширина	800 мм
Глубина	600 мм
Высота	не более 2500 мм

В ШВП-3 и ШВП-4 предусмотреть размещение следующего оборудования:

1. Клеммник Х1 для подключения шлейфового жгута. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее

2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

2. Клеммник X2 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

3. Клеммник X3 для подключения внешнего кабеля питания соленоидов. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 3 точками присоединения под провод не менее 10мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

4. Клеммники X6, X7 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммники расположить на боковых стенках ШВП.

5. Клеммники X8 – Xn (по количеству ячеек, подключаемых к шкафу) для подключения индивидуальных жгутов присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммники расположить в верхней части ШВП.

6. Клеммник X5 для подключения жгута связи между ШВП-3 и ШВП-4. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

7. Клеммник X4 для подключения кабелей «-825 В» для фидеров, ПА и ЗРшин. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 3 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>, с расчетным напряжением 1000 В. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

8. Оптический кросс для соединения внешнего оптического кабеля с внутренним.

Оптический кросс расположить в нижней части ШВП.

9. Коммутаторы для подключения терминалов защиты присоединений РУ-825 В и шкафов ПА.

Примечание:

Количество коммутаторов определяется количеством ячеек и портов в коммутаторе. Предусмотреть установку одного резервного коммутатора в каждом ШВП.

10. Преобразователь RS-485/Ethernet.

11. Автоматические выключатели цепей питания.

Автоматические выключатели расположить в ШВП не выше 1,5 метра от уровня пола.

Связи между внешними клеммниками и внутренними клеммниками выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Жгуты между ячейками и ШВП также выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах. Связи между коммутаторами и оптическим кроссом выполняются оптическим кабелем изготовителем РУ.

Предусмотреть в РУ-825 В применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять). Опорная изоляция ячеек РУ-825 В должно выдерживать испытательное напряжение 24 кВ постоянного тока в течение одной минуты.

**В проектной документации (стадия П) выполняются следующие расчеты:**

1. защита по максимальному току,
2. защита по приращению тока,
3. защита по скорости нарастания тока,
4. защита по среднему току,
5. защита по обратному току (для ПА),
6. минимальный ток короткого замыкания при двустороннем питании и питании по консоли,
7. максимальное количество пар поездов при двустороннем питании и питании по консоли.

Для ячейки РУ-825 В рабочей линии, резервной линии, линии питания распределительных пунктов контактного рельса тупиков и линии питания контактного рельса соединительной ветви предусмотреть:

1. быстродействующий выключатель (БДВ) с диапазоном изменения напряжения управления 80-110 % от номинального, ВАБ-206 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры). Контакты выключателя должны выдерживать ток не менее 50 кА в течение 0,5 мс. Отключающая способность не менее 80 кА.

2. терминал защиты с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- измерения тока и напряжения.
- защиты.
- управления выключателем.
- передачей информации по линиям связи.
- автоматики, блокировки и сигнализации.

В функциях автоматики и блокировки обязательно предусмотреть:

- а) многократные включения БДВ после его отключения от перегрузки и однократное после его отключения от короткого замыкания в контактной сети,
- б) включение по цепям связи от соседней подстанции (для рабочей и резервной линии),
- с) отключение БДВ и блокировку включения при срабатывании «защиты

шин +825 В»,

d) отключение БДВ и блокировку включения при срабатывании «защиты кабеля» с возможностью перевода на «сигнал»,

e) блокировку включения БДВ при включенном заземляющем разъединителе шин +825 В,

f) отключение БДВ и блокировку включения при «отключении из тоннеля» с возможностью перевода на «сигнал» (для линии питания распределительных пунктов контактного рельса тупиков),

g) блокировку включения БДВ при отсутствии или двойственном положении линейного (резервного) разъединителя в тоннеле,

h) переключение набора уставок при включении определённого разъединителя (для резервного фидера).

3. реле (устройство) защиты от замыкания кабелей +825 В на «землю» (экран кабелей) с уставкой по току 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между экраном кабеля и минусовой шиной). Отключение производить без выдержки времени.

4. коммутационный аппарат выкатного исполнения.

5. заземляющий разъединитель отходящих кабелей.

6. систему бесконтактного температурного контроля контактов выкатного выключателя.

Для шкафа линейного (резервного) разъединителя фидера предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) или аналог. Напряжение питания привода разъединителя 220 В постоянное.

2. систему бесконтактного температурного контроля контактов разъединителя. Необходимо предусмотреть фиксацию сигнала о перегреве в терминале защиты фидера.

Для распределительного пункта питания тупика (РППТ) предусмотреть:

1. двухполюсные выключатели нагрузки с запасенной энергией в пружине (удержание на защелке без соленоида) для питания третьего и четвертого путей тупика. Напряжение питания привода выключателя 220 В постоянное.

2. разъединители с моторным приводом STOL (STOR) (или аналог) для вводных, секционных, заземляющих разъединителей и разъединителей обратного тока. Напряжение питания привода разъединителя 220 В постоянное.

Для шкафа разъединителя обратного тока (ШРОТ) предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) или аналог. Напряжение питания привода разъединителя 220 В постоянное.

Детальные требования к шкафам с разъединителями представлены в «Типовых требованиях к контактной сети линии» и «Типовых требованиях к контактной сети электродепо».

Для ячейки РУ-825 В ПА предусмотреть:

1. быстродействующий выключатель обратного тока (БАОД) ВАБ-206

(или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры). Контакты выключателя должны выдерживать ток не менее 50 кА в течение 0,5 мс. Отключающая способность не менее 80 кА.

2. терминал защиты с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- измерения тока и напряжения;
- защиты;
- управления выключателем;
- передачей информации по линии связи;
- автоматики, блокировки и сигнализации.

В функциях автоматики и блокировки обязательно предусмотреть:

- а) автоматическое включение/отключение от выключателя 10(20) кВ,
- б) отключение БАОДа и блокировку включения при срабатывании «защиты шин +825 В», пробое диода ПА, пробое на корпус шкафа ПА,
- с) отключение БАОДа и блокировку включения при срабатывании «защиты кабеля» с возможностью перевода на «сигнал»,
- д) блокировку включения БАОДа при включенном заземляющем разъединителе в ячейке БАОДа.

3. реле (устройство) защиты от замыкания кабелей +825 В на «землю» (экран кабелей) с уставкой по току 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между экраном кабеля и минусовой шиной). Отключение производить без выдержки времени.

4. коммутационный аппарат выкатного исполнения.

5. заземляющий разъединитель вводных кабелей.

6. системой бесконтактного температурного контроля контактов при использовании выкатного выключателя.

Для ячейки РУ-825 В Заземляющего Разъединителя шины +825 В предусмотреть:

1. заземляющий разъединитель шины +825 В с моторным приводом STOR или аналог.

2. двухполюсный шинный разъединитель с моторным приводом STOL или аналог (для шины «+» и «-»).

3. терминал защиты с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- измерения напряжения;
- управления разъединителями;
- передачей информации по линии связи;

– блокировки и сигнализации.

Предусмотреть для всех разъединителей и выключателей оперативные блокировки, препятствующие ошибочным действиям оперативного персонала.

**Предусмотреть изоляцию корпуса РУ-825 В и шкафов ПА от пола (заземленных конструкций) подстанции сплошными листами стеклотекстолита толщиной не менее 10 мм.**

Проектом предусмотреть распределительное устройство отрицательной шины (РУОШ) с разъединителями с моторным приводом STOL (STOR) (или аналог). Ввод кабельных линий отсоса первого и второго пути предусмотреть через шкафы подключения кабелей по краям РУОШ.

Подведение внешних контрольных кабелей к РУОШ предусмотреть через шкаф внешних подключений (ШВП-5).

Питание шинок управления, сигнализации и соленоидов РУОШ предусмотреть от соответствующих шинок РУ-825 В.

На лицевой стороне ячеек РУ-825 В и РУОШ предусмотреть отображение мнемосхемы присоединения.

Габаритные размеры ячеек РУОШ и ШВП-5:

Параметр	РУОШ	ШВП-5
Ширина	700 мм	650 мм
Глубина	600 мм	300 мм
Высота	2100 мм	1250 мм

Для шкафа управления разъединителя (ШУР) контактной сети предусмотреть:

1. терминал защиты с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- управлением разъединителями;
- передачей информации по линии связи.

Для шкафа разъединителя контактной сети предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) (или аналог) или однополюсный выключатель нагрузки с запасенной энергией в пружине (удержание на защелке без соленоида). Напряжение питания привода 220 В постоянное.

Детальные требования к шкафам с разъединителями представлены в «Типовых требованиях к контактной сети линии» и «Типовых требованиях к контактной сети электродепо».

Предусмотреть в помещении подстанции установку шкафа тиристорного замыкателя с контролем цепи заземления (ШТЗ), который подключается к минусовой шине (-825 В) и вводу внешнего контура заземления. В ШТЗ предусмотреть следующие функции и характеристики:

- а) система управления и мониторинга с возможностью записи параметров



и осциллограмм.

б) контроль за величиной блуждающих токов, измерение переменного и постоянного напряжения между контуром заземления и шиной –825 В.

с) защита тиристора шунтирующим контактором.

д) пиковый ток короткого замыкания (требование для установленного контактора) не менее 80 кА в течение 250 мс. Номинальный ток не менее 1,5 кА.

Проектом предусмотреть установку ШТЗ рядом с РУОШ или в составе РУОШ.

**На ТПП проектом предусмотреть следующие распределительные устройства до 1000 В переменного тока:**

- РУ-1 400/230 В силовой щит для питания электромеханических установок и эскалаторов;
- РУ-2 400/230 В щит освещения для питания осветительных установок и сетей;
- РУ-3 400/230 В щит «АСОП-связь» для питания устройств АСОП и связи;
- РУ-4 220 В щит АТДП для питания автоматики и телемеханики движения поездов;
- РУ-5 400/230В силовой щит для питания сторонних потребителей.

Габаритные размеры ячеек РУ-1 и РУ-2 при токах сборных шин до 1800 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 и РУ-2 при токах сборных шин от 1800 А до 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	800 мм	800 мм	800 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 и РУ-2 при токах сборных шин от 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	1000 мм	1000 мм	1000 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-3, РУ-4 и РУ-5:

Параметр	Вводно-распределительная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий (при наличии)
Ширина	800 мм	600 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

При оборудовании распределительных устройств до 1000 В приборами учета электроэнергии (счетчиками) предусмотреть счетчики СЭТ-4ТМ.03М.09 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена. Для учета электроэнергии в качестве измерительных трансформаторов тока использовать трансформаторы тока с классом точности не хуже 0,5s.

Предусмотреть установку приборов учета электроэнергии для ТСП в ячейках КРУ-10(20) кВ.

Питание рабочих секций шин вышеуказанных РУ предусматривается от трансформатора, присоединяемого к соответствующей секции КРУ-10(20) кВ.

Подключение ввода от трансформаторов: Силового и Освещения предусмотреть через вводной автоматический выключатель и выключатель нагрузки (типа EasyPact или аналог) к рабочей секции шин соответствующего распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Подключение ввода от трансформаторов: АСОП и АТДП предусмотреть через вводный автоматический выключатель и вводной рубильник к рабочей секции шин соответствующего распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя РУ АСОП и АТДП от первой и второй секции секционными рубильниками.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя щита Освещения и Силового от первой и второй секции секционными выключателями нагрузки (типа EasyPact или аналог).

Вводные и секционные выключатели предусмотреть стационарного

исполнения.

Конструкцию рубильников и выключателей нагрузки предусмотреть закрытого типа (Compact INS/INV и EasyPact или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Для всех вышеуказанных распределительных устройств проектом предусмотреть по две рабочих секции, кроме щита освещения, в составе которого дополнительно предусмотреть секцию резервирования.

Для РУ ТСП, ТО и ТС проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА50-45Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для РУ АСОП и АТДП проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА04-35Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для отходящих линий предусмотреть установку автоматических выключателей ВА (серии Протон) или аналогичных по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

В комплекте поставки низковольтных РУ предусмотреть устройство для проверки блоков защиты автоматических выключателей производства того же завода, что и автоматический выключатель (одно устройство для каждого типа автоматических выключателей на одну подстанцию).

На щитах ТС, ТО, АСОП, АТДП и ТСП на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР.

Питание секции резервирования в нормальном режиме предусмотреть от 1 секции, в аварийном режиме от 2 секции щита освещения. На вводах секции резервирования предусмотреть схему АВР.

Предусмотреть реализацию всех схем АВР низковольтных РУ на программируемых логических устройствах ЭНМВ с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

Для отображения параметров тока и напряжения применить измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP и модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

Конструкцией предусмотреть следующее:

– возможность безопасного обслуживания ячейки секционного автоматического выключателя (при отключении секционных рубильников, в зоне обслуживания секционного автоматического выключателя не должно быть открытых токоведущих частей, находящихся под напряжением).

- оперирование всеми коммутационными аппаратами с лицевой стороны РУ, с тыльной стороны РУ подключение кабелей.
- подключение кабелей к ошиновке отходящих линий.
- мнемосхему присоединений с сигнализацией положения коммутационных аппаратов.
- оптический кросс для подключения внешних кабелей от шкафа коммуникационного и внутренних кабелей от ЭНИП-2.
- шлейфовые жгуты заводского исполнения с разъемами между панелями (ячейками).

Жгуты между ячейками выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах.

ЭНИП-2 в каждом РУ подключаются по схеме «кольцо».

Для всех низковольтных РУ предусмотреть подведение внешних вторичных кабелей и оптических кабелей в ячейку СВ.

- РУ-6 220В постоянного тока (щит оперативного тока) для питания устройств защиты, автоматики, блокировки, сигнализации.

Габаритные размеры ячеек РУ-6:

Параметр	Ячейка
Ширина	800 мм
Глубина	600 мм
Высота	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

Для щита оперативного тока предусмотреть две секции и вводную панель АБ между ними. На 1 и 2 секции предусмотреть подключение потребителей подстанции и зарядно-подзарядные устройства для заряда (подзаряда) АБ оперативного тока. На вводную панель АБ предусмотреть подключение аккумуляторной батареи. Предусмотреть отделение вводной панели АБ от первой и второй секции секционными рубильниками.

Для РУ-6 предусмотреть применение автоматических выключателей, рассчитанных на постоянный ток. Предохранители не применять.

От РУ-6 предусмотреть питание следующих потребителей с каждой секции:

1. соленоиды КРУ-10(20) кВ;
2. управление КРУ-10(20) кВ;
3. блокировки КРУ-10(20) кВ;
4. коммутаторы КРУ-10(20) кВ;
5. управление РУ-1 (РУ-2, РУ-3, РУ-4, РУ-5);

Примечание:

Для каждого РУ до 1000 В предусмотреть отдельные линии.

6. шкаф центральной сигнализации;
7. соленоиды РУ-825 В;
8. управление РУ-825 В;
9. коммутаторы РУ-825 В;
10. соленоиды РППТ;
11. управление РППТ;
12. питание ШУР;

Примечание:

Линии к РППТ и ШУР предусматриваются при наличии на станции РППТ и ШУР.

13. коммутаторы в шкафу коммуникационном.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа с поворотной ручкой (типа Compact INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Для данного распределительного устройства предусмотреть наличие терминала «Сириус-2-ММ-КИ И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Данное устройство должно обеспечить следующие функции:

- контроля изоляции сети постоянного тока по обоим полюсам;
- контроль напряжения на шинах оперативного тока;
- контроль нагрузки зарядных устройств и АБ;
- осциллографирование аварийных процессов.

Предусмотреть возможностью выдачи сигнала о нарушении изоляции и понижении напряжения в цепи сигнализации подстанции с помощью GOOSE-сообщений.

Предусмотреть для АБ оперативного тока применение герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей типа OPzV. Емкость АБ предусмотреть согласно расчетам на возможность автономной работы не менее 90 минут. В проекте предусмотреть систему кондиционирования помещения АБ в соответствии с рекомендациями производителя АБ.

**Проектом предусмотреть установку КРУ-10(20) кВ, РУ-0,4(0,23) кВ (РУ-1, 2, 3, 4, 5, 6) только двустороннего обслуживания. РУ-825 В допускается применять одностороннего и двустороннего обслуживания. Для ячеек РУ-1, 2, 3, 4, 5, 6 с тыльной стороны для обслуживания предусмотреть двери (для каждой ячейки предпочтительно применение двух дверей, открывающихся в противоположные стороны).**

На лицевой панели всех низковольтных РУ предусмотреть мнемосхему с отображением положения коммутационных аппаратов (вводные, секционные автоматические выключатели; автоматические выключатели всех отходящих линий; вводные, секционные и ремонтные рубильники).

При проектировании РУ предусмотреть свободный доступ к блокам защиты автоматических выключателей.

Детальные требования к УЗП описаны в «Типовых требованиях к УЗП».

На подстанции предусмотреть отдельную сборку навесного исполнения ЩРСН 400/230 В с двумя вводами и схемой АВР для питания потребителей подстанции:

- блоки контроля температуры (БКТ) трансформаторов, включая ПА;
- питание шкафов ПА 230 В 50 Гц;
- освещение КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В;
- розетка и освещение в ЩЦС;
- питание шкафа САСД системы контроля блуждающих токов;
- питание потребителей в шкафу коммуникационном (вентилятор охлаждения, ноутбук и т.д.).

Габаритные размеры ЩРСН:

Параметр	Шкаф
Ширина	800 мм
Глубина	400 мм
Высота	900 мм

АВР выполнить с применением готового блока контакторов с механической блокировкой и блок-контактами. Микроконтроллеры в схеме АВР не применять. Вводные автоматы не применять, защиту сборки предусмотреть от автоматов, защищающих кабельные линии к сборке.

Для вводных и отходящих кабельных линий предусмотреть клеммные колодки соответствующего сечения.

Внутренний монтаж от внешних клеммников выполнить проводом, уложенным в коробе.

В качестве системы распределения предусмотреть шины соответствующего сечения (согласно нагрузке).

Подвод всех кабелей предусмотреть снизу. На внешней стороне шкафа снизу предусмотреть перфорированную планку для возможности крепления кабелей.

**Кабельная сеть, шинопроводы и электропроводки:**

На подстанции предусмотреть применение, шинопроводов, силовых и контрольных кабелей преимущественно отечественного производства всех напряжений с медными жилами.

На кабелях до и выше 1000 В предусмотреть установку соединительных и концевых муфт по рекомендациям завода-изготовителя вышеуказанных кабелей. Установка соединительных муфт в коллекторах подстанции не допускается.

В электрических сетях предусматривать силовые и контрольные кабели с медными жилами в оболочках, не распространяющие горение, с изоляцией, не содержащей галогенов синдексом «нг-НФ». Шинопроводы применить только

сертифицированные.

Электропроводки проектировать открыто по строительным конструкциям с креплением металлическими накладными скобами, на кабельных конструкциях и в стальных трубах в полах.

Ток нагрузки кабельных линий и шинопроводов для аварийного режима принимать равным 115 % по отношению к установленному нормативной документацией длительно допустимому току.

**Крепление светильников и пожарных датчиков на тросах не допускается.**

**Предусмотреть применение кабелей +825 В только на напряжение 3 кВ с экраном из медной фольги (для возможности организации схемы защиты).**

**Кабели -825 В допускается применять на напряжение 1 кВ без экрана.**

**Кабели +825 В и -825 В применять только бронированные.**

**Кабель от ШТЗ до ввода внешнего контура заземления предусмотреть сечением не менее 400 мм<sup>2</sup>. Марка кабеля аналогична кабелю +825 В.**

### Цветовые решения

Для исключения ошибочных действий со стороны персонала предусмотреть различную расцветку для оборудования подстанции. А также разделение разных секций одного РУ. Разделительная полоса наносится как с фронта, так и с тыла РУ.

1. КРУ-10(20) кВ:
  - Все ячейки, кроме городских вводов – RAL7035 (светло-серый).
  - Ячейки городских вводов – RAL1003 (сигнально-жёлтый).
  - ШВП-1 и ШВП-2 – RAL7035 (светло-серый).
  - Разделительная полоса между секциями – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
2. Оборудование 825 В:
  - РУ +825 В – RAL5015 (небесно-синий).
  - РУОШ -825 В – RAL5015 (небесно-синий).
  - ШВП-3, ШВП-4 и ШВП-5 – RAL5015 (небесно-синий).
  - Шкаф преобразовательного агрегата – RAL5015 (небесно-синий).
  - Тяговый трансформатор – RAL5015 (небесно-синий).
  - РППТ – RAL5015 (небесно-синий)
  - ШВП-7 и ШВП-8 – RAL5015 (небесно-синий).
  - Шкаф управления разъединителями – RAL5015 (небесно-синий).
  - Разъединитель контактной сети (ПП, ДУР, ШПОТ) – RAL5015 (небесно-синий).
  - Шкаф подключения кабеля 825 В – RAL5015 (небесно-синий).
3. РУ-1:
  - РУ силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).

- Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
- Трансформатор силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).
- 4. РУ-2:
  - РУ осветительных нагрузок – RAL6003 (оливково-зелёный).
  - Разделительная полоса между секциями и отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор осветительных нагрузок – RAL6003 (оливково-зелёный).
  - СГЭ – RAL6003 (оливково-зелёный).
- 5. РУ-3:
  - РУ АСОП-Связь – RAL9005 (Глубокий черный).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор АСОП-Связь – 9005 (Глубокий черный).
- 6. РУ-4:
  - РУ АДП – RAL5011 (стальной синий).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор АДП – RAL5011 (стальной синий).
- 7. РУ-5:
  - РУ сторонних потребителей – RAL4001 (красно-сиреневый).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор сторонних потребителей – RAL4001 (красно-сиреневый).
- 8. РУ-6:
  - РУ оперативного тока – RAL8008 (оливково-коричневый).
  - Разделительная полоса, отделяющая ячейку ввода АБ от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - УЗП – RAL8008 (оливково-коричневый).



## Управление подстанцией

Для электроустановок и электрооборудования до 1000 В ТПП предусматривается местное управление, а электроустановок и электрооборудования выше 1000 В (включая РУ-825 В) предусматривается местное и телеуправление, с включением его в автоматизированную систему диспетчерского управления электроснабжением (АСДУ-Э) с энергодиспетчерского пункта линии (ЭДП).

Телеуправление и телесигнализация предусматривается для всех выключателей КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В, вторых линейных разъединителей питающих линий (посты переключений), заземляющего разъединителя шины +825 В, вводных и секционных автоматических выключателей РУ до 1000 В.

Предусмотреть устройства телеизмерения напряжения и тока для шин и всех присоединений распределительного устройства 10(20) кВ.

В помещении дежурного по подстанции предусмотреть установку шкафа центральной сигнализации (ШЦС) с терминалом «Сириус-2ЦС И5 ТХ» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры) с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP.

В ШЦС предусмотреть три участка сигнализации:

- 1 участок – КРУ-10(20) кВ;
- 2 участок – РУ-825 В, включая РУОШ;
- 3 участок – понизительная часть подстанции.

Общеподстанционные сигналы, подключаемые к ШЦС на дискретные входы, передаются в АСДУ-Э от ШЦС по протоколу МЭК-61850.

Схему дверной сигнализации предусмотреть в составе ШЦС.

## Блокировки электрооборудования подстанции

Блокировки подстанции организуются по протоколу МЭК-61850 с помощью GOOSE-сообщений.

Подробная логика работы блокировок описывается при проектировании в рабочей документации (на стадии Р). Описание необходимо выполнить для файла конфигурации на языке SCL (System Configuration description Language – язык описания конфигурации систем. CID-файл (Configured IED Description) – файл описания конфигурации устройств. Этот файл полностью описывает конфигурацию данного устройства в части коммуникаций. CID-файл необходимо описать для каждого присоединения и каждого устройства, работающего с GOOSE-сообщениями. Создание CID-файлов по проектному описанию и занесение их непосредственно в устройства осуществляется при наладке оборудования представителями пуско-наладочных организаций.

### **Блокировки КРУ-10(20) кВ:**

1. Предусмотреть блокировку между выключателем и выкатным элементом.

Перемещение выкатного элемента при включенном выключателе заблокировано. При попытке перемещения выключателя во включенном состоянии, должна проходить команда на отключение. Выключатель разблокирован и готов к включению только в контрольном или рабочем положении.

2. Предусмотреть блокировку между наличием напряжения на кабеле и дверью кабельного отсека с фронта ячейки.

Открытие двери заблокировано при наличии напряжения на кабеле.

3. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, выключателем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки электрически и механически блокируется перемещение выкатного элемента в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки СВ-1 электрически и механически блокируется перемещение выкатного элемента СВ-1 и электрически блокируется перемещение выкатного элемента СВ-2 в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки СВ-1 разрешено только при нахождении выкатного элемента СВ-1 и СВ-2 в контрольном положении. Управление заземляющим разъединителем ячейки СВ-2 аналогично СВ-1.

4. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем секции шин и выкатными элементами секции, СВ своей секции и СВ другой секции.

Управление заземляющим разъединителем секции шин разрешено, когда все выкатные элементы секции, СВ своей секции и СВ другой секции находятся в контрольном положении. При включенном заземляющем разъединителе секции шин заблокировано перемещение выкатных элементов секции, СВ своей секции и СВ другой секции.

5. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки трансформатора и вводным выключателем секции РУ-0,4(0,23) соответствующего трансформатора.

При включенном вводном выключателе соответствующего трансформатора РУ-0,4(0,23), управление заземляющим разъединителем ячейки заблокировано.

6. Предусмотреть блокировку между выкатным элементом и вводным выключателем секции РУ-0,4(0,23) соответствующего трансформатора.

При включенном вводном выключателе соответствующего трансформатора РУ-0,4(0,23), перемещение выкатного элемента блокируется.

7. При отключении одного параллельно работающего ввода, блокируется ступень МНЗ другого ввода. При отсутствии вторичного напряжения на трансформаторе напряжения 1 секции, блокируется ступень МНЗ параллельно

работающих вводов.

8. Предусмотреть блокировку включения выключателей секции при срабатывании дуговой защиты.

При срабатывании дуговой защиты в кабельном отсеке, блокируется включение выключателя ячейки. При срабатывании дуговой защиты секции, блокируется включение выключателей секции, включая СВ-1 и СВ-2. При срабатывании дуговой защиты ошиновки между СВ-1 и СВ-2, блокируется включение только СВ-1 и СВ-2.

9. Предусмотреть блокировку включения выключателя ПА после срабатывания защит.

При пробое диода шкафа ПА, срабатывании защиты шин +825 В, пробое выпрямителя на корпус и открытии дверей шкафа ПА и отключении от БАОДа включение выключателя блокируется.

10. Предусмотреть блокировку включения выключателя ПА при включенном заземляющем разъединителе.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки БАОДа ПА или заземляющего разъединителя общей шины РУ-825 В блокируется включение выключателя.

#### **Блокировки РУ-825 В и РПШТ:**

1. Предусмотреть блокировку между выключателем и выкатным элементом.

Перемещение выкатного элемента при включенном выключателе заблокировано. При попытке перемещения выключателя во включенном состоянии, должна проходить команда на отключение. Выключатель разблокирован и готов к включению только в контрольном или рабочем положении.

2. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, выключателем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки электрически блокируется управление выкатного элемента (шинного-линейного разъединителя). Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении (отключенном положении шинного-линейного разъединителя).

3. Предусмотреть блокировку включения БДВ при отсутствии положения ПП.

При отсутствии положения ПП, включение БДВ фидера блокируется.

4. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем общей шины РУ-825 В и выключателями.

Управление заземляющим разъединителем общей шины РУ-825 В вручную разрешено, когда все выкатные элементы в контрольном положении или выключатели отключены. Управление заземляющим разъединителем общей шины РУ-825 В механически разрешено, когда нет напряжения на общей шине РУ-825 В.

При включенном заземляющем разъединителе общей шины РУ-825 В заблокировано включение выключателей питающих и резервных линий.

5. Предусмотреть блокировку между выключателем питающей линии и соответствующим постом переключения.

Управление выключателем заблокировано при отсутствии положения соответствующего поста переключения линии. Управление постом переключения заблокировано при включенном положении выключателя линии или отсутствии положения.

6. Предусмотреть блокировку между выключателем резервной линии и соответствующим постом переключения.

Включение выключателя заблокировано при отсутствии положения соответствующего резервного поста переключения. Управление резервным постом переключения заблокировано при включенном положении резервного выключателя или отсутствии положения.

7. Предусмотреть блокировку между резервными постами переключения соответствующего резервного фидера.

При включенном положении одного из резервных постов переключения, управление включением остальными резервными постами переключения соответствующего резервного фидера заблокировано.

8. Предусмотреть блокировку включения БДВ питания тупиков после срабатывания «Тоннельного отключения».

При отключении от сигнала «Тоннельное отключение» включение выключателя питания тупиков блокируется.

9. Предусмотреть блокировку включения выключателя линии и резервного выключателя после срабатывания защит.

При срабатывании защиты шин +825 В и пробое кабеля +825 В включение выключателя блокируется.

10. Предусмотреть блокировку управления минусовым разъединителем ПА.

Управление минусовым разъединителем ПА разрешено при отключенном положении: соответствующего БАОДа, выключателя 10(20) кВ ПА и заземляющего разъединителя ячейки 10(20) кВ.

11. Предусмотреть блокировку открытия дверей шкафа ПА.

Открытие дверей шкафа ПА разрешено при включенном положении заземляющего разъединителя соответствующей ячейки 10(20) кВ, включенном положении заземляющего разъединителя соответствующей ячейки БАОДа ПА и отключенном положении соответствующего разъединителя ПА.

12. Предусмотреть блокировку управления заземляющим разъединителем ячейки БАОДа.

Управление заземляющим разъединителем ячейки БАОДа разрешено при отключенном положении соответствующего БАОДа и контрольном положении выключателя 10(20) кВ соответствующего ПА.

13. Предусмотреть блокировку управления главным (шинным-линейным) разъединителем ячейки линии.

Управление главным (шинным-линейным) разъединителем ячейки линии заблокировано при включенном положении выключателя или отсутствии положения выключателя соответствующей ячейки.

14. Предусмотреть блокировку управления шинным разъединителем ячейки заземляющего разъединителя шины РУ-825 В

Управление шинным разъединителем ячейки заземляющего разъединителя шины РУ-825 В разрешено при отключенном положении заземляющего разъединителя шины РУ-825 В.

15. Предусмотреть блокировку открытия двери ячейки РУ +825 В (стационарное исполнение)

Открыть дверь силового отсека ячейки разрешается при включенном положении заземляющего разъединителя ячейки.

16. Предусмотреть блокировку АПВ фидера при неудачном включении  
АПВ блокируется в случае, если при включении БДВ фидера +825 В оперативно, БДВ отключается по любым причинам в течение 0,5 секунды или при отключении менее, чем в течение 2 секунд после успешного АПВ. Также АПВ заблокировано на фидере, отключенном «вторым» по связи от соседней подстанции.

17. Предусмотреть блокировку управления ШРОТ-1  
Управление ШРОТ-1 разрешено при отключенном положении выключателя питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-3) и заземляющего разъединителя контактного рельса третьего пути (Р-9).

18. Предусмотреть блокировку управления заземляющим разъединителем контактного рельса третьего пути (Р-9)

Управление заземляющим разъединителем контактного рельса третьего пути (Р-9) разрешено при отключенном положении выключателя питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-3) и ШРОТ-1.

19. Предусмотреть блокировку управления выключателем питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-3)

Управление выключателем питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-3) разрешено при отключенном положении заземляющего разъединителя контактного рельса третьего пути (Р-9).

20. Для РП-1 предусмотреть блокировку открытия двери силового отсека  
Открыть дверь силового отсека РП-1 разрешается при отключенном положении вводного разъединителя питания РП-1 (ПП филера питания тупика) и секционного разъединителя (Р-6) в РП-2.

21. Предусмотреть блокировку управления ШРОТ-2  
Управление ШРОТ-2 разрешено при отключенном положении выключателя питания контактного и ходового рельса четвертого пути (Р-4) и заземляющего разъединителя контактного рельса четвертого пути (Р-10).

22. Предусмотреть блокировку управления заземляющим разъединителем контактного рельса четвертого пути (Р-10)

Управление заземляющим разъединителем контактного рельса четвертого пути (Р-10) разрешено при отключенном положении выключателя питания контактного и ходового рельса четвертого пути (Р-4) и ШРОТ-2.

23. Предусмотреть блокировку управления выключателем питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-4)

Управление выключателем питания контактного и ходового рельса четвертого пути (Р-4) разрешено при отключенном положении заземляющего разъединителя контактного рельса четвертого пути (Р-10).

24. Для РП-2 предусмотреть блокировку открытия двери силового отсека  
Открыть дверь силового отсека РП-2 разрешается при отключенном положении вводного разъединителя питания РП-2 и секционного разъединителя (Р-5) в РП-1.

**Блокировки РУ-0,4 кВ:**

1. Предусмотреть блокировку АВР секционного автоматического выключателя РУ-0,4 кВ при коротком замыкании.

При отключении вводного автоматического выключателя секции РУ-0,4 кВ, блокируется работа АВР и включение секционного автоматического выключателя.

2. Предусмотреть блокировку АВР вводного автоматического выключателя секции резервирования (аварийной секции) РУ-0,4 кВ при коротком замыкании.

При отключении вводного автоматического выключателя секции резервирования (аварийной секции) РУ-0,4 кВ, блокируется работа АВР и включение автоматического выключателя другого ввода блокируется.

### **Автоматика электрооборудования подстанции**

Автоматика подстанции организовываются по протоколу МЭК-61850 с помощью GOOSE-сообщений.

Подробная логика работы автоматики описывается при проектировании в рабочей документации (на стадии Р). Описание необходимо выполнить для файла конфигурации на языке SCL (System Configuration description Language – язык описания конфигурации системы). CID-файл (Configured IED Description) – файл описания конфигурации устройств. Этот файл полностью описывает конфигурацию данного устройства в части коммуникаций. CID-файл необходимо описать для каждого присоединения и каждого устройства, работающего с GOOSE-сообщениями. Создание CID-файлов по проектному описанию и занесение их непосредственно в устройства осуществляется при наладке оборудования представителями пуско-наладочных организаций.

В нормальном режиме предусмотреть управление БАОДом ПА в

автоматическом режиме от соответствующего высоковольтного выключателя ПА.

Предусмотреть при отключении БДВ фидера +825 В отключение заблокированного с ним БДВ на соседней подстанции автоматически по связи; при включении БДВ фидера +825 В, отключенного «первым» включение заблокированного с ним БДВ на соседней подстанции автоматически по связи.

При отключении от защиты, БДВ фидера +825 В предусмотреть автоматическое повторное включение (время выдержки 5 секунд, время готовности АПВ после включения 2 секунды).

При отключении одного из СВ 10/20 кВ от дуговой защиты, другой СВ также должен отключиться с сигналом «От СВ-1(2)».

На щитах ТС, ТО, АСОП, АТДП и ТСП на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР. При пропаже напряжения по одному из вводов предусматривается отключение вводного автоматического выключателя и включение секционного автоматического выключателя (выдержка по времени для работы схемы АВР 7 секунд). При пропаже напряжения по одному из вводов секции резервирования (аварийной секции) предусматривается отключение первого вводного автоматического выключателя и включение второго вводного автоматического выключателя (выдержка по времени для работы схемы АВР 2 секунды).

### **Учет электроэнергии (АИИСКУЭ)**

На подстанции предусмотреть оборудование АИИСКУЭ.

Все оборудование АИИСКУЭ должно быть сертифицировано. Раздел АИИСКУЭ согласовывается со службой Энергоресурсов и развития энергосети. Руководствоваться последними актуальными требованиями к АИИСКУЭ изложенными в «Технических требованиях на АИИС КУЭ метрополитена».

В качестве шкафа УСПД использовать устройство комплектное низковольтное типа НКУ ЭКОМ-3100 PX2-SFP-N-N-RS20-D1-TE (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с гарантийным сроком вышеуказанного изделия в сборе не менее 5 лет.

Предусмотреть комплект проверочного оборудования (КПО) необходимого для обслуживания АИИСКУЭ. Проектом предусмотреть ноутбук и устройства сопряжения с оборудованием АИИСКУЭ. Необходимость и характеристики оборудования определяются Службой энергоресурсов и развития энергосети и согласовываются на стадии П. КПО предусмотреть в составе опросного листа на оборудование АИИСКУЭ подстанционного уровня.

## Освещение и розеточная сеть

В помещениях подстанции предусмотреть рабочее, аварийное резервное и аварийное эвакуационное освещение в соответствии с действующими санитарными нормами, ПУЭ, СП 120.13330.2012. Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены». **Светильники со встроенными аккумуляторами не применять.**

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения специально нанесенными на них знаками.

Освещение и розетку в постах переключения (ЛР и РР) в тоннеле предусмотреть от тоннельного освещения.

Розетки на подстанции предусмотреть с заземляющим контактом. Питание предусмотреть через дифференциальный автомат, УЗО не применять.

В помещении распределительных устройств и помещении трансформаторов предусмотреть установку Шкафа ремонтных работ (ШРР). В ШРР предусмотреть установку розетки с заземляющим контактом для однофазных потребителей 16 А и установку розетки с заземляющим контактом для трёхфазных потребителей 32 А. Для каждой розетки установить собственный автомат. УЗО и дифференциальные автоматы не применять.

## Мероприятия по обеспечению электробезопасности

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

На подстанции предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 15 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 15 шт.;
  - «Работать здесь» – 10 шт.;
  - «Заземлено» – 15 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
  - Указатель низкого напряжения (до 600 В) – 3 шт.;



- Указатель высокого напряжения (для проверки постоянного напряжения 825 В) – 3 шт.;
- Указатель высокого напряжения (для проверки переменного напряжения 10 кВ или 20 кВ) – 3 шт.
- 3. Предметы безопасности:
  - Перчатки диэлектрические – 4 пары;
  - Боты диэлектрические – 2 пары;
  - Галоши диэлектрические – 2 пары;
  - Штанга оперативная спасательная (ШОС-15 или ШОС-35) – 2 шт.;
  - Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стоять! Напряжение» – 15 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение 10кВ или 20кВ – 3 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение до 1000 В – 3 шт.;
  - Переносное заземление однофазное на напряжение 10 кВ – 3 шт.

### **Мероприятия по обеспечению энергоэффективности**

Для обеспечения энергосбережения в системе электроснабжения и теплоснабжения предусмотреть следующее:

- установку на стороне потребителей устройств компенсации реактивной мощности (при необходимости). Устройства компенсации реактивной мощности выбрать в соответствии с расчётом, с автоматическим регулированием. Технические характеристики оборудования компенсации реактивной мощности должны обеспечивать поддержание коэффициента реактивной мощности в соответствии с приказом Министерства энергетики РФ от 23.06.2015 №380.

- для обеспечения энергосбережения предусмотреть установку светодиодных осветительных приборов.

- в силовой сети предусмотреть автоматический режим работы технологических установок от датчиков, что сократит время работы установок, не снижая их эффективности.

### **Связь**

Проектом предусмотреть административно-хозяйственную (телефон), энергодиспетчерскую (селектор) и местную связь с дежурным по станции согласно СП 120.13330.2012. Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены». Предусмотреть дополнительно установку телефона и селектора в трансформаторном помещении, рядом с помещением АБ (только телефон) или других помещениях, удаленных от комнаты дежурного.

## Планировочные решения

В планировочных решениях предусмотреть расположение электроустановок и электрооборудования на подстанциях так, чтобы обеспечить возможность его замены, модернизации и транспортировки с использованием стационарных приспособлений для механизации подъемно-транспортных операций.

Проектом предусмотреть технологические проёмы и подъёмники для перемещения оборудования на подстанции и за ее пределы.

Предусмотреть открытие дверей и ворот, выходящих на пути, внутрь подстанции во избежание соприкосновения с подвижным составом в случае самопроизвольного или ошибочного открытия.

В случае если подстанция находится на перегоне, предусмотреть у главного входа на подстанцию сходной мостик для доступа персонала из подвижного состава.

Согласно п.5.10.3.12 СП 120.13330.2012 при расположении подстанции между перегонными тоннелями проектом предусмотреть грузовые выходы на оба пути.

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

Проектом предусмотреть наливные полы с антистатическим покрытием.

Для электротехнического персонала обеспечивающего оперативно-ремонтную работу на подстанции предусмотреть:

- комнату дежурной смены;
- комнату ремонтного персонала;
- комнату приема пищи;
- мастерскую;
- кладовую;
- раздевалку;
- накопительный водонагреватель объемом 100 литров;
- туалет с умывальником;
- средства защиты, лестницы, тумбы и вышку (при наличии приборов освещения, находящихся на высоте);
- мебель, раздевальные шкафы, шкафы для документации.

Примечание:

по требованиям пожарной безопасности раздевальные шкафы и шкафы для документации на подземных подстанциях должны быть металлическими.

Рядом с помещением АБ предусмотреть размещение помещения с раковиной.

В помещении АБ предусмотреть дренажные лотки.

На подстанции проектом предусмотреть кабельные коллекторы или подвалы высотой не менее 2,5 метра.

**Узкие кабельные каналы в полу для прокладки силовых кабелей не проектировать. При невозможности применения кабельного подвала или коллектора предусмотреть фальшпол.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

### **Заземление**

Устройство контура заземления подстанции предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ, СП 120.13330.2012. Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Предусмотреть щит потенциального и токового заземлителей (с измерительными клеммами) на одном из вводов внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию и измерительные электроды на наземной подстанции или подстанции мелкого заложения. На подстанции предусмотреть два ввода внешнего контура заземляющего устройства. Вертикальные заземлители внешнего контура заземляющего устройства выполнить трубами диаметром не менее 18 мм, горизонтальные заземлители - стальной полосой сечением не менее 100x10 мм. Ввод внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию выполнить также стальной полосой сечением не менее 100x10 мм.

### **Защита сооружений и устройств метрополитена от коррозии блуждающими токами**

Разработать мероприятия по пассивной защите сооружений и устройств метрополитена на данном участке от коррозии, вызываемой блуждающими токами.

Детальные требования к Системе коррозионной защиты описаны в «Технических требованиях на проектирование Устройств контроля за блуждающими токами».

### **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации ТПП с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещениях подстанции предусмотреть установку системы пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт станции) и автоматической системой пожаротушения в кабельном коллекторе и подвале подстанции (при его наличии).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной

охраной метрополитена.

Категории электротехнических помещений метрополитена предусмотреть в соответствии с требованиями СП 120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Защитную аппаратуру выбрать в соответствии с требованиями ПУЭ для защиты электрооборудования от перегрузки и токов короткого замыкания.

Предусмотреть на подстанции наличие Средств первичного пожаротушения в необходимых количествах.

В электротехнических помещениях предусмотреть электрооборудование, не содержащее масло (сухие трансформаторы, вакуумные высоковольтные выключатели).

Проходы между электрооборудованием в помещениях предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ по обеспечению нормируемых проходов в случае эвакуации персонала при аварии.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена № УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-HF», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF.

Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) предусмотреть с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Для исключения повреждения кабелей при дымоудалении в коллекторах станции и платформы предусмотреть прокладку всех кабелей в кабельных коллекторах с устройством в них несгораемых перегородок и выходов для персонала по торцам на расстоянии не более 25 метров от торца коридора (или перегородки).

Прокладку взаиморезервируемых кабелей устройств противопожарной защиты предусмотреть по разным тоннелям перегонов, в разных кабельных коллекторах в подплатформенных участках станции.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

## Требования к вентиляции и кондиционированию

Для обеспечения требуемого уровня температуры в помещении подстанции (для помещения аккумуляторной батареи не более 20°C, для остальных помещений не более 28°C) предусмотреть систему вентиляции и кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем вентиляции и кондиционирования - основную и резервную (для помещений с трансформаторами и распределительными устройствами). Диапазон температур выбрать согласно СП 120.1330.2012.

Для вентиляции и охлаждения воздуха предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией встроенной в систему вентиляции КЦКП, для вытяжки - центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Выбор оборудования и определение его мощности подобрать согласно тепловому расчету каждого конкретного помещения.

Для трансформаторного помещения и помещения с распределительными устройствами предусмотреть общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию с двумя эксплуатационными режимами:

- режим кондиционирования;
- режим вентиляции.

Предусмотреть регулирование воздушных потоков приточных вентиляционных установок с охлаждением:

- через воздухоохладитель в режиме кондиционирования;
- в обход воздухоохладителя в режиме вентиляции.

Предусмотреть установку кнопок управления вентиляцией у двери главного входа на подстанцию.

При срабатывании пожарной сигнализации предусмотреть удаление дыма с подстанции.

Разработать принципиальную и монтажную схему отключения системы приточно-вытяжной вентиляции при включении системы кондиционирования. Предусмотреть включение системы кондиционирования при достижении на подстанции температуры 28°C в соответствии с СанПиНом.

В качестве притока предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией и компрессорно-конденсаторным агрегатом, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Предусмотреть очистку воздуха в приточных установках. В системах вентиляции охлаждения применять карманные фильтры не ниже класса G4.

Венткамеры с расположенными в них наружными блоками систем кондиционирования оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией со 100%

резервированием или расположить оборудование на поверхности

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентиляционного оборудования на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием;
- выброс тепловыделений от оборудования непосредственно в тоннель;
- расположение оборудования в сечениях тоннельной вентиляции.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

При проектировании обеспечить нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов»; СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2 и соблюдение санитарного законодательства в части нормативов по шуму на территории около подстанций наземного расположения согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Предусмотреть передачу сигнала об основных параметрах и неисправностях системы вентиляции и кондиционирования на подстанции диспетчеру электромеханической Службы Дирекции инфраструктуры.

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации ТПП с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Предусмотреть применение в помещении подстанции системы дверной сигнализации с применением датчиков движения (при необходимости) и выводом сигнала на энергодиспетчерский пункт и автоматической системой контроля прохода (с применением БСК). Контроль открытия дверей необходимо предусмотреть на всех дверях, воротах и калитках, через которые возможно проникнуть на территорию подстанции.

Ворота и двери, через которые осуществляется доступ в тоннель, предусмотреть открывающимися внутрь. Запорные устройства (щеколды, засовы и т.д.) предусмотреть со стороны подстанции.

Наземные объекты предусмотреть с ограждениями, препятствующими доступ

на территорию и организацию видеонаблюдения.

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**

### **Требования к этапам строительства**

Проектной документацией и проектом организации строительства предусмотреть одновременный ввод в эксплуатацию оборудования подстанции и слаботочных систем (автоматика, телемеханика, АИИСКУЭ и пожарная сигнализация).

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления устройств защиты, сети «Ethernet» и оптических линий. А также для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением. Для работы с терминалами защиты, коммутаторами и устройствами телемеханики проектом предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующих РУ.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

## 2. Типовые требования к тяговой подстанции

### Общие требования

Для электроснабжения приемников электроэнергии линии метрополитена следует принимать следующие напряжения:

а) В сетях постоянного тока:

- 825 В – тяговая сеть, номинальное напряжение на шинах Т.
- 975 В – максимальное напряжение на шинах Т.
- 550 В – минимальное напряжение на токоприемнике подвижного состава.
- 220 В (+10/-5 %) – питание цепей управления и сигнализации подстанции, устройств телемеханики.

б) В сетях переменного тока:

- 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – силовые электроприемники, осветительные сети (рабочие и аварийные), устройства связи и АСОП;
- 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – осветительные и электронагревательные приборы, устройства автоматики;
- 220 В (+5/-5 %) с изолированной нейтралью трансформатора – устройства АТДП.

Предусмотреть проектом сети аварийного освещения переменного тока, которые получают питание от СГЭ. Детальные требования к СГЭ описаны в «Типовых требованиях к СГЭ».

**Конструкторская документация и схемы вторичной коммутации РУ-0,4 кВ, РУ-0,23 кВ, КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В для каждой подстанции должны быть согласованы со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

Проектирование вести в соответствии с СП 120.13330.2012. Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены» (или последняя редакция на момент проектирования); Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и другими нормативными документами.

Предусмотреть на каждом оборудовании (ячейка КРУ и РУ, различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;



- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закладываться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### Описание тяговой подстанции

#### **Комплектное распределительное устройство 10(20) кВ (КРУ-10(20) кВ):**

В КРУ-10(20) кВ предусмотреть две секции шин 10(20) кВ и два секционных выключателя 10(20) кВ.

Габаритные размеры шкафов КРУ:

Параметр	КРУ-10 кВ	КРУ-20 кВ
Ширина	800 мм	1000 мм
Глубина	не более 1600 мм	не более 1700 мм
Высота	не более 2600 мм	не более 2600 мм

Подведение внешних контрольных кабелей к КРУ предусмотреть через шкафы внешних подключений (ШВП-1 и ШВП-2). Связи между ячейками и ШВП предусмотреть жгутами (проводами, оптическими кабелями, витой парой и т.д.) заводского исполнения.

Габаритные размеры ШВП:

Параметр	КРУ-10(20) кВ
Ширина	800 мм
Глубина	800 мм
Высота	не более 2600 мм

В ШВП-1 и ШВП-2 предусмотреть размещение следующего оборудования:

1. Клеммник ХЗ для подключения внешних кабелей питания. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 6 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

2. Клеммник X2 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

3. Клеммники X5 – Xn (по количеству ячеек секции) для подключения индивидуальных жгутов присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъемной частью (штекерное соединение). Клеммники расположить в верхней части ШВП.

4. Клеммник X1 для подключения шлейфового жгута. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъемной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

5. Клеммник X4 для подключения жгута связи между ШВП-1 и ШВП-2. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъемной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

6. Оптический кросс для соединения внешнего оптического кабеля с внутренним. Оптический кросс расположить в нижней части ШВП.

7. Коммутаторы для подключения терминалов защиты и устройств измерения.

Примечание:

Количество коммутаторов определяется количеством ячеек и портов в коммутаторе. Предусмотреть установку одного резервного коммутатора в каждом ШВП.

8. Преобразователь RS-485/Ethernet.

9. Автоматические выключатели цепей питания. Автоматические выключатели расположить в ШВП не выше 1,5 метра от уровня пола.

Связи между внешними клеммниками (X2 и X3) и внутренними клеммниками (X1, X4 и X5 - Xn) выполняются изготовителем КРУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Жгуты между ячейками и ШВП также выполняются изготовителем КРУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах. Связи между коммутаторами и оптическим кроссом выполняются оптическим кабелем изготовителем КРУ.

**Клеммники X1, X2 и X3 располагать только горизонтально.**

**Клеммники X4 - Xn располагать только вертикально.**

Примечания:

1. Электроснабжение Тяговой подстанции, на основании требований п. 5.10.2 СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены» (или последняя редакция на момент проектирования), проектируется от трех независимых источников энергосистемы города. Один из них

подается на Тяговую подстанцию непосредственно от питающего центра, два других – через кабельные перемычки от соседних подстанций.

2. Для описания схемы внешних соединений Тяговой подстанции по сети 10(20) кВ в последующем тексте принимается следующая маркировка подстанций, расположенных на линии метрополитена: проектируемая тяговая подстанция обозначается Т; подстанция, находящаяся по линии на соседней станции перед ней – ТПП-1; подстанция, находящаяся на соседней станции после нее – ТПП-2.

На первой секции КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие присоединения:

внешний двухкабельный ввод 10кВ или однокабельный ввод 20кВ (Вв №1) от питающего центра города (с собственным трансформатором напряжения на кабеле), шинный трансформатор напряжения (ТН-1), две кабельных перемычки на вторые секции КРУ соседних подстанций ТПП-1 и ТПП-2, фидер питания понизительной подстанции (ПП), секционный выключатель (СВ-1).

На второй секции КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие присоединения:

внешний двухкабельный ввод 10 кВ или однокабельный ввод 20 кВ (Вв №2) от того же питающего центра города, что и Вв №1 (с собственным трансформатором напряжения на кабеле), шинный трансформатор напряжения (ТН-2), две кабельных перемычки на первые секции КРУ соседних подстанций ТПП-1 и ТПП-2, фидер питания понизительной подстанции (ПП), секционный выключатель (СВ-2).

**Сечение кабелей вводов и кабельных перемычек предусмотреть на протекание тока в аварийном режиме без перегрузки кабеля.**

Примечание:

Необходимость наличия и количество ячеек для питания понизительных подстанций определяется проектом.

В случае если Т имеет городской ввод 10 кВ, а ТПП-2 имеет городской ввод 20 кВ, то проектом рассмотреть два варианта обеспечения необходимого резерва:

1. Предусмотреть прокладку кабельных линий от первой и второй секции КРУ-10(20) кВ до ближайшей ТПП или Т соседней линии метрополитена.

2. На ТПП-2 предусмотреть установку двух трансформаторов 20/10 кВ мощностью 2500 кВА каждый. Подключение выводов 20 кВ предусмотреть к первой секции КРУ-20 кВ. Со стороны 10 кВ трансформаторов предусмотреть установку ячейки (типа КРУ) с выкатным разъединителем (для безопасного обслуживания). Подключение ячейки к трансформаторам предусмотреть шинами в защитном корпусе. В ячейке предусмотреть заземляющий разъединитель отходящей линии. Подключение кабеля между Т и ТПП-2 предусмотреть на Т к первой секции КРУ-10 кВ, на ТПП-2 к ячейке типа КРУ с выкатным разъединителем со стороны 10 кВ трансформатора 20/10 кВ.

Проектом предусмотреть установку трансформатора на вновь строящейся

подстанции и не рассчитывать на полную тяговую нагрузку (служит для поддержания работы станции в случае пропажи основного питания).

Примечание:

Применение в проекте первого или второго варианта согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры на стадии П.

Кроме указанного выше, на каждой секции шин КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие ячейки трансформаторов:

силовые (ТС), тяговые трансформаторы (ПА).

Примечания:

Предусмотреть равное распределение трансформаторов ПА на первую и вторую секции КРУ-10(20) кВ. Общее количество ПА определяется в соответствии с расчетом с учетом резервного ПА.

Дополнительно на первой и второй секции шин КРУ-10(20) кВ предусмотреть по две резервные ячейки с вакуумными выключателями.

В ячейках КРУ-10(20) кВ шинных трансформаторов напряжения (ТН) проектом предусмотреть установку высоковольтных предохранителей на выкатных тележках.

В ячейках КРУ-10(20) кВ питающих вводов предусмотреть установку кабельных трансформаторов напряжения типа НАЛИ со встроенными предохранительными устройствами.

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с высоковольтным выключателем конструкцией предусмотреть:

1. вакуумный выключатель 10(20) кВ рассчитанный по нагрузке присоединения. Включение предусмотреть с помощью энергии, запасенной в пружине или с помощью энергии, запасенной в конденсаторах в блоке управления;

2. заземляющий разъединитель кабеля (ошиновки для СВ-1 и СВ-2) 10(20) кВ;

3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ. Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. устройство бесконтактного контроля температуры на болтовых соединениях кабеля;

5. трехобмоточные трансформаторы тока с обмотками класса 0,5s/0,5s/10P в каждой фазе;

6. терминал защиты «Сириус-2ММ И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Терминал предусмотреть унифицированным (одного типа) для всех присоединений с выключателями;

7. прибор учета электроэнергии (счетчик) СЭТ-4ТМ.03М.01 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена. Для городских вводов 10(20) кВ (коммерческий учет) предусмотреть установку счётчиков в отдельный шкаф учета электроэнергии, с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена;

8. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

9. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения, нагрузки и напряжения для городских вводов (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Допускается при необходимости применять трансформаторы тока с обмотками, имеющими разные коэффициенты трансформации. Указанные технические характеристики трансформаторов тока для узлов расчётного (коммерческого) учета электрической энергии должны быть согласованы с сетевой и сбытовой организациями на стадии разработки проектной документации (стадия П).

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с трансформатором напряжения конструкцией предусмотреть:

1. трансформатор напряжения типа НАЛИ;
2. заземляющий разъединитель сборных шин секции 10(20) кВ;
3. терминал защиты «Сириус-ТН И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

5. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения и напряжения (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с высоковольтными предохранителями конструкцией предусмотреть:

1. высоковольтные предохранители в каждой фазе рассчитанные по нагрузке присоединения. Предусмотреть расположение предохранителей на выкатном элементе;

2. заземляющий разъединитель кабеля 10(20) кВ;

3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ. Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного

отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. устройство бесконтактного контроля температуры на болтовых соединениях кабеля;

5. трехобмоточные трансформаторы тока с обмотками класса 0,5s/0,5s/10P в каждой фазе;

6. прибор учета электроэнергии (счетчик) СЭТ-4ТМ.03М.01 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена;

7. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования RRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

8. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения, нагрузки и напряжения для городских вводов (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

**В конструкции шкафов КРУ-10(20) кВ предусмотреть верхнее расположение сборных шин и отдельные изолированные друг от друга отсеки для локализации электрической дуги при повреждениях.**

**КРУ с элегазовой изоляцией шин не применять.**

Предусмотреть в КРУ-10(20) кВ применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять).

Примечание:

Для сохранности вакуумного выключателя при коротком замыкании в кабельном отсеке предусмотреть среднее расположение выкатного элемента. Извлечение выкатного элемента из ячейки предусмотреть при помощи сервисной тележки.

Во всех ячейках КРУ-10(20) кВ предусмотреть:

1. дуговую защиту: от избыточного давления (клапанная защита с концевыми выключателями) и от светового импульса (оптоволоконная защита «Орион-ЗДЗ» или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Концевые выключатели предусмотреть с двумя нормально-открытыми контактами;

2. механическую (электромеханическую) оперативную блокировку безопасности оперирования заземляющим разъединителем с графическим отражением на устройстве индикации состояния коммутационных аппаратов ячейки и электрическую блокировку безопасности от перемещения выкатного элемента с выключателем во включенном состоянии.

В кабельных отсеках шкафов КРУ-10 кВ (в ячейках городских вводов, отходящих кабельных линий и фидеров понизительных подстанций) предусмотреть установку трансформаторов тока нулевой последовательности типа ТЗРЛ-100 (или аналогичные) с коэффициентом трансформации 30/1.

В кабельных отсеках шкафов КРУ-20 кВ с выключателями, а также в ячейке секционного выключателя (в ячейке СВ предусмотреть установку трансформатора тока нулевой последовательности CSH-30 в нулевой провод вторичных цепей трансформаторов тока) предусмотреть установку трансформаторов тока нулевой последовательности типа CSH-120 (или аналогичные) с коэффициентом трансформации 470/1.

Для выключателей шкафов КРУ-10(20) кВ трансформаторов ПА (преобразовательный агрегат 825 В) предусмотреть электрические блокировки с БАОДом, установленным в РУ-825 В постоянного тока.

Блокировка и автоматика элементов схемы преобразовательных агрегатов предусматривает следующую логику:

1. быстродействующий выключатель обратного тока (БАОД) включается автоматически после включения выключателя 10(20) кВ преобразовательного агрегата (ПА); при отключении от обратного тока БАОДа, автоматически отключается выключатель 10(20) кВ.

2. схемы вторичных цепей шкафа ПА РУ-825 В обеспечивают отключение и/или запрет включения выключателя 10(20) кВ ПА и БАОДа при включенном заземляющем разъединителе шин РУ-825 В, срабатывании защит ПА, срабатывании защиты шин РУ-825 В, пробое диода выпрямителя, пробое выпрямителя на корпус и открытии дверей ПА.

**В рабочей документации (стадия Р) должны содержаться методика и расчеты защит присоединений КРУ, РУ и трансформаторов тока (отражается ход расчетов, а не только итоговые цифры).**

**Карта селективности должна содержать уставки присоединений 10(20) кВ, уставки вводных и секционных автоматических выключателей низковольтных РУ. А также уставки наиболее загруженного отходящего фидера.**

#### **Трансформаторы и преобразовательные агрегаты:**

Проектом предусмотреть применение трансформаторов с воздушным охлаждением, повышенной пожаробезопасностью и нагревостойкостью. Трансформаторы с изоляцией с токсичными добавками, поддерживающими горение, а также трансформаторы с масляным охлаждением проектом не предусматривать.

Класс изоляции обмоток применяемого трансформатора определяется проектировщиком исходя из местных условий.

Для всех трансформаторов обязательно предусмотреть защиту от превышения температуры. БКТ устанавливаются снаружи на кожухе. Подвод вторичных кабелей осуществлять внутри трансформатора.

Количество и мощность трансформаторов определяется расчетами.

Примечание:

Мощность применяемых трансформаторов не должна превышать 4000 кВА.

Шкаф ПА (выпрямитель) предусмотреть с двенадцатипульсовой схемой выпрямления, воздушным охлаждением и с одним диодом в плече. В выпрямителе предусмотреть защиту, обеспечивающую своевременное отключение выпрямителя при пробое диода или ухудшении его параметров, предшествующих пробоем диода, блокировку открытия дверей (в стационарном исполнении), встроенную схему защиты от перенапряжений (RC-цепь), реле (устройство) защиты от замыканий на корпус шкафа с уставкой по току 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между корпусом шкафа и минусовой шиной). Отключение производить без выдержки времени. Питание оперативных цепей шкафа ПА предусмотреть от схемы управления своего ПА в РУ-825 В.

Для защиты преобразовательного агрегата предусмотреть применение терминала защиты шкафа ПА с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования RRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- измерения тока и напряжения.
- защиты и сигнализации.
- управления выкатным элементом (при установке выпрямителя на выкатном элементе).
- передачей информации по линиям связи.

Подключение терминала защиты осуществить по двум линиям оптоволоконной связи к коммутаторам в ШВП-3 и ШВП-4.

### **Распределительное устройство постоянного тока РУ-825 В:**

РУ-825 В получает питание от ПА.

Для РУ-825 В предусмотреть комплектацию из следующих ячеек:

1. 4 ячейки рабочих фидеров 825 В (включая конечные станции).
2. 1 ячейка для питания распределительных пунктов контактного рельса тупиков (необходимость определяется проектом).
3. 1 ячейка для питания контактного рельса соединительной ветви (необходимость определяется проектом согласно СП 120.13330.2012 Метрополитены).

Примечание:

При наличии второй соединительной ветки устанавливается вторая ячейка для питания второй соединительной ветви.

4. 1 ячейка резервного фидера А для резервирования первого пути.
5. 1 ячейка резервного фидера Б для резервирования второго пути.
6. 1 ячейка резервного фидера В для резервирования путей соединительной



ветки (при наличии фидера питания контактного рельса соединительной ветви).

Примечание:

Резервирование контактного рельса тупиков осуществляется от резервного фидера А или Б.

7. ячейки катодного выключателя БАОДов ПА (количество определяется проектом).

8. ячейки выпрямителя ПА (количество определяется проектом).

Примечание:

Применение выпрямителя ПА в составе РУ-825 В определяется проектом по согласованию со Службой электроснабжения ДИ.

9. 1 ячейка с заземляющим разъединителем положительной шины РУ-825 В.

Подведение внешних контрольных кабелей к РУ предусмотреть через шкафы внешних подключений (ШВП-3 и ШВП-4). В составе ШВП-3 предусмотреть реле (устройство) защиты от замыканий токоведущих частей на корпус РУ («Защита Шин +825 В») с уставкой по току 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между корпусом РУ-825 В и минусовой шиной). Отключение производить с выдержкой времени 0,3 секунды. Связи между ячейками и ШВП предусмотреть жгутами (проводами, оптическими кабелями, витой парой и т.д.) заводского исполнения.

Габаритные размеры ячеек РУ +825 В:

Параметр	выкатные
Ширина	800 мм
Глубина	не более 1800 мм
Высота	не более 2500 мм

Габаритные размеры ШВП:

Параметр	РУ-825 В
Ширина	800 мм
Глубина	600 мм
Высота	не более 2500 мм

В ШВП-3 и ШВП-4 предусмотреть размещение следующего оборудования:

1. Клеммник Х1 для подключения шлейфового жгута. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

2. Клеммник Х2 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

3. Клеммник Х3 для подключения внешнего кабеля питания соленоидов. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 3 точками присоединения под провод не менее 10 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

4. Клеммники Х6, Х7 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммники расположить на боковых стенках ШВП.

5. Клеммники Х8 – Хп (по количеству ячеек, подключаемых к шкафу) для подключения индивидуальных жгутов присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммники расположить в верхней части ШВП.

6. Клеммник Х5 для подключения жгута связи между ШВП-3 и ШВП-4. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

7. Клеммник Х4 для подключения кабелей «-825 В» для фидеров, ПА и ЗРшин. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 3 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>, с расчетным напряжением 1000 В. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

8. Оптический кросс для соединения внешнего оптического кабеля с внутренним. Оптический кросс расположить в нижней части ШВП.

9. Коммутаторы для подключения терминалов защиты присоединений РУ-825 В и шкафов ПА.

Примечание:

Количество коммутаторов определяется количеством ячеек и портов в коммутаторе. Предусмотреть установку одного резервного коммутатора в каждом ШВП.

10. Преобразователь RS-485/Ethernet.

11. Автоматические выключатели цепей питания. Автоматические выключатели расположить в ШВП не выше 1,5 метра от уровня пола

Связи между внешними клеммниками и внутренними клеммниками выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Жгуты между ячейками и ШВП также выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах. Связи между коммутаторами и оптическим кроссом выполняются оптическим кабелем изготовителем РУ.

Предусмотреть в РУ-825 В применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять). Опорная изоляция ячеек РУ-825 В должна выдерживать испытательное напряжение 24 кВ постоянного тока в течение одной минуты.

**В проектной документации (стадия П) выполняются следующие расчеты:**

- 1) защита по максимальному току,**
- 2) защита по приращению тока,**
- 3) защита по скорости нарастания тока,**
- 4) защита по среднему току,**
- 5) защита по обратному току (для ПА),**
- 6) минимальный ток короткого замыкания при двустороннем питании и питании по консоли,**
- 7) максимальное количество пар поездов при двустороннем питании и питании по консоли.**

Для ячейки РУ-825 В рабочей линии, резервной линии, линии питания распределительных пунктов контактного рельса тупиков и линии питания контактного рельса соединительной ветви предусмотреть:

1. быстродействующий выключатель (БДВ) с диапазоном изменения напряжения управления 80-110 % от номинального, ВАБ-206 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры). Контакты выключателя должны выдерживать ток не менее 50 кА в течение 0,5 мс. Отключающая способность не менее 80 кА.

2. терминал защиты с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- измерения тока и напряжения.
- защиты.
- управления выключателем.
- передачей информации по линиям связи.
- автоматики, блокировки и сигнализации.

В функциях автоматики и блокировки обязательно предусмотреть:

- a) многократные включения БДВ после его отключения от перегрузки и однократное после его отключения от короткого замыкания в контактной сети,
- b) включение по цепям связи от соседней подстанции (для рабочей и резервной линии),
- c) отключение БДВ и блокировку включения при срабатывании «защиты шин +825 В»,
- d) отключение БДВ и блокировку включения при срабатывании «защиты кабеля» с возможностью перевода на «сигнал»,
- e) блокировку включения БДВ при включенном заземляющем разъединителе шин +825 В,
- f) отключение БДВ и блокировку включения при «отключении из тоннеля» с возможностью перевода на «сигнал» (для линии питания распределительных пунктов контактного рельса тупиков),

g) блокировку включения БДВ при отсутствии или двойственном положении линейного (резервного) разъединителя в тоннеле,

h) переключение набора уставок при включении определённого разъединителя (для резервного фидера).

3. Реле (устройство) защиты от замыкания кабелей +825 В на «землю» (экран кабелей) с уставкой по току 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между экраном кабеля и минусовой шиной). Отключение производить без выдержки времени.

4. коммутационный аппарат выкатного исполнения.

5. заземляющий разъединитель отходящих кабелей.

6. систему бесконтактного температурного контроля контактов выкатного выключателя.

Для шкафа линейного (резервного) разъединителя фидера предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) или аналог. Напряжение питания привода разъединителя 220 В постоянное.

2. систему бесконтактного температурного контроля контактов разъединителя. Необходимо предусмотреть фиксацию сигнала о перегреве в терминале защиты фидера.

Для распределительного пункта питания тупика (РППТ) предусмотреть:

1. двухполюсные выключатели нагрузки с запасенной энергией в пружине (удержание на защелке без соленоида) для питания третьего и четвертого путей тупика. Напряжение питания привода разъединителя 220 В постоянное.

2. разъединители с моторным приводом STOL (STOR) (или аналог) для вводных, секционных, заземляющих разъединителей и разъединителей обратного тока. Напряжение питания привода разъединителя 220 В постоянное.

Для шкафа разъединителя обратного тока (ШРОТ) предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) или аналог. Напряжение питания привода разъединителя 220 В постоянное.

Детальные требования к шкафам с разъединителями представлены в «Типовых технических требованиях к контактной сети линии» и «Типовых технических требованиях к контактной сети электродепо».

Для ячейки РУ-825 В ПА предусмотреть:

1. быстродействующий выключатель обратного тока (БАОД) ВАБ-206 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры). Контакты выключателя должны выдерживать ток не менее 50 кА в течение 0,5 мс. Отключающая способность не менее 80 кА.

2. терминал защиты с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

– измерения тока и напряжения;

- защиты;
- управления выключателем;
- передачей информации по линии связи;
- автоматики, блокировки и сигнализации.

В функциях автоматики и блокировки обязательно предусмотреть:

- a) автоматическое включение/отключение от выключателя 10(20) кВ,
- b) отключение БАОДа и блокировку включения при срабатывании «защиты шин +825 В», пробое диода ПА, пробое на корпус шкафа ПА,
- c) отключение БАОДа и блокировку включения при срабатывании «защиты кабеля» с возможностью перевода на «сигнал»,
- d) блокировку включения БАОДа при включенном заземляющем разъединителе в ячейке БАОДа.

3. Реле (устройство) защиты от замыкания кабелей +825 В на «землю» (экран кабелей) с уставкой по току 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между экраном кабеля и минусовой шиной). Отключение производить без выдержки времени.

4. коммутационный аппарат выкатного исполнения.

5. заземляющий разъединитель вводных кабелей.

6. системой бесконтактного температурного контроля контактов при использовании выкатного выключателя.

Для ячейки РУ-825 В Заземляющего Разъединителя шины +825 В предусмотреть:

1. заземляющий разъединитель шины +825 В с моторным приводом STOR или аналог.

2. двухполюсный шинный разъединитель с моторным приводом STOL или аналог (для шины «+» и «-»).

3. терминал защиты с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- измерения напряжения;
- управления разъединителями;
- передачей информации по линии связи;
- блокировки и сигнализации.

Предусмотреть для всех разъединителей и выключателей оперативные блокировки, препятствующие ошибочным действиям оперативного персонала.

**Предусмотреть изоляцию корпуса РУ-825 В и шкафов ПА от пола (заземленных конструкций) подстанции сплошными листами стеклотекстолита толщиной не менее 10 мм.**

Проектом предусмотреть распределительное устройство отрицательной шины (РУОШ) с разъединителями с моторным приводом STOL (STOR) (или аналог). Ввод

кабельных линий отсоса первого и второго пути предусмотреть через шкафы подключения кабелей по краям РУОШ.

Подведение внешних контрольных кабелей к РУОШ предусмотреть через шкаф внешних подключений (ШВП-5).

Питание шинок управления, сигнализации и соленоидов РУОШ предусмотреть от соответствующих шинок РУ-825 В.

На лицевой стороне ячеек РУ-825 В и РУОШ предусмотреть отображение мнемосхемы присоединения.

Габаритные размеры ячеек РУОШ и ШВП-5:

Параметр	РУОШ	ШВП-5
Ширина	700 мм	650 мм
Глубина	600 мм	300 мм
Высота	2100 мм	1250 мм

Для шкафа управления разъединителя (ШУР) контактной сети предусмотреть:

1. терминал защиты с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- управлением разъединителями;
- передачей информации по линии связи.

Для шкафа разъединителя контактной сети предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) (или аналог) или однополюсный выключатель нагрузки с запасенной энергией в пружине (удержание на защелке без соленоида). Напряжение питания 220 В постоянное.

Детальные требования к шкафам с разъединителями представлены в «Типовых требованиях к контактной сети линии» и «Типовых требованиях к контактной сети электродепо».

Предусмотреть в помещении подстанции установку шкафа тиристорного замыкателя с контролем цепи заземления (ШТЗ), который подключается к минусовой шине (-825 В) и вводу внешнего контура заземления. В ШТЗ предусмотреть следующие функции и характеристики:

- a) система управления и мониторинга с возможностью записи параметров и осциллограмм.
- b) контроль за величиной блуждающих токов, измерение переменного и постоянного напряжения между контуром заземления и шиной -825 В.
- c) защита тиристора шунтирующим контактором.
- d) пиковый ток короткого замыкания (требование для установленного контактора) не менее 80 кА в течение 250 мс. Номинальный ток не менее 1,5 кА.

Проектом предусмотреть установку ШТЗ рядом с РУОШ или в составе РУОШ.

**На Тяговой подстанции проектом предусмотреть следующие распределительные устройства до 1000 В переменного тока:**

– РУ-1 400/230 В (щит силовой) для питания силовых нагрузок и освещения подстанции.

Габаритные размеры ячеек РУ-1:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	800 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

При оборудовании распределительных устройств до 1000 В приборами учета электроэнергии (счетчиками) предусмотреть счетчики СЭТ-4ТМ.03М.09 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена. Для учета электроэнергии в качестве измерительных трансформаторов тока использовать трансформаторы тока с классом точности не хуже 0,5s.

Питание рабочих секций шин РУ предусматривается от трансформатора, присоединяемого к соответствующей секции КРУ-10(20) кВ.

Подключение ввода от Силового трансформатора предусмотреть через вводной автоматический выключатель и рубильник к рабочей секции шин распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя от первой и второй секции секционными рубильниками.

Вводные и секционные выключатели предусмотреть стационарного исполнения.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа с поворотной ручкой (типа Comract INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Для Силового щита проектом предусмотреть две рабочих секции.

Для РУ ТС проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА04-35Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для отходящих линий предусмотреть установку автоматических выключателей ВА (серии Протон) или аналогичных по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

В комплекте поставки низковольтных РУ предусмотреть устройство для проверки блоков защиты автоматических выключателей производства того же

завода, что и автоматический выключатель (одно устройство для каждого типа автоматических выключателей на одну подстанцию).

На Силовом щите на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР.

Предусмотреть реализацию всех схем АВР низковольтных РУ на программируемых логических устройствах ЭНМВ с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

Для отображения параметров тока и напряжения применить измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP и модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

Конструкцией предусмотреть следующее:

- возможность безопасного обслуживания ячейки секционного автоматического выключателя (при отключении секционных рубильников, в зоне обслуживания секционного автоматического выключателя не должно быть открытых токоведущих частей, находящихся под напряжением).

- оперирование всеми коммутационными аппаратами с лицевой стороны РУ, с тыльной стороны РУ подключение кабелей.

- подключение кабелей к ошиновке отходящих линий.

- мнемосхему присоединений с сигнализацией положения коммутационных аппаратов.

- оптический кросс для подключения внешних кабелей от шкафа коммуникационного и внутренних кабелей от ЭНИП-2.

- шлейфовые жгуты заводского исполнения с разъемами между панелями (ячейками).

Жгуты между ячейками выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах.

ЭНИП-2 в каждом РУ подключаются по схеме «кольцо».

Для РУ-1 предусмотреть подведение внешних вторичных кабелей и оптических кабелей в ячейку СВ.

- РУ-6 220В постоянного тока (щит оперативного тока) для питания устройств защиты, автоматики, блокировки, сигнализации.

Габаритные размеры ячеек РУ-6:

Параметр	Ячейка
Ширина	800 мм
Глубина	600 мм
Высота	2200 мм



**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

Для щита оперативного тока предусмотреть две секции и вводную панель АБ между ними. На 1 и 2 секции предусмотреть подключение потребителей подстанции и зарядно-подзарядные устройства для заряда (подзаряда) АБ оперативного тока. На вводную панель АБ предусмотреть подключение аккумуляторной батареи. Предусмотреть отделение вводной панели АБ от первой и второй секции секционными рубильниками.

Для РУ-6 предусмотреть применение автоматических выключателей, рассчитанных на постоянный ток. Предохранители не применять.

От РУ-6 предусмотреть питание следующих потребителей с каждой секции:

1. соленоиды КРУ-10(20) кВ;
2. управление КРУ-10(20) кВ;
3. блокировки КРУ-10(20) кВ;
4. коммутаторы КРУ-10(20) кВ;
5. управление РУ-1;

Примечание:

Для каждого РУ до 1000 В предусмотреть отдельные линии.

6. шкаф центральной сигнализации;
7. соленоиды РУ-825 В;
8. управление РУ-825 В;
9. коммутаторы РУ-825 В;
10. соленоиды РППТ;
11. управление РППТ;
12. питание ШУР;

Примечание:

Линии к РППТ и ШУР предусматриваются при наличии на станции РППТ и ШУР.

13. коммутаторы в шкафу коммуникационном.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа с поворотной ручкой (типа Comract INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Для данного распределительного устройства предусмотреть наличие терминала «Сириус-2-ММ-КИ И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Данное устройство должно обеспечить следующие функции:

- контроля изоляции сети постоянного тока по обоим полюсам;
- контроль напряжения на шинах оперативного тока;
- контроль нагрузки зарядных устройств и АБ;
- осциллографирование аварийных процессов

Предусмотреть возможностью выдачи сигнала о нарушении изоляции и понижении напряжения в цепи сигнализации подстанции с помощью GOOSE-сообщений.

Предусмотреть для АБ оперативного тока применение герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей типа OPzV. Емкость АБ предусмотреть согласно расчетам на возможность автономной работы не менее 90 минут. В проекте предусмотреть систему кондиционирования помещения АБ в соответствии с рекомендациями производителя АБ.

**Проектом предусмотреть установку КРУ-10(20) кВ, РУ-0,4(0,23) кВ (РУ-1, 2, 3, 4, 5, 6) только двустороннего обслуживания. РУ-825 В допускается применять одностороннего и двустороннего обслуживания. Для ячеек РУ-1, 2, 3, 4, 5, 6 с тыльной стороны для обслуживания предусмотреть двери (для каждой ячейки предпочтительно применение двух дверей, открывающихся в противоположные стороны).**

На лицевой панели всех низковольтных РУ предусмотреть мнемосхему с отображением положения коммутационных аппаратов (вводные, секционные автоматические выключатели; автоматические выключатели всех отходящих линий; вводные, секционные и ремонтные рубильники).

При проектировании РУ предусмотреть свободный доступ к блокам защиты автоматических выключателей.

Детальные требования к УЗП описаны в «Типовых требованиях к УЗП».

На подстанции предусмотреть отдельную сборку навесного исполнения ЩРСН 400/230 В с двумя вводами и схемой АВР для питания потребителей подстанции:

- блоки контроля температуры (БКТ) трансформаторов, включая ПА;
- питание шкафов ПА 230 В 50 Гц;
- освещение КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В;
- розетка и освещение в ШЦС;
- питание шкафа САСД системы контроля блуждающих токов;
- питание потребителей в шкафу коммуникационном (вентилятор охлаждения, ноутбук и т.д.).

Габаритные размеры ЩРСН:

Параметр	Шкаф
Ширина	800 мм
Глубина	400 мм
Высота	900 мм

АВР выполнить с применением готового блока контакторов с механической блокировкой и блок-контактами. Микроконтроллеры в схеме АВР не применять. Вводные автоматы не применять, защиту сборки предусмотреть от автоматов, защищающих кабельные линии к сборке.

Для вводных и отходящих кабельных линий предусмотреть клеммные колодки соответствующего сечения.

Внутренний монтаж от внешних клеммников выполнить проводом, уложенным в коробе.

В качестве системы распределения предусмотреть шины соответствующего сечения (согласно нагрузке).

Подвод всех кабелей предусмотреть снизу. На внешней стороне шкафа снизу предусмотреть перфорированную планку для возможности крепления кабелей.

### **Кабельная сеть, шинопроводы и электропроводки:**

На подстанции предусмотреть применение, шинопроводов, силовых и контрольных кабелей преимущественно отечественного производства всех напряжений с медными жилами.

На кабелях до и выше 1000 В предусмотреть установку соединительных и концевых муфт по рекомендациям завода-изготовителя вышеуказанных кабелей. Установка соединительных муфт в коллекторах подстанции не допускается.

В электрических сетях предусматривать силовые и контрольные кабели с медными жилами в оболочках, не распространяющие горение, с изоляцией, не содержащей галогенов синдексом «нг-HF». Шинопроводы применить только сертифицированные.

Электропроводки проектировать открыто по строительным конструкциям с креплением металлическими накладными скобами, на кабельных конструкциях и в стальных трубах в полах.

Ток нагрузки кабельных линий и шинопроводов для аварийного режима принимать равным 115 % по отношению к установленному нормативной документацией длительно допустимому току.

**Крепление светильников и пожарных датчиков на тросах не допускается.**

**Предусмотреть применение кабелей +825 В только на напряжение 3 кВ с экраном из медной фольги (для возможности организации схемы защиты).**

**Кабели -825 В допускается применять на напряжение 1 кВ без экрана.**

**Кабели +825 В и -825 В применять только бронированные.**

**Кабель от ШТЗ до ввода внешнего контура заземления предусмотреть сечением не менее 400 мм<sup>2</sup>. Марка кабеля аналогична кабелю +825 В.**

### **Цветовые решения**

Для исключения ошибочных действий со стороны персонала предусмотреть различную расцветку для оборудования подстанции. А также разделение разных секций одного РУ. Разделительная полоса наносится как с фронта, так и с тыла РУ.

1. КРУ-10(20) кВ:

– Все ячейки, кроме городских вводов – RAL7035 (светло-серый).

- Ячейки городских вводов – RAL1003 (сигнально-жёлтый).
  - ШВП-1 и ШВП-2 – RAL7035 (светло-серый).
  - Разделительная полоса между секциями – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
2. Оборудование 825 В:
- РУ +825 В – RAL5015 (небесно-синий).
  - РУОШ -825 В – RAL5015 (небесно-синий).
  - ШВП-3, ШВП-4 и ШВП-5 – RAL5015 (небесно-синий).
  - Шкаф преобразовательного агрегата – RAL5015 (небесно-синий).
  - Тяговый трансформатор – RAL5015 (небесно-синий).
  - РППТ – RAL5015 (небесно-синий).
  - ШВП-7 и ШВП-8 – RAL5015 (небесно-синий).
  - Шкаф управления разъединителями – RAL5015 (небесно-синий).
  - Разъединитель контактной сети (ПП, ДУР, ШРОТ) – RAL 5015 (небесно-синий).
  - Шкаф подключения кабеля 825 В– RAL5015 (небесно-синий).
3. РУ-1:
- РУ силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).
  - СГЭ – RAL6003 (оливково-зелёный).
4. РУ-6:
- РУ оперативного тока – RAL8008 (оливково-коричневый).
  - Разделительная полоса, отделяющая ячейку ввода АБ от первой и второй секции – RAL 3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - УЗП – RAL8008 (оливково-коричневый).

### **Управление подстанцией**

Для электроустановок и электрооборудования до 1000 В Т предусматривается местное управление, а электроустановок и электрооборудования выше 1000 В (включая РУ-825 В) предусматривается местное и телеуправление, с включением его в автоматизированную систему диспетчерского управления электроснабжением (АСДУ-Э) с энергодиспетчерского пункта линии (ЭДП).

Телеуправление и телесигнализация предусматривается для всех выключателей КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В, вторых линейных разъединителей питающих линий (посты переключений), заземляющего разъединителя шины +825 В, вводных и

секционных автоматических выключателей РУ до 1000 В.

Предусмотреть устройства телеизмерения напряжения и тока для шин и всех присоединений распределительного устройства 10(20) кВ.

В помещении дежурного по подстанции предусмотреть установку шкафа центральной сигнализации (ШЦС) с терминалом «Сириус-2ЦС И5 ТХ» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры) с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP.

В ШЦС предусмотреть три участка сигнализации:

- 1 участок – КРУ-10(20) кВ;
- 2 участок – РУ-825 В, включая РУОШ;
- 3 участок – понизительная часть подстанции.

Общеподстанционные сигналы, подключаемые к ШЦС на дискретные входы, передаются в АСДУ-Э от ШЦС по протоколу МЭК-61850.

Схему дверной сигнализации предусмотреть в составе ШЦС.

### **Блокировки электрооборудования подстанции**

Блокировки подстанции организуются по протоколу МЭК-61850 с помощью GOOSE-сообщений.

Подробная логика работы блокировок описывается при проектировании в рабочей документации (на стадии Р). Описание необходимо выполнить для файла конфигурации на языке SCL (System Configuration description Language – язык описания конфигурации системы). CID-файл (Configured IED Description) – файл описания конфигурации устройств. Этот файл полностью описывает конфигурацию данного устройства в части коммуникаций. CID-файл необходимо описать для каждого присоединения и каждого устройства, работающего с GOOSE-сообщениями. Создание CID-файлов по проектному описанию и занесение их непосредственно в устройства осуществляется при наладке оборудования представителями пуско-наладочных организаций.

#### **Блокировки КРУ-10(20) кВ:**

1. Предусмотреть блокировку между выключателем и выкатным элементом.

Перемещение выкатного элемента при включенном выключателе заблокировано. При попытке перемещения выключателя во включенном состоянии, должна проходить команда на отключение. Выключатель разблокирован и готов к включению только в контрольном или рабочем положении.

2. Предусмотреть блокировку между наличием напряжения на кабеле и дверью кабельного отсека с фронта ячейки.

Открытие двери заблокировано при наличии напряжения на кабеле.

3. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, выключателем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки электрически и механически блокируется перемещение выкатного элемента в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки СВ-1 электрически и механически блокируется перемещение выкатного элемента СВ-1 и электрически блокируется перемещение выкатного элемента СВ-2 в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки СВ-1 разрешено только при нахождении выкатного элемента СВ-1 и СВ-2 в контрольном положении. Управление заземляющим разъединителем ячейки СВ-2 аналогично СВ-1.

4. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем секции шин и выкатными элементами секции, СВ своей секции и СВ другой секции.

Управление заземляющим разъединителем секции шин разрешено, когда все выкатные элементы секции, СВ своей секции и СВ другой секции находятся в контрольном положении. При включенном заземляющем разъединителе секции шин заблокировано перемещение выкатных элементов секции, СВ своей секции и СВ другой секции.

5. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки трансформатора и вводным выключателем секции РУ-0,4(0,23) соответствующего трансформатора.

При включенном вводном выключателе соответствующего трансформатора РУ-0,4(0,23), управление заземляющим разъединителем ячейки заблокировано.

6. Предусмотреть блокировку между выкатным элементом и вводным выключателем секции РУ-0,4(0,23) соответствующего трансформатора.

При включенном вводном выключателе соответствующего трансформатора РУ-0,4(0,23), перемещение выкатного элемента блокируется.

7. При отключении одного параллельно работающего ввода, блокируется ступень МНЗ другого ввода. При отсутствии вторичного напряжения на трансформаторе напряжения 1 секции, блокируется ступень МНЗ параллельно работающих вводов.

8. Предусмотреть блокировку включения выключателей секции при срабатывании дуговой защиты.

При срабатывании дуговой защиты в кабельном отсеке, блокируется включение выключателя ячейки. При срабатывании дуговой защиты секции, блокируется включение выключателей секции, включая СВ-1 и СВ-2. При срабатывании дуговой защиты ошиновки между СВ-1 и СВ-2, блокируется включение только СВ-1 и СВ-2.

9. Предусмотреть блокировку включения выключателя ПА после срабатывания защит.

При пробое диода шкафа ПА, срабатывании защиты шин +825 В, пробое выпрямителя на корпус и открытии дверей шкафа ПА и отключении от БАОДа включение выключателя блокируется.

10. Предусмотреть блокировку включения выключателя ПА при включенном заземляющем разъединителе.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки БАОДа ПА или заземляющего разъединителя общей шины РУ-825 В блокируется включение выключателя.

#### **Блокировки РУ-825 В и РПТТ:**

1. Предусмотреть блокировку между выключателем и выкатным элементом.

Перемещение выкатного элемента при включенном выключателе заблокировано. При попытке перемещения выключателя во включенном состоянии, должна проходить команда на отключение. Выключатель разблокирован и готов к включению только в контрольном или рабочем положении.

2. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, выключателем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки электрически блокируется управление выкатного элемента (шинного-линейного разъединителя). Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении (отключенном положении шинного-линейного разъединителя).

3. Предусмотреть блокировку включения БДВ при отсутствии положения ПП.

При отсутствии положения ПП, включение БДВ фидера блокируется.

4. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем общей шины РУ-825 В и выключателями.

Управление заземляющим разъединителем общей шины РУ-825 В вручную разрешено, когда все выкатные элементы в контрольном положении или выключатели отключены. Управление заземляющим разъединителем общей шины РУ-825 В механически разрешено, когда нет напряжения на общей шине РУ-825 В. При включенном заземляющем разъединителе общей шины РУ-825 В заблокировано включение выключателей питающих и резервных линий.

5. Предусмотреть блокировку между выключателем питающей линии и соответствующим постом переключения.

Управление выключателем заблокировано при отсутствии положения соответствующего поста переключения линии. Управление постом переключения заблокировано при включенном положении выключателя линии или отсутствии положения.

6. Предусмотреть блокировку между выключателем резервной линии и соответствующим постом переключения.

Включение выключателя заблокировано при отсутствии положения

соответствующего резервного поста переключения. Управление резервным постом переключения заблокировано при включенном положении резервного выключателя или отсутствии положения.

7. Предусмотреть блокировку между резервными постами переключения соответствующего резервного фидера.

При включенном положении одного из резервных постов переключения, управление включением остальными резервными постами переключения соответствующего резервного фидера заблокировано.

8. Предусмотреть блокировку включения БДВ питания тупиков после срабатывания «Тоннельного отключения».

При отключении от сигнала «Тоннельное отключение» включение выключателя питания тупиков блокируется.

9. Предусмотреть блокировку включения выключателя линии и резервного выключателя после срабатывания защит.

При срабатывании защиты шин +825 В и пробое кабеля +825 В включение выключателя блокируется.

10. Предусмотреть блокировку управления минусовым разъединителем ПА.  
Управление минусовым разъединителем ПА разрешено при отключенном положении: соответствующего БАОДа, выключателя 10(20) кВ ПА и заземляющего разъединителя ячейки 10(20) кВ.

11. Предусмотреть блокировку открытия дверей шкафа ПА.  
Открытие дверей шкафа ПА разрешено при включенном положении заземляющего разъединителя соответствующей ячейки 10(20) кВ, включенном положении заземляющего разъединителя соответствующей ячейки БАОДа ПА и отключенном положении соответствующего разъединителя ПА.

12. Предусмотреть блокировку управления заземляющим разъединителем ячейки БАОДа.

Управление заземляющим разъединителем ячейки БАОДа разрешено при отключенном положении соответствующего БАОДа и контрольном положении выключателя 10(20) кВ соответствующего ПА.

13. Предусмотреть блокировку управления главным (шинным-линейным) разъединителем ячейки линии.

Управление главным (шинным-линейным) разъединителем ячейки линии заблокировано при включенном положении выключателя или отсутствии положения выключателя соответствующей ячейки.

14. Предусмотреть блокировку управления шинным разъединителем ячейки заземляющего разъединителя шины РУ-825 В

Управление шинным разъединителем ячейки заземляющего разъединителя шины РУ-825 В разрешено при отключенном положении заземляющего разъединителя шины РУ-825 В.

15. Предусмотреть блокировку открытия двери ячейки РУ +825 В



(стационарное исполнение)

Открыть дверь силового отсека ячейки разрешается при включенном положении заземляющего разъединителя ячейки.

16. Предусмотреть блокировку АПВ фидера при неудачном включении  
АПВ блокируется в случае, если при включении БДВ фидера +825 В оперативно, БДВ отключается по любым причинам в течение 0,5 секунды или при отключении менее, чем в течение 2 секунд после успешного АПВ. Также АПВ заблокировано на фидере, отключенном «вторым» по связи от соседней подстанции.

17. Предусмотреть блокировку управления ШРОТ-1  
Управление ШРОТ-1 разрешено при отключенном положении выключателя питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-3) и заземляющего разъединителя контактного рельса третьего пути (Р-9).

18. Предусмотреть блокировку управления заземляющим разъединителем контактного рельса третьего пути (Р-9)

Управление заземляющим разъединителем контактного рельса третьего пути (Р-9) разрешено при отключенном положении выключателя питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-3) и ШРОТ-1.

19. Предусмотреть блокировку управления выключателем питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-3)

Управление выключателем питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-3) разрешено при отключенном положении заземляющего разъединителя контактного рельса третьего пути (Р-9).

20. Для РП-1 предусмотреть блокировку открытия двери силового отсека  
Открыть дверь силового отсека РП-1 разрешается при отключенном положении вводного разъединителя питания РП-1 (ПП филера питания тупика) и секционного разъединителя (Р-6) в РП-2.

21. Предусмотреть блокировку управления ШРОТ-2  
Управление ШРОТ-2 разрешено при отключенном положении выключателя питания контактного и ходового рельса четвертого пути (Р-4) и заземляющего разъединителя контактного рельса четвертого пути (Р-10).

22. Предусмотреть блокировку управления заземляющим разъединителем контактного рельса четвертого пути (Р-10)

Управление заземляющим разъединителем контактного рельса четвертого пути (Р-10) разрешено при отключенном положении выключателя питания контактного и ходового рельса четвертого пути (Р-4) и ШРОТ-2.

23. Предусмотреть блокировку управления выключателем питания контактного и ходового рельса третьего пути (Р-4)

Управление выключателем питания контактного и ходового рельса четвертого пути (Р-4) разрешено при отключенном положении заземляющего разъединителя контактного рельса четвертого пути (Р-10).

24. Для РП-2 предусмотреть блокировку открытия двери силового отсека

Открыть дверь силового отсека РП-2 разрешается при отключенном положении вводного разъединителя питания РП-2 и секционного разъединителя (Р-5) в РП-1.

### **Блокировки РУ-0,4 кВ:**

1. Предусмотреть блокировку АВР секционного автоматического выключателя РУ-0,4 кВ при коротком замыкании.

При отключении вводного автоматического выключателя секции РУ-0,4 кВ, блокируется работа АВР и включение секционного автоматического выключателя.

## **Автоматика электрооборудования подстанции**

Автоматика подстанции организовывается по протоколу МЭК-61850 с помощью GOOSE-сообщений.

Подробная логика работы автоматики описывается при проектировании в рабочей документации (на стадии Р). Описание необходимо выполнить для файла конфигурации на языке SCL (System Configuration description Language – язык описания конфигурации системы). CID-файл (Configured IED Description) – файл описания конфигурации устройств. Этот файл полностью описывает конфигурацию данного устройства в части коммуникаций. CID-файл необходимо описать для каждого присоединения и каждого устройства, работающего с GOOSE-сообщениями. Создание CID-файлов по проектному описанию и занесение их непосредственно в устройства осуществляется при наладке оборудования представителями пуско-наладочных организаций.

В нормальном режиме предусмотреть управление БАОДом ПА в автоматическом режиме от соответствующего высоковольтного выключателя ПА.

Предусмотреть при отключении БДВ фидера +825 В отключение заблокированного с ним БДВ на соседней подстанции автоматически по связи; при включении БДВ фидера +825 В, отключенного «первым» включение заблокированного с ним БДВ на соседней подстанции автоматически по связи.

При отключении от защиты, БДВ фидера +825 В предусмотреть автоматическое повторное включение (время выдержки 5 секунд, время готовности АПВ после включения 2 секунды).

При отключении от защиты, БДВ фидера +825 В предусмотреть автоматическое повторное включение (время выдержки 5 секунд, время готовности АПВ после включения 2 секунды).

При отключении одного из СВ 10/20 кВ от дуговой защиты, другой СВ также должен отключиться с сигналом «От СВ-1(2)».

На щите ТС на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР. При пропаже напряжения по одному из вводов предусматривается отключение вводного автоматического выключателя и включение секционного автоматического выключателя (выдержка по времени для работы схемы АВР 7 секунд).

## Учет электроэнергии (АИИСКУЭ)

На подстанции предусмотреть оборудование АИИСКУЭ.

Все оборудование АИИСКУЭ должно быть сертифицировано. Раздел АИИСКУЭ согласовывается со службой Энергоресурсов и развития энергосети. Руководствоваться последними актуальными требованиями к АИИСКУЭ изложенными в «Технических требованиях на АИИСКУЭ метрополитена».

В качестве шкафа УСПД использовать устройство комплектное низковольтное типа НКУ ЭКОМ-3100 PX2-SFP-N-N-RS20-D1-TE (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с гарантийным сроком вышеуказанного изделия в сборе не менее 5 лет.

Предусмотреть комплект проверочного оборудования (КПО) необходимого для обслуживания АИИСКУЭ. Проектом предусмотреть ноутбук и устройства сопряжения с оборудованием АИИСКУЭ. Необходимость и характеристики оборудования определяются Службой энергоресурсов и развития энергосети и согласовываются на стадии П. КПО предусмотреть в составе опросного листа на оборудование АИИСКУЭ подстанционного уровня.

## Освещение и розеточная сеть

В помещениях подстанции предусмотреть рабочее, аварийное резервное и аварийное эвакуационное освещение в соответствии с действующими санитарными нормами, ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены». **Светильники со встроенными аккумуляторами не применять.**

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения специально нанесенными на них знаками.

Освещение и розетку в постах переключения (ЛР и РР) в тоннеле предусмотреть от тоннельного освещения.

Розетки на подстанции предусмотреть с заземляющим контактом. Питание предусмотреть через дифференциальный автомат, УЗО не применять.

В помещении распределительных устройств и помещении трансформаторов предусмотреть установку Шкафа ремонтных работ (ШРР). В ШРР предусмотреть установку розетки с заземляющим контактом для однофазных потребителей 16 А и установку розетки с заземляющим контактом для трёхфазных потребителей 32 А. Для каждой розетки установить собственный автомат. УЗО и дифференциальные автоматы не применять.

## **Мероприятия по обеспечению электробезопасности**

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

На подстанции предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 15 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 15 шт.;
  - «Работать здесь» – 10 шт.;
  - «Заземлено» – 15 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
  - Указатель низкого напряжения (до 600 В) – 3 шт.;
  - Указатель высокого напряжения (для проверки постоянного напряжения 825 В) – 3 шт.;
  - Указатель высокого напряжения (для проверки переменного напряжения 10 кВ или 20 кВ) – 3 шт.
3. Предметы безопасности:
  - Перчатки диэлектрические – 4 пары;
  - Боты диэлектрические – 2 пары;
  - Галоши диэлектрические – 2 пары;
  - Штанга оперативная спасательная (ШОС-15 или ШОС-35) – 2 шт.;
  - Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стой! Напряжение» – 15 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение 10 кВ или 20 кВ – 3 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение до 1000 В – 3 шт.;
  - Переносное заземление однофазное на напряжение 10 кВ – 3 шт.

## **Мероприятия по обеспечению энергоэффективности**

Для обеспечения энергосбережения в системе электроснабжения и теплоснабжения предусмотреть следующее:

– установку на стороне потребителей устройств компенсации реактивной мощности (при необходимости). Устройства компенсации реактивной мощности выбрать в соответствии с расчётом, с автоматическим регулированием. Технические характеристики оборудования компенсации реактивной мощности должны обеспечивать поддержание коэффициента реактивной мощности в соответствии с приказом Министерства энергетики РФ от 23.06.2015 №380.

– для обеспечения энергосбережения предусмотреть установку светодиодных осветительных приборов.

– в силовой сети предусмотреть автоматический режим работы технологических установок от датчиков, что сократит время работы установок, не снижая их эффективности.

### **Связь**

Проектом предусмотреть административно-хозяйственную (телефон), энергодиспетчерскую (селектор) и местную связь с дежурным по станции согласно СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены». Предусмотреть дополнительно установку телефона и селектора в трансформаторном помещении, рядом с помещением АБ (только телефон) или других помещениях, удаленных от комнаты дежурного.

### **Планировочные решения**

В планировочных решениях предусмотреть расположение электроустановок и электрооборудования на подстанциях так, чтобы обеспечить возможность его замены, модернизации и транспортировки с использованием стационарных приспособлений для механизации подъемно-транспортных операций.

Проектом предусмотреть технологические проёмы и подъёмники для перемещения оборудования на подстанции и за ее пределы.

Предусмотреть открытие дверей и ворот, выходящих на пути, внутрь подстанции во избежание соприкосновения с подвижным составом в случае самопроизвольного или ошибочного открытия.

В случае если подстанция находится на перегоне, предусмотреть у главного входа на подстанцию сходной мостик для доступа персонала из подвижного состава.

Согласно п.5.10.3.12 СП 120.13330.2012 при расположении подстанции между перегонными тоннелями проектом предусмотреть грузовые выходы на оба пути.

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

Проектом предусмотреть наливные полы с антистатическим покрытием.

Для электротехнического персонала обеспечивающего оперативно-ремонтную работу на подстанции предусмотреть:

- комнату дежурной смены;
- комнату ремонтного персонала;
- комнату приема пищи;
- мастерскую;
- кладовую;
- раздевалку;
- накопительный водонагреватель объемом 100 литров;
- туалет с умывальником;
- душевую;
- слесарный верстак с тисками, сверлильным и заточным станками;
- набор монтерского и слесарного инструмента;
- средства защиты, лестницы, тумбы и вышку (при наличии приборов освещения, находящихся на высоте);
- мебель, раздевальные шкафы, шкафы для документации.

Примечание:

по требованиям пожарной безопасности раздевальные шкафы и шкафы для документации на подземных подстанциях должны быть металлическими.

Рядом с помещением АБ предусмотреть размещение помещения с раковиной.

В помещении АБ предусмотреть дренажные лотки.

На подстанции проектом предусмотреть кабельные коллекторы или подвалы высотой не менее 2,5 метра.

**Узкие кабельные каналы в полу для прокладки силовых кабелей не проектировать. При невозможности применения кабельного подвала или коллектора предусмотреть фальшпол.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

## Заземление

Устройство контура заземления подстанции предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Предусмотреть щит потенциального и токового заземлителей (с измерительными клеммами) на одном из вводов внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию и измерительные электроды на наземной подстанции или подстанции мелкого заложения. На подстанции предусмотреть два ввода внешнего контура заземляющего устройства. Вертикальные заземлители внешнего контура заземляющего устройства выполнить трубами диаметром не менее 18 мм, горизонтальные заземлители - стальной полосой сечением не менее 100x10мм. Ввод

внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию выполнить также стальной полосой сечением не менее 100x10 мм.

### **Защита сооружений и устройств метрополитена от коррозии блуждающими токами**

Разработать мероприятия по пассивной защите сооружений и устройств метрополитена на данном участке от коррозии, вызываемой блуждающими токами.

Детальные требования к Системе коррозионной защиты описаны в «Технических требованиях на проектирование Устройств контроля за блуждающими токами».

### **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации Т с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещениях подстанции предусмотреть установку системы пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт станции) и автоматической системой пожаротушения в кабельном коллекторе и подвале подстанции (при его наличии).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категории электротехнических помещений метрополитена предусмотреть в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Защитную аппаратуру выбрать в соответствии с требованиями ПУЭ для защиты электрооборудования от перегрузки и токов короткого замыкания.

Предусмотреть на подстанции наличие Средств первичного пожаротушения в необходимых количествах.

В электротехнических помещениях предусмотреть электрооборудование, не содержащее масло (сухие трансформаторы, вакуумные высоковольтные выключатели).

Проходы между электрооборудованием в помещениях предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ по обеспечению нормируемых проходов в случае эвакуации персонала при аварии.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством

начальника метрополитена № УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-НФ», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF.

Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) предусмотреть с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Для исключения повреждения кабелей при дымоудалении в коллекторах станции и платформы предусмотреть прокладку всех кабелей в кабельных коллекторах с устройством в них несгораемых перегородок и выходов для персонала по торцам на расстоянии не более 25 метров от торца коридора (или перегородки).

Прокладку взаиморезервируемых кабелей устройств противопожарной защиты предусмотреть по разным тоннелям перегонов, в разных кабельных коллекторах в подплатформенных участках станции.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

### **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемого уровня температуры в помещении подстанции (для помещения аккумуляторной батареи не более 20°C, для остальных помещений не более 28°C) предусмотреть систему вентиляции и кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем вентиляции и кондиционирования - основную и резервную (для помещений с трансформаторами и распределительными устройствами). Диапазон температур выбрать согласно СП 120.1330.2012.

Для вентиляции и охлаждения воздуха предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией встроенной в систему вентиляции КЦКП, для вытяжки - центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Выбор оборудования и определение его мощности подобрать согласно тепловому расчету каждого конкретного помещения.



Для трансформаторного помещения и помещения с распределительными устройствами предусмотреть общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию с двумя эксплуатационными режимами:

- режим кондиционирования;
- режим вентиляции.

Предусмотреть регулирование воздушных потоков приточных вентиляционных установок с охлаждением:

- через воздухоохладитель в режиме кондиционирования;
- в обход воздухоохладителя в режиме вентиляции.

Предусмотреть установку кнопок управления вентиляцией у двери главного входа на подстанцию.

При срабатывании пожарной сигнализации предусмотреть удаление дыма с подстанции.

Разработать принципиальную и монтажную схему отключения системы приточно-вытяжной вентиляции при включении системы кондиционирования. Предусмотреть включение системы кондиционирования при достижении на подстанции температуры 28°C в соответствии с СанПиНом.

В качестве притока предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией и компрессорно-конденсаторным агрегатом, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Предусмотреть очистку воздуха в приточных установках. В системах вентиляции охлаждения применять карманные фильтры не ниже класса G4.

Венткамеры с расположенными в них наружными блоками систем кондиционирования оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией со 100 % резервированием или расположить оборудование на поверхности

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентоборудования на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием;
- выброс тепловыделений от оборудования непосредственно в тоннель;
- расположение оборудования в сечениях тоннельной вентиляции.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

При проектировании обеспечить нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов»; СП 120.13330.2012 «СНиП

32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2 и соблюдение санитарного законодательства в части нормативов по шуму на территории около подстанций наземного расположения согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Предусмотреть передачу сигнала об основных параметрах и неисправностях системы вентиляции и кондиционирования на подстанции диспетчеру электромеханической Службы Дирекции инфраструктуры.

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации Т с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Предусмотреть применение в помещении подстанции системы дверной сигнализации с применением датчиков движения (при необходимости) и выводом сигнала на энергодиспетчерский пункт и автоматической системой контроля прохода (с применением БСК). Контроль открытия дверей необходимо предусмотреть на всех дверях, воротах и калитках, через которые возможно проникнуть на территорию подстанции.

Наземные объекты предусмотреть с ограждениями, препятствующими доступ на территорию и организацию видеонаблюдения.

Ворота и двери, через которые осуществляется доступ в тоннель, предусмотреть открывающимися внутрь. Запорные устройства (щеколды, засовы и т.д.) предусмотреть со стороны подстанции.

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**

### **Требования к этапам строительства**

Проектной документацией и проектом организации строительства предусмотреть одновременный ввод в эксплуатацию оборудования подстанции и слаботочных систем (автоматика, телемеханика, АИИСКУЭ и пожарная сигнализация).

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления устройств защиты, сети «Ethernet» и оптических линий.

А также для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением. Для работы с терминалами защиты, коммутаторами и устройствами телемеханики проектом предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующих РУ.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### 3. Типовые требования к тягово-понижительной подстанции электродепо

#### Общие требования

Для электроснабжения приемников электроэнергии линии метрополитена следует принимать следующие напряжения:

а) В сетях постоянного тока:

- 825 В – тяговая сеть, номинальное напряжение на шинах ТППд.
- 975 В – максимальное напряжение на шинах ТППд;
- 550 В – минимальное напряжение на токоприемнике подвижного состава;
- 220 В (+10/-5 %) – питание цепей управления и сигнализации подстанции, устройств телемеханики.

б) В сетях переменного тока:

- 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – силовые электроприемники, осветительные сети (рабочие и аварийные), установки связи;
- 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – осветительные и электронагревательные приборы, устройства автоматики;
- 220 В (+5/-5 %) с изолированной нейтралью трансформатора – устройства АТДП.

Предусмотреть проектом сети аварийного освещения переменного тока, которые получают питание от СГЭ. Детальные требования к СГЭ описаны в «Типовых требованиях к СГЭ».

**Конструкторская документация и схемы вторичной коммутации РУ-0,4 кВ, РУ-0,23 кВ, КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В для каждой подстанции должны быть согласованы со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

Проектирование вести в соответствии с СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены» (или последняя редакция на момент проектирования); Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и другими нормативными документами.

Предусмотреть на каждом оборудовании (ячейка КРУ и РУ, различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;

- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закладываться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### **Описание тягово-понижительной подстанции электродепо**

#### **Комплектное распределительное устройство 10(20) кВ (КРУ-10(20) кВ):**

В КРУ-10(20) кВ предусмотреть две секции шин 10(20) кВ и два секционных выключателя 10(20) кВ.

Габаритные размеры шкафов КРУ:

Параметр	КРУ-10кВ	КРУ-20 кВ
Ширина	800 мм	1000 мм
Глубина	не более 1600 мм	не более 1700 мм
Высота	не более 2600 мм	не более 2600 мм

Подведение внешних контрольных кабелей к КРУ предусмотреть через шкафы внешних подключений (ШВП-1 и ШВП-2). Связи между ячейками и ШВП предусмотреть жгутами (проводами, оптическими кабелями, витой парой и т.д.) заводского исполнения.

Габаритные размеры ШВП:

Параметр	КРУ-10(20) кВ
Ширина	800 мм
Глубина	800 мм
Высота	не более 2600 мм

В ШВП-1 и ШВП-2 предусмотреть размещение следующего оборудования:

1. Клеммник ХЗ для подключения внешних кабелей питания. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 6 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

2. Клеммник X2 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

3. Клеммники X5 – Xn (по количеству ячеек секции) для подключения индивидуальных жгутов присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммники расположить в верхней части ШВП.

4. Клеммник X1 для подключения шлейфового жгута. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

5. Клеммник X4 для подключения жгута связи между ШВП-1 и ШВП-2. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

6. Оптический кросс для соединения внешнего оптического кабеля с внутренним. Оптический кросс расположить в нижней части ШВП.

7. Коммутаторы для подключения терминалов защиты и устройств измерения.

Примечание:

Количество коммутаторов определяется количеством ячеек и портов в коммутаторе. Предусмотреть установку одного резервного коммутатора в каждом ШВП.

8. Преобразователь RS-485/Ethernet.

9. Автоматические выключатели цепей питания. Автоматические выключатели расположить в ШВП не выше 1,5 метра от уровня пола.

Связи между внешними клеммниками (X2 и X3) и внутренними клеммниками (X1, X4 и X5 - Xn) выполняются изготовителем КРУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Жгуты между ячейками и ШВП также выполняются изготовителем КРУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах. Связи между коммутаторами и оптическим кроссом выполняются оптическим кабелем изготовителем КРУ.

**Клеммники X1, X2 и X3 располагать только горизонтально.**

**Клеммники X4 - Xn располагать только вертикально.**

На первой секции КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие присоединения:

два внешних ввода 10(20) кВ (Вв №1 и Вв №2) (с собственным трансформатором напряжения на кабеле), шинный трансформатор напряжения (ТН-1), кабельная перемычка на первую секцию КРУ ТПП-1, фидер питания понизительной

подстанции электродепо (ППд), фидер питания БКТП, секционный выключатель (СВ-1).

На второй секции КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие присоединения:

КП 10(20) кВ с первой секции КРУ-10(20) кВ соседней ТПП или Т, шинный трансформатор напряжения (ТН-2), фидер питания понизительной подстанции электродепо (ППд), фидер питания БКТП, секционный выключатель (СВ-2).

**Сечение кабелей вводов и кабельных перемычек предусмотреть на протекание тока в аварийном режиме без перегрузки кабеля.**

Примечание:

Необходимость наличия и количество ячеек для питания понизительных подстанций электродепо и БКТП определяется проектом.

Кроме указанного выше, на каждой секции шин КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие ячейки трансформаторов:

силовые (ТС), АДП, тяговые трансформаторы (ПА).

Примечание:

1. ПА-1 подключается к первой секции КРУ-10(20) кВ, ПА-2 подключается ко второй секции КРУ-10(20) кВ.

2. Необходимость применения силовых трансформаторов определяется проектом.

Дополнительно на первой и второй секции шин КРУ-10(20) кВ предусмотреть по две резервные ячейки с вакуумными выключателями.

В ячейках КРУ-10(20) кВ шинных трансформаторов напряжения (ТН) проектом предусмотреть установку высоковольтных предохранителей на выкатных тележках.

В ячейках КРУ-10(20) кВ питающих вводов предусмотреть установку кабельных трансформаторов напряжения типа НАЛИ со встроенными предохранительными устройствами.

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с высоковольтным выключателем конструкцией предусмотреть:

1. вакуумный выключатель 10(20) кВ рассчитанный по нагрузке присоединения. Включение предусмотреть с помощью энергии запасенной в пружине или с помощью энергии запасенной в конденсаторах в блоке управления;

2. заземляющий разъединитель кабеля (ошиновки для СВ-1 и СВ-2) 10(20) кВ;

3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ типа ИН 3-10-02 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной и с тыльной стороны;

4. устройство бесконтактного контроля температуры на болтовых соединениях кабеля;

5. трехобмоточные трансформаторы тока с обмотками класса 0,5s/0,5s/10P в каждой фазе;

6. терминал защиты «Сириус-2ММ И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Терминал предусмотреть унифицированным (одного типа) для всех присоединений с выключателями;

7. прибор учета электроэнергии (счетчик) СЭТ-4ТМ.03М.01 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена. Для городских вводов 10(20) кВ (коммерческий учет) предусмотреть установку счётчиков в отдельный шкаф учета электроэнергии, с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена.

8. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

9. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения, нагрузки и напряжения для городских вводов (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Допускается при необходимости применять трансформаторы тока с обмотками, имеющими разные коэффициенты трансформации. Указанные технические характеристики трансформаторов тока для узлов расчётного (коммерческого) учета электрической энергии должны быть согласованы с сетевой и сбытовой организациями на стадии разработки проектной документации (стадия П).

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с трансформатором напряжения конструкцией предусмотреть:

1. трансформатор напряжения типа НАЛИ;

2. заземляющий разъединитель сборных шин секции 10(20) кВ;

3. терминал защиты «Сириус-ТН И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

5. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения и напряжения (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с высоковольтными предохранителями конструкцией предусмотреть:



1. высоковольтные предохранители в каждой фазе рассчитанные по нагрузке присоединения. Предусмотреть расположение предохранителей на выкатном элементе;
2. заземляющий разъединитель кабеля 10(20) кВ;
3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ. Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));
4. устройство бесконтактного контроля температуры на болтовых соединениях кабеля;
5. трехобмоточные трансформаторы тока с обмотками класса 0,5s/0,5s/10P в каждой фазе;
6. прибор учета электроэнергии (счетчик) СЭТ-4ТМ.03М.01 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена;
7. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования RRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));
8. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения, нагрузки и напряжения для городских вводов (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

**В конструкции шкафов КРУ-10(20) кВ предусмотреть верхнее расположение сборных шин и отдельные изолированные друг от друга отсеки для локализации электрической дуги при повреждениях.**

**КРУ с элегазовой изоляцией шин не применять.**

Предусмотреть в КРУ-10(20) кВ применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять).

Примечание:

Для сохранности вакуумного выключателя при коротком замыкании в кабельном отсеке предусмотреть среднее расположение выкатного элемента. Извлечение выкатного элемента из ячейки предусмотреть при помощи сервисной тележки.

Во всех ячейках КРУ-10(20) кВ предусмотреть:

1. дуговую защиту: от избыточного давления (клапанная защита с концевыми выключателями) и от светового импульса (оптоволоконная защита «Орион-ЗДЗ» или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Концевые выключатели предусмотреть с двумя

нормально-открытыми контактами;

2. механическую (электромеханическую) оперативную блокировку безопасности оперирования заземляющим разъединителем с графическим отражением на устройстве индикации состояния коммутационных аппаратов ячейки и электрическую блокировку безопасности от перемещения выкатного элемента с выключателем во включенном состоянии.

В кабельных отсеках шкафов КРУ-10кВ (в ячейках вводов, отходящих кабельных линий и фидеров понизительных подстанций) предусмотреть установку трансформаторов тока нулевой последовательности типа ТЗРЛ-100 (или аналогичные) с коэффициентом трансформации 30/1.

В кабельных отсеках шкафов КРУ-20 кВ с выключателями, а также в ячейке секционного выключателя (в ячейке СВ предусмотреть установку трансформатора тока нулевой последовательности CSH-30 в нулевой провод вторичных цепей трансформаторов тока) предусмотреть установку трансформаторов тока нулевой последовательности типа CSH-120 (или аналогичные) с коэффициентом трансформации 470/1.

**В рабочей документации (стадия Р) должны содержаться методика и расчеты защит присоединений КРУ, РУ и трансформаторов тока (отражается ход расчетов, а не только итоговые цифры).**

**Карта селективности должна содержать уставки присоединений 10(20) кВ, уставки вводных и секционных автоматических выключателей низковольтных РУ. А также уставки наиболее загруженного отходящего фидера.**

### **Трансформаторы и преобразовательные агрегаты:**

Проектом предусмотреть применение трансформаторов с воздушным охлаждением, повышенной пожаробезопасностью и нагревостойкостью. Трансформаторы с изоляцией с токсичными добавками, поддерживающими горение, а также трансформаторы с масляным охлаждением проектом не предусматривать.

Класс изоляции обмоток применяемого трансформатора определяется проектировщиком исходя из местных условий.

Для всех трансформаторов обязательно предусмотреть защиту от превышения температуры. БКТ устанавливать снаружи на кожухе. Подвод вторичных кабелей осуществлять внутри трансформатора.

Количество и мощность трансформаторов определяется расчетами.

Примечание:

Мощность применяемых трансформаторов не должна превышать 4000 кВА.

Шкаф ПА (выпрямитель) предусмотреть с двенадцатипульсовой схемой выпрямления, воздушным охлаждением и с одним диодом в плече. В выпрямителе предусмотреть защиту, обеспечивающую своевременное отключение выпрямителя

при пробое диода или ухудшении его параметров, предшествующих пробоем диода, блокировку открытия дверей (в стационарном исполнении), встроенную схему защиты от перенапряжений (RC-цепь), реле (устройство) защиты от замыканий на корпус шкафа с уставкой по току 100А (первичный ток), по напряжению 200В (напряжение между корпусом шкафа и минусовой шиной). Отключение производить без выдержки времени. Питание оперативных цепей шкафа ПА предусмотреть от схемы управления своего ПА в РУ-825 В.

Для защиты преобразовательного агрегата предусмотреть применение терминала защиты шкафа ПА с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования RRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- измерения тока и напряжения.
- защиты и сигнализации.
- передачей информации по линиям связи.

Подключение терминала защиты осуществить по двум линиям оптоволоконной связи к коммутаторам в ШВП-3.

### **Распределительное устройство постоянного тока РУ-825 В:**

РУ-825 В получает питание от ПА.

Примечания:

РУ-825 В электродепо не имеет общей шины +825 В. Каждый ПА независимо питает контактную сеть электродепо. ПА-1 подключен к РП-1 в здании электродепо, а ПА-2 подключен к РП-2 на парковых путях. Для обеспечения надежной защиты в работу включается только один ПА, так как схема питания электродепо закольцовывается.

Для РУ-825 В предусмотреть комплектацию из следующих ячеек:

1. 2 ячейки рабочих линий ПА.
2. 2 ячейки с линейными разъединителями ПА.

Подведение внешних контрольных кабелей к РУ предусмотреть через шкаф внешних подключений (ШВП-3). В составе ШВП-3 предусмотреть реле (устройство) защиты от замыканий токоведущих частей на корпус РУ («Защита Шин +825 В») с уставкой 100А (первичный ток), по напряжению 200В (напряжение между корпусом РУ-825 В и минусовой шиной). Отключение производить с выдержкой времени 0,3 секунды. Связи между ячейками и ШВП предусмотреть жгутами (проводами, оптическими кабелями, витой парой и т.д.) заводского исполнения.

## Габаритные размеры ячеек РУ +825 В:

Параметр	выкатные	Линейный разъединитель
Ширина	800 мм	800 мм
Глубина	не более 1800 мм	не более 1800 мм
Высота	не более 2500 мм	не более 2500 мм

## Габаритные размеры ШВП-3:

Параметр	ШВП-3
Ширина	650 мм
Глубина	300 мм
Высота	1250 мм

В ШВП-3 предусмотреть размещение следующего оборудования:

1. Клеммник X1 для подключения шлейфового жгута. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъемной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

2. Клеммник X2 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

3. Клеммник X3 для подключения внешнего кабеля питания соленоидов. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 3 точками присоединения под провод не менее 10 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

4. Клеммники X6, X7 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммники расположить на боковых стенках ШВП.

5. Клеммники X8 – Xn (по количеству ячеек, подключаемых к шкафу) для подключения индивидуальных жгутов присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъемной частью (штекерное соединение). Клеммники расположить в верхней части ШВП.

6. Клеммник X5 для подключения жгута связи между ШВП-3 и ШВП-4. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъемной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

7. Клеммник X4 для подключения кабелей «-825 В» для фидеров, ПА и ЗРшин. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с

3 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>, с расчетным напряжением 1000 В. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

8. Коммутаторы для подключения терминалов защиты присоединений РУ-825 В и шкафов ПА.

Примечание:

Предусмотреть установку одного резервного коммутатора в ШВП.

9. Схему защиты шин, отключения от сигнала «Пожар в ОРК» и тоннельного отключения.

10. Преобразователь RS-485/Ethernet.

11. Автоматические выключатели цепей питания. Автоматические выключатели расположить в ШВП не выше 1,5 метра от уровня пола.

Связи между внешними клеммниками и внутренними клеммниками выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Жгуты между ячейками и ШВП также выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах. Связи между коммутаторами и оптическим кроссом выполняются оптическим кабелем изготовителем РУ.

Предусмотреть в РУ-825 В применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять). Опорная изоляция ячеек РУ-825 В должно выдерживать испытательное напряжение 24кВ постоянного тока в течение одной минуты.

**В проектной документации (стадия П) выполняются следующие расчеты:**

- 1) защита по максимальному току,
- 2) защита по приращению тока,
- 3) защита по скорости нарастания тока,
- 4) защита по среднему току,
- 5) минимальный ток короткого замыкания в самой дальней точке

**отдельно для ПА-1 и ПА-2.**

Для ячейки РУ-825 В ПА электродепо предусмотреть:

1. быстродействующий выключатель (БДВ) с диапазоном изменения напряжения управления 80-110 % от номинального, ВАБ-206 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры). Контакты выключателя должны выдерживать ток не менее 50 кА в течение 0,5 мс. Отключающая способность не менее 80 кА.

2. терминал защиты с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP типа «ИнТер-825» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)), который обладает следующими функциями:

- измерения тока и напряжения;
- защиты;
- управления выключателем;
- передачей информации по линиям связи;
- автоматики, блокировки и сигнализации.

В функциях автоматики и блокировки обязательно предусмотреть:

а) отключение БДВ и блокировку включения при срабатывании «защиты шин +825 В», пробое диода ПА, пробое на корпус шкафа ПА, кабеля от шкафа ПА до ячейки РУ-825 В,

б) отключение БДВ и блокировку включения при срабатывании «защиты кабеля» линии к РП с возможностью перевода на «сигнал»,

с) отключение БДВ и блокировку включения при «отключении из электродепо»,

д) блокировку включения БДВ при отсутствии или двойственном положении линейного разъединителя.

3. реле (устройство) защиты от замыкания кабелей +825 В на «землю» (экран кабелей) с уставкой по току 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между экраном кабеля и минусовой шиной). Отключение производить без выдержки времени.

4. коммутационный аппарат выкатного исполнения.

5. заземляющий разъединитель вводных кабелей.

6. системой бесконтактного температурного контроля контактов выкатного выключателя.

Для шкафа линейного разъединителя фидера предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) или аналог. Напряжение привода разъединителя 220 В постоянное.

2. заземляющий разъединитель отходящих кабелей с моторным приводом «STOL MO» или аналогичным.

3. реле (устройство) защиты от замыкания кабелей +825 В на «землю» (экран кабелей) с уставкой по току 100 А (первичный ток), по напряжению 200 В (напряжение между экраном кабеля и минусовой шиной). Отключение производить без выдержки времени.

4. устройство сигнализации об отсутствии напряжения на кабеле к РП (предусмотреть сигнализацию об отсутствии напряжения от устройства при напряжении ниже 200 В).

Предусмотреть для всех разъединителей и выключателей оперативные блокировки, препятствующие ошибочным действиям оперативного персонала.

**Предусмотреть изоляцию корпуса РУ-825 В и шкафов ПА от пола (заземленных конструкций) подстанции сплошными листами стеклотекстолита толщиной не менее 15 мм.**

Проектом предусмотреть распределительное устройство отрицательной шины (РУОШ) с разъединителями с моторным приводом STOL (STOR) (или аналог). Ввод кабельных линий отсоса из ОРК и горловины предусмотреть через шкафы подключения кабелей по краям РУОШ.

Подведение внешних контрольных кабелей к РУОШ предусмотреть через шкаф внешних подключений (ШВП-5).

Питание шинок управления, сигнализации и соленоидов РУОШ предусмотреть от соответствующих шинок РУ-825 В.

На лицевой стороне ячеек РУ-825 В и РУОШ предусмотреть отображение мнемосхемы присоединения.

Габаритные размеры ячеек РУОШ и ШВП-5:

Параметр	РУОШ	ШВП-5
Ширина	700 мм	650 мм
Глубина	600 мм	300 мм
Высота	2100 мм	1250 мм

Предусмотреть в помещении подстанции установку шкафа тиристорного замыкателя с контролем цепи заземления (ШТЗ), который подключается к минусовой шине (-825 В) и вводу внешнего контура заземления. В ШТЗ предусмотреть следующие функции и характеристики:

а) система управления и мониторинга с возможностью записи параметров и осциллограмм.

б) контроль за величиной блуждающих токов, измерение переменного и постоянного напряжения между контуром заземления и шиной -825 В.

с) защита тиристора шунтирующим контактором.

д) пиковый ток короткого замыкания (требование для установленного контактора) не менее 80 кА в течение 250 мс. Номинальный ток не менее 1,5 кА.

Проектом предусмотреть установку ШТЗ рядом с РУОШ или в составе РУОШ.

Схемами вторичных цепей шкафа ПА предусмотреть контроль напряжения на отходящих кабелях РП-1 и РП-2.

**На ТППд устанавливаются следующие распределительные устройства до 1000 В:**

– РУ-1 400/230В (силовой щит) для питания силовых и осветительных нагрузок;

– РУ-4 220В щит АДЦП.

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин до 1800 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 1800 А до 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	800 мм	800 мм	800 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	1000 мм	1000 мм	1000 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-4:

Параметр	Вводно-распределительная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий (при наличии)
Ширина	800 мм	600 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

При оборудовании распределительных устройств до **1000 В** приборами учета электроэнергии (счетчиками) предусмотреть счетчики СЭТ-4ТМ.03М.09 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИС КУЭ метрополитена. Для учета электроэнергии в качестве измерительных трансформаторов тока использовать трансформаторы тока с классом точности не хуже 0,5s.

Питание рабочих секций шин вышеуказанных РУ предусматривается от трансформатора, присоединяемого к соответствующей секции КРУ-10(20) кВ.

Подключение ввода от Силового трансформатора предусмотреть через вводной автоматический выключатель и выключатель нагрузки (типа EasyPact или аналог) к рабочей секции шин соответствующего распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Подключение ввода от трансформатора АТДП предусмотреть через вводный автоматический выключатель и вводной рубильник к рабочей секции шин



распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя РУ АТДП от первой и второй секции секционными рубильниками.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя щита Освещения и Силового от первой и второй секции секционными выключателями нагрузки (типа EasyPact или аналог).

Вводные и секционные выключатели предусмотреть стационарного исполнения.

Конструкцию рубильников и выключателей нагрузки предусмотреть закрытого типа (Compact INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Для всех вышеуказанных распределительных устройств проектом предусмотреть по две рабочих секции.

Для РУ ТС проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА50-45Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для РУ АТДП проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА04-35Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для отходящих линий предусмотреть установку автоматических выключателей ВА (серии Протон) или аналогичных по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

В комплекте поставки низковольтных РУ предусмотреть устройство для проверки блоков защиты автоматических выключателей производства того же завода, что и автоматический выключатель (одно устройство для каждого типа автоматических выключателей на одну подстанцию).

На щитах ТС и АТДП на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР.

Предусмотреть реализацию всех схем АВР низковольтных РУ на программируемых логических устройствах ЭНМВ с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

Для отображения параметров тока и напряжения применить измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP и модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

Конструкцией предусмотреть следующее:

– возможность безопасного обслуживания ячейки секционного автоматического выключателя (при отключении секционных рубильников, в зоне

обслуживания секционного автоматического выключателя не должно быть открытых токоведущих частей, находящихся под напряжением).

- оперирование всеми коммутационными аппаратами с лицевой стороны РУ, с тыльной стороны РУ подключение кабелей.

- подключение кабелей к ошиновке отходящих линий.

- мнемосхему присоединений с сигнализацией положения коммутационных аппаратов.

- оптический кросс для подключения внешних кабелей от шкафа коммуникационного и внутренних кабелей от ЭНИП-2.

- шлейфовые жгуты заводского исполнения с разъемами между панелями (ячейками).

Жгуты между ячейками выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах.

ЭНИП-2 в каждом РУ подключаются по схеме «кольцо».

Для всех низковольтных РУ предусмотреть подведение внешних вторичных кабелей и оптических кабелей в ячейку СВ.

- РУ-6 220В постоянного тока (щит оперативного тока) для питания устройств защиты, автоматики, блокировки, сигнализации.

Габаритные размеры ячеек РУ-6:

Параметр	Ячейка
Ширина	800 мм
Глубина	600 мм
Высота	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

Для щита оперативного тока предусмотреть две секции и вводную панель АБ между ними. На 1 и 2 секции предусмотреть подключение потребителей подстанции и зарядно-подзарядные устройства для заряда (подзаряда) АБ оперативного тока. На вводную панель АБ предусмотреть подключение аккумуляторной батареи. Предусмотреть отделение вводной панели АБ от первой и второй секции секционными рубильниками.

Для РУ-6 предусмотреть применение автоматических выключателей, рассчитанных на постоянный ток. Предохранители не применять.

От РУ-6 предусмотреть питание следующих потребителей с каждой секции:

1. соленоиды КРУ-10(20) кВ;
2. управление КРУ-10(20) кВ;
3. блокировки КРУ-10(20) кВ;
4. коммутаторы КРУ-10(20) кВ;
5. управление РУ-1 (РУ-4);

Примечание:

Для каждого РУ до 1000 В предусмотреть отдельные линии.

6. шкаф центральной сигнализации;
7. соленоиды РУ-825 В;
8. управление РУ-825 В;
9. коммутаторы РУ-825 В;
10. коммутаторы в шкафу коммуникационном.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа с поворотной ручкой (типа Compact INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Для данного распределительного устройства предусмотреть наличие терминала «Сириус-2-ММ-КИ И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Данное устройство должно обеспечить следующие функции:

- контроля изоляции сети постоянного тока по обоим полюсам;
- контроль напряжения на шинах оперативного тока;
- контроль нагрузки зарядных устройств и АБ;
- осциллографирование аварийных процессов

Предусмотреть возможностью выдачи сигнала о нарушении изоляции и понижении напряжения в цепи сигнализации подстанции с помощью GOOSE-сообщений.

Предусмотреть для АБ оперативного тока применение герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей типа OPzV. Ёмкость АБ предусмотреть согласно расчетам на возможность автономной работы не менее 90 минут. В проекте предусмотреть систему кондиционирования помещения АБ в соответствии с рекомендациями производителя АБ.

**Проектом предусмотреть установку КРУ-10(20) кВ, РУ-0,4(0,23) кВ (РУ-1, 2, 3, 4, 5, 6) только двустороннего обслуживания. РУ-825 В допускается применять одностороннего и двустороннего обслуживания. Для ячеек РУ-1, 2, 3, 4, 5, 6 с тыльной стороны для обслуживания предусмотреть двери (для каждой ячейки предпочтительно применение двух дверей, открывающихся в противоположные стороны).**

На лицевой панели всех низковольтных РУ предусмотреть мнемосхему с отображением положения коммутационных аппаратов (вводные, секционные автоматические выключатели; автоматические выключатели всех отходящих линий; вводные, секционные и ремонтные рубильники).

При проектировании РУ предусмотреть свободный доступ к блокам защиты автоматических выключателей.

Детальные требования к УЗП описаны в «Типовых требованиях Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры к УЗП».

На подстанции предусмотреть отдельную сборку навесного исполнения ЩРСН 400/230 В с двумя вводами и схемой АВР для питания потребителей подстанции:

- блоки контроля температуры (БКТ) трансформаторов, включая ПА;
- питание шкафов ПА 230 В 50 Гц;
- освещение КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В;
- розетка и освещение в ШЦС;
- питание шкафа САСД системы контроля блуждающих токов;
- питание потребителей в шкафу коммуникационном (вентилятор охлаждения, ноутбук и т.д.).

Габаритные размеры ЩРСН:

Параметр	Шкаф
Ширина	800мм
Глубина	400мм
Высота	900мм

АВР выполнить с применением готового блока контакторов с механической блокировкой и блок-контактами. Микроконтроллеры в схеме АВР не применять. Вводные автоматы не применять, защиту сборки предусмотреть от автоматов, защищающих кабельные линии к сборке.

Для вводных и отходящих кабельных линий предусмотреть клеммные колодки соответствующего сечения.

Внутренний монтаж от внешних клеммников выполнить проводом, уложенным в коробе.

В качестве системы распределения предусмотреть шины соответствующего сечения (согласно нагрузке).

Подвод всех кабелей предусмотреть снизу. На внешней стороне шкафа снизу предусмотреть перфорированную планку для возможности крепления кабелей.

#### **Кабельная сеть, шинопроводы и электропроводки:**

На подстанции предусмотреть применение, шинопроводов, силовых и контрольных кабелей преимущественно отечественного производства всех напряжений с медными жилами.

На кабелях до и выше 1000 В предусмотреть установку соединительных и концевых муфт по рекомендациям завода-изготовителя вышеуказанных кабелей. Установка соединительных муфт в коллекторах подстанции не допускается.

В электрических сетях предусматривать силовые и контрольные кабели с медными жилами в оболочках, не распространяющие горение, с изоляцией, не содержащей галогенов синдексом «нг-НF». Шинопроводы применить только сертифицированные.

Электропроводки проектировать открыто по строительным конструкциям с креплением металлическими накладными скобами, на кабельных конструкциях и в стальных трубах в полах.

Ток нагрузки кабельных линий и шинопроводов для аварийного режима принимать равным 115 % по отношению к установленному нормативной документацией длительно допустимому току.

**Крепление светильников и пожарных датчиков на тросах не допускается.**

**Предусмотреть применение кабелей +825 В только на напряжение 3 кВ с экраном из медной фольги (для возможности организации схемы защиты).**

**Кабели -825 В допускается применять на напряжение 1кВ без экрана.**

**Кабели +825 В и -825 В применять только бронированные.**

**Кабель от ШТЗ до ввода внешнего контура заземления предусмотреть сечением не менее 400 мм<sup>2</sup>. Марка кабеля аналогична кабелю +825 В.**

### Цветовые решения

Для исключения ошибочных действий со стороны персонала предусмотреть различную расцветку для оборудования подстанции. А также разделение разных секций одного РУ. Разделительная полоса наносится как с фронта, так и с тыла РУ.

#### 1. КРУ-10(20) кВ:

– Все ячейки, кроме городских вводов – RAL7035 (светло-серый).

– Ячейки городских вводов – RAL1003 (сигнально-жёлтый).

– ШВП-1 и ШВП-2 – RAL7035 (светло-серый).

– Разделительная полоса между секциями – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).

#### 2. Оборудование 825 В:

– РУ +825 В – RAL5015 (небесно-синий).

– РУОШ -825 В – RAL5015 (небесно-синий).

– ШВП-3 и ШВП-5 – RAL5015 (небесно-синий).

– Шкаф преобразовательного агрегата – RAL5015 (небесно-синий).

– Тяговый трансформатор – RAL5015 (небесно-синий).

– Шкаф управления разъединителями – RAL5015 (небесно-синий).

– Разъединитель контактной сети (ЛР, ДУР) – RAL5015 (небесно-синий).

– Шкаф подключения кабеля 825 В – RAL5015 (небесно-синий).

– РП в электродепо – RAL5015 (небесно-синий).

#### 3. РУ-1:

– РУ силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).

– Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).

- Трансформатор силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).
- СГЭ – RAL6003 (оливково-зелёный).
- 4. РУ-4:
  - РУ АДТП – RAL5011 (стальной синий).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL 3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор АДТП – RAL5011 (стальной синий).
- 5. РУ-6:
  - РУ оперативного тока – RAL8008 (оливково-коричневый).
  - Разделительная полоса, отделяющая ячейку ввода АБ от первой и второй секции – RAL 3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - УЗП – RAL8008 (оливково-коричневый).

### **Управление подстанцией**

Электроустановок и электрооборудования до 1000 В ТППд предусматривается местное управление, а электроустановок и электрооборудования выше 1000 В (включая РУ-825 В) предусматривается местное и телеуправление, с включением его в автоматизированную систему диспетчерского управления электроснабжением (АСДУ-Э) с энергодиспетчерского пункта линии (ЭДП).

Телеуправление и телесигнализация предусматривается для всех выключателей КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В, вторых линейных разъединителей питающих линий (посты переключений), заземляющего разъединителя шины +825 В, вводных и секционных автоматических выключателей РУ до 1000 В.

Предусмотреть устройства телеизмерения напряжения и тока для шин и всех присоединений распределительного устройства 10(20) кВ.

В помещении дежурного по подстанции предусмотреть установку шкафа центральной сигнализации (ШЦС) с терминалом «Сириус-2ЦС И5 ТХ» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры) с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP.

В ШЦС предусмотреть три участка сигнализации:

- 1 участок – КРУ-10(20) кВ;
- 2 участок – РУ-825 В, включая РУОШ;
- 3 участок – понизительная часть подстанции.

Общеподстанционные сигналы, подключаемые к ШЦС на дискретные входы, передаются в АСДУ-Э от ШЦС по протоколу МЭК-61850.

Схему дверной сигнализации предусмотреть в составе ШЦС.

## **Блокировки электрооборудования подстанции**

Блокировки подстанции организуются по протоколу МЭК-61850 с помощью GOOSE-сообщений.

Подробная логика работы блокировок описывается при проектировании в рабочей документации (на стадии Р). Описание необходимо выполнить для файла конфигурации на языке SCL (System Configuration description Language – язык описания конфигурации системы). CID-файл (Configured IED Description) – файл описания конфигурации устройств. Этот файл полностью описывает конфигурацию данного устройства в части коммуникаций. CID-файл необходимо описать для каждого присоединения и каждого устройства, работающего с GOOSE-сообщениями. Создание CID-файлов по проектному описанию и занесение их непосредственно в устройства осуществляется при наладке оборудования представителями пуско-наладочных организаций.

### **Блокировки КРУ-10(20) кВ:**

1. Предусмотреть блокировку между выключателем и выкатным элементом.

Перемещение выкатного элемента при включенном выключателе заблокировано. При попытке перемещения выключателя во включенном состоянии, должна проходить команда на отключение. Выключатель разблокирован и готов к включению только в контрольном или рабочем положении.

2. Предусмотреть блокировку между наличием напряжения на кабеле и дверью кабельного отсека с фронта ячейки.

Открытие двери заблокировано при наличии напряжения на кабеле

3. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, выключателем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки электрически и механически блокируется перемещение выкатного элемента в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки СВ-1 электрически и механически блокируется перемещение выкатного элемента СВ-1 и электрически блокируется перемещение выкатного элемента СВ-2 в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки СВ-1 разрешено только при нахождении выкатного элемента СВ-1 и СВ-2 в контрольном положении. Управление заземляющим разъединителем ячейки СВ-2 аналогично СВ-1.

4. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем секции шин и выкатными элементами секции, СВ своей секции и СВ другой секции.

Управление заземляющим разъединителем секции шин разрешено, когда все выкатные элементы секции, СВ своей секции и СВ другой секции находятся в

контрольном положении. При включенном заземляющем разъединителе секции шин блокировано перемещение выкатных элементов секции, СВ своей секции и СВ другой секции.

5. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки трансформатора и вводным выключателем секции РУ-0,4(0,23) соответствующего трансформатора.

При включенном вводном выключателе соответствующего трансформатора РУ-0,4(0,23), управление заземляющим разъединителем ячейки заблокировано.

6. Предусмотреть блокировку между выкатным элементом и вводным выключателем секции РУ-0,4(0,23) соответствующего трансформатора.

При включенном вводном выключателе соответствующего трансформатора РУ-0,4(0,23), перемещение выкатного элемента блокируется.

7. Предусмотреть блокировку включения выключателей секции при срабатывании дуговой защиты.

При срабатывании дуговой защиты в кабельном отсеке, блокируется включение выключателя ячейки. При срабатывании дуговой защиты секции, блокируется включение выключателей секции, включая СВ-1 и СВ-2. При срабатывании дуговой защиты ошиновки между СВ-1 и СВ-2, блокируется включение только СВ-1 и СВ-2.

8. Предусмотреть блокировку включения выключателя ПА после срабатывания защит.

При пробое диода шкафа ПА, срабатывании защиты шин +825 В, пробое выпрямителя на корпус и открытии дверей шкафа ПА, пробое кабеля от шкафа ПА до ячейки РУ-825 В включение выключателя блокируется.

9. Предусмотреть блокировку включения выключателя ПА при включенном заземляющем разъединителе.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки рабочей линии ПА или заземляющего разъединителя общей шины РУ-825 В блокируется включение выключателя.

### **Блокировки РУ-825 В:**

1. Предусмотреть блокировку между выключателем и выкатным элементом.

Перемещение выкатного элемента при включенном выключателе заблокировано. При попытке перемещения выключателя во включенном состоянии, должна проходить команда на отключение. Выключатель разблокирован и готов к включению только в контрольном или рабочем положении.

2. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, выключателем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки электрически блокируется управление выкатного элемента (шинного разъединителя). Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении (отключенном положении шинного



разъединителя).

3. Предусмотреть блокировку управления минусовым разъединителем ПА.  
Управление минусовым разъединителем ПА разрешено при отключенном положении: соответствующего БДВ ПА, выключателя 10(20) кВ ПА и заземляющего разъединителя ячейки 10(20) кВ.

4. Предусмотреть блокировку открытия дверей шкафа ПА.  
Открытие дверей шкафа ПА разрешено при включенном положении заземляющего разъединителя соответствующей ячейки 10(20) кВ, включенном положении заземляющего разъединителя соответствующей ячейки рабочей линии ПА и отключенном положении соответствующего разъединителя ПА.

5. Предусмотреть блокировку управления линейным разъединителем ячейки.

Управление линейным разъединителем ячейки разрешено при отключенном положении заземляющего разъединителя ячейки и заземляющего разъединителя линии к РП.

6. Предусмотреть блокировку управления шинным разъединителем ячейки.

Управление шинным разъединителем ячейки заблокировано при включенном положении выключателя или отсутствии положения выключателя соответствующей ячейки.

7. Предусмотреть блокировку управления линейным разъединителем.  
Управление линейным разъединителем разрешено при отключенном положении выключателя соответствующей ячейки, высоковольтного выключателя соответствующего ПА, заземляющих разъединителей ячейки соответствующего ПА на стороне 10(20) кВ и на стороне 825 В, при закрытых дверях шкафов и ячеек ПА.

8. Предусмотреть блокировку открытия двери ячейки РУ +825 В (стационарное исполнение)

Открыть дверь силового отсека ячейки разрешается при включенном положении заземляющего разъединителя ячейки.

9. Предусмотреть блокировку включения БДВ ПА после срабатывания «Тоннельного отключения».

При отключении от сигнала «Тоннельное отключение» включение БДВ блокируется.

#### **Блокировки РУ-0,4 кВ:**

1. Предусмотреть блокировку АВР секционного автоматического выключателя РУ-0,4 кВ при коротком замыкании.

При отключении вводного автоматического выключателя секции РУ-0,4 кВ, блокируется работа АВР и включение секционного автоматического выключателя.

## **Автоматика электрооборудования подстанции**

Автоматика подстанции организовываются по протоколу МЭК-61850 с помощью GOOSE-сообщений.

Подробная логика работы автоматики описывается при проектировании в рабочей документации (на стадии Р). Описание необходимо выполнить для файла конфигурации на языке SCL (System Configuration description Language – язык описания конфигурации системы). CID-файл (Configured IED Description) – файл описания конфигурации устройств. Этот файл полностью описывает конфигурацию данного устройства в части коммуникаций. CID-файл необходимо описать для каждого присоединения и каждого устройства, работающего с GOOSE-сообщениями. Создание CID-файлов по проектному описанию и занесение их непосредственно в устройства осуществляется при наладке оборудования представителями пуско-наладочных организаций.

Управление выключателем 10(20) кВ ПА и БДВ ПА предусмотреть независимым.

При отключении одного из СВ 10/20 кВ от дуговой защиты, другой СВ также должен отключиться с сигналом «От СВ-1(2)».

На щитах ТС и АТДП на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР. При пропаже напряжения по одному из вводов предусматривается отключение вводного автоматического выключателя и включение секционного автоматического выключателя (выдержка по времени для работы схемы АВР 7 секунд). При пропаже напряжения по одному из вводов секции резервирования (аварийной секции) предусматривается отключение первого вводного автоматического выключателя и включение второго вводного автоматического выключателя (выдержка по времени для работы схемы АВР 2 секунды).

### **Учет электроэнергии (АИИС КУЭ)**

На подстанции предусмотреть оборудование АИИС КУЭ.

Все оборудование АИИС КУЭ должно быть сертифицировано. Раздел АИИС КУЭ согласовывается со службой Энергоресурсов и развития энергосети. Руководствоваться последними актуальными требованиями к АИИС КУЭ изложенными в «Технических требованиях на АИИС КУЭ метрополитена».

В качестве шкафа УСПД использовать устройство комплектное низковольтное типа НКУ ЭКОМ-3100 PX2-SFP-N-N-RS20-D1-TE (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с гарантийным сроком вышеуказанного изделия в сборе не менее 5 лет.

Предусмотреть комплект проверочного оборудования (КПО) необходимого для обслуживания АИИС КУЭ. Проектом предусмотреть ноутбук и устройства сопряжения с оборудованием АИИС КУЭ. Необходимость и характеристики оборудования определяются Службой энергоресурсов и развития энергосети и согласовываются на стадии П. КПО предусмотреть в составе опросного листа на оборудование АИИС КУЭ подстанционного уровня.

### **Освещение и розеточная сеть**

В помещениях подстанции предусмотреть рабочее, аварийное резервное и аварийное эвакуационное освещение в соответствии с действующими санитарными нормами, ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены». **Светильники со встроенными аккумуляторами не применять.**

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения специально нанесенными на них знаками.

Розетки на подстанции предусмотреть с заземляющим контактом. Питание предусмотреть через дифференциальный автомат, УЗО не применять.

В помещении распределительных устройств и помещении трансформаторов предусмотреть установку Шкафа ремонтных работ (ШРР). В ШРР предусмотреть установку розетки с заземляющим контактом для однофазных потребителей 16 А и установку розетки с заземляющим контактом для трёхфазных потребителей 32 А. Для каждой розетки установить собственный автомат. УЗО и дифференциальные автоматы не применять.

### **Мероприятия по обеспечению электробезопасности**

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

На подстанции предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 15 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 15 шт.;
  - «Работать здесь» – 10 шт.;

- «Заземлено» – 15 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
- Указатель низкого напряжения (до 600В) – 3 шт.;
  - Указатель высокого напряжения (для проверки постоянного напряжения 825 В) – 3 шт.;
  - Указатель высокого напряжения (для проверки переменного напряжения 10кВ или 20кВ) – 3 шт.
3. Предметы безопасности:
- Перчатки диэлектрические – 4 пары;
  - Боты диэлектрические – 2 пары;
  - Галоши диэлектрические – 2 пары;
  - Штанга оперативная спасательная (ШОС-15 или ШОС-35) – 2 шт.;
  - Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стой! Напряжение» – 15 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение 10кВ или 20кВ – 3 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение до 1000 В – 3 шт.;
  - Переносное заземление однофазное на напряжение 10кВ – 3 шт.

### **Мероприятия по обеспечению энергоэффективности**

Для обеспечения энергосбережения в системе электроснабжения и теплоснабжения предусмотреть следующее:

- установку на стороне потребителей устройств компенсации реактивной мощности (при необходимости). Устройства компенсации реактивной мощности выбрать в соответствии с расчётом, с автоматическим регулированием. Технические характеристики оборудования компенсации реактивной мощности должны обеспечивать поддержание коэффициента реактивной мощности в соответствии с приказом Министерства энергетики РФ от 23.06.2015 №380.

- для обеспечения энергосбережения предусмотреть установку светодиодных осветительных приборов.

- в силовой сети предусмотреть автоматический режим работы технологических установок от датчиков, что сократит время работы установок, не снижая их эффективности.

## СВЯЗЬ

Проектом предусмотреть административно-хозяйственную (телефон), энергодиспетчерскую (селектор) и местную связь с дежурным по станции согласно СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены». Предусмотреть дополнительно установку телефона и селектора в трансформаторном помещении, рядом с помещением АБ (только телефон) или других помещениях, удаленных от комнаты дежурного.

### Планировочные решения

В планировочных решениях предусмотреть расположение электроустановок и электрооборудования на подстанциях так, чтобы обеспечить возможность его замены, модернизации и транспортировки с использованием стационарных приспособлений для механизации подъемно-транспортных операций.

Проектом предусмотреть технологические проёмы и подъёмники для перемещения оборудования на подстанции и за ее пределы.

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

Проектом предусмотреть наливные полы с антистатическим покрытием.

Для электротехнического персонала обеспечивающего оперативно-ремонтную работу на подстанции предусмотреть:

- комнату дежурной смены;
- комнату ремонтного персонала;
- комнату приема пищи;
- мастерскую;
- кладовую;
- раздевалку;
- накопительный водонагреватель объемом 100 литров;
- туалет с умывальником;
- душевую;
- слесарный верстак с тисками, сверлильным и заточным станками;
- набор монтерского и слесарного инструмента;
- средства защиты, лестницы, тумбы и вышку (при наличии приборов освещения, находящихся на высоте);
- мебель, раздевальные шкафы, шкафы для документации.

Примечание:

по требованиям пожарной безопасности раздевальные шкафы и шкафы для документации на подземных подстанциях должны быть металлическими.

Рядом с помещением АБ предусмотреть размещение помещения с раковиной.

В помещении АБ предусмотреть дренажные лотки.

На подстанции проектом предусмотреть кабельные коллекторы или подвалы высотой не менее 2,5 метра.

**Узкие кабельные каналы в полу для прокладки силовых кабелей не проектировать. При невозможности применения кабельного подвала или коллектора предусмотреть фальшпол.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

### **Заземление**

Устройство контура заземления подстанции предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Предусмотреть щит потенциального и токового заземлителей (с измерительными клеммами) на одном из вводов внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию и измерительные электроды на наземной подстанции или подстанции мелкого заложения. На подстанции предусмотреть два ввода внешнего контура заземляющего устройства. Вертикальные заземлители внешнего контура заземляющего устройства выполнить трубами диаметром не менее 18 мм, горизонтальные заземлители - стальной полосой сечением не менее 100x10 мм. Ввод внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию выполнить также стальной полосой сечением не менее 100x10 мм.

### **Защита сооружений и устройств метрополитена от коррозии блуждающими токами**

Разработать мероприятия по пассивной защите сооружений и устройств метрополитена на данном участке от коррозии, вызываемой блуждающими токами.

Детальные требования к Системе коррозионной защиты описаны в Технических требованиях на проектирование Устройств контроля за блуждающими токами.

### **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации ТППд с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещениях подстанции предусмотреть установку системы пожарной

сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт электродепо) и автоматической системой пожаротушения в кабельном коллекторе и подвале подстанции (при его наличии).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категории электротехнических помещений метрополитена предусмотреть в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Защитную аппаратуру выбрать в соответствии с требованиями ПУЭ для защиты электрооборудования от перегрузки и токов короткого замыкания.

Предусмотреть на подстанции наличие Средств первичного пожаротушения в необходимых количествах.

В электротехнических помещениях предусмотреть электрооборудование, не содержащее масло (сухие трансформаторы, вакуумные высоковольтные выключатели).

Проходы между электрооборудованием в помещениях предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ по обеспечению нормируемых проходов в случае эвакуации персонала при аварии.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена №УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-НФ», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRNF.

Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) предусмотреть с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Для исключения повреждения кабелей при дымоудалении в коллекторах станции и платформы предусмотреть прокладку всех кабелей в кабельных коллекторах с устройством в них несгораемых перегородок и выходов для персонала по торцам на расстоянии не более 25 метров от торца коридора (или перегородки).

Прокладку взаиморезервируемых кабелей устройств противопожарной защиты предусмотреть по разным тоннелям перегонов, в разных кабельных коллекторах в подплатформенных участках станции.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

### **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемого уровня температуры в помещении подстанции (для помещения аккумуляторной батареи не более 20°C, для остальных помещений не более 28°C) предусмотреть систему вентиляции и кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем вентиляции и кондиционирования - основную и резервную (для помещений с трансформаторами и распределительными устройствами). Диапазон температур выбрать согласно СП 120.1330.2012.

Для вентиляции и охлаждения воздуха предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией встроенной в систему вентиляции КЦКП, для вытяжки - центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Выбор оборудования и определение его мощности подобрать согласно тепловому расчету каждого конкретного помещения.

Для трансформаторного помещения и помещения с распределительными устройствами предусмотреть общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию с двумя эксплуатационными режимами:

- режим кондиционирования;
- режим вентиляции.

Предусмотреть регулирование воздушных потоков приточных вентиляционных установок с охлаждением:

- через воздухоохладитель в режиме кондиционирования;
- в обход воздухоохладителя в режиме вентиляции.

Предусмотреть установку кнопок управления вентиляцией у двери главного входа на подстанцию.

При срабатывании пожарной сигнализации предусмотреть удаление дыма с подстанции.

Разработать принципиальную и монтажную схему отключения системы приточно-вытяжной вентиляции при включении системы кондиционирования. Предусмотреть включение системы кондиционирования при достижении на подстанции температуры 28°C в соответствии с СанПиНом.

В качестве притока предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией и компрессорно-конденсаторным агрегатом, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть



приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Предусмотреть очистку воздуха в приточных установках. В системах вентиляции охлаждения применять карманные фильтры не ниже класса G4.

Венткамеры с расположенными в них наружными блоками систем кондиционирования оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией со 100 % резервированием или расположить оборудование на поверхности

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентоборудования на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

При проектировании обеспечить нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов»; СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2 и соблюдение санитарного законодательства в части нормативов по шуму на территории около подстанций наземного расположения согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации ТППД с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Предусмотреть применение в помещении подстанции системы дверной сигнализации с применением датчиков движения (при необходимости) и выводом сигнала на энергодиспетчерский пункт и автоматической системой контроля прохода (с применением БСК). Контроль открытия дверей необходимо предусмотреть на всех дверях, воротах и калитках, через которые возможно проникнуть на территорию подстанции.

Запорные устройства (щеколды, засовы и т.д.) предусмотреть со стороны подстанции.

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**

## **Требования к этапам строительства**

Проектной документацией и проектом организации строительства предусмотреть одновременный ввод в эксплуатацию оборудования подстанции и слаботочных систем (автоматика, телемеханика, пожарная сигнализация и АИИСКУЭ).

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления устройств защиты, сети «Ethernet» и оптических линий. А также для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением. Для работы с терминалами защиты, коммутаторами и устройствами телемеханики проектом предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующих РУ.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

## 4. Типовые требования к понизительной подстанции

### Общие требования

Для электроснабжения приемников электроэнергии линии метрополитена следует принимать следующие напряжения:

а) В сетях постоянного тока:

– 220 В (+10/-5 %) – питание цепей управления и сигнализации подстанции, устройств телемеханики.

б) В сетях переменного тока:

– 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – силовые электроприемники, осветительные сети (рабочие и аварийные), устройства связи и АСОП;

– 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – осветительные и электронагревательные приборы, устройства автоматики;

– 220 В (+5/-5 %) с изолированной нейтралью трансформатора – устройства АТДП;

Предусмотреть проектом сети аварийного освещения переменного тока, которые получают питание от СГЭ. Детальные требования к СГЭ описаны в «Типовых требованиях Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры к СГЭ».

Для подключения сторонних потребителей электроэнергии на подстанции предусмотреть дополнительную мощность и установку двух трансформаторов ТСП (кроме перегонных (тоннельных) подстанций) присоединяемых к разным секциям КРУ-10(20) кВ.

**Конструкторская документация и схемы вторичной коммутации РУ-0,4 кВ, РУ-0,23 кВ, КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В для каждой подстанции должны быть согласованы со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

Проектирование вести в соответствии с СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены» (или последняя редакция на момент проектирования); Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и другими нормативными документами.

Предусмотреть на каждом оборудовании (ячейка КРУ и РУ, различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### Описание понизительной подстанции

#### **Комплектное распределительное устройство 10(20) кВ (КРУ-10(20) кВ):**

В КРУ-10(20) кВ предусмотреть две секции шин 10(20) кВ и два секционных выключателя 10(20) кВ.

Габаритные размеры шкафов КРУ:

Параметр	КРУ-10 кВ	КРУ-20 кВ
Ширина	800 мм	1000 мм
Глубина	не более 1600 мм	не более 1700 мм
Высота	не более 2600 мм	не более 2600 мм

Подведение внешних контрольных кабелей к КРУ предусмотреть через шкафы внешних подключений (ШВП-1 и ШВП-2). Связи между ячейками и ШВП предусмотреть жгутами (проводами, оптическими кабелями, витой парой и т.д.) заводского исполнения.

Габаритные размеры ШВП:

Параметр	КРУ-10(20) кВ
Ширина	800 мм
Глубина	800 мм
Высота	не более 2600 мм

В ШВП-1 и ШВП-2 предусмотреть размещение следующего оборудования:

1. Клеммник ХЗ для подключения внешних кабелей питания. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками

присоединения под провод не менее 6мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

2. Клеммник X2 для подключения внешних кабелей автоматики присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с зажимом типа «push-in», с 4 точками присоединения под провод не менее 4 мм<sup>2</sup>. Клеммник расположить в нижней части ШВП.

3. Клеммники X5 – Xn (по количеству ячеек секции) для подключения индивидуальных жгутов присоединений. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммники расположить в верхней части ШВП.

4. Клеммник X1 для подключения шлейфового жгута. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

5. Клеммник X4 для подключения жгута связи между ШВП-1 и ШВП-2. Для данного клеммника предусмотреть клеммы с пружинным зажимом под провод не менее 2,5 мм<sup>2</sup> с разъёмной частью (штекерное соединение). Клеммник расположить в верхней части ШВП.

6. Оптический кросс для соединения внешнего оптического кабеля с внутренним. Оптический кросс расположить в нижней части ШВП.

7. Коммутаторы для подключения терминалов защиты и устройств измерения.

Примечание:

Количество коммутаторов определяется количеством ячеек и портов в коммутаторе. Предусмотреть установку одного резервного коммутатора в каждом ШВП.

8. Преобразователь RS-485/Ethernet.

9. Автоматические выключатели цепей питания. Автоматические выключатели расположить в ШВП не выше 1,5 метра от уровня пола.

Связи между внешними клеммниками (X2 и X3) и внутренними клеммниками (X1, X4 и X5 - Xn) выполняются изготовителем КРУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Жгуты между ячейками и ШВП также выполняются изготовителем КРУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах. Связи между коммутаторами и оптическим кроссом выполняются оптическим кабелем изготовителем КРУ.

**Клеммники X1, X2 и X3 располагать только горизонтально.**

**Клеммники X4 - Xn располагать только вертикально.**

Примечание:

Электроснабжение ПП проектируется от двух независимых источников энергосистемы, от одной или двух ближайших ТПП или Т.

На первой секции КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие присоединения:

ввод 10(20) кВ (Вв №1) от ТПП или Т, шинный трансформатор напряжения (ТН-1), секционный выключатель (СВ-1).

На второй секции КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие присоединения:

ввод 10(20) кВ (Вв №2) от ТПП или Т, шинный трансформатор напряжения (ТН-2), секционный выключатель (СВ-2).

**Сечение кабелей вводов и кабельных перемычек предусмотреть на протекание тока в аварийном режиме без перегрузки кабеля.**

Кроме указанного выше, на каждой секции шин КРУ-10(20) кВ проектом предусмотреть следующие ячейки трансформаторов:

силовые (ТС), осветительные (ТО), АДП, АСОП, ТСП (кроме перегонных (тоннельных) подстанций).

Примечание:

1. При отсутствии проектных мощностей для сторонних потребителей на первых этапах проектирования, на подстанции устанавливаются трансформаторы ТСП мощностью 160кВА (при наличии перспективы подключения).

2. Наличие трансформаторов ТО, АДП, АСОП и ТСП определяется проектом.

Дополнительно на первой и второй секции шин КРУ-10(20) кВ предусмотреть по одной резервной ячейке с вакуумными выключателями.

В ячейках КРУ-10(20) кВ для трансформаторов до 100кВА включительно проектом предусмотреть установку высоковольтных предохранителей на выкатных тележках, а свыше 100кВА установку высоковольтных вакуумных выключателей.

В ячейках КРУ-10(20) кВ шинных трансформаторов напряжения (ТН) проектом предусмотреть установку высоковольтных предохранителей на выкатных тележках.

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с высоковольтным выключателем конструкцией предусмотреть:

1. вакуумный выключатель 10(20) кВ рассчитанный по нагрузке присоединения. Включение предусмотреть с помощью энергии запасенной в пружине или с помощью энергии запасенной в конденсаторах в блоке управления;

2. заземляющий разъединитель кабеля (ошиновки для СВ-1 и СВ-2) 10(20) кВ;

3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ. Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. устройство бесконтактного контроля температуры на болтовых соединениях кабеля;

5. трехобмоточные трансформаторы тока с обмотками класса 0,5s/0,5s/10P в каждой фазе;

6. терминал защиты «Сириус-2ММ И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Терминал предусмотреть унифицированным (одного типа) для всех присоединений с выключателями;

7. прибор учета электроэнергии (счетчик) СЭТ-4ТМ.03М.01 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена;

8. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

9. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения и напряжения (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

Допускается при необходимости применять трансформаторы тока с обмотками, имеющими разные коэффициенты трансформации. Указанные технические характеристики трансформаторов тока для узлов расчётного (коммерческого) учета электрической энергии должны быть согласованы с сетевой и сбытовой организациями на стадии разработки проектной документации (стадия П).

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с трансформатором напряжения проектом предусмотреть:

1. трансформатор напряжения типа НАЛИ;

2. заземляющий разъединитель сборных шин секции 10(20) кВ;

3. терминал защиты «Сириус-ТН И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

5. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения и напряжения (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

В составе ячейки КРУ-10(20) кВ с высоковольтными предохранителями конструкцией предусмотреть:

1. высоковольтные предохранители в каждой фазе рассчитанные по

нагрузке присоединения. Предусмотреть расположение предохранителей на выкатном элементе;

2. заземляющий разъединитель кабеля 10(20) кВ;

3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ.

Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. устройство бесконтактного контроля температуры на болтовых соединениях кабеля;

5. трехобмоточные трансформаторы тока с обмотками класса 0,5s/0,5s/10P в каждой фазе;

6. прибор учета электроэнергии (счетчик) СЭТ-4ТМ.03М.01 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена;

7. измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

8. модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) для отображения мнемосхемы присоединения, нагрузки и напряжения для городских вводов (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

**В конструкции шкафов КРУ-10(20) кВ предусмотреть верхнее расположение сборных шин и отдельные изолированные друг от друга отсеки для локализации электрической дуги при повреждениях.**

**КРУ с элегазовой изоляцией шин не применять.**

Предусмотреть в КРУ-10(20) кВ применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять).

Примечание:

Для сохранности вакуумного выключателя при коротком замыкании в кабельном отсеке предусмотреть среднее расположение выкатного элемента. Извлечение выкатного элемента из ячейки предусмотреть при помощи сервисной тележки.

Во всех ячейках КРУ-10(20) кВ предусмотреть:

1. дуговую защиту: от избыточного давления (клапанная защита с концевыми выключателями) и от светового импульса (оптоволоконная защита «Орион-ЗДЗ» или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Концевые выключатели предусмотреть с двумя нормально-открытыми контактами;



2. механическую (электромеханическую) оперативную блокировку безопасности оперирования заземляющим разъединителем с графическим отражением на устройстве индикации состояния коммутационных аппаратов ячейки и электрическую блокировку безопасности от перемещения выкатного элемента с выключателем во включенном состоянии.

В кабельных отсеках шкафов КРУ-10кВ (в ячейках вводов и отходящих кабельных линий) предусмотреть установку трансформаторов тока нулевой последовательности типа ТЗРЛ-100 (или аналогичные) с коэффициентом трансформации 30/1.

В кабельных отсеках шкафов КРУ-20 кВ с выключателями, а также в ячейке секционного выключателя (в ячейке СВ предусмотреть установку трансформатора тока нулевой последовательности CSH-30 в нулевой провод вторичных цепей трансформаторов тока) предусмотреть установку трансформаторов тока нулевой последовательности типа CSH-120 (или аналогичные) с коэффициентом трансформации 470/1.

Предусмотреть электрическую блокировку высоковольтного вакуумного выключателя с вводными автоматическими выключателями РУ-0,4 кВ для трансформаторов ТО, ТС, АСОП и ТСП (при отключении высоковольтного вакуумного выключателя выдается команда на отключение вводного автоматического выключателя).

**В рабочей документации (стадия Р) должны содержаться методика и расчеты защит присоединений КРУ, РУ и трансформаторов тока (отражается ход расчетов, а не только итоговые цифры).**

**Карта селективности должна содержать уставки присоединений 10(20) кВ, уставки вводных и секционных автоматических выключателей низковольтных РУ. А также уставки наиболее загруженного отходящего фидера.**

### **Трансформаторы:**

Проектом предусмотреть применение трансформаторов с воздушным охлаждением, повышенной пожаробезопасностью и нагревостойкостью. Трансформаторы с изоляцией с токсичными добавками, поддерживающими горение, а также трансформаторы с масляным охлаждением проектом не предусматривать.

Класс изоляции обмоток применяемого трансформатора определяется проектировщиком исходя из местных условий.

Для всех трансформаторов обязательно предусмотреть защиту от превышения температуры. БКТ устанавливаются снаружи на кожухе. Подвод вторичных кабелей осуществлять внутри трансформатора.

Количество и мощность трансформаторов определяется расчетами.

Примечание:

Мощность применяемых трансформаторов не должна превышать 4000 кВА.

**На ПП проектом предусмотреть следующие распределительные устройства до 1000 В переменного тока:**

- РУ-1 400/230В силовой щит для питания электромеханических установок и эскалаторов;
- РУ-2 400/230В щит освещения для питания осветительных установок и сетей;
- РУ-3 400/230В щит «АСОП-Связь» для питания устройств АСОП и связи;
- РУ-4 220В щит АТДП для питания автоматики и телемеханики движения поездов;
- РУ-5 400/230В силовой щит для питания сторонних потребителей.

Габаритные размеры ячеек РУ-1 и РУ-2 при токах сборных шин до 1800 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 и РУ-2 при токах сборных шин от 1800 А до 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	800 мм	800 мм	800 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 и РУ-2 при токах сборных шин от 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	1000 мм	1000 мм	1000 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

## Габаритные размеры ячеек РУ-3, РУ-4 и РУ-5:

Параметр	Вводно- распределительная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий (при наличии)
Ширина	800 мм	600 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

При оборудовании распределительных устройств до 1000 В приборами учета электроэнергии (счетчиками) предусмотреть счетчики СЭТ-4ТМ.03М.09 (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с устройствами для работы в составе АИИСКУЭ метрополитена. Для учета электроэнергии в качестве измерительных трансформаторов тока использовать трансформаторы тока с классом точности не хуже 0,5S.

Предусмотреть установку приборов учета электроэнергии для ТСП в ячейках КРУ-10(20) кВ.

Питание рабочих секций шин вышеуказанных РУ предусматривается от трансформатора, присоединяемого к соответствующей секции КРУ-10(20) кВ.

Подключение ввода от трансформаторов: Силового и Освещения предусмотреть через вводной автоматический выключатель и выключатель нагрузки (типа EasyPact или аналог) к рабочей секции шин соответствующего распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Подключение ввода от трансформаторов: АСОП и АТДП предусмотреть через вводный автоматический выключатель и вводной рубильник к рабочей секции шин соответствующего распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя РУ АСОП и АТДП от первой и второй секции секционными рубильниками.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя щита Освещения и Силового от первой и второй секции секционными выключателями нагрузки (типа EasyPact или аналог).

Вводные и секционные выключатели предусмотреть стационарного исполнения.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа (типа Compact INS/INV и EasyPact или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Для всех вышеуказанных распределительных устройств проектом предусмотреть по две рабочих секции, кроме щита освещения, в составе которого дополнительно предусмотреть секцию резервирования.

Для РУ ТСП, ТО и ТС проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА50-45Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для РУ АСОП и АТДП проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА04-35Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для отходящих линий предусмотреть установку автоматических выключателей ВА (серии Протон) или аналогичных по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

В комплекте поставки низковольтных РУ предусмотреть устройство для проверки блоков защиты автоматических выключателей производства того же завода, что и автоматический выключатель (одно устройство для каждого типа автоматических выключателей на одну подстанцию).

На щитах ТС, ТО, АСОП, АТДП и ТСП на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР.

Питание секции резервирования в нормальном режиме предусмотреть от 1 секции, в аварийном режиме от 2 секции щита освещения. На вводах секции резервирования предусмотреть схему АВР.

Предусмотреть реализацию всех схем АВР низковольтных РУ на программируемых логических устройствах ЭНМВ с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)).

Для отображения параметров тока и напряжения применить измерительный преобразователь ЭНИП-2 с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP и модуль индикации ЭНМИ-4 (модуль работает совместно с ЭНИП-2) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

Конструкцией предусмотреть следующее:

- возможность безопасного обслуживания ячейки секционного автоматического выключателя (при отключении секционных рубильников, в зоне обслуживания секционного автоматического выключателя не должно быть открытых токоведущих частей, находящихся под напряжением).

- оперирование всеми коммутационными аппаратами с лицевой стороны РУ, с тыльной стороны РУ подключение кабелей.

- подключение кабелей к ошиновке отходящих линий.

- мнемосхему присоединений с сигнализацией положения коммутационных аппаратов.

- оптический кросс для подключения внешних кабелей от шкафа коммуникационного и внутренних кабелей от ЭНИП-2.

– шлейфовые жгуты заводского исполнения с разъемами между панелями (ячейками).

Жгуты между ячейками выполняются изготовителем РУ проводом ПуГПнг(А)-НФ. Тип клеммников указан в типовых схемах.

ЭНИП-2 в каждом РУ подключаются по схеме «кольцо».

Для всех низковольтных РУ предусмотреть подведение внешних вторичных кабелей и оптических кабелей в ячейку СВ.

На лицевой панели всех низковольтных РУ предусмотреть мнемосхему с отображением положения коммутационных аппаратов (вводные, секционные автоматические выключатели; автоматические выключатели всех отходящих линий; вводные, секционные и ремонтные рубильники).

При проектировании РУ предусмотреть свободный доступ к блокам защиты автоматических выключателей.

Примечание:

Наличие щитов ТО, АТДП, АСОП и ТСП определяется проектом.

– РУ-6 220В постоянного тока (щит оперативного тока) для питания устройств защиты, автоматики, блокировки, сигнализации.

Габаритные размеры ячеек РУ-6:

Параметр	Вводно-распределительная ячейка	Секционная ячейка
Ширина	600 мм	600 мм
Глубина	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

Для щита оперативного тока предусмотреть две секции и секционную панель между ними. На 1 и 2 секции предусмотреть подключение потребителей подстанции и устройства питания постоянным током. В секционной панели предусмотреть размещение вторичной аппаратуры. Предусмотреть отделение секционной панели от первой и второй секции секционными рубильниками.

Для РУ-6 предусмотреть применение автоматических выключателей, рассчитанных на постоянный ток. Предохранители не применять.

От РУ-6 предусмотреть питание следующих потребителей с каждой секции:

1. соленоиды КРУ-10(20) кВ;
2. управление КРУ-10(20) кВ;
3. блокировки КРУ-10(20) кВ;
4. коммутаторы КРУ-10(20) кВ;
5. управление РУ-1 (РУ-2, РУ-3);

Примечание:

Для каждого РУ до 1000 В предусмотреть отдельные линии.

6. шкаф центральной сигнализации;
7. коммутаторы в шкафу коммуникационном;
8. питание ШУР.

Примечание:

Линии к ШУР предусматриваются при наличии на станции и ШУР.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа с поворотной ручкой (типа Compact INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Для данного распределительного устройства предусмотреть наличие терминала «Сириус-2-ММ-КИ И5 ТХ» с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). Данное устройство должно обеспечить следующие функции:

- контроля изоляции сети постоянного тока по обоим полюсам;
- контроль напряжения на шинах оперативного тока;
- контроль нагрузки зарядных устройств и АБ;
- осциллографирование аварийных процессов.

Предусмотреть возможностью выдачи сигнала о нарушении изоляции и понижении напряжения в цепи сигнализации подстанции с помощью GOOSE-сообщений.

**Проектом предусмотреть установку КРУ-10(20) кВ, РУ-0,4(0,23) кВ (РУ-1, 2, 3 и 4) только двустороннего обслуживания. РУ-825 В допускается применять одностороннего и двустороннего обслуживания. Для ячеек РУ-1, 2, 3 и 4 с тыльной стороны для обслуживания предусмотреть двери (для каждой ячейки предпочтительно применение двух дверей, открывающихся в противоположные стороны).**

На лицевой панели всех низковольтных РУ предусмотреть мнемосхему с отображением положения коммутационных аппаратов (вводные, секционные автоматические выключатели; автоматические выключатели всех отходящих линий; вводные, секционные и ремонтные рубильники).

При проектировании РУ предусмотреть свободный доступ к блокам защиты автоматических выключателей.

Для питания оперативного тока, устройств защиты, автоматики и блокировки подстанции предусмотреть установку двух УППТ.

Детальные требования к УППТ описаны в «Типовых требованиях к УППТ».

Предусмотреть проектом параллельную работу УППТ.

В составе УППТ предусмотреть установку герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей типа АГМ (моноблоки 12В). Емкость АБ предусмотреть согласно расчетам на возможность автономной работы не менее 90 минут.

В проекте предусмотреть установку УППТ в помещении с приточной и вытяжной вентиляцией.

На подстанции предусмотреть отдельную сборку навесного исполнения ЩРСН 400/230В с двумя вводами и схемой АВР для питания потребителей подстанции:

- блоки контроля температуры (БКТ) трансформаторов;
- освещение КРУ-10(20) кВ;
- розетка и освещение в ЩЦС;
- питание потребителей в шкафу коммуникационном (вентилятор охлаждения, ноутбук и т.д.).

Габаритные размеры ЩРСН:

Параметр	Шкаф
Ширина	800 мм
Глубина	400 мм
Высота	900 мм

АВР выполнить с применением готового блока контакторов с механической блокировкой и блок-контактами. Микроконтроллеры в схеме АВР не применять. Вводные автоматы не применять, защиту сборки предусмотреть от автоматов, защищающих кабельные линии к сборке.

Для вводных и отходящих кабельных линий предусмотреть клеммные колодки соответствующего сечения.

Внутренний монтаж от внешних клеммников выполнить проводом, уложенным в коробе.

В качестве системы распределения предусмотреть шины соответствующего сечения (согласно нагрузке).

Подвод всех кабелей предусмотреть снизу. На внешней стороне шкафа снизу предусмотреть перфорированную планку для возможности крепления кабелей.

### **Кабельная сеть, шинопроводы и электропроводки:**

На подстанции предусмотреть применение, шинопроводов, силовых и контрольных кабелей преимущественно отечественного производства всех напряжений с медными жилами.

На кабелях до и выше 1000 В предусмотреть установку соединительных и концевых муфт по рекомендациям завода-изготовителя вышеуказанных кабелей. Установка соединительных муфт в коллекторах подстанции не допускается.

В электрических сетях предусматривать силовые и контрольные кабели с медными жилами в оболочках, не распространяющие горение, с изоляцией, не

содержащей галогенов синдексом «нг-НФ». Шинопроводы применить только сертифицированные.

Электропроводки проектировать открыто по строительным конструкциям с креплением металлическими накладными скобами, на кабельных конструкциях и в стальных трубах в полах.

Ток нагрузки кабельных линий и шинопроводов для аварийного режима принимать равным 115 % по отношению к установленному нормативной документацией длительно допустимому току.

**Крепление светильников и пожарных датчиков на тросах не допускается.**

### Цветовые решения

Для исключения ошибочных действий со стороны персонала предусмотреть различную расцветку для оборудования подстанции. А также разделение разных секций одного РУ. Разделительная полоса наносится как с фронта, так и с тыла РУ.

1. КРУ-10(20) кВ:

- Все ячейки – RAL7035 (светло-серый).
- ШВП-1 и ШВП-2 – RAL7035 (светло-серый).
- Разделительная полоса между секциями – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).

2. РУ-1:

- РУ силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).
- Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
- Трансформатор силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).

3. РУ-2:

- РУ осветительных нагрузок – RAL6003 (оливково-зелёный).
- Разделительная полоса между секциями и отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL 3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).

– Трансформатор осветительных нагрузок – RAL6003 (оливково-зелёный).

– СГЭ – RAL6003 (оливково-зелёный).

4. РУ-3:

- РУ АСОП-Связь – RAL9005 (Глубокий черный).
- Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL 3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).

– Трансформатор АСОП-Связь – RAL9005 (Глубокий черный).



5. РУ-4:
  - РУ АТДП – RAL5011 (стальной синий).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL 3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор АТДП – RAL5011 (стальной синий).
6. РУ-5:
  - РУ сторонних потребителей – RAL 4001 (красно-сиреневый).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL 3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор сторонних потребителей – RAL 4001 (красно-сиреневый).
7. РУ-6:
  - РУ оперативного тока – RAL8008 (оливково-коричневый).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL 3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - УППТ – RAL8008 (оливково-коричневый).

### **Управление подстанцией**

Для электроустановок и электрооборудования до 1000 В ПП предусматривается местное управление, а электроустановок и электрооборудования выше 1000 В предусматривается местное и телеуправление, с включением его в автоматизированную систему диспетчерского управления электроснабжением (АСДУ-Э) с энергодиспетчерского пункта линии (ЭДП).

Телеуправление и телесигнализация предусматривается для всех выключателей КРУ-10(20) кВ, вводных и секционных автоматических выключателей РУ до 1000 В.

Предусмотреть устройства телеизмерения напряжения и тока для шин и всех присоединений распределительного устройства 10(20) кВ.

В помещении дежурного по подстанции предусмотреть установку шкафа центральной сигнализации (ШЦС) с терминалом «Сириус-2ЦС И5 ТХ» (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры) с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850 и протокола резервирования PRP.

В ШЦС предусмотреть два участка сигнализации:

- 1 участок – КРУ-10(20) кВ;
- 3 участок – понизительная часть подстанции.

Общеподстанционные сигналы, подключаемые к ШЦС на дискретные входы,

передаются в АСДУ-Э от ШЦС по протоколу МЭК-61850.

Схему дверной сигнализации предусмотреть в составе ШЦС.

### **Блокировки электрооборудования подстанции**

Блокировки подстанции организуются по протоколу МЭК-61850 с помощью GOOSE-сообщений.

Подробная логика работы блокировок описывается при проектировании в рабочей документации (на стадии Р). Описание необходимо выполнить для файла конфигурации на языке SCL (System Configuration description Language – язык описания конфигурации системы). CID-файл (Configured IED Description) – файл описания конфигурации устройств. Этот файл полностью описывает конфигурацию данного устройства в части коммуникаций. CID-файл необходимо описать для каждого присоединения и каждого устройства, работающего с GOOSE-сообщениями. Создание CID-файлов по проектному описанию и занесение их непосредственно в устройства осуществляется при наладке оборудования представителями пуско-наладочных организаций.

#### **Блокировки КРУ-10(20) кВ:**

1. Предусмотреть блокировку между выключателем и выкатным элементом.

Перемещение выкатного элемента при включенном выключателе заблокировано. При попытке перемещения выключателя во включенном состоянии, должна проходить команда на отключение. Выключатель разблокирован и готов к включению только в контрольном или рабочем положении.

2. Предусмотреть блокировку между наличием напряжения на кабеле и дверью кабельного отсека с фронта ячейки.

Открытие двери заблокировано при наличии напряжения на кабеле

3. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, выключателем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки электрически и механически блокируется перемещение выкатного элемента в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки СВ-1 электрически и механически блокируется перемещение выкатного элемента СВ-1 и электрически блокируется перемещение выкатного элемента СВ-2 в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки СВ-1 разрешено только при нахождении выкатного элемента СВ-1 и СВ-2 в контрольном положении. Управление заземляющим разъединителем ячейки СВ-2 аналогично СВ-1.

4. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем

секции шин и выкатными элементами секции, СВ своей секции и СВ другой секции. Управление заземляющим разъединителем секции шин разрешено, когда все выкатные элементы секции, СВ своей секции и СВ другой секции находятся в контрольном положении. При включенном заземляющем разъединителе секции шин заблокировано перемещение выкатных элементов секции, СВ своей секции и СВ другой секции.

5. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки трансформатора и вводным выключателем секции РУ-0,4(0,23) соответствующего трансформатора.

При включенном вводном выключателе соответствующего трансформатора РУ-0,4(0,23), управление заземляющим разъединителем ячейки заблокировано.

6. Предусмотреть блокировку между выкатным элементом и вводным выключателем секции РУ-0,4(0,23) соответствующего трансформатора.

При включенном вводном выключателе соответствующего трансформатора РУ-0,4(0,23), перемещение выкатного элемента блокируется.

7. Предусмотреть блокировку включения выключателей секции при срабатывании дуговой защиты.

При срабатывании дуговой защиты в кабельном отсеке, блокируется включение выключателя ячейки. При срабатывании дуговой защиты секции, блокируется включение выключателей секции, включая СВ-1 и СВ-2. При срабатывании дуговой защиты ошиновки между СВ-1 и СВ-2, блокируется включение только СВ-1 и СВ-2.

#### **Блокировки РУ-0,4 кВ:**

1. Предусмотреть блокировку АВР секционного автоматического выключателя РУ-0,4 кВ при коротком замыкании.

При отключении вводного автоматического выключателя секции РУ-0,4 кВ, блокируется работа АВР и включение секционного автоматического выключателя.

2. Предусмотреть блокировку АВР вводного автоматического выключателя секции резервирования (аварийной секции) РУ-0,4 кВ при коротком замыкании.

При отключении вводного автоматического выключателя секции резервирования (аварийной секции) РУ-0,4 кВ, блокируется работа АВР и включение автоматического выключателя другого ввода блокируется.

### **Автоматика электрооборудования подстанции**

Автоматика подстанции организовываются по протоколу МЭК-61850 с помощью GOOSE-сообщений.

Подробная логика работы автоматики описывается при проектировании в рабочей документации (на стадии Р). Описание необходимо выполнить для файла конфигурации на языке SCL (System Configuration description Language – язык

описания конфигурации системы). CID-файл (Configured IED Description) – файл описания конфигурации устройств. Этот файл полностью описывает конфигурацию данного устройства в части коммуникаций. CID-файл необходимо описать для каждого присоединения и каждого устройства, работающего с GOOSE-сообщениями. Создание CID-файлов по проектному описанию и занесение их непосредственно в устройства осуществляется при наладке оборудования представителями пуско-наладочных организаций.

На щитах ТС, ТО, АСОП, АТДП и ТСП на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР. При пропаже напряжения по одному из вводов предусматривается отключение вводного автоматического выключателя и включение секционного автоматического выключателя (выдержка по времени для работы схемы АВР 7 секунд). При пропаже напряжения по одному из вводов секции резервирования (аварийной секции) предусматривается отключение первого вводного автоматического выключателя и включение второго вводного автоматического выключателя (выдержка по времени для работы схемы АВР 2 секунды).

### **Учет электроэнергии (АИИСКУЭ)**

На подстанции предусмотреть оборудование АИИСКУЭ.

Все оборудование АИИСКУЭ должно быть сертифицировано. Раздел АИИСКУЭ согласовывается со службой Энергоресурсов и развития энергосети. Руководствоваться последними актуальными требованиями к АИИСКУЭ изложенными в «Технических требованиях на АИИС КУЭ метрополитена».

В качестве шкафа УСПД использовать устройство комплектное низковольтное типа НКУ ЭКОМ-3100 PX2-SFP-N-N-RS20-D1-TE (или аналог по согласованию со Службой энергоресурсов и развития энергосети), с гарантийным сроком вышеуказанного изделия в сборе не менее 5 лет.

Предусмотреть комплект проверочного оборудования (КПО) необходимого для обслуживания АИИСКУЭ. Проектом предусмотреть ноутбук и устройства сопряжения с оборудованием АИИСКУЭ. Необходимость и характеристики оборудования определяются Службой энергоресурсов и развития энергосети и согласовываются на стадии П. КПО предусмотреть в составе опросного листа на оборудование АИИСКУЭ подстанционного уровня.

### **Освещение и розеточная сеть**

В помещениях подстанции предусмотреть рабочее, аварийное резервное и аварийное эвакуационное освещение в соответствии с действующими санитарными нормами, ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция

**«СНиП 32-02-2003. Метрополитены». Светильники со встроенными аккумуляторами не применять.**

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения специально нанесенными на них знаками.

Аварийное освещение понизительной подстанции, расположенной на вестибюле или в пределах станции, предусмотреть от сетей аварийного освещения станции (при наличии на станции ТПП). А аварийное освещение понизительной подстанции, расположенной в тоннеле, предусмотреть от сетей аварийного освещения тоннеля.

Розетки на подстанции предусмотреть с заземляющим контактом. Питание предусмотреть через дифференциальный автомат, УЗО не применять.

В помещении распределительных устройств и помещении трансформаторов предусмотреть установку Шкафа ремонтных работ (ШРР). В ШРР предусмотреть установку розетки с заземляющим контактом для однофазных потребителей 16А и установку розетки с заземляющим контактом для трёхфазных потребителей 32А. Для каждой розетки установить собственный автомат. УЗО и дифференциальные автоматы не применять.

### **Мероприятия по обеспечению электробезопасности**

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

На подстанции предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 15 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 15 шт.;
  - «Работать здесь» – 10 шт.;
  - «Заземлено» – 15 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
  - Указатель низкого напряжения (до 600В) – 3 шт.;

- Указатель высокого напряжения проверки переменного напряжения 10кВ или 20кВ) – 3 шт.
- 3. Предметы безопасности:
  - Перчатки диэлектрические – 4 пары;
  - Боты диэлектрические – 2 пары;
  - Галоши диэлектрические – 2 пары;
  - Штанга оперативная спасательная (ШОС-15 или ШОС-35) – 2 шт.;
  - Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стой! Напряжение» – 15 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение 10кВ или 20кВ – 3 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение до 1000 В – 3 шт.

### **Мероприятия по обеспечению энергоэффективности**

Для обеспечения энергосбережения в системе электроснабжения и теплоснабжения предусмотреть следующее:

- установку на стороне потребителей устройств компенсации реактивной мощности (при необходимости). Устройства компенсации реактивной мощности выбрать в соответствии с расчётом, с автоматическим регулированием. Технические характеристики оборудования компенсации реактивной мощности должны обеспечивать поддержание коэффициента реактивной мощности в соответствии с приказом Министерства энергетики РФ от 23.06.2015 №380.

- для обеспечения энергосбережения предусмотреть установку светодиодных осветительных приборов.

- в силовой сети предусмотреть автоматический режим работы технологических установок от датчиков, что сократит время работы установок, не снижая их эффективности.

### **Связь**

Проектом предусмотреть административно-хозяйственную (телефон), энергодиспетчерскую (селектор) и местную связь с дежурным по станции согласно СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СниП32-02-2003 «Метрополитены». Предусмотреть дополнительно установку телефона и селектора в трансформаторном помещении или других помещениях, удаленных от комнаты дежурного.

## Планировочные решения

В планировочных решениях предусмотреть расположение электроустановок и электрооборудования на подстанциях так, чтобы обеспечить возможность его замены, модернизации и транспортировки с использованием стационарных приспособлений для механизации подъемно-транспортных операций.

Проектом предусмотреть технологические проёмы и подъёмники для перемещения оборудования на подстанции и за ее пределы.

Предусмотреть открытие дверей и ворот, выходящих на пути, внутрь подстанции во избежание соприкосновения с подвижным составом в случае самопроизвольного или ошибочного открытия.

В случае если подстанция находится на перегоне, предусмотреть у главного входа на подстанцию сходной мостик для доступа персонала из подвижного состава.

Согласно п.5.10.3.12 СП 120.13330.2012 при расположении подстанции между перегонными тоннелями проектом предусмотреть грузовые выходы на оба пути.

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

Проектом предусмотреть наливные полы с антистатическим покрытием.

Для электротехнического персонала обеспечивающего оперативно-ремонтную работу на подстанции предусмотреть:

- комнату дежурной смены;
- комнату ремонтного персонала;
- кладовую;
- раздевалку;
- умывальник;
- накопительный водонагреватель объемом 100 литров;
- туалет;
- набор монтерского и слесарного инструмента;
- средства защиты, лестницы, лестницы-тумбы и вышку (при наличии приборов освещения, находящихся на высоте более 1,5 метра от уровня пола);
- мебель, раздевальные шкафы, шкафы для документации.

Примечание: по требованиям пожарной безопасности раздевальные шкафы и шкафы для документации на подземных подстанциях должны быть металлическими.

На подстанции проектом предусмотреть кабельные коллекторы или подвалы высотой не менее 2,5 метра.

**Узкие кабельные каналы в полу для прокладки силовых кабелей не проектировать. При невозможности применения кабельного подвала или коллектора предусмотреть фальшпол.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

## **Заземление**

Устройство контура заземления подстанции предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Предусмотреть щит потенциального и токового заземлителей (с измерительными клеммами) на одном из вводов внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию и измерительные электроды на наземной подстанции или подстанции мелкого заложения. На подстанции предусмотреть два ввода внешнего контура заземляющего устройства. Вертикальные заземлители внешнего контура заземляющего устройства выполнить трубами диаметром не менее 18 мм, горизонтальные заземлители - стальной полосой сечением не менее 100x10 мм. Ввод внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию выполнить также стальной полосой сечением не менее 100x10 мм.

## **Защита сооружений и устройств метрополитена от коррозии блуждающими токами**

Разработать мероприятия по пассивной защите сооружений и устройств метрополитена на данном участке от коррозии, вызываемой блуждающими токами.

## **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации ПП с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещениях подстанции предусмотреть установку системы пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт станции) и автоматической системой пожаротушения в кабельном коллекторе и подвале подстанции (при его наличии).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категории электротехнических помещений метрополитена предусмотреть в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СниП32-02-2003 «Метрополитены».

Защитную аппаратуру выбрать в соответствии с требованиями ПУЭ для защиты



электрооборудования от перегрузки и токов короткого замыкания.

Предусмотреть на подстанции наличие Средств первичного пожаротушения в необходимых количествах.

В электротехнических помещениях предусмотреть электрооборудование, не содержащее масло (сухие трансформаторы, вакуумные высоковольтные выключатели).

Проходы между электрооборудованием в помещениях предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ по обеспечению нормируемых проходов в случае эвакуации персонала при аварии.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена № УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-HF», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF.

Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) предусмотреть с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Для исключения повреждения кабелей при дымоудалении в коллекторах станции и платформы предусмотреть прокладку всех кабелей в кабельных коллекторах с устройством в них несгораемых перегородок и выходов для персонала по торцам на расстоянии не более 25м от торца коридора (или перегородки).

Прокладку взаиморезервируемых кабелей устройств противопожарной защиты предусмотреть по разным тоннелям перегонов, в разных кабельных коллекторах в подплатформенных участках станции.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

### **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемого уровня температуры в помещении подстанции (не более 28°C) предусмотреть систему вентиляции и кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем вентиляции и кондиционирования – основную и резервную (для помещений с трансформаторами и распределительными устройствами). Диапазон температур выбрать согласно СП 120.1330.2012.

Для вентиляции и охлаждения воздуха предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией встроенной в систему вентиляции КЦКП, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Выбор оборудования и определение его мощности подобрать согласно тепловому расчету каждого конкретного помещения.

Для трансформаторного помещения и помещения с распределительными устройствами предусмотреть общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию с двумя эксплуатационными режимами:

- режим кондиционирования;
- режим вентиляции.

Предусмотреть регулирование воздушных потоков приточных вентиляционных установок с охлаждением:

- через воздухоохладитель в режиме кондиционирования;
- в обход воздухоохладителя в режиме вентиляции.

Предусмотреть установку кнопок управления вентиляцией у двери главного входа на подстанцию.

При срабатывании пожарной сигнализации предусмотреть удаление дыма с подстанции.

Разработать принципиальную и монтажную схему отключения системы приточно-вытяжной вентиляции при включении системы кондиционирования. Предусмотреть включение системы кондиционирования при достижении на подстанции температуры 28°C в соответствии с СанПиНом.

В качестве притока предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией и компрессорно-конденсаторным агрегатом, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Предусмотреть очистку воздуха в приточных установках. В системах вентиляции охлаждения применять карманные фильтры не ниже класса G4.

Венткамеры с расположенными в них наружными блоками систем кондиционирования оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией со 100% резервированием или расположить оборудование на поверхности

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентоборудования на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием;

- выброс тепловыделений от оборудования непосредственно в тоннель;
- расположение оборудования в сечениях тоннельной вентиляции.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

При проектировании обеспечить нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов»; СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2 и соблюдение санитарного законодательства в части нормативов по шуму на территории около подстанций наземного расположения согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Предусмотреть передачу сигнала об основных параметрах и неисправностях системы вентиляции и кондиционирования на подстанции диспетчеру электромеханической Службы Дирекции инфраструктуры.

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации ПП с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Наземные объекты предусмотреть с ограждениями, препятствующими доступ на территорию и организацию видеонаблюдения.

Предусмотреть применение в помещении подстанции системы дверной сигнализации с применением датчиков движения (при необходимости) и выводом сигнала на энергодиспетчерский пункт и автоматической системой контроля прохода (с применением БСК). Контроль открытия дверей необходимо предусмотреть на всех дверях, воротах и калитках, через которые возможно проникнуть на территорию подстанции.

Ворота и двери, через которые осуществляется доступ в тоннель, предусмотреть открывающимися внутрь. Запорные устройства (щеколды, засовы и т.д.) предусмотреть со стороны подстанции.

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. От 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**

### **Требования к этапам строительства**

Проектной документацией и проектом организации строительства предусмотреть одновременный ввод в эксплуатацию оборудования подстанции и

слаботочных систем (автоматика, телемеханика, АИИСКУЭ и пожарная сигнализация).

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления устройств защиты, сети «Ethernet» и оптических линий. А также для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением.

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующих РУ.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

## 5. Типовые требования к понизительной подстанции электродепо

### Общие требования

Для электроснабжения приемников электроэнергии электродепо метрополитена следует принимать следующие напряжения:

а) В сетях переменного тока:

– 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – силовые электроприемники.

Предусмотреть на каждом оборудовании (РУ, различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### Описание понизительной подстанции электродепо

#### Ячейки 10(20) кВ:

В ППд на вводах предусмотреть установку высоковольтных ячеек.

**Распределительные устройства на стороне 10(20) кВ не применять.**

Связь между ячейкой ввода и трансформатором предусмотреть шинами. Распределительное устройство 10(20) кВ не предусматривать.

Габаритные размеры шкафов КРУ:

Параметр	КРУ-10кВ	КРУ-20 кВ
Ширина	800 мм	1000 мм
Глубина	не более 1600 мм	не более 1700 мм
Высота	не более 2600 мм	не более 2600 мм

Примечание:

Электроснабжение ППД проектируется от двух независимых источников энергосистемы, от разных секций одной ТППД.

На каждом вводе проектом предусмотреть по одному силовому трансформатору.

В составе ячейки 10(20) кВ с разъединителем конструкцией предусмотреть:

1. расположение разъединителя на выкатном элементе;
2. заземляющий разъединитель кабеля 10(20) кВ;
3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ.

Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. механическую оперативную блокировку безопасности на вкатывание выкатного элемента при включенном заземляющем разъединителе кабеля.

В конструкции ячеек 10(20) кВ предусмотреть отдельные изолированные друг от друга отсеки для локализации электрической дуги при повреждениях.

**Ячейки с элегазовой изоляцией шин не применять.**

Предусмотреть в ячейках 10(20) кВ применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять).

**В рабочей документации (стадия Р) должны содержаться методика и расчеты защит присоединений РУ и трансформаторов тока (отражается ход расчетов, а не только итоговые цифры).**

**Карта селективности должна содержать уставки вводных и секционных автоматических выключателей низковольтных РУ. А также уставки наиболее загруженного отходящего фидера.**

**Трансформаторы:**

Проектом предусмотреть применение трансформаторов с воздушным охлаждением, повышенной пожаробезопасностью и нагревостойкостью. Трансформаторы с изоляцией с токсичными добавками, поддерживающими горение, а также трансформаторы с масляным охлаждением проектом не предусматривать.

Класс изоляции обмоток применяемого трансформатора определяется проектировщиком исходя из местных условий.

Количество и мощность трансформаторов определяется расчетами.

Примечание:

Мощность применяемых трансформаторов не должна превышать 4000 кВА.

Подключение Силового трансформатора предусмотреть через вводной автоматический выключатель и рубильник к рабочей секции шин распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Вводные и секционный выключатели предусмотреть стационарного исполнения.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя от первой и второй секции секционными рубильниками.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа с поворотной ручкой (типа Compact INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

**На ППД проектом предусмотреть следующие распределительные устройства до 1000 В переменного тока:**

– РУ-1 400/230В силовой щит для питания электромеханических и силовых нагрузок;

– РУ-2 400/230В щит аварийного питания.

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин до 1800 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 1800 А до 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	800 мм	800 мм	800 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	1000 мм	1000 мм	1000 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-2:

Параметр	Ячейка
Ширина	800 мм
Глубина	600 мм
Высота	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

Питание рабочих секций шин Силового щита предусматривается от трансформатора, присоединяемого к соответствующей секции КРУ-10(20) кВ.

Подключение ввода от трансформатора Силового предусмотреть через вводной автоматический выключатель и выключатель нагрузки (типа EasyPact или аналог) к рабочей секции шин соответствующего распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Питание РУ Аварийного питания предусмотреть от первой и второй секции РУ-1 Силовых нагрузок.

Для всех вышеуказанных распределительных устройств проектом предусмотреть по две рабочих секции.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя Силового щита от первой и второй секции секционными выключателями нагрузки (типа EasyPact или аналог).

Для РУ ТС проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА50-45Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для РУ Аварийного питания проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА04-35Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для отходящих линий предусмотреть установку автоматических выключателей ВА (серии Протон) или аналогичных по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

В комплекте поставки низковольтных РУ предусмотреть устройство для проверки блоков защиты автоматических выключателей производства того же завода, что и автоматический выключатель (одно устройство для каждого типа автоматических выключателей на одну подстанцию).

На щите Аварийного питания на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР.

Конструкцией предусмотреть следующее:

- возможность безопасного обслуживания ячейки секционного автоматического выключателя (при отключении секционных рубильников, в зоне обслуживания секционного автоматического выключателя не должно быть открытых токоведущих частей, находящихся под напряжением).



- оперирование всеми коммутационными аппаратами с лицевой стороны РУ, с тыльной стороны РУ подключение кабелей.

- подключение кабелей к ошиновке отходящих линий.

При проектировании РУ предусмотреть свободный доступ к блокам защиты автоматических выключателей.

**Проектом предусмотреть установку шкафов КРУ-10(20) кВ и РУ-0,4 кВ (РУ-1 и 2) только двустороннего обслуживания. Для ячеек РУ-1 и 2 с тыльной стороны для обслуживания предусмотреть двери (для каждой ячейки предпочтительно применение двух дверей, открывающихся в противоположные стороны).**

**Кабельная сеть, шинопроводы и электропроводки:**

На подстанции предусмотреть применение, шинопроводов, силовых и контрольных кабелей преимущественно отечественного производства всех напряжений с медными жилами.

На кабелях до и выше 1000 В предусмотреть установку соединительных и концевых муфт по рекомендациям завода-изготовителя вышеуказанных кабелей. Установка соединительных муфт в коллекторах подстанции не допускается.

В электрических сетях предусматривать силовые и контрольные кабели с медными жилами в оболочках, не распространяющие горение, с изоляцией, не содержащей галогенов синдексом «нг-HF». Шинопроводы применить только сертифицированные.

Электропроводки проектировать открыто по строительным конструкциям с креплением металлическими накладными скобами, на кабельных конструкциях и в стальных трубах в полах.

Ток нагрузки кабельных линий и шинопроводов для аварийного режима принимать равным 115 % по отношению к установленному нормативной документацией длительно допустимому току.

**Крепление светильников и пожарных датчиков на тросах не допускается.**

### Цветовые решения

Для исключения ошибочных действий со стороны персонала предусмотреть различную расцветку для оборудования подстанции. А также деление разных секций одного РУ. Разделительная полоса наносится как с фронта, так и с тыла РУ.

1. Ячейки 10(20) кВ – RAL 7035 (светло-серый).

2. РУ-1:

- РУ силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).

- Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).

- Трансформатор силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).
- 3. РУ-2:
  - РУ Аварийного питания – RAL6037 (зелёный).
  - Разделительная полоса между секциями – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).

### **Управление**

Для электроустановок и электрооборудования до 1000 В ППД предусматривается только местное управление.

Телеуправление и телесигнализация не предусматривается.

### **Блокировки электрооборудования подстанции**

#### **Блокировки КРУ-10(20) кВ:**

1. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, разъединителем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки механически блокируется перемещение выкатного элемента в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении.

#### **Блокировки РУ-0,4 кВ:**

1. Предусмотреть блокировку АВР секционного автоматического выключателя РУ-0,4 кВ при коротком замыкании.

При отключении вводного автоматического выключателя секции РУ-0,4 кВ, блокируется работа АВР и включение секционного автоматического выключателя.

### **Автоматика электрооборудования подстанции**

На щите Аварийного питания на секционном автоматическом выключателе предусмотреть схему АВР. При пропаже напряжения по одному из вводов предусматривается отключение вводного автоматического выключателя и включение секционного автоматического выключателя.

### **Учет электроэнергии (АИИСКУЭ)**

На подстанции оборудование АИИСКУЭ не предусматривать. Учет осуществлять в ячейках КРУ-10(20) кВ питающих линий.

## Освещение и розеточная сеть

В помещениях подстанции предусмотреть рабочее, аварийное резервное и аварийное эвакуационное освещение в соответствии с действующими санитарными нормами, ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены». **Светильники со встроенными аккумуляторами не применять.**

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения специально нанесенными на них знаками.

Розетки на подстанции предусмотреть с заземляющим контактом. Питание предусмотреть через дифференциальный автомат, УЗО не применять.

В помещении распределительных устройств и помещении трансформаторов предусмотреть установку Шкафа ремонтных работ (ШРР). В ШРР предусмотреть установку розетки с заземляющим контактом для однофазных потребителей 16А и установку розетки с заземляющим контактом для трёхфазных потребителей 32А. Для каждой розетки установить собственный автомат. УЗО и дифференциальные автоматы не применять.

## Мероприятия по обеспечению электробезопасности

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

На подстанции предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 10 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 10 шт.;
  - «Работать здесь» – 15 шт.;
  - «Заземлено» – 10 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
  - Указатель низкого напряжения (до 600В) – 3 шт.;

- Указатель высокого напряжения (для проверки переменного напряжения 10кВ или 20кВ) – 3 шт.
- 3. Предметы безопасности:
  - Перчатки диэлектрические – 4 пары;
  - Боты диэлектрические – 2 пары;
  - Галоши диэлектрические – 2 пары;
  - Штанга оперативная спасательная (ШОС-15 или ШОС-35) – 2 шт.;
  - Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стоять! Напряжение» – 10 шт.

### **Мероприятия по обеспечению энергоэффективности**

Для обеспечения энергосбережения в системе электроснабжения и теплоснабжения предусмотреть следующее:

- установку на стороне потребителей устройств компенсации реактивной мощности (при необходимости). Устройства компенсации реактивной мощности выбрать в соответствии с расчётом, с автоматическим регулированием. Технические характеристики оборудования компенсации реактивной мощности должны обеспечивать поддержание коэффициента реактивной мощности в соответствии с приказом Министерства энергетики РФ от 23.06.2015 №380.

- для обеспечения энергосбережения предусмотреть установку светодиодных осветительных приборов.

- в силовой сети предусмотреть автоматический режим работы технологических установок от датчиков, что сократит время работы установок, не снижая их эффективности.

### **Связь**

Проектом предусмотреть административно-хозяйственную (телефон), энергодиспетчерскую (селектор) согласно СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СниП32-02-2003 «Метрополитены». Предусмотреть дополнительно установку телефона и селектора в трансформаторном помещении или других помещениях, удаленных от комнаты дежурного.

### **Планировочные решения**

В планировочных решениях предусмотреть расположение электроустановок и электрооборудования на подстанциях так, чтобы обеспечить возможность его замены, модернизации и транспортировки с использованием стационарных приспособлений для механизации подъемно-транспортных операций.

Проектом предусмотреть технологические проёмы и подъёмники для перемещения оборудования на подстанции и за ее пределы.

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

Проектом предусмотреть наливные полы с антистатическим покрытием.

Для электротехнического персонала обеспечивающего оперативно-ремонтную работу на подстанции предусмотреть:

- комнату дежурной смены;
- раздевалку;
- средства защиты, лестницы, лестницы-тумбы и вышку (при наличии приборов освещения, находящихся на высоте более 1,5 метра от уровня пола);
- мебель, раздевальные шкафы, шкафы для документации.

На подстанции проектом предусмотреть кабельные коллекторы или подвалы высотой не менее 2,5 метра.

**Узкие кабельные каналы в полу для прокладки силовых кабелей не проектировать. При невозможности применения кабельного подвала или коллектора предусмотреть фальшпол.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

### **Заземление**

Устройство контура заземления подстанции предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Предусмотреть щит потенциального и токового заземлителей (с измерительными клеммами) на одном из вводов внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию и измерительные электроды на наземной подстанции или подстанции мелкого заложения. На подстанции предусмотреть два ввода внешнего контура заземляющего устройства. Вертикальные заземлители внешнего контура заземляющего устройства выполнить трубами диаметром не менее 18 мм, горизонтальные заземлители - стальной полосой сечением не менее 100x10 мм. Ввод внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию выполнить также стальной полосой сечением не менее 100x10 мм.

### **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации ППд с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия

опасных факторов пожара.

В помещениях подстанции предусмотреть установку системы пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт электродепо) и автоматической системой пожаротушения в кабельном коллекторе и подвале подстанции (при его наличии).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категории электротехнических помещений метрополитена предусмотреть в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СниП32-02-2003 «Метрополитены».

Защитную аппаратуру выбрать в соответствии с требованиями ПУЭ для защиты электрооборудования от перегрузки и токов короткого замыкания.

Предусмотреть на подстанции наличие Средств первичного пожаротушения в необходимых количествах.

В электротехнических помещениях предусмотреть электрооборудование, не содержащее масло (сухие трансформаторы).

Проходы между электрооборудованием в помещениях предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ по обеспечению нормируемых проходов в случае эвакуации персонала при аварии.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена № УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-HF», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF.

Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) предусмотреть с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Для исключения повреждения кабелей при дымоудалении в коллекторах станции и платформы предусмотреть прокладку всех кабелей в кабельных коллекторах с устройством в них несгораемых перегородок и выходов для персонала по торцам на расстоянии не более 25м от торца коридора (или перегородки).

Прокладку взаиморезервируемых кабелей устройств противопожарной защиты предусмотреть по разным тоннелям перегонов, в разных кабельных коллекторах в

подплатформенных участках станции.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

### **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемого уровня температуры в помещении подстанции (не более 28°C) предусмотреть систему вентиляции и кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем вентиляции и кондиционирования – основную и резервную (для помещений с трансформаторами и распределительными устройствами). Диапазон температур выбрать согласно СП 120.1330.2012.

Для вентиляции и охлаждения воздуха предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией встроенной в систему вентиляции КЦКП, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Выбор оборудования и определение его мощности подобрать согласно тепловому расчету каждого конкретного помещения.

Для трансформаторного помещения и помещения с распределительными устройствами предусмотреть общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию с двумя эксплуатационными режимами:

- режим кондиционирования;
- режим вентиляции.

Предусмотреть регулирование воздушных потоков приточных вентиляционных установок с охлаждением:

- через воздухоохладитель в режиме кондиционирования;
- в обход воздухоохладителя в режиме вентиляции.

Предусмотреть установку кнопок управления вентиляцией у двери главного входа на подстанцию.

При срабатывании пожарной сигнализации предусмотреть удаление дыма с подстанции.

Разработать принципиальную и монтажную схему отключения системы приточно-вытяжной вентиляции при включении системы кондиционирования. Предусмотреть включение системы кондиционирования при достижении на подстанции температуры 28°C в соответствии с СанПиНом.

В качестве притока предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией и компрессорно-конденсаторным агрегатом, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть

приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Предусмотреть очистку воздуха в приточных установках. В системах вентиляции охлаждения применять карманные фильтры не ниже класса G4.

Венткамеры с расположенными в них наружными блоками систем кондиционирования оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией со 100% резервированием или расположить оборудование на поверхности

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентоборудования на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

При проектировании обеспечить нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов»; СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2 и соблюдение санитарного законодательства в части нормативов по шуму на территории около подстанций наземного расположения согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации ППд с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Предусмотреть применение в помещении подстанции системы дверной сигнализации с применением автоматической системы контроля прохода (с применением БСК).

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. От 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**



## **Требования к этапам строительства**

Проектной документацией и проектом организации строительства предусмотреть одновременный ввод в эксплуатацию оборудования подстанции и слаботочных систем (пожарная сигнализация).

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления устройств защиты, сети «Ethernet» и оптических линий. А также для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением.

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующих РУ.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

## 6. Типовые требования к перегонной (тоннельной) понизительной подстанции

### Общие требования

Для электроснабжения приемников электроэнергии электродепо метрополитена следует принимать следующие напряжения:

а) В сетях переменного тока:

– 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – силовые электроприемники.

Предусмотреть проектом сети аварийного освещения переменного тока, которые получают питание от СГЭ. СГЭ малой мощности установить на подстанции в отдельном помещении с кондиционированием. Детальные требования к СГЭ описаны в «Типовых требованиях к СГЭ».

Предусмотреть на каждом оборудовании (ячейка КРУ и РУ, различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### Описание перегонной понизительной подстанции

#### Ячейки 10(20) кВ:

В ПП на вводах предусмотреть установку высоковольтных ячеек.

**Распределительные устройства на стороне 10(20) кВ не применять.**

Связь между ячейкой ввода и трансформатором предусмотреть шинами. Распределительное устройство 10(20) кВ не предусматривать.

Габаритные размеры шкафов КРУ:

Параметр	КРУ-10 кВ	КРУ-20 кВ
Ширина	800мм	1000мм
Глубина	не более 1600 мм	не более 1700 мм
Высота	не более 2600 мм	не более 2600 мм

Примечание:

Электроснабжение ПП проектируется от двух независимых источников энергосистемы, от разных секций одной или разных ТПП или Т линии.

На каждом вводе проектом предусмотреть по одному силовому трансформатору.

В составе ячейки 10(20) кВ с разъединителем конструкцией предусмотреть:

1. расположение разъединителя на выкатном элементе;
2. заземляющий разъединитель кабеля 10(20) кВ;
3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ.

Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. механическую оперативную блокировку безопасности на вкладывание выкатного элемента при включенном заземляющем разъединителе кабеля.

В конструкции ячеек 10(20) кВ предусмотреть отдельные изолированные друг от друга отсеки для локализации электрической дуги при повреждениях.

**Ячейки с элегазовой изоляцией шин не применять.**

Предусмотреть в ячейках 10(20) кВ применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять).

**В рабочей документации (стадия Р) должны содержаться методика и расчеты защит трансформаторов и присоединений РУ (отражается ход расчетов, а не только итоговые цифры).**

**Карта селективности должна содержать уставки вводных и секционных автоматических выключателей низковольтных РУ. А также уставки наиболее загруженного отходящего фидера.**

Примечание:

Защиту трансформаторов предусмотреть на питающей ТПП или Т.

### **Трансформаторы:**

Проектом предусмотреть применение трансформаторов с воздушным охлаждением, повышенной пожаробезопасностью и нагревостойкостью. Трансформаторы с изоляцией с токсичными добавками, поддерживающими горение, а также трансформаторы с масляным охлаждением проектом не предусматривать.

Класс изоляции обмоток применяемого трансформатора определяется

проектировщиком исходя из местных условий.

Количество и мощность трансформаторов определяется расчетами.

Примечание:

Мощность применяемых трансформаторов не должна превышать 4000 кВА.

Подключение Силового трансформатора предусмотреть через вводной автоматический выключатель и рубильник к рабочей секции шин распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Вводные и секционный выключатели предусмотреть стационарного исполнения.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя от первой и второй секции секционными рубильниками.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа с поворотной ручкой (типа Compact INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

**В ПП проекте предусмотреть следующие распределительные устройства до 1000 В переменного тока:**

– РУ-1 400/230В силовой щит для питания силовых нагрузок притоннельных устройств.

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин до 1800 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 1800 А до 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	800 мм	800 мм	800 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	1000 мм	1000 мм	1000 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

Подключение ввода от трансформатора Силового предусмотреть через вводной автоматический выключатель и выключатель нагрузки (типа EasyPact или аналог) к рабочей секции шин соответствующего распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Вводные и секционные выключатели предусмотреть стационарного исполнения.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя от первой и второй секции секционными выключателями нагрузки (типа EasyPact или аналог).

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа (типа Comract INS/INV и EasyPact или аналог).

Для вышеуказанного распределительного устройства проектом предусмотреть две рабочих секции.

Для РУ ТС проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА50-45Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для отходящих линий предусмотреть установку автоматических выключателей ВА (серии Протон) или аналогичных по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

В комплекте поставки низковольтных РУ предусмотреть устройство для проверки блоков защиты автоматических выключателей производства того же завода, что и автоматический выключатель (одно устройство для каждого типа автоматических выключателей на одну подстанцию).

Конструкцией предусмотреть следующее:

- возможность безопасного обслуживания ячейки секционного автоматического выключателя (при отключении секционных рубильников, в зоне обслуживания секционного автоматического выключателя не должно быть открытых токоведущих частей, находящихся под напряжением).

- оперирование всеми коммутационными аппаратами с лицевой стороны РУ, с тыльной стороны РУ подключение кабелей.

- подключение кабелей к ошиновке отходящих линий.

При проектировании РУ предусмотреть свободный доступ к блокам защиты автоматических выключателей.

**Проектом предусмотреть установку шкафов КРУ-10(20) кВ и РУ-0,4 кВ только двустороннего обслуживания. Для ячеек РУ-0,4 кВ с тыльной стороны для обслуживания предусмотреть двери (для каждой ячейки предпочтительно применение двух дверей, открывающихся в противоположные стороны).**

**Кабельная сеть, шинопроводы и электропроводки:**

На подстанции предусмотреть применение, шинопроводов, силовых и контрольных кабелей преимущественно отечественного производства всех напряжений с медными жилами.

На кабелях до и выше 1000 В предусмотреть установку соединительных и концевых муфт по рекомендациям завода-изготовителя вышеуказанных кабелей. Установка соединительных муфт в коллекторах подстанции не допускается.

В электрических сетях предусматривать силовые и контрольные кабели с медными жилами в оболочках, не распространяющие горение, с изоляцией, не содержащей галогенов синдексом «нг-HF». Шинопроводы применить только сертифицированные.

Электропроводки проектировать открыто по строительным конструкциям с креплением металлическими накладными скобами, на кабельных конструкциях и в стальных трубах в полах.

Ток нагрузки кабельных линий и шинопроводов для аварийного режима принимать равным 115 % по отношению к установленному нормативной документацией длительно допустимому току.

**Крепление светильников и пожарных датчиков на тросах не допускается.**

### **Цветовые решения**

1. Ячейки 10(20) кВ – RAL 7035 (светло-серый).
2. РУ-1:
  - РУ силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-желтый).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).

### **Автоматика и управление подстанцией**

Для электроустановок и электрооборудования до 1000 В ПП предусматривается только местное управление.

Телеуправление и телесигнализация не предусматривается.

## Блокировки электрооборудования подстанции

### **Блокировки ячейки КРУ-10(20) кВ:**

1. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, разъединителем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки механически блокируется перемещение выкатного элемента в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении.

### **Учет электроэнергии (АИИСКУЭ)**

На подстанции оборудование АИИСКУЭ не предусматривать. Учет осуществлять в ячейках КРУ-10(20) кВ питающих линий.

### **Освещение и розеточная сеть**

В помещениях подстанции предусмотреть рабочее, аварийное резервное и аварийное эвакуационное освещение в соответствии с действующими санитарными нормами, ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены». **Светильники со встроенными аккумуляторами не применять.**

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения специально нанесенными на них знаками.

Розетки на подстанции предусмотреть с заземляющим контактом. Питание предусмотреть через дифференциальный автомат, УЗО не применять.

В помещении распределительных устройств и помещении трансформаторов предусмотреть установку Шкафа ремонтных работ (ШРР). В ШРР предусмотреть установку розетки с заземляющим контактом для однофазных потребителей 16 А и установку розетки с заземляющим контактом для трёхфазных потребителей 32 А. Для каждой розетки установить собственный автомат. УЗО и дифференциальные автоматы не применять.

### **Мероприятия по обеспечению электробезопасности**

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание

потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

На подстанции предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 10 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 10 шт.;
  - «Работать здесь» – 15 шт.;
  - «Заземлено» – 10 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.

2. Указатели напряжения:

- Указатель низкого напряжения (до 600В) – 3 шт.;
- Указатель высокого напряжения

(для проверки переменного напряжения 10кВ или 20кВ) – 3 шт.

3. Предметы безопасности:

- Перчатки диэлектрические – 4 пары;
- Боты диэлектрические – 2 пары;
- Галоши диэлектрические – 2 пары;
- Штанга оперативная спасательная (ШОС-15 или ШОС-35) – 2 шт.;
- Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стой!

Напряжение» – 10 шт.;

- Переносное заземление трёхфазное на напряжение 10кВ или 20кВ – 3 шт.;

- Переносное заземление трёхфазное на напряжение до 1000 В – 3 шт.

### **Мероприятия по обеспечению энергоэффективности**

Для обеспечения энергосбережения в системе электроснабжения и теплоснабжения предусмотреть следующее:

- установку на стороне потребителей устройств компенсации реактивной мощности (при необходимости). Устройства компенсации реактивной мощности выбрать в соответствии с расчётом, с автоматическим регулированием. Технические характеристики оборудования компенсации реактивной мощности должны обеспечивать поддержание коэффициента реактивной мощности в соответствии с приказом Министерства энергетики РФ от 23.06.2015 №380.

- для обеспечения энергосбережения предусмотреть установку светодиодных осветительных приборов.

- в силовой сети предусмотреть автоматический режим работы



технологических установок от датчиков, что сократит время работы установок, не снижая их эффективности.

### **Связь**

Проектом предусмотреть административно-хозяйственную (телефон), энергодиспетчерскую (селектор) согласно СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены». Предусмотреть дополнительно установку телефона и селектора в трансформаторном помещении или других помещениях, удаленных от комнаты дежурного.

### **Планировочные решения**

В планировочных решениях предусмотреть расположение электроустановок и электрооборудования на подстанциях так, чтобы обеспечить возможность его замены, модернизации и транспортировки с использованием стационарных приспособлений для механизации подъемно-транспортных операций.

Проектом предусмотреть технологические проёмы и подъёмники для перемещения оборудования на подстанции и за ее пределы.

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

Проектом предусмотреть наливные полы с антистатическим покрытием.

Для электротехнического персонала обеспечивающего оперативно-ремонтную работу на подстанции предусмотреть:

- комнату дежурной смены;
- кладовую;
- набор монтерского и слесарного инструмента;
- средства защиты, лестницы, лестницы-тумбы и вышку (при наличии приборов освещения, находящихся на высоте более 1,5 метра от уровня пола);
- мебель, раздевальные шкафы, шкафы для документации.

Примечание:

По требованиям пожарной безопасности раздевальные шкафы и шкафы для документации на подземных подстанциях должны быть металлическими.

На подстанции проектом предусмотреть кабельные коллекторы или подвалы высотой не менее 2,5 метра.

**Узкие кабельные каналы в полу для прокладки силовых кабелей не проектировать. При невозможности применения кабельного подвала или коллектора предусмотреть фальшпол.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

### **Заземление**

Устройство контура заземления подстанции предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

### **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации ПП с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещениях подстанции предусмотреть установку системы пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт охраны здания) и автоматической системой пожаротушения в кабельном коллекторе и подвале подстанции (при его наличии).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категории электротехнических помещений метрополитена предусмотреть в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Защитную аппаратуру выбрать в соответствии с требованиями ПУЭ для защиты электрооборудования от перегрузки и токов короткого замыкания.

Предусмотреть на подстанции наличие Средств первичного пожаротушения в необходимых количествах.

В электротехнических помещениях предусмотреть электрооборудование, не содержащее масло (сухие трансформаторы, вакуумные высоковольтные выключатели).

Проходы между электрооборудованием в помещениях предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ по обеспечению нормируемых проходов в случае эвакуации персонала при аварии.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена № УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ

31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-НФ», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF.

Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) предусмотреть с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

### **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемого уровня температуры в помещении подстанции (не более 28°C) предусмотреть систему вентиляции и кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем вентиляции и кондиционирования – основную и резервную (для помещений с трансформаторами и распределительными устройствами). Диапазон температур выбрать согласно СП 120.1330.2012.

Для вентиляции и охлаждения воздуха предусмотреть приточные установки с охладительной секцией встроенной в систему вентиляции КЦКП, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Выбор оборудования и определение его мощности подобрать согласно тепловому расчету каждого конкретного помещения.

Для трансформаторного помещения и помещения с распределительными устройствами предусмотреть общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию с двумя эксплуатационными режимами:

- режим кондиционирования;
- режим вентиляции.

Предусмотреть регулирование воздушных потоков приточных вентиляционных установок с охлаждением:

- через воздухоохладитель в режиме кондиционирования;
- в обход воздухоохладителя в режиме вентиляции.

Предусмотреть установку кнопок управления вентиляцией у двери главного входа на подстанцию.

При срабатывании пожарной сигнализации предусмотреть удаление дыма с подстанции.

Разработать принципиальную и монтажную схему отключения системы приточно-вытяжной вентиляции при включении системы кондиционирования. Предусмотреть включение системы кондиционирования при достижении на подстанции температуры 28°C в соответствии с СанПиНом.

В качестве притока предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией и компрессорно-конденсаторным агрегатом, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Предусмотреть очистку воздуха в приточных установках. В системах вентиляции охлаждения применять карманные фильтры не ниже класса G4.

Венткамеры с расположенными в них наружными блоками систем кондиционирования оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией со 100% резервированием или расположить оборудование на поверхности

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентоборудования на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

При проектировании обеспечить нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов»; СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2 и соблюдение санитарного законодательства в части нормативов по шуму на территории около подстанций наземного расположения согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации ПП с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Предусмотреть применение в помещении подстанции системы охранной

сигнализации с применением датчиков движения (при необходимости) и выводом сигнала на энергодиспетчерский пункт (через ближайшую подстанцию, оборудованную АСДУЭ) и автоматической системой контроля прохода (с применением БСК). Контроль открытия дверей необходимо предусмотреть на всех дверях, воротах и калитках, через которые возможно проникнуть на территорию подстанции.

Ворота и двери, через которые осуществляется доступ в тоннель, предусмотреть открывающимися внутрь. Запорные устройства (щеколды, засовы и т.д.) предусмотреть со стороны подстанции.

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. От 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**

### **Требования к этапам строительства**

Проектной документацией и проектом организации строительства предусмотреть одновременный ввод в эксплуатацию оборудования подстанции и слаботочных систем (автоматика и пожарная сигнализация).

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением.

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующих РУ.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

## 7. Типовые требования к бетонной комплектно-трансформаторной подстанции

### Общие требования

Для электроснабжения приемников электроэнергии линии метрополитена следует принимать следующие напряжения:

а) В сетях переменного тока:

– 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора — силовые электроприемники.

БКТП предусматриваются для питания различных потребителей электродепо.

Предусмотреть на каждом оборудовании (РУ, различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### Описание БКТП

#### Ячейки 10(20) кВ:

В БКТП на вводах предусмотреть установку высоковольтных ячеек.

**Распределительные устройства на стороне 10(20) кВ не применять.**

Связь между ячейкой ввода и трансформатором предусмотреть шинами. Распределительное устройство 10(20) кВ не предусматривать.

## Габаритные размеры шкафов КРУ:

Параметр	КРУ-10 кВ	КРУ-20 кВ
Ширина	800 мм	1000 мм
Глубина	не более 1600 мм	не более 1700 мм
Высота	не более 2600 мм	не более 2600 мм

## Примечание:

Электроснабжение БКТП проектируется от двух независимых источников энергосистемы, от разных секций одной ТППд.

На каждом вводе проектом предусмотреть по одному силовому трансформатору.

В составе ячейки 10(20) кВ с разъединителем конструкцией предусмотреть:

1. расположение разъединителя на выкатном элементе;
2. заземляющий разъединитель кабеля 10(20) кВ;
3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ.

Устройство сигнализации наличия напряжения предусмотреть на дверях кабельного отсека с фронтальной (типа ИН-3-10Р-00, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и с тыльной стороны (типа ИН-3-10-021, либо аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. механическую оперативную блокировку безопасности на вкатывание выкатного элемента при включенном заземляющем разъединителе кабеля.

В конструкции ячеек 10(20) кВ предусмотреть отдельные изолированные друг от друга отсеки для локализации электрической дуги при повреждениях.

**Ячейки с элегазовой изоляцией шин не применять.**

Предусмотреть в ячейках 10(20) кВ применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять).

Для низковольтного РУ проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА50-45Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для отходящих линий предусмотреть установку автоматических выключателей ВА (серии Протон) или аналогичных по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

В комплекте поставки низковольтных РУ предусмотреть устройство для проверки блоков защиты автоматических выключателей производства того же завода, что и автоматический выключатель (одно устройство для каждого типа автоматических выключателей на одну подстанцию).

**В рабочей документации (стадия Р) должны содержаться методика и расчеты защит трансформаторов и присоединений РУ (отражается ход расчетов, а не только итоговые цифры).**

**Карта селективности должна содержать уставки вводных и секционных**

**автоматических выключателей низковольтных РУ. А также уставки наиболее загруженного отходящего фидера.**

Примечание:

Защиту трансформаторов предусмотреть на питающей ТППД.

**Трансформаторы:**

Проектом предусмотреть применение трансформаторов с воздушным охлаждением, повышенной пожаробезопасностью и нагревостойкостью. Трансформаторы с изоляцией с токсичными добавками, поддерживающими горение, а также трансформаторы с масляным охлаждением проектом не предусматривать.

Класс изоляции обмоток применяемого трансформатора определяется проектировщиком исходя из местных условий.

Мощность трансформаторов определяется расчетами.

Примечание:

Мощность применяемых трансформаторов не должна превышать 4000 кВА.

Подключение Силового трансформатора предусмотреть через вводной автоматический выключатель и рубильник к рабочей секции шин распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Вводные и секционный выключатели предусмотреть стационарного исполнения.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя от первой и второй секции секционными рубильниками.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа с поворотной ручкой (типа Comract INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

**В БКТП проектом предусмотреть распределительное устройство до 1000 В переменного тока:**

- РУ-1 400/230В силовой щит для питания силовых нагрузок электродепо.

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин до 1800 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм



Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 1800 А до 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	800 мм	800 мм	800 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	1000 мм	1000 мм	1000 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Для вышеуказанного распределительного устройства проектом предусмотреть две рабочих секции.

Питание рабочих секций шин вышеуказанного РУ предусматривается от трансформатора, присоединяемого к соответствующей ячейке 10(20) кВ.

Конструкцией предусмотреть возможность безопасного обслуживания ячейки секционного автоматического выключателя (при отключении секционных рубильников в зоне обслуживания секционного автоматического выключателя не должно быть открытых токоведущих частей, находящихся под напряжением).

**Проектом предусмотреть установку ячеек 10(20) кВ, РУ-0,4 кВ (РУ-1) только двустороннего обслуживания. Для ячеек РУ-1 с тыльной стороны для обслуживания предусмотреть двери (для каждой ячейки предпочтительно применение двух дверей, открывающихся в противоположные стороны).**

При проектировании РУ предусмотреть свободный доступ к блокам защиты автоматических выключателей.

#### **Кабельная сеть, шинопроводы и электропроводки:**

В БКТП предусмотреть применение, шинопроводов, силовых и контрольных кабелей преимущественно отечественного производства всех напряжений с медными жилами.

На кабелях до и выше 1000 В предусмотреть установку соединительных и концевых муфт по рекомендациям завода-изготовителя вышеуказанных кабелей. Установка соединительных муфт в коллекторах подстанции не допускается.

В электрических сетях предусматривать силовые и контрольные кабели с медными жилами в оболочках, не распространяющие горение, с изоляцией, не содержащей галогенов синдексом «нг-НF». Шинопроводы применить только сертифицированные.

Электропроводки проектировать открыто по строительным конструкциям с креплением металлическими накладными скобами, на кабельных конструкциях и в стальных трубах в полах.

Ток нагрузки кабельных линий и шинопроводов для аварийного режима принимать равным 115 % по отношению к установленному нормативной документацией длительно допустимому току.

**Крепление светильников и пожарных датчиков на тросах не допускается.**

### **Цветовые решения**

1. Ячейки 10(20) кВ – RAL 7035 (светло-серый).
2. РУ-1:
  - РУ силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).

### **Автоматика и управление**

Для электроустановок и электрооборудования до 1000 В БКТП предусматривается только местное управление.

Телеуправление и телесигнализация не предусматривается.

### **Блокировки электрооборудования подстанции**

#### **Блокировки ячейки КРУ-10(20) кВ:**

1. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, разъединителем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки механически блокируется перемещение выкатного элемента в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении.

### **Учет электроэнергии (АИИСКУЭ)**

На подстанции оборудование АИИСКУЭ не предусматривать. Учет осуществлять в ячейках КРУ-10(20) кВ питающих линий.

## Освещение и розеточная сеть

В помещениях подстанции предусмотреть рабочее и аварийное эвакуационное освещение в соответствии с действующими санитарными нормами, ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены». **Светильники со встроенными аккумуляторами не применять.**

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения специально нанесенными на них знаками.

Розетки на подстанции предусмотреть с заземляющим контактом. Питание предусмотреть через дифференциальный автомат, УЗО не применять.

В помещении распределительных устройств и помещении трансформаторов предусмотреть установку Шкафа ремонтных работ (ШРР). В ШРР предусмотреть установку розетки с заземляющим контактом для однофазных потребителей 16 А и установку розетки с заземляющим контактом для трёхфазных потребителей 32 А. Для каждой розетки установить собственный автомат. УЗО и дифференциальные автоматы не применять.

## Мероприятия по обеспечению электробезопасности

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

На подстанции предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 10 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 10 шт.;
  - «Работать здесь» – 15 шт.;
  - «Заземлено» – 10 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
  - Указатель низкого напряжения (до 600В) – 3 шт.;
  - Указатель высокого напряжения  
(для проверки переменного напряжения 10кВ или 20кВ) – 3 шт.

3. Предметы безопасности:
- Перчатки диэлектрические – 4 пары;
  - Боты диэлектрические – 2 пары;
  - Галоши диэлектрические – 2 пары;
  - Штанга оперативная спасательная (ШОС-15 или ШОС-35) – 2 шт.;
  - Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение 10кВ или 20кВ – 3 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение до 1000 В – 3 шт.

### **Мероприятия по обеспечению энергоэффективности**

Для обеспечения энергосбережения в системе электроснабжения и теплоснабжения предусмотреть следующее:

- установку на стороне потребителей устройств компенсации реактивной мощности (при необходимости). Устройства компенсации реактивной мощности выбрать в соответствии с расчётом, с автоматическим регулированием. Технические характеристики оборудования компенсации реактивной мощности должны обеспечивать поддержание коэффициента реактивной мощности в соответствии с приказом Министерства энергетики РФ от 23.06.2015 №380.

- для обеспечения энергосбережения предусмотреть установку светодиодных ламп.

- в силовой сети предусмотреть автоматический режим работы технологических установок от датчиков, что сократит время работы установок, не снижая их эффективности.

### **Планировочные решения**

В планировочных решениях предусмотреть расположение электроустановок и электрооборудования на подстанциях так, чтобы обеспечить возможность его замены, модернизации и транспортировки с использованием стационарных приспособлений для механизации подъемно-транспортных операций.

Проектом предусмотреть технологические проёмы для перемещения оборудования в БКТП и за ее пределы.

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

На подстанции проектом предусмотреть кабельные коллектора или подвалы.

Размещение низковольтного оборудования предусмотреть в отдельном помещении от высоковольтного. Предусмотреть перегородки между отсеком низковольтного РУ и другими отсеками толщиной не менее 60 мм.

Для доступа к трансформаторам с возможностью их демонтажа (монтажа) и обслуживания предусмотреть наличие отдельных входных ворот. Для обеспечения естественной вентиляции предусмотреть вентиляционные отверстия (решётки) на входных воротах. Предусмотреть оборудование решёток фильтрами для исключения попадания в трансформаторное помещение листьев и тополиного пуха.

В отсеках бетонной оболочки низковольтного и высоковольтного оборудования предусмотреть специально оборудованное место для хранения средств индивидуальной защиты и средств безопасности.

Блочно-модульное здание БКТП предусмотреть высокой заводской готовности, которое собирается из отдельных транспортабельных блоков (кабельный полуподвал, основной блок), монтируемых в здание на месте монтажа.

Оболочку модуля предусмотреть из бетона (класс В30 в соответствии с ГОСТ 7473-94) с двойным армированием сварной сетки. Марка бетона конструкций по морозостойкости – не ниже F-100 по ГОСТ 26633-2011. Для армирования монолитных конструкций используется горячекатаная арматура периодического профиля класса А-500С ГОСТ 52544-2006.

Для удобства монтажа и замены оборудования предусмотреть съёмную крышу.

Кабельные полуподвалы предусмотреть в виде монолитной железобетонной конструкции.

Дополнительно предусмотреть покрытие кабельного полуподвала с наружной стороны слоем битумной мастики.

Предусмотреть установку в блоки оборудования в соответствии со схемой электрических соединений. В пределах каждого блока предусмотреть монтаж оборудования (ячеек 10(20) кВ, низковольтного РУ, вспомогательных щитов, кабельных перемычек, кабельных лотков и т.д.), а также монтаж сети освещения, отопления, вентиляции и устройство внутреннего контура выравнивания потенциалов.

Все необходимые закладные изделия, отверстия для протяжки высоковольтных кабелей и контрольных кабелей.

В помещении низковольтного РУ предусмотреть возможность установки оборудования связи для организации передачи сигналов системы пожароохранной сигнализации на дежурный пункт электродепо.

**Узкие кабельные каналы в полу для прокладки силовых кабелей не проектировать. При невозможности применения кабельного подвала или коллектора предусмотреть фальшпол.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

## **Заземление**

Устройство контура заземления подстанции предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Предусмотреть щит потенциального и токового заземлителей (с измерительными клеммами) на одном из вводов внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию и измерительные электроды на наземной подстанции или подстанции мелкого заложения. На подстанции предусмотреть два ввода внешнего контура заземляющего устройства. Вертикальные заземлители внешнего контура заземляющего устройства выполнить трубами диаметром не менее 18 мм, горизонтальные заземлители - стальной полосой сечением не менее 100x10 мм. Ввод внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию выполнить также стальной полосой сечением не менее 100x10 мм.

## **Защита сооружений и устройств метрополитена от коррозии блуждающими токами**

Разработать мероприятия по пассивной защите сооружений и устройств метрополитена на данном участке от коррозии, вызываемой блуждающими токами.

## **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации БКТП с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещениях подстанции предусмотреть установку системы пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт электродепо) и автоматической системой пожаротушения в кабельном коллекторе и подвале (при его наличии).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категории электротехнических помещений метрополитена предусмотреть в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Защитную аппаратуру выбрать в соответствии с требованиями ПУЭ для защиты

электрооборудования от перегрузки и токов короткого замыкания.

Предусмотреть на подстанции наличие Средств первичного пожаротушения в необходимых количествах.

В электротехнических помещениях предусмотреть электрооборудование, не содержащее масло (сухие трансформаторы).

Проходы между электрооборудованием в помещениях предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ по обеспечению нормируемых проходов в случае эвакуации персонала при аварии.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена №УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-НФ», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF.

Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) предусмотреть с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

### **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемой вентиляции для работы оборудования в помещении БКТП предусмотреть систему вентиляции.

Для трансформаторного помещения и помещения с распределительными устройствами предусмотреть общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

В качестве притока и вытяжки предусмотреть центробежные вентиляторы. Предусмотреть очистку воздуха в приточных установках. В системах вентиляции применять карманные фильтры не ниже класса G4.

При проектировании предусмотреть отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу.

Предусмотреть установку всего вентоборудования на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия

на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

Должны обеспечиваться нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов»; СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2 и соблюдение санитарного законодательства в части нормативов по шуму на территории около подстанций наземного расположения согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации БКТП с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. От 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**

### **Требования к этапам строительства**

Проектной документацией и проектом организации строительства предусмотреть одновременный ввод в эксплуатацию оборудования подстанции и слаботочных систем (пожарная сигнализация).

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением.

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующего оборудования.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.



## 8. Типовые требования к понизительной подстанции объединенного здания эксплуатационного персонала

### Общие требования

Для электроснабжения приемников электроэнергии электродепо метрополитена следует принимать следующие напряжения:

б) В сетях переменного тока:

– 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – силовые электроприемники.

Предусмотреть на каждом оборудовании (ячейка КРУ и РУ, различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Предусмотреть проектом сети аварийного освещения переменного тока, которые получают питание от СГЭ. Детальные требования к СГЭ описаны в «Типовых требованиях к СГЭ».

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### Описание понизительной подстанции ОЗЭП

#### Ячейки 10(20) кВ:

В ПП ОЗЭП на вводах предусмотреть установку высоковольтных ячеек.

**Распределительные устройства на стороне 10(20) кВ не применять.**

Связь между ячейкой ввода и трансформатором предусмотреть шинами. Распределительное устройство 10(20) кВ не предусматривать.

### Габаритные размеры шкафов КРУ:

Параметр	КРУ-10 кВ	КРУ-20 кВ
Ширина	800 мм	1000 мм
Глубина	не более 1600 мм	не более 1700 мм
Высота	не более 2600 мм	не более 2600 мм

#### Примечание:

Электроснабжение ПП ОЗЭП проектируется от двух независимых источников энергосистемы, от разных секций одной или разных ТПП линии.

На каждом вводе проектом предусмотреть по одному силовому трансформатору.

В составе ячейки 10(20) кВ с разъединителем конструкцией предусмотреть:

1. расположение разъединителя на выкатном элементе;
2. заземляющий разъединитель кабеля 10(20) кВ;
3. устройство сигнализации наличия напряжения на кабеле 10(20) кВ типа ИН 3-10-02 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));

4. механическую оперативную блокировку безопасности на вкладывание выкатного элемента при включенном заземляющем разъединителе кабеля.

В конструкции ячеек 10(20) кВ предусмотреть отдельные изолированные друг от друга отсеки для локализации электрической дуги при повреждениях.

#### **Ячейки с элегазовой изоляцией шин не применять.**

Предусмотреть в ячейках 10(20) кВ применение полимерной изоляции (фарфоровые изоляторы не применять).

**В рабочей документации (стадия Р) должны содержаться методика и расчеты защит трансформаторов и присоединений РУ (отражается ход расчетов, а не только итоговые цифры).**

**Карта селективности должна содержать уставки вводных и секционных автоматических выключателей низковольтных РУ. А также уставки наиболее загруженного отходящего фидера.**

#### Примечание:

Защиту трансформаторов предусмотреть на питающей ТПП или Т.

### **Трансформаторы:**

Проектом предусмотреть применение трансформаторов с воздушным охлаждением, повышенной пожаробезопасностью и нагревостойкостью. Трансформаторы с изоляцией с токсичными добавками, поддерживающими горение, а также трансформаторы с масляным охлаждением проектом не предусматривать.

Класс изоляции обмоток применяемого трансформатора определяется проектировщиком исходя из местных условий.

Количество и мощность трансформаторов определяется расчетами.

Примечание:

Мощность применяемых трансформаторов не должна превышать 4000 кВА.

Подключение Силового трансформатора предусмотреть через вводной автоматический выключатель и рубильник к рабочей секции шин распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Вводные и секционный выключатели предусмотреть стационарного исполнения.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя от первой и второй секции секционными рубильниками.

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа с поворотной ручкой (типа Compact INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

**На ПП ОЗЭП проектом предусмотреть следующие распределительные устройства до 1000 В переменного тока:**

– РУ-1 400/230В силовой щит для питания силовых нагрузок и различных потребителей ОЗЭП.

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин до 1800 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	600 мм	600 мм	600 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 1800 А до 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	800 мм	800 мм	800 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

Габаритные размеры ячеек РУ-1 при токах сборных шин от 3000 А:

Параметр	Вводная ячейка	Секционная ячейка	Ячейка отходящих линий
Ширина	800 мм	1000 мм	800 мм
Глубина	1000 мм	1000 мм	1000 мм
Высота	2200 мм	2200 мм	2200 мм

**Габариты указаны с учетом, что все шины и аппараты закрыты от прикосновения кожухом ячеек. Главные шины сверху также закрыты.**

Подключение ввода от трансформатора Силового предусмотреть через вводной автоматический выключатель и выключатель нагрузки (типа EasyPact или аналог) к рабочей секции шин соответствующего распределительного устройства до 1000 В переменного тока.

Вводные и секционные выключатели предусмотреть стационарного исполнения.

Предусмотреть отделение секционного автоматического выключателя от первой и второй секции секционными выключателями нагрузки (типа EasyPact или аналог).

Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа (типа Compact INS/INV и EasyPact или аналог).

Для вышеуказанного распределительного устройства проектом предусмотреть две рабочих секции.

Для РУ ТС проектом предусмотреть установку вводных и секционных автоматических выключателей ВА50-45Про (серии Протон) или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры. Для отходящих линий предусмотреть установку автоматических выключателей ВА (серии Протон) или аналогичных по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

В комплекте поставки низковольтных РУ предусмотреть устройство для проверки блоков защиты автоматических выключателей производства того же завода, что и автоматический выключатель (одно устройство для каждого типа автоматических выключателей на одну подстанцию).

Конструкцией предусмотреть следующее:

- возможность безопасного обслуживания ячейки секционного автоматического выключателя (при отключении секционных рубильников, в зоне обслуживания секционного автоматического выключателя не должно быть открытых токоведущих частей, находящихся под напряжением).
- оперирование всеми коммутационными аппаратами с лицевой стороны РУ, с тыльной стороны РУ подключение кабелей.
- подключение кабелей к ошиновке отходящих линий.

При проектировании РУ предусмотреть свободный доступ к блокам защиты автоматических выключателей.

**Проектом предусмотреть установку шкафов КРУ-10(20) кВ и РУ-0,4 кВ только двустороннего обслуживания. Для ячеек РУ-0,4 кВ с тыльной стороны для обслуживания предусмотреть двери (для каждой ячейки предпочтительно применение двух дверей, открывающихся в противоположные стороны).**

### **Кабельная сеть, шинопроводы и электропроводки:**

На подстанции предусмотреть применение, шинопроводов, силовых и контрольных кабелей преимущественно отечественного производства всех напряжений с медными жилами.

На кабелях до и выше 1000 В предусмотреть установку соединительных и концевых муфт по рекомендациям завода-изготовителя вышеуказанных кабелей. Установка соединительных муфт в коллекторах подстанции не допускается.

В электрических сетях предусматривать силовые и контрольные кабели с медными жилами в оболочках, не распространяющие горение, с изоляцией, не содержащей галогенов синдексом «нг-HF». Шинопроводы применить только сертифицированные.

Электропроводки проектировать открыто по строительным конструкциям с креплением металлическими накладными скобами, на кабельных конструкциях и в стальных трубах в полах.

Ток нагрузки кабельных линий и шинопроводов для аварийного режима принимать равным 115 % по отношению к установленному нормативной документацией длительно допустимому току.

**Крепление светильников и пожарных датчиков на тросах не допускается.**

### **Цветовые решения**

1. Ячейки 10(20) кВ– RAL 7035 (светло-серый).
2. РУ-1:
  - РУ силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).
  - Разделительная полоса, отделяющая секционную ячейку от первой и второй секции – RAL3026 (Флуоресцентный (Fluorescent) Люминесцентный ярко-красный).
  - Трансформатор силовых нагрузок – RAL1037 (солнечно-жёлтый).

### **Автоматика и управление подстанцией**

Для электроустановок и электрооборудования до 1000 В ПП ОЗЭП предусматривается только местное управление.

Телеуправление и телесигнализация не предусматривается.

### **Блокировки электрооборудования подстанции**

#### **Блокировки ячейки КРУ-10(20) кВ:**

1. Предусмотреть блокировку между заземляющим разъединителем ячейки, разъединителем и выкатным элементом.

При включенном заземляющем разъединителе ячейки механически блокируется перемещение выкатного элемента в рабочее положение. Управление заземляющим разъединителем ячейки разрешено только при нахождении выкатного элемента в контрольном положении.

### **Учет электроэнергии (АИИСКУЭ)**

На подстанции оборудование АИИСКУЭ не предусматривать. Учет осуществлять в ячейках КРУ-10(20) кВ питающих линий.

### **Освещение и розеточная сеть**

В помещениях подстанции предусмотреть рабочее, аварийное резервное и аварийное эвакуационное освещение в соответствии с действующими санитарными нормами, ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП 32-02-2003. Метрополитены». **Светильники со встроенными аккумуляторами не применять.**

Сети аварийного резервного и эвакуационного освещения ОЗЭП предусмотреть от СГЭ.

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения специально нанесенными на них знаками.

Розетки на подстанции предусмотреть с заземляющим контактом. Питание предусмотреть через дифференциальный автомат, УЗО не применять.

В помещении распределительных устройств и помещении трансформаторов предусмотреть установку Шкафа ремонтных работ (ШРР). В ШРР предусмотреть установку розетки с заземляющим контактом для однофазных потребителей 16 А и установку розетки с заземляющим контактом для трёхфазных потребителей 32 А. Для каждой розетки установить собственный автомат. УЗО и дифференциальные автоматы не применять.

### **Мероприятия по обеспечению электробезопасности**

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

На подстанции предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 10 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 10 шт.;
  - «Работать здесь» – 15 шт.;
  - «Заземлено» – 10 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
  - Указатель низкого напряжения (до 600В) – 3 шт.;
  - Указатель высокого напряжения (для проверки переменного напряжения 10кВ или 20кВ) – 3 шт.
3. Предметы безопасности:
  - Перчатки диэлектрические – 4 пары;
  - Боты диэлектрические – 2 пары;
  - Галоши диэлектрические – 2 пары;
  - Штанга оперативная спасательная (ШОС-15 или ШОС-35) – 2 шт.;
  - Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стой! Напряжение» – 10 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение 10 кВ или 20 кВ – 3 шт.;
  - Переносное заземление трёхфазное на напряжение до 1000 В – 3 шт.

### **Мероприятия по обеспечению энергоэффективности**

Для обеспечения энергосбережения в системе электроснабжения и теплоснабжения предусмотреть следующее:

- установку на стороне потребителей устройств компенсации реактивной мощности (при необходимости). Устройства компенсации реактивной мощности выбрать в соответствии с расчётом, с автоматическим регулированием. Технические характеристики оборудования компенсации реактивной мощности должны обеспечивать поддержание коэффициента реактивной мощности в соответствии с приказом Министерства энергетики РФ от 23.06.2015 №380.

- для обеспечения энергосбережения предусмотреть установку светодиодных ламп.

- в силовой сети предусмотреть автоматический режим работы технологических установок от датчиков, что сократит время работы установок, не снижая их эффективности.

## Связь

Проектом предусмотреть административно-хозяйственную (телефон) связь.

### Планировочные решения

В планировочных решениях предусмотреть расположение электроустановок и электрооборудования на подстанциях так, чтобы обеспечить возможность его замены, модернизации и транспортировки с использованием стационарных приспособлений для механизации подъемно-транспортных операций.

Проектом предусмотреть технологические проёмы и подъёмники для перемещения оборудования на подстанции и за ее пределы.

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

Проектом предусмотреть наливные полы с антистатическим покрытием.

Для электротехнического персонала обеспечивающего оперативно-ремонтную работу на подстанции предусмотреть:

- комнату дежурной смены;
- кладовую;
- набор монтерского и слесарного инструмента;
- средства защиты, лестницы, лестницы-тумбы и вышку (при наличии приборов освещения, находящихся на высоте более 1,5 метра от уровня пола);
- мебель, раздевальные шкафы, шкафы для документации.

Примечание:

по требованиям пожарной безопасности раздевальные шкафы и шкафы для документации на подземных подстанциях должны быть металлическими.

На подстанции проектом предусмотреть кабельные коллекторы или подвалы высотой не менее 2,5 метра.

**Узкие кабельные каналы в полу для прокладки силовых кабелей не проектировать. При невозможности применения кабельного подвала или коллектора предусмотреть фальшпол.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

### Заземление

Устройство контура заземления подстанции предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ, СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».



Предусмотреть щит потенциального и токового заземлителей (с измерительными клеммами) на одном из вводов внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию и измерительные электроды на наземной подстанции или подстанции мелкого заложения. На подстанции предусмотреть два ввода внешнего контура заземляющего устройства. Вертикальные заземлители внешнего контура заземляющего устройства выполнить трубами диаметром не менее 18 мм, горизонтальные заземлители - стальной полосой сечением не менее 100x10 мм. Ввод внешнего контура заземляющего устройства на подстанцию выполнить также стальной полосой сечением не менее 100x10 мм.

### **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации ПП ОЗЭП с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещениях подстанции предусмотреть установку системы пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт охраны здания) и автоматической системой пожаротушения в кабельном коллекторе и подвале подстанции (при его наличии).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категории электротехнических помещений метрополитена предусмотреть в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Защитную аппаратуру выбрать в соответствии с требованиями ПУЭ для защиты электрооборудования от перегрузки и токов короткого замыкания.

Предусмотреть на подстанции наличие Средств первичного пожаротушения в необходимых количествах.

В электротехнических помещениях предусмотреть электрооборудование, не содержащее масло (сухие трансформаторы, вакуумные высоковольтные выключатели).

Проходы между электрооборудованием в помещениях предусмотреть в соответствии с требованиями ПУЭ по обеспечению нормируемых проходов в случае эвакуации персонала при аварии.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена № УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ

31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-НФ», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF.

Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) предусмотреть с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

### **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемого уровня температуры в помещении подстанции (не более 28°C) предусмотреть систему вентиляции и кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем вентиляции и кондиционирования – основную и резервную (для помещений с трансформаторами и распределительными устройствами). Диапазон температур выбрать согласно СП 120.1330.2012.

Для вентиляции и охлаждения воздуха предусмотреть приточные установки с охладительной секцией встроенной в систему вентиляции КЦКП, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Выбор оборудования и определение его мощности подобрать согласно тепловому расчету каждого конкретного помещения.

Для трансформаторного помещения и помещения с распределительными устройствами предусмотреть общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию с двумя эксплуатационными режимами:

- режим кондиционирования;
- режим вентиляции.

Предусмотреть регулирование воздушных потоков приточных вентиляционных установок с охлаждением:

- через воздухоохладитель в режиме кондиционирования;
- в обход воздухоохладителя в режиме вентиляции.

Предусмотреть установку кнопок управления вентиляцией у двери главного входа на подстанцию.

При срабатывании пожарной сигнализации предусмотреть удаление дыма с подстанции.

Разработать принципиальную и монтажную схему отключения системы приточно-вытяжной вентиляции при включении системы кондиционирования. Предусмотреть включение системы кондиционирования при достижении на подстанции температуры 28°C в соответствии с СанПиНом.

В качестве притока предусмотреть приточные установки с охлаждающей секцией и компрессорно-конденсаторным агрегатом, для вытяжки – центробежные вентиляторы. Для помещения с распределительными устройствами предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию и кондиционирование сплит-системой.

Предусмотреть очистку воздуха в приточных установках. В системах вентиляции охлаждения применять карманные фильтры не ниже класса G4.

Венткамеры с расположенными в них наружными блоками систем кондиционирования оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией со 100 % резервированием или расположить оборудование на поверхности

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентоборудования на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

При проектировании обеспечить нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов»; СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2 и соблюдение санитарного законодательства в части нормативов по шуму на территории около подстанций наземного расположения согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации ПП ОЗЭП с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Предусмотреть применение в помещении подстанции системы контроля

прохода (с применением БСК).

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. От 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**

### **Требования к этапам строительства**

Проектной документацией и проектом организации строительства предусмотреть одновременный ввод в эксплуатацию оборудования подстанции и слаботочных систем (автоматика и пожарная сигнализация).

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением.

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующего оборудования.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

## **9. Типовые требования к автоматизированной системе диспетчерского управления электроснабжением.**

### **Общие требования к АСДУЭ**

Система АСДУЭ проектируется согласно типовой структурной схеме АСДУЭ (Приложение 5). В системе АСДУЭ предусматривается:

- рабочее место энергодиспетчера (АРМ ЛД и КТС Отображения),
- рабочее место телемеханика (АРМ ТМ),
- рабочее место инженера группы электрозащиты (АРМ защиты),
- рабочее место инженера группы гарантированного электропитания (АРМ ИБП).

Рабочее место телемеханика (АРМ ТМ) предусмотреть в Доме связи Московского метрополитена.

Рабочее место инженера группы электрозащиты (АРМ защиты) предусмотреть в Доме связи Московского метрополитена.

Рабочее место инженера группы гарантированного электропитания (АРМ ИБП) предусмотреть в АБК электродепо Лихоборы на 4 этаже.

Предусмотреть на каждом оборудовании (различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

### **Телеуправление и телесигнализация**

Телеуправление и телесигнализацию на присоединениях, оснащенных микропроцессорными терминалами, предусмотреть по протоколу МЭК-61850.

Подробная логика работы подстанции описывается при проектировании в рабочей документации (на стадии Р). Описание необходимо выполнить для файла конфигурации на языке SCL (System Configuration description Language – язык описания конфигурации системы). SCD (Substation Configuration Description) – файл описания конфигурации подстанции. Этот файл используется для конфигурирования системы в SCADA и для параметрирования отдельных устройств. Данный тип файла содержит полное описание конфигурации как самой подстанции, так и всех коммуникаций, реализуемых в рамках подстанции. В данном файле будут присутствовать все разделы: Substation, Communications, IED (отдельный для каждого устройства), Data Type Templates. Причём, для каждого GOOSE-сообщения в разделе Communications будет содержаться описание его коммуникационных параметров (таких как: MAC-Address, VLAN-ID, VLAN-Priority и другие).

**Предусмотреть передачу информации о событиях в систему SCADA путем формирования буферизируемых отчетов.** Основное отличие буферизируемого отчета от не буферизируемого заключается в том, что при использовании первого формируемая информация будет доставлена до клиента даже в том случае, если на момент готовности выдачи отчета сервером, связь между ним и клиентом отсутствует (например, был нарушен соответствующий канал связи). Вся формируемая информация накапливается в памяти устройства и ее передача будет выполнена, как только связь между двумя устройствами восстановится. **Передачу информации путем опросов не предусматривать.**

Создание SCD-файлов и CID-файлов по проектному описанию и занесение их непосредственно в устройства осуществляется при наладке оборудования представителями пуско-наладочных организаций.

Телесигнализацию на устройствах, не оснащенных микропроцессорными терминалами, предусмотреть по Ethernet (Modbus TCP).

Связь между терминалами защиты и общими коммутаторами в шкафах ШВП следует выполнять кабелями S/STP или S/UTP не ниже категории 5е по схеме «звезда». Связь между коммутаторами в шкафах ШВП и коммутаторами в коммуникационных шкафах, а также между терминалом управления в шкафу ШУР и коммутаторами в коммуникационных шкафах следует выполнять строго оптической линией.

Сетевое оборудование с оптическими каналами связи предусмотреть для применения с одномодовым оптоволоконным кабелем.

### **Телеизмерения (общие требования)**

Предусмотреть измерение напряжения (между фаз и относительно нейтрали) на всех трансформаторах напряжения КРУ-10(20) кВ (секции и ячеек).

Предусмотреть измерение тока всех фаз на всех присоединениях КРУ-10(20) кВ (включая СВ).

Предусмотреть связь между трансформаторами тока и преобразователями с помощью контрольных кабелей сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup>.

Установку преобразователей тока и напряжения предусмотреть в ячейках КРУ-10(20) кВ соответствующих присоединений.

Подключение преобразователей к коммутаторам в ШВП-1 и ШВП-2 предусмотреть по Ethernet (МЭК-61850) по схеме «кольцо». Преобразователи применять 2-х портовые Ethernet с поддержкой протокола передачи данных МЭК-61850, протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP.

### **Синхронизация времени**

В системе АСДУЭ предусмотреть синхронизацию времени по протоколу №ТР на всех цифровых устройствах, подключенных к системе, как на уровне диспетчерского управления (АРМы Диспетчера и технологические АРМы), так и на подстанции (терминалы защиты и управления, измерительные преобразователи и т.п.), с серверами АСДУЭ верхнего уровня. Сервера АСДУЭ в свою очередь должны быть синхронизированы по времени с сервером единого времени метрополитена.

### **Журнал событий**

Предусмотреть ведение журнала событий. Журнал событий делится на следующие архивы:

- Архив сигналов телеуправления и телесигнализации.
- Архив телеизмерений.
- Архив работы системы.

Архив сигналов телеуправления и телесигнализации формируется по каждой подстанции отдельно. Все события синхронизируются с временем системы.

Архив телеизмерений также формируется по каждой подстанции в отдельности. В данном архиве указываются дискретные значения измерений (ток, напряжение, частота) всех присоединений в виде осциллограмм. На осциллограммах отмечаются точки, изменившие своё значение относительно предыдущей точки. Все точки соединяются плавной линией. При наведении курсора предусмотреть отображение величины измеряемого параметра. Предусмотреть возможность масштабирования выделенного отрезка осциллограммы.

Архив работы системы формируется общим по линии и включает в себя диагностическую информацию работы всех узлов.

Во всех архивах необходимо предусмотреть возможность выбора отображения определённой даты или диапазона дат. Также необходимо предусмотреть

возможность применения при поиске фильтра по названию присоединения, сигнала или процесса.

Все архивы должны выводиться на печать в виде протокола. Предусмотреть невозможность внесения изменений в любой протокол. Печать предусмотреть как на принтер, так и в файл в формате pdf без возможности внесения исправлений в данный файл с помощью программ для работы с файлами pdf.

### **Типовые экранные формы АРМ энергодиспетчера и АРМ телемеханика**

В данном разделе представлены основные элементы и их логика. В связи с многообразием схем окончательный вид экранных форм, а также логика работы с ними утверждаются Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры на этапе пусконаладочных работ.

Типовые экранные формы (мнемосхемы) для систем АСДУЭ размещены в приложении №3 к требованиям. В данном разделе содержится описание навигации по мнемосхемам, а также описание, применяемых для отображения сигналов и элементов.

На приведенных в данном разделе изображениях и описаниях необходимо основываться при подготовке экранных форм (мнемосхем) для АРМов Энергодиспетчера систем АСДУЭ.

Кнопки дополнительных экранов используются для перехода на экраны ИБП/СГЭ, Сеть и Телеизмерения. Переход на эти экраны осуществляется нажатием левой клавиши мыши на соответствующей кнопке. Изображение кнопок приведено на рисунке\_1.



Рисунок\_1 - Кнопки дополнительных экранов

Кнопки ИБП/СГЭ и Сеть отображают изменения состояния объектов, относящихся к соответствующим экранам.

При изменении состояния объекта ИБП/СГЭ или объекта диагностики относящегося к экрану Сеть, соответствующая кнопка мигает зеленым цветом (рисунок\_2).



Рисунок\_2 - Кнопки дополнительных экранов

Если с экрана ИБП/СГЭ или экрана Сеть осуществляется переход на любой другой экран, при этом на экране, с которого осуществляется переход остаются незаквитированные объекты, соответствующая кнопка окрашивается в красный цвет, обозначая тем самым, что экран посещен, но незаквитирован (рисунок\_3).



Рисунок\_3 - Кнопки дополнительных экранов

Изображение	Описание	Используемые цвета(RGB)
	Экран заквитирован	Фон - 127;127;127 Текст - 255;255;255
 	Изменение состояния объектов, экран незаквитирован. Мигание путем изменения цвета фона с периодом 500 мс.	Фон1 - 0;255;0 Фон2 - 127;127;127 Текст - 0;0;0
	Осуществлен переход с незаквтитированного экрана	Фон - 255;0;0 Текст - 255;255;255

Таблица\_1 - Используемые цвета.

Изображение кнопок меню приведено на рисунке\_4.

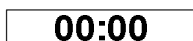


Рисунок\_4 - Кнопки меню

Меню содержит следующие кнопки:

- «Программное управление» – открывает окно программного управления подстанциями всей линии.
- «Сервис» – открывает выпадающее меню для доступа к журналам системы, и каким-либо дополнительным функциям.
- «Спящий режим» – переводит экраны, на которых изображены подстанции в спящий режим.

Часы показывают текущее системное время АРМа, на котором отображается экран. Изображение часов приведено на рисунке\_5.



Рисунок\_5 - Часы

При нажатии на изображении часов левой кнопкой мыши отображается дополнительное окно с информацией о текущем времени на серверах, с которыми осуществляется синхронизация времени, о состоянии синхронизации, а также журнал с событиями, относящимися к синхронизации времени.

При рассинхронизации времени какого-либо АРМа с сервером(ами) времени на

изображении часов появляется символ рассинхронизации (рисунок\_6. Символ появляется только на том АРМе, время которого рассинхронизировалось с сервером(ами).



Рисунок\_6 - Рассинхронизация времени

При потере связи одного из АРМов энергодиспетчера с серверами АСДУ фон часов на всех АРМах окрашивается красным цветом. При этом наличие связи АРМа определяться как связь клиентской части прикладного ПО с серверной частью прикладного ПО АСДУ.

Изображение	Описание	Используемые цвета (RGB)
	Нормальная работа системы	Фон - 255;255;255 Текст - 0;0;0
	Рассинхронизация времени АРМа с сервером(ами) времени	Фон - 255;255;255 Текст - 0;0;0 Символ - 255;0;0
	Отсутствие связи АРМа с сервером	Фон - 255;0;0 Текст - 0;0;0

Таблица\_2 - Используемые цвета.

Панель кнопок подстанций всей линии используются для навигации по экранам, а также для отображения событий изменения состояния объектов на подстанциях.

Изображение кнопок приведено на рисунке\_7.



Рисунок\_7 - Панель кнопок подстанций всей линии

На панели размещаются кнопки телемеханизированных подстанций всей линии метрополитена в одну полосу в порядке их следования вдоль линии. Внутри каждой кнопки указывается краткое наименование подстанции. При большом количестве подстанций допускается размещение кнопок на панели в две полосы.

При нажатии левой клавиши мыши на кнопку подстанции происходит переход на экран однолинейной схемы соответствующей подстанции. При нажатии правой клавиши мыши на кнопку тяговой или понизительной подстанции, происходит переход на экран общей схемы линии, и соответствующая подстанция становится в центре экрана. Для того, чтобы из экрана однолинейной схемы подстанции выйти на общую схему, необходимо воспользоваться кнопкой навигации «вверх».

При изменении состояния объекта какой-либо подстанции, соответствующая кнопка мигает зеленым цветом.

Если с экрана однолинейной схемы какой-либо подстанции осуществляется переход на любой другой экран, при этом на экране, с которого осуществляется

переход остаются незаквитуемые объекты, соответствующая кнопка подстанции окрашивается в красный цвет, обозначая тем самым, что экран посещен, но «незаквитуем».

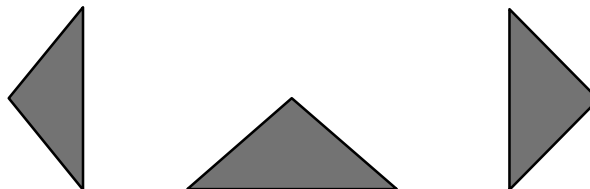
Строка сообщений в нижней части экрана служит для отображения кратких сообщений об основных событиях (аварийных и предупреждающих). Сообщения отображаются в одну строку. Сообщения отображаются в порядке очереди по мере наступления событий, а также в порядке приоритета. Приоритетными считаются аварийные сообщения. При квитирувании подстанции или экрана (ИБП, СГЭ или Сеть), от которой в данной строке находится сообщение, оно должно убираться. И оставаться сообщение следующее по очереди либо приоритету от незаквитуемой подстанции или экрана. Соответственно, когда заквитуемы все подстанции и все экраны строка сообщений должна быть пустой.

### **Основной экран**

Основная мнемосхема содержит информацию обо всех подстанциях линии. На одном экране одновременно отображаются схемы тяговых и понизительных подстанций и соответствующая этому участку схема контактной сети. Схема контактной сети изображается неразрывно по всей продолжительности линии. В верхней и нижней частях экрана отображаются элементы, присутствующие на всех экранах АРМа Энергодиспетчера: кнопки дополнительных экранов, кнопки меню, часы, кнопки подстанций всей линии и строка сообщений. Центральная часть экрана условно делится на части, в которых отображаются сеть 10кВ/20кВ, сеть 825 В и схема контактной сети. Под схемой каждой тяговой подстанции размещаются кнопки управления соответствующей подстанцией.

### **Навигация**

Перемещение по линии осуществляется кнопками сдвига экрана. При нажатии на кнопку сдвига экрана происходит перемещение на одну подстанцию по линии в соответствующую сторону. Когда в центре экрана отображается крайняя подстанция линии, соответствующая кнопка сдвига экрана не отображается, а область, следующая за крайней подстанцией, остается пустой. Кнопки навигации показаны на рисунке\_8.



Рисунок\_8 - кнопки навигации

Также навигация осуществляется кнопками подстанций, расположенными в верхней части экрана. При нажатии правой клавишей мыши на кнопку тяговой подстанции, основной экран перемещается, и подстанция, соответствующая нажатой кнопке, становится в центре экрана.

### Однолинейная схема

На экране однолинейной схемы тяговой подстанции отображается схема тяговой подстанции с подробным развитием понизительной части подстанции.

В верхней и нижней частях экрана отображаются элементы, присутствующие на всех экранах АРМа Энергодиспетчера: кнопки дополнительных экранов, кнопки меню, часы, кнопки подстанций всей линии и строка сообщений. Центральная часть экрана условно делится на 3 части, в которых отображаются сеть 10 кВ/20 кВ, сеть 825 В и понизительная часть подстанции. Под схемой подстанции размещаются кнопки управления подстанцией.

На экране однолинейной схемы понизительной подстанции отображается схема понизительной подстанции с подробным развитием понизительной части подстанции.

В верхней и нижней частях экрана отображаются элементы, присутствующие на всех экранах АРМа Энергодиспетчера: кнопки дополнительных экранов, кнопки меню, часы, кнопки подстанций всей линии и строка сообщений. Центральная часть экрана условно делится на 2 части, в которых отображаются сеть 10 кВ/20 кВ и понизительная часть подстанции. Под схемой подстанции размещаются кнопки управления подстанцией.

Предусмотреть вывод на АРМ энергодиспетчера и АРМ телемеханика осциллограмм телеизмерений, которые передаются с подстанций. Осциллограммы должны быть доступны из окна однолинейной схемы подстанции.

### Меню управления объектом

При нажатии левой кнопкой мыши на телеуправляемом объекте в непосредственной близости к нему появляется меню управления, представленное на рисунке 9. В нем располагается три кнопки: «Включить», «Отключить» и «Отмена». При нажатии кнопок «Включить» или «Отключить» посылается соответствующая команда, меню при этом закрывается. При нажатии кнопки Отмена просто закрывается меню. В верхней части меню размещается краткое наименование объекта и сигнал МУ (местное управление) от данного объекта при его наличии.



Рисунок\_9 - Меню управления объектом

Для объектов псевдоуправления использование меню не требуется, при нажатии на такой объект левой кнопкой мыши должна происходить смена его состояния на противоположное.

При нажатии правой кнопкой мыши на любой объект, в том числе и

псевдоуправления, должно появляться всплывающее меню для доступа к дополнительной информации о данном объекте. Для всех объектов это архивный журнал по объекту. Для объектов, у которых присутствует терминал защиты или управления на подстанции дополнительно - состояние индикаторов соответствующего терминала.

### Программное управление

При нажатии кнопки меню «Программное управление» открывается окно Программное управление, приведенное на рисунке 10. Оно предназначено для группового управления подстанциями при подаче и снятии напряжения с контактного рельса.

Программное управление												
Сигнал	ТПП-001	ТПП-004	ТПП-007	ТПП-010	ТПП-013	ТПП-016	ТПП-019	ТПП-021	ТПП-024	ТПП-027	ТПП-030	ТПП-033
1	A0(1,3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	A0(2,4)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	A1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	A2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	A3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	A4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	A5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	ЛР1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	ЛР2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10	ЛР3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11	ЛР4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
12	КВ1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
13	КВ2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
14	КВ3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
15	КВ4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
16	КВ5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
17	ЗР	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
18	Исч.825В	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
19	КОУ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
20	Исключить ЛР	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
21	Вкл1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
22	Управление	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
23	Прог.упр-е	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

**ПОДАЧА НАПРЯЖЕНИЯ**

**СНЯТИЕ НАПРЯЖЕНИЯ**

ЗАКРЫТЬ

Рисунок\_10 - Окно Программное управление

Строки с 1 по 17 таблицы в окне Программного управления отображают состояние объектов телеуправления. В строке 18 отображается состояние сигнала отсутствия напряжения на шине 825 В. Строки с 19 по 23 содержат кнопки настройки программного управления:

– «КОУ» – кнопка отмены управления, предназначена для блокировки управления выключателями КВ(ПА) и А. Красный цвет - управление заблокировано, серый - управление разрешено.

– «Исключить ЛР» – для блокировки программного управления линейными

разъединителями по подстанциям. Зеленый цвет - управление заблокировано, серый - управление разрешено.

– «Вкл1» – для выбора подстанций, на которых автоматы А включаются первыми (команды управления подаются только на фидерные автоматы тех подстанций, которые назначены первыми). Зелёный цвет - команды управления А включены, серый цвет - команды управления А исключены (не подаются).

– «Управление» – для блокировки / разрешения управления всеми объектами подстанций кроме программного управления. Зеленый цвет - управление разрешено, серый - управление запрещено.

– «Программное управление» – для блокировки / разрешения программного управления объектами подстанции, данной кнопкой включаются / исключаются подстанции из группового управления. Зеленый цвет – управление разрешено, серый – управление запрещено.

Ниже в окне Программное управление размещаются кнопки для подачи соответствующих команд группового управления при подаче и снятии напряжения с контактного рельса. Кнопкой «Программа» при снятии напряжения запускается поочередное выполнение команд на снятие напряжения. При нажатии на данные кнопки должно появляться диалоговое окно для подтверждения / отмены выбранного действия. После подтверждения и отправки группы команд также должно появляться диалоговое окно с информацией об успешной/неуспешной отправке команд, а также перечислением подстанций, на которые команды не были отправлены ввиду включенной блокировки управления кнопками КОУ, Исключить ЛР, Вкл1, Программное управление. Если программа предполагает дальнейшую отправку команд в диалоговом окне должны присутствовать кнопки Прекратить и Продолжить.

Команды группового управления должны посылаются одновременно на все подстанции, включенные в программное управление, со следующими интервалами:

– при выполнении программы Снятия напряжения:

1. Откл А - с интервалами 1 сек.;
2. Пауза 3 сек.;
3. Откл КВ - с интервалами 1 сек.;
4. Ожидание сигнала Отс.825 В;
5. Пауза 3 сек.;
6. Вкл. ЗР;
7. Пауза 3 сек.;
8. Откл. ЛР - с интервалами 1 сек.

– для кнопок группы снятия напряжения интервалы 1 сек.;

– для кнопок группы подачи напряжения интервалы 2 сек.

Окно Программное управление также может быть открыто для одной подстанции с помощью кнопки «Прог» из основного экрана или Однолинейной схемы.

## Экранные формы для КТС отображения


Экранные формы для КТС отображения выполняются в соответствии со структурами основных экранов АРМа диспетчера, за исключением общих элементов экранов, которые должны отсутствовать на этих мнемосхемах. Также на мнемосхемах КТС отображения должны отсутствовать кнопки навигации и кнопки управления подстанцией. Схемы всех подстанций линии метрополитена должны быть все время видны энергодиспетчеру, при этом схема контактной сети изображается неразрывно по всей продолжительности линии. С учетом этого требования подбирается необходимое количество мониторов.

На КТС отображения должен быть реализован «Спящий режим». При его включении на мнемосхемах КТС отображения должны скрываться положения всех объектов, все сигналы и названия питающих центров всех подстанций, при этом на экранах остается статичная общая схема подстанций без отображения действительных положений объектов. В момент поступления любого сигнала с какой-либо подстанции, данная подстанция полностью должна выйти из «Спящего режима». Включение и отключение спящего режима осуществляется с АРМа энергодиспетчера для всей линии сразу.

Ниже в таблице приведены основные элементы, которые необходимо использовать при реализации экранных форм. Примеры выполнения экранных форм приведены в приложении № 3.


Таблица описания основных элементов экранной формы.

Изображение	Описание состояния	Используемые цвета (RGB)	Действия при нажатии
<b>1. Объекты телеуправления</b>			
<b>1.1 Выключатель / разъединитель телемеханизированный</b>			
Используется для включения / отключения и отображения состояния выключателей/разъединителей. Применяется для объектов: высоковольтных выключателей вводов (ВВ), кабельных перемычек (КП), секционных выключателей (СВ), трансформаторов (ТО, ТС, ТСП, АСОП, АТДП), преобразовательных агрегатов (КВ), заземляющих разъединителей шин (ЗРшин), быстродействующих выключателей фидеров 825 В (А), линейных разъединителей (ЛР), резервных разъединителей (РР).			
	Дистанционное управление. Включен.	0; 255; 0	<u>Левая Кнопка мыши:</u> Отображение
	Дистанционное управление. Отключен.	255; 0; 0	всплывающего меню управления объектом.


	Местное управление. Включен.	Фон – 0; 0; 0 Положение - 0; 255; 0 Линия - 6пт	<u>Правая Кнопка мыши:</u> Отображение всплывающего меню доступа к дополнительной информации по объекту.
	Местное управление. Отключен.	Фон – 0; 0; 0 Положение - 255; 0; 0 Линия - 6пт	
	Нет положения объекта. (0 + 0)	0; 0; 0	
	Двойственное положение объекта. (1 + 1)	Фон – 0; 0; 0 Положение - 255; 0; 0 Линия - 6пт	
	Дистанционное управление. Отключен. Сработала тепловая защита привода разъединителя. (для ПП, ЗРшин и ДУР)	Фон – 255; 0; 0 Знак - 255; 255; 0 Текст - 40пт	
	Местное управление. Отключен. Питание с моторного привода снято. (для ДУР)	Фон - 0; 0; 0 Положение - 255; 0; 0 Рамка – 255; 255; 255	










## 1.2 Шунтировка связи автоматов






Используется для включения / отключения и отображения состояния связи между двумя быстродействующими выключателями соседних одной фидерной зоны.

	Шунтировка связи отключена.	Рамка – 128; 128; 128 Текст – 127; 127; 127	<u>Левая Кнопка мыши:</u> Отображение всплывающего
---	-----------------------------	--	---



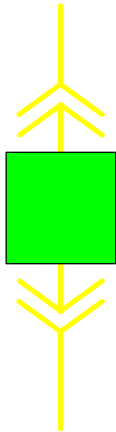
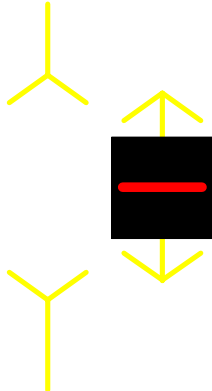
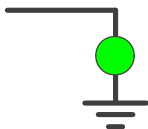
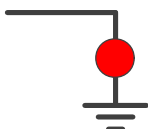
	Шунтировка связи включена.	Рамка – 255; 255; 0 Текст – 255; 255; 0	меню управления объектом.
<b>2. Объекты телесигнализации</b>			
2.1 Однопозиционный сигнал			
<p>Используется для отображения состояния сигналов: дверной сигнализации подстанции (Д), неисправности понизительной части подстанции (НП), сигнала отсутствия напряжения на шине 825 В (U825), понижение напряжения цепей оперативного тока (U↓ =220), контроль изоляции цепей оперативного тока (КИ =220), контроль изоляции АТДП (КИ АТДП).</p> <p>Также используется для отображения состояния сигналов, входящих в агрегированный сигнал, при раскрытии меню агрегированного сигнала.</p>			
	Сигнал отсутствует	Фон – 165; 165; 165 Текст – 178; 178; 178	
	Сигнал присутствует	Фон – 255; 255; 0 Текст – 0; 0; 0	
	Сигнал превышения /понижения напряжения отсутствует.	Рамка – 0; 0; 0	
	Понижение напряжения на секции 10кВ/20кВ.	Рамка – 0; 0; 0 Заливка – 52; 117; 205	
	Превышение напряжения на секции 10кВ/20кВ.	Рамка – 0; 0; 0 Заливка – 255; 0; 0	
	Шины 10 кВ / 20 кВ под напряжением.	255; 255; 0	
	Шины 10 кВ / 20 кВ без напряжения.	0; 0; 0	

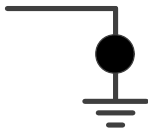

	Шина +825 В под напряжением.	255; 0; 0	
	Шина +825 В без напряжения.	0; 0; 0	
	Шины РУ до 1000 В под напряжением.	89; 89; 89	
	Шины РУ до 1000 В без напряжения.	0; 0; 0	
	Контактный рельс под напряжением.	0; 0; 0	
	Контактный рельс без напряжения.	128;128;128	
АУ	ПА в автоматическо м режиме	165; 165; 165	
АУ	ПА снят с автоматики	255; 0; 0	
	Сигнал «Защита шин 825 В» отсутствует.	Фон – 165; 165; 165 Текст – 178; 178; 178	
	Сигнал «Защита шин 825 В» присутствует.	Фон – 255; 0; 0 Текст – 0; 0; 0	
	Не выкатной элемент. Нет связи с терминалом.	Фон – 191; 191; 191 Знак - 255; 255; 0 Текст - 40пт	<u>Правая Кнопка</u> <u>МЫШИ:</u> Отображение всплывающего

	<p>Выкатной элемент. Нет связи с терминалом.</p>	<p>Линия – 255; 255; 0 Линия – 3пт Знак - 255; 255; 0 Текст - 40пт</p>	<p>меню доступа к дополнительной информации по объекту.</p>
	<p>Нет положения выкатного элемента. (0 + 0 или 1 + 1)</p>	<p>Линия –255; 255; 0 Линия – 3пт</p>	
	<p>Наименование подстанции при наличии с ней связи.</p>	<p>Фон – 0; 206; 255 Текст - 0; 0; 0 Текст - 80пт</p>	<p><u>Левая Кнопка мыши:</u> Переход на экран</p>
	<p>Наименование подстанции при отсутствии с ней связи.</p>	<p>Фон – 255; 0; 0 Текст - 0; 0; 0 Текст - 80пт</p>	<p>однолинейной схемы соответствующей подстанции.</p>
	<p>УЗП-1 неисправен.</p>	<p>Фон – 191; 191; 191 Текст - 0; 0; 0 Текст - 48пт Рамка - 255; 0; 0 Рамка – 6пт</p>	

## 2.2 Двухпозиционный сигнал



Используется для отображения состояния выключателей/разъединителей. Применяется для объектов: высоковольтных выключателей вводов (ВВ), кабельных перемычек (КП), секционных выключателей (СВ), трансформаторов (ТО, ТС, ТСП, АСОП, АТДП), преобразовательных агрегатов (КВ), шинных разъединителей (ШР), минусовых разъединителей (МР), заземляющих разъединителей (ЗР) быстродействующих выключателей фидеров 825 В (А), БАОДов.








	<p>Дистанционное управление. Включен. Выкатной элемент в рабочем положении.</p>	<p>Фон - 0; 255; 0 Линия – 255; 255; 0 Линия – 3 пт</p>	<p><u>Левая Кнопка мыши:</u> Отображение всплывающего меню управления объектом. <u>Правая Кнопка мыши:</u> Отображение всплывающего меню доступа к дополнительной информации по объекту.</p>
	<p>Местное управление. Отключен. Выкатной элемент в контрольном положении.</p>	<p>Фон - 0; 0; 0 Линия – 255; 255; 0 Линия – 3 пт Положение – 255; 0; 0</p>	<p><u>Правая Кнопка мыши:</u> Отображение всплывающего меню доступа к дополнительной информации по объекту.</p>
	<p>Разъединитель включен</p>	<p>Положение - 0; 255; 0 Линия – 63; 63; 63 Линия – 3 пт</p>	<p>Отображение всплывающего меню доступа к дополнительной информации по объекту.</p>
	<p>Разъединитель отключен</p>	<p>Положение - 255; 0; 0 Линия – 63; 63; 63 Линия – 3 пт</p>	


	<p>Нет положения разъединителя (0 + 0)</p>	<p>Положение - 0; 0; 0 Линия – 63; 63; 63 Линия – 3 пт</p>	
	<p>Выкатной элемент. Двойственное положение БАОДа. (1 + 1)</p>	<p>Фон - 0; 0; 0 Положение - 255; 0; 0 Линия – 63; 63; 63 Линия – 3 пт</p>	

### 2.3 Агрегированный сигнал

Используется для отображения состояния сборных сигналов: направленная защита вводов (МНЗ-1 и МНЗ-2), замыкание на землю 10 кВ/20 кВ (зз10, зз20), дуговая защита (ДУГ), максимально-токовая защита (МТЗ), максимально-токовая отсечки (МТО), неисправность выпрямителя преобразовательного агрегата (НКВ), контроль нагрузки линии (КНЛ), отключение БДВ по связи (2), токовая защита БДВ (Т) и другие.



	<p>Сигнал отсутствует.</p>	<p>Фон – 165; 165; 165 Текст – 178; 178; 178</p>	<p><u>Левая Кнопка мыши:</u> Отображение</p>
	<p>Сигнал присутствует.</p>	<p>Фон – 255; 255; 0 Текст – 0; 0; 0 Рамка – 112; 48; 160 Рамка – 6 пт</p>	<p>всплывающего меню с сигналами, входящими в состав данного. <u>Правая Кнопка мыши:</u> Отображение всплывающего меню доступа к дополнительной информации по объекту.</p>

<b>3. Объекты псевдоуправления</b>			
Используется для отображения состояния объектов, не находящихся на ТУ и ТС.			
	Автоматически й выключатель включен.	Положение - 0; 255; 0 Линия – 89; 89; 89 Линия – 3 пт Точка соединения - 191; 191; 191	<u>Левая Кнопка</u> <u>мышь:</u> Псевдоуправлени е объектом (включение и отключение)
	Автоматически й выключатель отключен.	Положение - 255; 0; 0 Линия – 89; 89; 89 Линия – 3 пт Точка соединения - 191; 191; 191	
	Место для установки переносного заземления.	255; 255; 255	<u>Левая Кнопка</u> <u>мышь:</u> Установить/Снять переносное заземление
	Установлено переносное заземление.	255; 255; 0	
	Место для установки плаката.	255; 255; 255	<u>Левая Кнопка</u> <u>мышь:</u> Установить/Снять плакат
	Установлен плакат.	255; 0; 0	
<b>4. Кнопки управления и отображения скрытых объектов (данных)</b>			
Используется для отображения скрытых объектов и данных, а также для общего управления			
	Кнопка квитирования объектов	Фон – 165; 165; 165 Текст – 0; 0; 0	<u>Левая Кнопка</u> <u>мышь:</u> Квитирование всех объектов подстанции

	<p>Кнопка отключения управления (для всех объектов РУ-825 В и выключателей 10(20) кВ КВ). Управление разрешено.</p>	<p>Фон – 165; 165; 165 Текст – 0; 0; 0</p>	<p><u>Левая Кнопка</u> <u>мышь:</u> Включение и отключение блокировки управления объектами.</p>
	<p>Кнопка отключения управления (для всех объектов РУ-825 В и выключателей 10(20) кВ КВ). Управление заблокировано.</p>	<p>Фон – 255; 255; 0 Текст – 0; 0; 0</p>	
	<p>Кнопка отображения мест установки переносных заземлений и плакатов. Места установки заземлений и плакатов скрыты</p>	<p>Фон – 165; 165; 165 Линия – 0; 0; 0</p>	<p><u>Левая Кнопка</u> <u>мышь:</u> Включение и отключение отображения мест установки переносных заземлений и плакатов</p>
	<p>Кнопка отображения мест установки переносных заземлений и плакатов. Места установки заземлений и плакатов отображаются</p>	<p>Фон – 165; 165; 165 Линия – 255; 255; 0</p>	

	<p>Кнопка отображения телеизмерений. Телеизмерения скрыты.</p>	<p>Фон – 165; 165; 165 Текст – 0; 0; 0</p>	<p><u>Левая Кнопка мыши:</u> Включение и отключение отображения индикаторов телеизмерения</p>
	<p>Кнопка отображения телеизмерений. Телеизмерения отображаются.</p>	<p>Фон – 0; 255; 0 Текст – 0; 0; 0</p>	
<p><b>5. Объекты статичные</b></p>			
	<p>Кабель до 1000 В 50Гц.</p>	<p>Линия – 255; 125; 125 Линия – 4 1/2 пт</p>	
	<p>Кабель 825 В.</p>	<p>Линия – 255; 0; 0 Линия – 4 1/2 пт</p>	
	<p>Ошиновка или компенсатор 825 В.</p>	<p>Линия – 0; 0; 255 Линия – 4 1/2 пт</p>	
	<p>Шина –825 В</p>	<p>Заливка – 0; 153; 255</p>	
	<p>Двухпутный тоннель</p>	<p>Линия – 255; 255; 255 Линия – 18 пт</p>	
	<p>Стена</p>	<p>Заливка – 255; 255; 255 Линия – 18 пт Узор - 04</p>	



	Трансформатор	Первичная обмотка - 255; 255; 0 Вторичная обмотка - 63; 63; 63	
	Трансформатор напряжения	Первичная обмотка - 255; 255; 0 Вторичные обмотки - 63; 63; 63	

### Информационная безопасность и восстановление

Для обеспечения доступа в SCADA предусмотреть пароль. Доступ должен быть одноуровневый.

После передачи системы эксплуатирующему подразделению, эксплуатационный персонал присваивает пароль доступа к SCADA.

Доступ к SCADA по сети интернет или удалённых точек доступа, не находящихся в закрытой сети метрополитена, должен быть заблокирован.

Для возможности восстановления любого элемента и системы в целом предусмотреть формирование базы файлов конфигурации и образа для восстановления системы. В сформированной базе должны быть файлы конфигурации каждого устройства нижнего уровня (терминалы защиты, коммутаторы и другие устройства на подстанции), а также верхнего уровня (коммутаторы, серверы и другое оборудование).

Предусмотреть запись данных файлов и образов на внешний твердотельный SSD.

### Шкаф коммуникационный (ШК)

Конструкцией шкафа предусмотреть напольную установку. Степень защиты шкафа по ГОСТ 14254-80 не ниже IP55.

Температура эксплуатации шкафа от 0 до 50°C

Габаритные размеры шкафа коммуникационного:

Параметр	ШК
Ширина	600 мм
Глубина	1000 мм
Высота	2000 мм (42U)

Двери предусмотреть из металла толщиной не менее 2 мм. В нижней части дверей предусмотреть фильтрующий элемент для забора воздуха.

Боковые стенки предусмотреть съёмными с креплением на защёлках.

Для охлаждения шкафа в потолочной части предусмотреть установку вентиляторной установки с регулятором числа оборотов и термодатчиком. Питание вентиляторной установки предусмотреть от ЩРСН 230 В 50 Гц.

В конструкции (в составе) шкафа предусмотреть наличие:

- DIN-рейки для крепления коммутаторов;
- Коммутаторов Cisco 3000 series (или аналог с характеристиками, не ухудшающими производительность по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА));
- Шкафной органайзер для проводов;
- Крепления для оптических патч-панелей;
- Отдельные внешние клеммники для напряжения 230 В 50 Гц (один ввод) сечением 4 мм<sup>2</sup>;
- Отдельные внешние клеммники для напряжения  $\pm 220$  В (два ввода) сечением 4 мм<sup>2</sup>;
- Модульные автоматические выключатели для защиты цепей с характеристикой С или D;
- Розетку для подключения ноутбука с заземляющим контактом;
- Раскладную полку с креплением на внутренней стороне двери для расположения ноутбука при обслуживании оборудования шкафа. Полку расположить на двери, расположенной с лицевой стороны шкафа.

Питание коммутаторов предусмотреть от РУ-6 220 В оперативного тока.

## Телесигналы подстанций

### *Городской ввод (ВВ):*

#### 1. Телеуправление

- включение выключателя;
- отключение выключателя;
- сброс сигнализации (квитирование).

#### 2. Телесигнализация

- положение выкатного элемента рабочее;
- положение выкатного элемента контрольное;

- положение высоковольтного выключателя включено (РПВ ВВ);
- положение высоковольтного выключателя отключено (РПО ВВ);
- положение заземляющего разъединителя ячейки включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки отключено (РПО ЗР);
- местное управление (МУ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;
- срабатывание максимально-направленной защиты (МНЗ)

Примечание:

применяется только при наличии параллельно работающего ввода на секции шин;

- срабатывание максимально-токовой защиты (МТЗ);
- срабатывание однофазного замыкания на землю (ОЗЗ);
- дуговая защита присоединения (ДЗ);
- отключен автомат соленоидов (А ШП);
- отключен автомат управления (А ШУ).

### 3. Телеизмерения

- измерение нагрузки (ток всех фаз);
- измерение напряжения на кабеле

Примечание:

(фазное и линейное);

- измерение частоты сети.

### ***Кабельная перемычка (КП, П):***

#### 1. Телеуправление

- включение выключателя;
- отключение выключателя;
- сброс сигнализации (квитирование).

#### 2. Телесигнализация

- положение выкатного элемента рабочее;
- положение выкатного элемента контрольное;
- положение высоковольтного выключателя включено (РПВ ВВ);
- положение высоковольтного выключателя отключено (РПО ВВ);
- положение заземляющего разъединителя ячейки включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки отключено (РПО ЗР);
- местное управление (МУ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;
- срабатывание однофазного замыкания на землю (ОЗЗ);
- срабатывание максимально-токовой защиты (МТЗ);
- дуговая защита присоединения (ДЗ);
- отключен автомат соленоидов (А ШП);
- отключен автомат управления (А ШУ).

### 3. Телеизмерения

- измерение нагрузки (ток всех фаз).

### **Секционный выключатель (СВ):**

#### 1. Телеуправление

- включение выключателя;
- отключение выключателя;
- сброс сигнализации (квитирование).

#### 2. Телесигнализация

- положение выкатного элемента рабочее;
- положение выкатного элемента контрольное;
- положение высоковольтного выключателя включено (РПВ ВВ);
- положение высоковольтного выключателя отключено (РПО ВВ);
- положение заземляющего разъединителя ячейки включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки отключено (РПО ЗР);
- местное управление (МУ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;
- срабатывание однофазного замыкания на землю (ОЗЗ)

#### Примечание:

применяется только на 20кВ;

- срабатывание максимально-токовой защиты (МТЗ);
- дуговая защита присоединения (ДЗ);
- отключен автомат соленоидов (А ШП);
- отключен автомат управления (А ШУ).

### 3. Телеизмерения

- измерение нагрузки (ток всех фаз).

### **Отходящая линия к трансформатору (с выключателем):**

#### 1. Телеуправление

- включение выключателя;
- отключение выключателя;
- сброс сигнализации (квитирование).

#### 2. Телесигнализация

- положение выкатного элемента рабочее;
- положение выкатного элемента контрольное;
- положение высоковольтного выключателя включено (РПВ ВВ);
- положение высоковольтного выключателя отключено (РПО ВВ);
- положение заземляющего разъединителя ячейки включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки отключено (РПО ЗР);
- местное управление (МУ);
- дуговая защита присоединения (ДЗ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;

- срабатывание однофазного замыкания на землю (ОЗЗ)

Примечание:

применяется только на 20кВ;

- отключен автомат соленоидов (А ШП);
- отключен автомат управления (А ШУ);
- срабатывание максимально-токовой защиты (МТЗ);
- срабатывание максимально-токовой защиты «отсечка» (МТО);
- температура трансформатора ( $t^{\circ}\text{C}$  транс).

### 3. Телеизмерения

- измерение нагрузки (ток всех фаз).

**Отходящая линия к трансформатору (с предохранителем):**

#### 1. Телесигнализация

- положение выкатного элемента рабочее;
- положение выкатного элемента контрольное;
- положение заземляющего разъединителя ячейки включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки отключено (РПО ЗР);
- дуговая защита присоединения (ДЗ).

#### 2. Телеизмерения

- измерение нагрузки (ток всех фаз).

**Преобразовательный агрегат (ПА) на Т и ТПП:**

#### 1. Телеуправление

- включение выключателя 10(20) кВ;
- отключение выключателя 10(20) кВ;
- сброс сигнализации (квитирование)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- сброс сигнализации (квитирование)

Примечание:

для РУ-825 В.

#### 2. Телесигнализация

- положение выкатного элемента 10(20) кВ рабочее;
- положение выкатного элемента 10(20) кВ контрольное;
- положение включено ВВ 10(20) кВ (РПВ ВВ);
- положение отключено ВВ 10(20) кВ (РПО ВВ);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 10(20) кВ включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 10(20) кВ отключено (РПО ЗР);
- рабочее положение выкатного элемента 825 В (РПВ ВЭ);
- контрольное положение выкатного элемента 825 В (РПО ВЭ);

- положение включено БАОДа 825 В (РПВ БВ);
- положение отключено БАОДа 825 В (РПО БВ);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В отключено (РПО ЗР);
- положение включено минусового разъединителя 825 В (РПВ МР);
- отключенное положение минусового разъединителя 825 В (РПО МР);
- местное управление (МУ);
- неавтоматическое управление (АУ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом КРУ-10(20) кВ;
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом РУ-825 В;
- дуговая защита присоединения (ДЗ)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- срабатывание однофазного замыкания на землю (ОЗЗ)

Примечание:

применяется только на 20кВ;

- отключен автомат соленоидов (А ШП)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- отключен автомат управления (А ШУ)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- отключен автомат соленоидов (А ШП)

Примечание:

для РУ-825 В;

- отключен автомат управления (А ШУ)

Примечание:

для РУ-825 В;

- срабатывание максимально-токовой защиты 5 секунд (МТЗ)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- срабатывание максимально-токовой защиты 10 секунд (МТЗ)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- срабатывание максимально-токовой защиты «отсечка» (МТО)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- температура трансформатора ( $t^{\circ}\text{C}$  транс);
- пробой диода преобразовательного агрегата (VD ПА);

- сигнализация открытой двери преобразовательного агрегата (Д ПА);
- земляная защита преобразовательного агрегата (ЗЗ ПА);
- защита кабеля ПА (Т ПА)

Примечание:

для РУ-825 В;

- Отключение от БАОДа ПА (от БАОДа).

### 3. Телеизмерения

- измерение нагрузки на стороне 10(20) кВ (ток всех фаз);
- измерение напряжения ПА на стороне 825 В;
- измерение нагрузки на стороне 825 В (ток ПА).

## **Преобразовательный агрегат электродепо (ПАд):**

### 1. Телеуправление

- включение выключателя 10(20) кВ;
- отключение выключателя 10(20) кВ;
- сброс сигнализации (квитирование)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- сброс сигнализации (квитирование)

Примечание:

для РУ-825 В;

- включение БДВ 825 В;
- отключение БДВ 825 В;
- включение линейного разъединителя 825 В;
- отключение линейного разъединителя 825 В;
- включение шунтировки тоннельного отключения;
- отключение шунтировки тоннельного отключения;
- деблокировка тоннельного отключения;
- деблокировка защиты кабеля.

### 2. Телесигнализация

- положение выкатного элемента 10(20) кВ рабочее;
- положение выкатного элемента 10(20) кВ контрольное;
- положение включено ВВ 10(20) кВ (РПВ ВВ);
- положение отключено ВВ 10(20) кВ (РПО ВВ);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 10(20) кВ включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 10(20) кВ отключено (РПО ЗР);
- рабочее положение выкатного элемента 825 В (РПВ ВЭ);
- контрольное положение выкатного элемента 825 В (РПО ВЭ);
- положение включено БДВ 825 В (РПВ БВ);

- положение отключено БДВ 825 В (РПО БВ);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В включено (РПВ ЗР1);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В отключено (РПО ЗР1);
- положение заземляющего разъединителя линии 825 В включено (РПВ ЗР2);
- положение заземляющего разъединителя линии 825 В отключено (РПО ЗР2);
- положение включено минусового разъединителя 825 В (РПВ МР);
- отключенное положение минусового разъединителя 825 В (РПО МР);
- положение включено линейного разъединителя 825 В (РПВ ЛР);
- отключенное положение линейного разъединителя 825 В (РПО ЛР);
- местное управление (МУ);
- внешняя неисправность (РК 10(20) кВ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом КРУ-10(20) кВ;
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом РУ-825 В;
- дуговая защита присоединения (ДЗ)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- срабатывание однофазного замыкания на землю (ОЗЗ)

Примечание:

применяется только на 20кВ;

- отключен автомат соленоидов (А ШП)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- отключен автомат управления (А ШУ)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- отключен автомат соленоидов (А ШП)

Примечание:

для РУ-825 В;

- отключен автомат управления (А ШУ)

Примечание:

для РУ-825 В;

- срабатывание максимально-токовой защиты 5 секунд (МТЗ)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- срабатывание максимально-токовой защиты 10 секунд (МТЗ)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;



- срабатывание максимально-токовой защиты «отсечка» (МТО)

Примечание:

для КРУ-10(20) кВ;

- температура трансформатора ( $t^{\circ}\text{C}$  транс);
- пробой диода преобразовательного агрегата (VD ПА);
- сигнализация открытой двери преобразовательного агрегата (Д ПА);
- земляная защита преобразовательного агрегата (ЗЗ ПА);
- максимально-токовая защита БДВ (МТЗ БВ);
- защита по скорости нарастания тока (ЗСНТ БВ);
- защита по приращению тока (ЗПТ БВ);
- защита по среднему току (АСЗ БВ);
- защита кабеля линии к РП (Т);
- защита кабеля ПА (Т ПА)

Примечание:

для РУ-825 В;

- тоннельное отключение сработало (ТО);
- тоннельное отключение зашунтировано (ШТО);
- отключение от сигнала «Пожар в ОРК»;
- отсутствие напряжения на кабеле к РП (U825 РП-...).

### 3. Телеизмерения

- измерение нагрузки на стороне 10(20) кВ (ток всех фаз);
- измерение напряжения ПА на стороне 825 В;
- измерение нагрузки на стороне 825 В (ток ПА).

### ***Трансформатор напряжения секции (ТН):***

#### 1. Телеуправление

- сброс сигнализации (квитирование).

#### 2. Телесигнализация

- положение выкатного элемента рабочее;
- положение выкатного элемента контрольное;
- положение заземляющего разъединителя секции 10(20) кВ включено (РПВ ЗР секции);
- положение заземляющего разъединителя секции 10(20) кВ включено (РПВ ЗР секции);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;
- дуговая защита присоединения (ДЗ);
- срабатывание земляной защиты трансформатора напряжения (ЗЗ ТН);
- срабатывание превышения напряжения на секции (ЗПН);
- срабатывание понижения напряжения на секции (ЗМН);
- Изменение частоты сети (Гц ТН)

**Примечание:**

данный сигнал формируется одним из двух сигналов (превышение и понижение частоты питающей сети);

- отключен автомат питания цепей напряжения (А ТН);
- отключен автомат цепей земляной защиты (А ТН);
- отсутствие напряжения (U).

**3. Телеизмерения**

- измерения напряжения на секции (фазное и линейное);
- измерение частоты сети.

**Основной фидерный автомат (А) и Фидерный автомат питания соединительной ветки (Ас):****1. Телеуправление**

- включение выключателя;
- отключение выключателя;
- включение линейного разъединителя;
- отключение линейного разъединителя;
- сброс сигнализации (квитирование);
- включение шунтировки связи фидерного автомата

**Примечание:**

для основного фидерного автомата (А);

- отключение шунтировки связи фидерного автомата

**Примечание:**

для основного фидерного автомата (А).

**2. Телесигнализация**

- положение включено БДВ 825 В (РПВ БВ);
- положение отключено БДВ 825 В (РПО БВ);
- положение включено линейного разъединителя ПП 825 В (РПВ ЛР);
- положение отключено линейного разъединителя ПП 825 В (РПО ЛР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В отключено (РПО ЗР);
- рабочее положение выкатного элемента (РПВ ВЭ);
- контрольное положение выкатного элемента (РПО ВЭ);
- местное управление (МУ);
- отключен автомат соленоидов (А ШП);
- отключен автомат управления (А ШУ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;
- связь фидерного автомата зашунтирована (Ш)

**Примечание:**

для основного фидерного автомата (А);

- отключение фидерного автомата по связи (2)

Примечание:

для основного фидерного автомата (А);

- максимально-токовая защита БДВ (МТЗ БВ);
- защита по скорости нарастания тока (ЗСНТ БВ);
- защита по приращению тока (ЗПТ БВ);
- защита по среднему току (АСЗ БВ);
- защита кабеля (Т);
- контроль нагрузки линии (КНЛ)

Примечание:

для основного фидерного автомата (А);

- сработала тепловая защита двигателя линейного разъединителя ПП 825

В (t°С ЛР).

### 3. Телеизмерения

- измерение нагрузки (ток фидера).

## ***Фидерный автомат питания тупика (Ат):***

### 1. Телеуправление

- включение выключателя;
- отключение выключателя;
- включение тупикового разъединителя;
- отключение тупикового разъединителя;
- сброс сигнализации (квитирование);
- включение шунтировки тоннельного отключения;
- отключение шунтировки тоннельного отключения;
- деблокировка тоннельного отключения.

### 2. Телесигнализация

- положение включено БДВ 825 В (РПВ БВ);
- положение отключено БДВ 825 В (РПО БВ);
- положение включено тупикового разъединителя ПП 825 В (РПВ ЛР);
- положение отключено тупикового разъединителя ПП 825 В (РПО ЛР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В отключено (РПО ЗР);
- рабочее положение выкатного элемента (РПВ ВЭ);
- контрольное положение выкатного элемента (РПО ВЭ);
- местное управление (МУ);
- отключен автомат соленоидов (А ШП);
- отключен автомат управления (А ШУ);

- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;
- максимально-токовая защита БДВ (МТЗ БВ);
- защита по скорости нарастания тока (ЗСНТ БВ);
- защита по приращению тока (ЗПТ БВ);
- защита по среднему току (АСЗ БВ);
- защита кабеля (Т);
- тоннельное отключение сработало (ТО);
- тоннельное отключение зашунтировано (ШТО);
- контроль нагрузки линии (КНЛ);
- сработала тепловая защита двигателя тупикового разъединителя ПП

825 В ( $t^{\circ}\text{C}$  ЛР).

### 3. Телеизмерения

- измерение нагрузки (ток фидера).

## ***Распределительный пункт питания тупиков (РППТ):***

### 1. Телеуправление

- включение Р-5;
- отключение Р-5;
- включение Р-6;
- отключение Р-6;
- включение Р-12;
- отключение Р-12.

### 2. Телесигнализация

- положение включено ШРОТ-1 (РПВ ШРОТ-1);
- положение отключено ШРОТ-1 (РПО ШРОТ-1);
- положение включено ШРОТ-2 (РПВ ШРОТ-2);
- положение отключено ШРОТ-2 (РПО ШРОТ-2);
- положение включено Р-5 (РПВ Р-5);
- положение отключено Р-5 (РПО Р-5);
- положение включено Р-6 (РПВ Р-6);
- положение отключено Р-6 (РПО Р-6);
- положение включено Р-3 (РПВ Р-3);
- положение отключено Р-3 (РПО Р-3);
- положение включено Р-4 (РПВ Р-4);
- положение отключено Р-4 (РПО Р-4);
- положение включено Р-12 (РПВ Р-12);
- положение отключено Р-12 (РПО Р-12);
- положение включено Р-9 (РПВ Р-9);
- положение отключено Р-9 (РПО Р-9);
- положение включено Р-10 (РПВ Р-10);
- положение отключено Р-10 (РПО Р-10).

### 3. Телеизмерения

- не требуется.

## **Резервный фидерный автомат (Ар):**

### 1. Телеуправление

- включение выключателя;
- отключение выключателя;
- включение резервного разъединителя;
- отключение резервного разъединителя;
- сброс сигнализации (квитирование);
- включение шунтировки связи резервного фидерного автомата;
- отключение шунтировки связи резервного фидерного автомата.

### 2. Телесигнализация

- положение включено БДВ 825 В (РПВ БВ);
- положение отключено БДВ 825 В (РПО БВ);
- положение включено резервного разъединителя ПП 825 В (РПВ РР);
- положение отключено резервного разъединителя ПП 825 В (РПО РР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В включено (РПВ ЗР);
- положение заземляющего разъединителя ячейки 825 В отключено (РПО ЗР);
- рабочее положение выкатного элемента (РПВ ВЭ);
- контрольное положение выкатного элемента (РПО ВЭ);
- местное управление (МУ);
- отключен автомат соленоидов (А ШП);
- отключен автомат управления (А ШУ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;
- связь фидерного автомата зашунтирована (Ш);
- отключение фидерного автомата по связи (2);
- максимально-токовая защита БДВ (МТЗ БВ);
- защита по скорости нарастания тока (ЗСНТ БВ);
- защита по приращению тока (ЗПТ БВ);
- защита по среднему току (АСЗ БВ);
- защита кабеля (Т);
- сработала тепловая защита двигателя резервного разъединителя ПП 825 В (t°С РР).

### 3. Телеизмерения

- измерение нагрузки (ток фидера).

## **Заземляющий разъединитель шины +825 В (ЗРшин):**

### 1. Телеуправление

- включение заземляющего разъединителя;
- отключение заземляющего разъединителя;
- сброс сигнализации (квитирование).

## 2. Телесигнализация

- положение включено ЗРшин 825 В (РПВ ЗРш);
- положение отключено ЗРшин 825 В (РПО ЗРш);
- положение включено шинного разъединителя (РПВ ШР);
- положение отключено шинного разъединителя (РПО ШР);
- местное управление (МУ);
- отключен автомат управления (А ШУ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;
- сработала защита шин РУ-825 В (ЗШин);
- отсутствие напряжения на шине 825 В (U825).

## 3. Телеизмерения

- измерение напряжения на шине РУ-825 В.

### ***Дистанционно-управляемый разъединитель контактной сети (Р):***

#### 1. Телеуправление

- включение разъединителя;
- отключение разъединителя;
- сброс сигнализации (квитирование).

#### 2. Телесигнализация

- положение включено разъединителя (РПВ Р);
- положение отключено разъединителя (РПО Р)
- местное управление (МУ);
- отказ терминала защиты / потеря связи с терминалом;
- отсутствие напряжения в схеме управления разъединителя;
- сработала тепловая защита двигателя разъединителя ( $t^{\circ}\text{C}$ ).

### ***Низковольтные распределительные устройства:***

#### 1. Телеуправление

- включение вводного выключателя I секции;
- отключение выключателя I секции;
- включение вводного выключателя II секции;
- отключение выключателя II секции;
- включение секционного выключателя;
- отключение секционного выключателя.

#### 2. Телесигнализация

- положение вводного рубильника I секции включено (РПВ ВРІ);
- положение вводного рубильника I секции отключено (РПО ВРІ);
- положение вводного рубильника II секции включено (РПВ ВРІІ);
- положение вводного рубильника II секции отключено (РПО ВРІІ);

– положение секционного рубильника со стороны первой секции включено (РПВ СР-1);

– положение секционного рубильника со стороны первой секции отключено (РПО СР-1);

– положение секционного рубильника со стороны второй секции включено

(РПВ СР-2);

– положение секционного рубильника со стороны второй секции отключено

(РПО СР-2);

– положение вводного выключателя I секции включено (РПВ ВВ I);

– положение вводного выключателя I секции отключено (РПО ВВ I);

– положение вводного выключателя II секции включено (РПВ ВВ II);

– положение вводного выключателя II секции отключено (РПО ВВ II);

– положение секционного выключателя включено (РПВ СВ);

– положение секционного выключателя отключено (РПО СВ);

– положение вводного выключателя-1 секции резервирования включено

(РПВ ВВ-1)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– положение вводного выключателя-1 секции резервирования отключено

(РПО ВВ-1)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– положение вводного выключателя-2 секции резервирования включено

(РПВ ВВ-2)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– положение вводного выключателя-2 секции резервирования отключено

(РПО ВВ-2)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– положение вводного выключателя-1 аварийной секции включено (РПВ

ВВ-3)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– положение вводного выключателя-1 аварийной секции отключено

(РПО ВВ-3)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– положение вводного выключателя-2 аварийной секции включено (РПВ ВВ-4)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– положение вводного выключателя-2 аварийной секции отключено (РПО ВВ-4)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– местное неавтоматическое управление (МУ)

Примечание:

свидетельствует о снятии РУ с автотелеуправления;

– отказ терминала управления

Примечание:

данный сигнал инверсный и формируется путем пропажи сигнала «нормальная работа»;

– срабатывание максимально-токовой защиты вводного выключателя I секции (МТЗ ВВ I);

– срабатывание максимально-токовой защиты вводного выключателя II секции (МТЗ ВВ II);

– срабатывание максимально-токовой защиты секционного выключателя (МТЗ СВ);

– срабатывание максимально-токовой защиты вводного выключателя - 1 секции резервирования (МТЗ ВВ-1)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– срабатывание максимально-токовой защиты вводного выключателя - 2 секции резервирования (МТЗ ВВ-2)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– срабатывание максимально-токовой защиты вводного выключателя - 1 аварийной секции (МТЗ ВВ-3)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– срабатывание максимально-токовой защиты вводного выключателя - 2 аварийной секции (МТЗ ВВ-4)

Примечание:

только для РУ Освещения;

– положение секционного рубильника I секции РУ=220 В включено (РПВ СРІ);

– положение секционного рубильника I секции РУ=220 В отключено (РПО СРІ);



– положение секционного рубильника II секции РУ=220 В включено (РПВ СР II);

– положение секционного рубильника II секции РУ=220 В отключено (РПО СР II);

– положение вводного выключателя АБ включено (РПВ АБ)

Примечание:

для ТПШ, Т и ТПШд;

– положение вводного выключателя АБ отключено (РПО АБ)

Примечание:

для ТПШ, Т и ТПШд;

– положение выключателя УЗП-1/УППТ-1 в РУ=220 В включено (РПВ УЗП-1/УППТ-1);

– положение выключателя УЗП-1/УППТ-1 в РУ=220 В отключено (РПО УЗП-1/УППТ-1);

– положение выключателя УЗП-2/УППТ-2 в РУ=220 В включено (РПВ УЗП-2/УППТ-2);

– положение выключателя УЗП-2/УППТ-2 в РУ=220 В отключено (РПО УЗП-2/УППТ-2);

– отсутствие напряжения на шинах секции РУ до 1000 В 50 Гц.

### 3. Телеизмерения

– измерение нагрузки ввода I секции (ток трех фаз);

– измерение нагрузки ввода II секции (ток трех фаз);

– измерение напряжения шин I секции (фазное и линейное);

– измерение напряжения шин II секции (фазное и линейное);

– измерение частоты сети на вводе I секции;

– измерение частоты сети на вводе II секции;

– измерение нагрузки УЗП-1/УППТ-1;

– измерение нагрузки УЗП-2/УППТ-2;

– измерение нагрузки АБ

Примечание:

для ТПШ, Т и ТПШд;

– измерение напряжения шин РУ=220В;

– измерение напряжения шин аварийной секции (фазное и линейное);

– измерение частоты сети на шинах аварийной секции.

### **Общеподстанционная телесигнализация (ОПТ):**

#### 1. Телесигнализация

– подстанция открыта (Д);

– неисправность понизительной части подстанции (НП)

**Примечание:**

данный сигнал формируется при отключенном положении автоматов питания Эскалаторов, отходящих линий РУ АСОП и РУ АТДП;

- контроль изоляции цепей оперативного тока (КИ 220);
- понижение напряжения постоянного тока ( $U_{\downarrow} = 220$ );
- неисправность устройства зарядно-подзарядного (УЗП 1/УППТ 1);
- неисправность устройства зарядно-подзарядного (УЗП 2/УППТ 2);
- контроль изоляции РУ АТДП (КИ АТДП);
- отказ терминала центральной сигнализации/потеря связи с терминалом

(Отказ ЦС);

- дуговая защита первой секции КРУ-10(20) кВ (ДЗ-1);
- дуговая защита второй секции КРУ-10(20) кВ (ДЗ-2);
- контроль питания схемы тоннельного отключения и защиты шин (А

ШУ)

**Примечание:**

только для ТППд;

- отключены автоматы участковой сигнализации (А ЦС).

### **Объём передачи информации от устройств**

Для ИБП большой мощности (АТДП, Связь), СГЭ, УЗП и УППТ предусмотреть передачу на верхний уровень (АРМ ИБП) диагностической информации, предусмотренной производителем оборудования, по цифровому интерфейсу Ethernet. Объём передаваемых данных согласовывается со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА) на стадии П.

#### ***Предусмотреть минимальный объём передаваемых сигналов от ИБП АТДП:***

Для АРМ ЛД:

- Работа от сети (сигнал).
- Работа через байпас (сигнал).
- Работа от батареи (сигнал).
- Авария общая (сигнал).

Для АРМ ИБП:

- Входное напряжение L1, В.
- Входное напряжение L2, В.
- Входное напряжение L2, В.
- Выходное напряжение L1, В.
- Выходное напряжение L2, В.
- Выходное напряжение L3, В.
- Выходной ток L1, А.
- Выходной ток L2, А.

- Выходной ток L3, А.
- Температура АБ, °С.
- Ток АБ, А.
- Напряжение АБ, В.
- Сопротивление изоляции положительного полюса АБ, кОм.
- Сопротивление изоляции отрицательного полюса АБ и, кОм.
- Нормальная работа (сигнал).
- Работа от инвертора (сигнал).
- Работа через байпас (сигнал).
- Работа от батареи (сигнал).
- Внутренняя ошибка (сигнал).
- Авария общая (сигнал).
- Авария инвертора (сигнал).
- Авария сетевого блока питания (сигнал).
- Авария батарейного преобразователя (сигнал).
- Низкое напряжение АБ (сигнал).
- Обрыв в цепи АБ (сигнал).
- Нет заряда АБ (сигнал).
- Глубокий разряд АБ (сигнал).
- Высокая температура АБ (сигнал).
- Сопротивление изоляции положительного полюса АБ ниже нормы (сигнал).
- Сопротивление изоляции отрицательного полюса АБ ниже нормы (сигнал).
- Высокая температура выпрямителя (сигнал).
- Высокая температура инвертора (сигнал).
- Перегрузка (сигнал).
- Срабатывание аппарата защиты (сигнал).

***Предусмотреть минимальный объём передаваемых сигналов от ИБП Связи:***

Для АРМ ЛД:

- Работа от сети (сигнал).
- Работа через байпас (сигнал).
- Работа от батареи (сигнал).
- Авария общая (сигнал).

Для АРМ ИБП:

- Входное напряжение L1, В.
- Входное напряжение L2, В.
- Входное напряжение L2, В.
- Выходное напряжение L1, В.
- Выходное напряжение L2, В.

- Выходное напряжение L3, В.
- Выходной ток L1, А.
- Выходной ток L2, А.
- Выходной ток L3, А.
- Температура АБ, °С.
- Ток АБ, А.
- Напряжение АБ, В.
- Сопротивление изоляции положительного полюса АБ, кОм.
- Сопротивление изоляции отрицательного полюса АБ и, кОм.
- Нормальная работа (сигнал).
- Работа от инвертора (сигнал).
- Работа через байпас (сигнал).
- Работа от батареи (сигнал).
- Внутренняя ошибка (сигнал).
- Авария общая (сигнал).
- Авария инвертора (сигнал).
- Авария сетевого блока питания (сигнал).
- Авария батарейного преобразователя (сигнал).
- Низкое напряжение АБ (сигнал).
- Обрыв в цепи АБ (сигнал).
- Нет заряда АБ (сигнал).
- Глубокий разряд АБ (сигнал).
- Высокая температура АБ (сигнал).
- Сопротивление изоляции положительного полюса АБ ниже нормы (сигнал).
- Сопротивление изоляции отрицательного полюса АБ ниже нормы (сигнал).
- Высокая температура выпрямителя (сигнал).
- Высокая температура инвертора (сигнал).
- Перегрузка (сигнал).
- Срабатывание аппарата защиты (сигнал).

***Предусмотреть минимальный объём передаваемых сигналов от СГЭ:***

Для АРМ ЛД:

- Работа от ввода 1 (сигнал).
- Работа от ввода 2 (сигнал).
- Работа через байпас (сигнал)

*При наличии байпаса.*

- Работа от батареи (сигнал).
- Авария общая (сигнал).

Для АРМ ИБП:

- Входное напряжение L1, В.
- Входное напряжение L2, В.
- Входное напряжение L2, В.
- Выходное напряжение L1, В.
- Выходное напряжение L2, В.
- Выходное напряжение L3, В.
- Выходной ток L1, А.
- Выходной ток L2, А.
- Выходной ток L3, А.
- Температура АБ, °С.
- Ток АБ, А.
- Напряжение батареи, В.
- Сопротивление изоляции положительного полюса АБ, кОм.
- Сопротивление изоляции отрицательного полюса АБ, кОм.
- Нормальная работа (сигнал).
- Работа от инвертора (сигнал).
- Работа через байпас (сигнал).
- Работа от АБ(сигнал).
- АВР – включение основной сети, ввод №1 (сигнал).
- АВР – включение резервной сети, ввод №2 (сигнал).
- Внутренняя ошибка (сигнал).
- Авария общая (сигнал).
- Авария инвертора (сигнал).
- Авария сетевого блока питания (сигнал).
- Авария батарейного преобразователя (сигнал).
- Низкое напряжение АБ (сигнал).
- Обрыв в цепи АБ (сигнал).
- Нет заряда АБ (сигнал).
- Глубокий разряд АБ(сигнал).
- Высокая температура АБ (сигнал).
- Сопротивление изоляции положительного полюса АБ ниже нормы (сигнал).
- Сопротивление изоляции отрицательного полюса АБ ниже нормы (сигнал).
- Высокая температура выпрямителя (сигнал).
- Высокая температура инвертора (сигнал).
- Перегрузка (сигнал).
- Срабатывание аппарата защиты (сигнал).

***Предусмотреть минимальный объём передаваемых сигналов от УЗП:***

Для АРМ ЛД:

- Авария общая (сигнал).

Для АРМ ИБП:

- Входное напряжение, В.
- Выходное напряжение, В.
- Выходной ток, А.
- Режим работы устройства: Подзаряд, заряд, разряд.
- Высокая температура выпрямителя (сигнал).
- Нормальная работа (сигнал).
- Авария (сигнал).
- Перегрузка (сигнал).
- Срабатывание аппарата защиты (сигнал).

***Предусмотреть минимальный объём передаваемых сигналов от УППТ:***

Для АРМ ЛД:

- Авария общая (сигнал).

Для АРМ ИБП:

- Входное напряжение, В.
- Выходное напряжение, В.
- Выходной ток, А.
- Температура АБ, °С.
- Ток АБ, А.
- Режим работы устройства: Подзаряд, заряд, разряд.
- Обрыв в цепи АБ (сигнал).
- Высокая температура АБ (сигнал).
- Высокая температура выпрямителя (сигнал).
- Нормальная работа (сигнал).
- Авария (сигнал).
- Перегрузка (сигнал).
- Срабатывание аппарата защиты (сигнал).

Предусмотреть для терминалов защиты КРУ-10(20) кВ и РУ-825 В передачу на верхний уровень (АРМ защиты) информации о срабатывании защиты, диагностическую информацию о состоянии присоединения предоставляемую устройством (осциллограммы, дискретный осциллограф и др.).

Информация, выводимая на АРМ ЛД, на АРМ защиты, АРМ ИБП и АРМ телемеханика согласовывается со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА) на стадии П.

Таблицы диагностики и т.д. должны быть прописаны в полном объеме, в явном виде, в разделе АСДУЭ, с учетом выбранного оборудования, после его согласования со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

## **Типовая структурная схема АСДУ-Э уровня подстанции**

Типовая структурная схема показана в приложении № 5 к требованиям.

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления устройств защиты, сети «Ethernet» и оптических линий.

Для работы с коммутаторами и устройствами телемеханики проектом предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующего оборудования.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

## 10. Типовые требования к системе контроля блуждающих токов.

### Общие требования

Автоматизированная система мониторинга блуждающих токов для защиты от электрокоррозии сооружений и устройств метрополитена (далее по тексту «система мониторинга блуждающих токов») предназначена для оценки потенциальных мест возникновения токов утечки и выявления дефектов изоляции для защиты от электрокоррозии сооружений, конструкций и устройств метрополитенов, имеющих контакт с электрической средой (грунт, водные растворы, бетон), посредством выполнения электрических измерений с последующим сравнением результатов с показателями опасности электрокоррозии. Требование по выполнению указанных измерений прописано в СП 120.13330.2012 п. 5.21.

Предусмотреть Системой мониторинга блуждающих токов контроль за потенциалом рельсов в системах постоянного тока путем измерения величин в реальном времени и информирование о режимах работы компонентов данной системы.

Рабочее место СКБТ (АРМ СКБТ) предусмотреть в Доме связи Московского метрополитена на 5 этаже в помещении 503 (серверная).

Предусмотреть на каждом оборудовании (различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

### Описание Системы контроля блуждающих токов

Предусмотреть Систему мониторинга блуждающих токов из трех уровней:

1. полевой уровень (уровень КИП);



2. уровень системы автоматического сбора данных (САСД);
3. верхний уровень (уровень оператора).

### ***Полевой уровень.***

Предусмотреть установку двух типов КИП и подключение к ШТЗ:

- 1) для измерения потенциалов ходовых рельсов по отношению к обделке тоннеля – КИП-I;
- 2) для измерения потенциалов обделки тоннеля по отношению к внешней среде – КИП-II;
- 3) для измерения потенциалов шины «-825 В» по отношению к контуру заземления подстанции –ШТЗ.

### **Основные требования к КИП-I.**

Измерительный преобразователь, установленный в КИП-I предусмотреть со следующими параметрами:

- Пределы измерения  $\pm 100$  В;
- Входное сопротивление не менее 2 МОм;
- Выходной сигнал 4-20 мА;
- Допустимое сопротивление нагрузки токового выхода не менее 600 Ом;
- Напряжение питания 200-253 В постоянного/переменного тока;
- Допустимый уровень перенапряжения входных, выходных цепей и цепей питания относительно корпуса не менее 2,2 кВ;
- Двери ящика предусмотреть сдвижными.

### **Основные требования к КИП-II.**

Измерительный преобразователь, установленный в КИП-II предусмотреть со следующими параметрами:

- Пределы измерения  $\pm 5$  В;
- Входное сопротивление не менее 2 МОм;
- Выходной сигнал 4-20 мА;
- Допустимое сопротивление нагрузки токового выхода не менее 600 Ом;
- Напряжение питания 200-253 В постоянного/переменного тока;
- Допустимый уровень перенапряжения входных, выходных цепей и цепей питания относительно корпуса не менее 2,2 кВ;
- Двери ящика предусмотреть сдвижными.

Предусмотреть возможность получения информации от контроллера ШТЗ в САСД по Modbus RTU.

Предусмотреть питание шкафов КИП от шкафа САСД 230 В 50 Гц без резервирования.

Шкафы КИП и установленное внутри него оборудование, предусмотреть для установки в неотапливаемых помещениях, тоннелях метро и открытых участках. Конструктив КИП должен представлять собой навесной щиток, со степенью защиты IP54, кабельные вводы предусмотреть сбоку или снизу.

### **Уровень САСД.**

Для уровня САСД предусмотреть шкаф одностороннего обслуживания с программируемым логическим контроллером (ПЛК). Основные функции ПЛК:

- Возможность обработки до 8 измерительных сигналов 4-20 мА;
- Возможность получения измерений от тиристорного

короткозамыкателя по стандартным протоколам с помощью стандартных цифровых интерфейсов;

- Первичная обработка полученных величин;
- Передача результатов измерения на верхний уровень;
- Контроль исправности измерительных преобразователей шкафов КИП

и оборудования САСД.

Интервал измерения потенциалов не должен превышать 1 секунды.

Конструктив САСД должен представлять собой шкаф напольной установки, со степенью защиты IP54, кабельные вводы предусмотреть снизу. Шкаф САСД и установленное внутри него оборудование, предусмотреть для установки в помещениях ТПП.

Напряжение питания оборудования в шкафу САСД предусмотреть 230 В 50 Гц через ИБП, установленный в шкафу САСД. Продолжительность работы от ИБП предусмотреть не менее 60 минут. Питание шкафа САСД предусмотреть от ЩРСН подстанции.

Предусмотреть местную сигнализацию нормальной работы оборудования.

Предусмотреть возможность «горячей» замены модулей ввода/вывода ПЛК.

### **Верхний уровень.**

Предусмотреть построение Системы верхнего уровня на базе специализированного программного обеспечения системы мониторинга блуждающих токов Sitras SMS в среде Windows Control Centre (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)) и соответствующих аппаратных средств. АРМ предусмотреть в виде KVM- консоли в серверном шкафу.

В комплексе аппаратных средств предусмотреть:

- автоматизированное рабочее место (АРМ);
- лазерный цветной принтер для печати отчетов;
- коммуникационное оборудование.

Требование к программному обеспечению:

- расчет и отображение измеряемых величин в виде мгновенных значений, средних значений, средних значений абсолютных величин;
- расчет среднесуточных значений (для общей оценки характера распределения измеряемой величины);
- расчет средних значений за время работы метрополитена, а именно результаты измерений за длительный период один год, неделя и т.д. (для общей

оценки уровня измеряемой величины);

- расчет средних значений за час интенсивного движения (для оценки превышения, измеряемой величиной нормируемых значений по электрокоррозии);

- возможность выбора определенного временного промежутка времени детализация от 2 минут до 60 минут и получение среднего значения за этот период (для обеспечения техники безопасности, соответствия условий работы защитных устройств их номиналам).

- отображение потенциальных диаграмм ходовой рельсовой сети в виде графиков, том числе в реальном времени, где по оси абсцисс – длина линии метрополитена с соответствующей пикетной разметкой, а по оси ординат – значения потенциалов в единицах измерения Вольтах. Положительные вверху, а отрицательных внизу оси. Предусмотреть возможность выбора даты и времени.

- наличие функции автоматического определения места утечки на пути в реальном времени с применением специализированных интеллектуальных алгоритмов на основании предварительно зарегистрированных базисных значений.

- возможность внесения лимитов для уровня потенциалов в систему автоматического определения места утечки. Отображение результатов при каких-либо изменениях к этим лимитам.

- возможность приостановки функции записи измеряемых значений (для ночного времени или технологических окон, времени без движения поездов)

- возможность анализа данных места и времени появления нарушения изоляции (утечки) ручным методом (для уточнения особенных случаев, таких как нарушения изоляции в виду строительных работ или работ по обслуживанию оборудования в тоннеле)

- отображение величин, превышающих нормы в большую сторону, необходимых для мониторинга состояния соседних точек и линий в целом.

- автоматическая регистрация и отображение аварийных значений в системе при нарушении пороговых значений

- период хранения мгновенных значений в памяти системы 12 недель. Затем предусмотреть удаление информации из памяти путём перезаписи самых старых значений;

- период хранения средних значений в памяти системы не менее 5 лет;

- предусмотреть хранение вычисленных средних значений в виде отдельных файлов за каждые сутки. Имя файла должно содержать номер измерительной точки (КИПа), дату и время начала записи;

- предусмотреть возможность сохранения отчетов на съёмный носитель.

Требования к интерфейсу системы верхнего уровня:

В интерфейсе предусмотреть наличие:

- главного окна;

- окна с расчетной и аналитической информацией по точкам измерения и линии в целом;

- мнемосхемы диагностической информации по каждой точке измерения КИП-1 и КИП-2, ШТЗ, шкафам управления САСД;
- мнемосхемы диагностики канала связи с САСД;
- журнала аварийных и информационных событий.

В окнах предусмотреть наличие кнопок навигации между окнами, и переход между окнами не более чем за два клика мыши.

Во всех окнах предусмотреть отображение текущего времени и даты.

В главном окне предусмотреть отображение:

- отдельной станции или линии метрополитена с условным изображением
- контрольно-измерительных пунктов КИП-I, КИП-II и ШТЗ на линии в виде условных изображений;
- пикетов оси платформы каждой станции и пикетов установки КИП и ШТЗ;
- мгновенных значений потенциалов с КИП-I. Отдельно в окне по каждому КИП-I (в зелёном цвете значения до опасного порога, в красном цвете – значения выше опасного порога);
- мгновенных значений потенциалов с КИП-II. Отдельно в окне по каждому КИП-II (в жёлтом цвете);
- мгновенных значений потенциалов с ШТЗ. Отдельно в окне по каждому ШТЗ (в зелёном цвете значения до опасного порога, в красном цвете – значения выше опасного порога)
- кнопки «Построение потенциальных диаграмм для КИП-I».
- кнопки: «Построение потенциальных диаграмм для КИП-II».
- кнопки: «Построение потенциальных диаграмм для ШТЗ»

В окне с расчетной и аналитической информацией по каждому КИП и ШТЗ предусмотреть отображение:

- меню выбора даты для построения диаграмм;
- название каждого отображаемого графика;

Кнопки печати расчетной и аналитической информации.

### **Связь**

Предусмотреть передачу данных на верхний уровень с использованием мультимплексора в соответствии со спецификациями Industrial Ethernet с поддержкой изохронного режима передачи.

### **Требования к этапам строительства**

Проектной документацией и проектом организации строительства предусмотреть ввод в эксплуатацию оборудования системы защиты от коррозии до

запуска движения поездов и отладки системы не более, чем за 3 месяца после запуска движения поездов.

**Уровень КИП и САСД являются единой системой и не должны поставляться отдельно друг от друга.**

**Исключить поставку оборудования КИП и САСД от разных производителей.**

ШТЗ не входит в единую систему и поставляется отдельно.

### **Типовая структурная схема системы мониторинга блуждающих токов**

Типовая структурная схема показана в приложении №1 к требованиям.

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления сети «Ethernet» и оптических линий.

Для работы с коммутаторами и устройствами САСД предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического и проверочного оборудования в опросные листы соответствующего оборудования.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

## 11. Типовые требования к тяговой сети линии.

### Общие требования

Для электроснабжения устройств тяговой сети метрополитена следует принимать следующие напряжения:

а) В сетях постоянного тока:

- 825 В – тяговая сеть, номинальное напряжение.
- 220 В – питание цепей управления, сигнализации, блокировок и

приводов разъединителей в РППТ и ШРОТ, ПП и ДУР.

б) В сетях переменного тока:

- 230 В 50 Гц однофазное – освещение шкафов.

Предусмотреть проектом освещение в РППТ, ШРОТ, ПП и ДУР переменного тока 230 В 50 Гц от сети аварийного освещения тоннеля.

**Предусмотреть применение изоляции из полимерных материалов. Применение фарфоровой изоляции исключить.** Опорная изоляция должна выдерживать испытательное напряжение 24 кВ частотой 50 Гц в течение одной минуты.

Конструкцией предусмотреть подвод силовых кабелей сбоку (справа/слева), а контрольных кабелей сбоку (справа/слева) или снизу с креплением кабелей к корпусу (конструкции). Исключить подвод кабелей сверху во избежание попадания воды через проходные отверстия. Места прохода (входа) кабелей выполнить с легко съемной системой уплотнения сборно-разборной конструкции или повторно применяемой.

С внутренней стороны двери силового отсека шкафа предусмотреть карман для размещения схемы формата А3.

Двери предусмотреть с возможностью запираения на замок, без увеличения внешних (фасадных) габаритных размеров со стороны контактного рельса.

В РППТ предусмотреть электромагнитную блокировку для открытия дверей силового отсека. на наличие высокого напряжения на шинах 825 В. Защиту шкафов РП от возникновения потенциалов.

В дверях предусмотреть смотровые окна для визуального контроля положения разъединителей.

Конструкцией устройств предусмотреть удобный доступ к силовым и вторичным цепям для монтажа, наладки и обслуживания.

**Предусмотреть применение кабелей +825 В только на напряжение 3 кВ с экраном из медной фольги (для возможности организации схемы защиты).**

**Кабели -825 В применять на напряжение 1 кВ без экрана.**

**Кабели +825 В и -825 В применять только бронированные.**

Предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг (А)-HF».

Все кабельные конструкции независимо от места установки применять только стальные с оцинкованным покрытием для предотвращения коррозионных процессов.

Предусмотреть на каждом оборудовании нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

## **Описание тоннельного оборудования тяговой сети**

### **Шкаф линейного (резервного) разъединителя фидера (ПП):**

Конструкцией шкафа предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) или аналог на номинальный ток не менее 6000 А. Напряжение привода разъединителя 220 В постоянное.
2. систему бесконтактного температурного контроля контактов разъединителя.
3. возможность управления разъединителем с помощью кнопок управления при закрытой двери силового отсека шкафа.
4. возможность управления разъединителем вручную (курбелем) при закрытой двери шкафа.
5. в силовом отсеке изолированную шинку для крепления поводков с экрана кабелей.
6. со стороны питающей линии возможность подключения к силовой шине не менее восьми кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).

7. со стороны контактного рельса изолированное место вывода шины с фасада в нижней части для подключения компенсатора. Длину вывода шины предусматривать с учетом места установки оборудования и габарита приближения оборудования.

8. освещение силового отсека и отсека вторичного оборудования.

9. отсек вторичного оборудования, изолированный от силового отсека. В данном отсеке предусмотреть размещение кнопок управления разъединителем, автоматический выключатель питания привода, автоматический выключатель питания освещения и розетки, розетку 230 В 50 Гц, клеммники вторичных цепей, место для крепления курбеля ручного управления.

10. двери силового отсека сдвижного типа с механизмом плавного открытия дверей и устройством запираания дверей (ключ «бабочка»).

11. степень защиты отсека вторичного оборудования IP54, степень защиты силового отсека IP42.

**Шкаф дистанционно-управляемого разъединителя контактной сети (ДУР):**

Конструкцией шкафа предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) (или аналог) или однополюсный выключатель нагрузки с запасенной энергией в пружине (удержание на защелке без соленоида) на номинальный ток не менее 6000 А для главных путей и не менее 4000 А для соединительных веток и оборотных тупиков. Напряжение привода разъединителя 220 В постоянное.

2. возможность управления разъединителем с помощью кнопок управления при закрытой двери силового отсека шкафа.

3. возможность управления разъединителем вручную (курбелем) при закрытой двери шкафа.

4. в силовом отсеке изолированную шинку для крепления поводков с экрана кабелей.

5. со стороны кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее восьми кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).

6. со стороны контактного рельса вывод шины с фасада в нижней части для подключения компенсатора.

7. освещение силового отсека и отсека вторичного оборудования.

8. отсек вторичного оборудования, изолированный от силового отсека. В данном отсеке предусмотреть размещение кнопок управления разъединителем, автоматический выключатель питания привода, автоматический выключатель питания освещения и розетки, розетку 230 В 50 Гц, клеммники вторичных цепей, место для крепления курбеля ручного управления.

9. двери силового отсека сдвижного типа с механизмом плавного открытия дверей и устройством запираания дверей (ключ «бабочка»).



10. степень защиты отсека вторичного оборудования IP54, степень защиты силового отсека IP42.

**Пункт секционирования контактной сети линии (ПСЛ) двухполюсный:**

Примечание:

Данный разъединитель предусматривается для отделения тяговой сети разных линий на соединительных ветках.

Конструкцией шкафа предусмотреть:

1. двухполюсный разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) (или аналог) или двухполюсный выключатель нагрузки с запасенной энергией в пружине (удержание на защелке без соленоида) на номинальный ток не менее 4000 А. Напряжение привода разъединителя 220 В постоянное.

2. возможность управления разъединителем вручную при закрытой двери силового отсека шкафа.

3. в силовом отсеке изолированную шинку для крепления поводков с экрана кабелей.

4. по плюсу со стороны ввода кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).

5. со стороны контактного рельса вывод шины с фасада в нижней части для подключения компенсатора.

6. по минусу со стороны ввода кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).

7. по минусу со стороны вывода кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).

8. отсек вторичного оборудования, изолированный от силового отсека. В данном отсеке предусмотреть размещение кнопок управления разъединителем, автоматический выключатель питания привода, автоматический выключатель питания освещения и розетки, розетку 230 В 50 Гц, клеммники вторичных цепей, место для крепления курбеля ручного управления.

9. освещение силового отсека и отсека вторичного оборудования.

10. двери силового отсека сдвижного типа с механизмом плавного открытия дверей и устройством запираания дверей (ключ «бабочка»).

11. степень защиты отсека вторичного оборудования IP54, степень защиты силового отсека IP42.

**Шкаф подключения кабелей (ШПК):**

Конструкцией шкафа предусмотреть:

1. со стороны кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее шести кабелей сечением  $500 \text{ мм}^2$  с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).
2. со стороны контактного рельса вывод шины с фасада в нижней части для подключения компенсатора.
3. в силовом отсеке изолированную шинку для крепления поводков с экрана кабелей и изолированную шинку для подключения кабеля от средней шины дроссель-трансформатора (или ходового рельса) сечением до  $120 \text{ мм}^2$ .
4. установку искрового промежутка типа ИПМ-62 (или аналог) внутри шкафа между двумя изолированными шинками. Предусмотреть крепление искрового промежутка таким образом, чтобы не осложнять его замену при необходимости.
5. двери силового отсека сдвижного типа с механизмом плавного открытия дверей и устройством запираания дверей (ключ «бабочка»).
6. степень защиты силового отсека IP42.

**Шкаф разъединителя обратного тока (ШРОТ):**

Конструкцией шкафа предусмотреть:

1. разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) или аналог на номинальный ток не менее 4000 А. Напряжение привода разъединителя 220 В постоянное.
2. возможность управления разъединителем с помощью кнопок управления при закрытой двери силового отсека шкафа.
3. возможность управления разъединителем вручную (курбелем) при закрытой двери шкафа.
4. электромеханическую блокировку управления с помощью курбеля (шторка с магнитным замком, препятствующая установке курбеля в рабочее положение).
5. со стороны дроссель-трансформатора возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением  $500 \text{ мм}^2$  с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).
6. со стороны ходового рельса возможность подключения к силовой шине не менее четырех дроссельных соединителей (провода ППСРВМ) сечением  $120 \text{ мм}^2$  с наконечниками типа «перчатка четырехвыводная».
7. освещение силового отсека и отсека вторичного оборудования.
8. отсек вторичного оборудования, изолированный от силового отсека. В данном отсеке предусмотреть размещение кнопок управления разъединителем, автоматический выключатель питания привода, автоматический выключатель

питания освещения и розетки, розетку 230 В 50 Гц, клеммники вторичных цепей, место для крепления курбеля ручного управления и магнитного ключа.

9. двери силового отсека сдвижного типа с механизмом плавного открытия дверей и устройством запираания дверей (ключ «бабочка»).

10. степень защиты отсека вторичного оборудования IP54, степень защиты силового отсека IP42.

**Распределительный пункт питания тупиков (РППТ):**

Конструкцией РППТ предусмотреть:

1. разделение РППТ на две сборки устанавливаемых отдельно: РП-1 и РП-2 (питание третьего и четвертого станционного пути соответственно).

2. соединение РП-1 и РП-2 кабелем.

3. двустороннее обслуживание РП-1 и РП-2 (с тыльной стороны предусмотреть подключение кабелей).

4. для вводных, секционных и заземляющих разъединителей: разъединитель с моторным приводом STOL (STOR) или аналог на номинальный ток не менее 4000 А. Напряжение привода разъединителя 220 В постоянное.

5. для коммутационных аппаратов питания третьего и четвертого станционных путей (по плюсу и по минусу): двухполюсный выключатель нагрузки с запасенной энергией в пружине (удержание на защелке без соленоида) на номинальный ток не менее 4000 А. Напряжение привода взвода пружины выключателя 220 В постоянное.

6. систему бесконтактного температурного контроля контактов вводного разъединителя РП-1 (ПП фидера питания тупиков).

7. возможность управления вводными, секционными, заземляющими разъединителями с помощью кнопок управления при закрытой двери силового отсека шкафа.

8. возможность управления разъединителем (вводным, секционным и заземляющим) вручную (курбелем) при закрытой двери шкафа.

9. электромеханическую блокировку управления (вводным, секционным и заземляющим разъединителем) с помощью курбеля (шторка с магнитным замком, препятствующая установке курбеля в рабочее положение).

10. электрические блокировки управления с помощью кнопок.

11. в силовом отсеке изолированную шинку для крепления поводков с экрана кабелей.

12. возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).

13. освещение силового отсека и отсека вторичного оборудования.

14. отсек вторичного оборудования, изолированный от силового отсека. В данном отсеке предусмотреть размещение автоматических выключателей питания

приводов, схемы управления, автоматический выключатель питания освещения и розетки, розетку 230 В 50 Гц, клеммники вторичных цепей и оборудование схемы управления, место для крепления курбеля ручного управления.

15. с фасада РП-1 и РП-2 мнемосхему с сигнализацией положения разъединителей и выключателей нагрузки.

16. управление и сигнализацию ШРОТ-1 с РП-1, управление ШРОТ-2 с РП-2.

17. степень защиты отсека вторичного оборудования и ШВП IP54, степень защиты силового отсека IP42.

18. внешние кабели подводить к РП-1 через ШВП-7, а к РП-2 через ШВП-8. В каждом ШВП установить блок для подключения оптического кабеля от подстанции и медиаконвертер.

19. к медиаконвертеру подключить терминал управления ИнТер-825 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА)). В терминале управления строится логика работы и блокировки коммутационных аппаратов РП. Также с помощью терминала управления по сети передаются сигналы телесигнализации на диспетчерский пункт линии.

20. питание схемы управления, взвода пружины выключателя нагрузки, сигнализации и блокировки предусмотреть от РУ-6 ТПП.

К ШВП-7 и ШВП-8 предусмотреть отдельные линии с ТПП. Внутренние шинки управления и взвода пружины выключателя нагрузки в ШВП-7 и ШВП-8 соединить кабелем.

Предусмотреть типовую нумерацию разъединителей.

#### **В РП-1:**

- вводной разъединитель – ПП-... (по номеру фидера основного питания РППТ);
- секционный разъединитель – Р-5;
- выключатель питания контактного и ходового рельса третьего пути – Р-3;

Примечание:

Р-3 выполняются в виде двухполюсного выключателя нагрузки.

- заземляющий разъединитель контактного рельса третьего пути – Р-9.

#### **В РП-2:**

- вводной разъединитель – Р-12;
- секционный разъединитель – Р-6;
- выключатель питания контактного и ходового рельса четвертого пути – Р-4;

Примечание:

Р-4 выполняются в виде двухполюсного выключателя нагрузки.

- заземляющий разъединитель контактного рельса четвертого пути – Р-10.

**РП-1 и РП-2, ШРОТ, ЛР, РР а также шкаф разъединителя линии являются неотъемлемой частью РУ-825 В и не могут поставляться и производиться отдельно! Логика работы РУ-825 В, РП-1 и РП-2 настраивается производителем.**

### Служебные помещения

В помещениях ОЗЭП предусмотреть:

- Комнату старшего электромеханика Дистанции электроснабжения (кабельного участка).
- Комнату электромеханика Дистанции электроснабжения (кабельного участка).
- Комнату электромеханика Дистанции электроснабжения (группы подстанций).
- Мастерскую Дистанции электроснабжения (кабельного участка).
- Мастерскую Дистанции электроснабжения (группы подстанций).
- Мужскую гардеробную Дистанции электроснабжения (кабельного участка).
- Женскую гардеробную Дистанции электроснабжения (кабельного участка).
- Кладовую Дистанции электроснабжения (кабельного участка).
- Кладовую Дистанции электроснабжения (группы подстанций).

На станции также предусмотреть:

- Помещение для хранения резерва кабельной арматуры и кабелей Дистанции электроснабжения в уровне платформы.
- Комнату старшего электромеханика Дистанции электроснабжения (кабельного участка) (на каждой 8-й станции).
- Комнату электромеханика Дистанции электроснабжения (кабельного участка) (на каждой 2-й станции).
- Мастерскую Дистанции электроснабжения (кабельного участка) (на каждой 4-й станции).
- Мужскую гардеробную Дистанции электроснабжения (кабельного участка) (на каждой 2-й станции).
- Женскую гардеробную Дистанции электроснабжения (кабельного участка) (на каждой 2-й станции).
- Кладовую Дистанции электроснабжения (кабельного участка) (на каждой 4-й станции).

Помещения предусмотреть отдельными от других подразделений и Служб.

В комнате Старшего электромеханика Дистанции электроснабжения проектом предусмотреть:

- Телефонную связь (допускается без выхода в город).

В комнате электромеханика Дистанции электроснабжения проектом предусмотреть:

- Телефонную связь (допускается без выхода в город).

В гардеробной Дистанции электроснабжения проектом предусмотреть:

- Шкаф сушильный для одежды и обуви  $N=1$  кВт,  $U=220$  В,  $Q=100$  м<sup>3</sup>/ч.
- Шкафы гардеробные металлические двухсекционные.

Количество шкафов в гардеробных принимать из расчёта один шкаф из двух секций для одного человека.

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением.

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующего оборудования.

Предусмотреть в комплекте поставки кабельной продукции соединительные и концевые муфты соответствующего сечения.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

## 12. Типовые требования к тяговой сети электродепо.

### Общие требования

Для электроснабжения устройств тяговой сети метрополитена следует принимать следующие напряжения:

а) В сетях постоянного тока:

- 825 В – тяговая сеть, номинальное напряжение.

Предусмотреть проектом освещение в РП и ПСд переменного тока 230 В 50 Гц.

Управление разъединителями в РП, СР, Р, ПС и ПСд предусмотреть ручное.

**Предусмотреть применение изоляции из полимерных материалов.**

**Применение фарфоровой изоляции исключить.** Опорная изоляция должна выдерживать испытательное напряжение 24 кВ частотой 50 Гц в течение одной минуты.

Конструкцией предусмотреть подвод силовых и контрольных кабелей сбоку (справа/слева) или снизу. Исключить подвод кабелей сверху во избежание попадания воды через проходные отверстия.

С внутренней стороны двери силового отсека шкафа предусмотреть карман для размещения схемы формата А3.

Двери предусмотреть с возможностью запираения на замок.

В дверях предусмотреть смотровые окна для визуального контроля положения разъединителей.

Конструкцией устройств предусмотреть удобный доступ к силовым и вторичным цепям для монтажа, наладки и обслуживания.

**Предусмотреть применение кабелей +825 В только на напряжение 3 кВ с экраном из медной фольги (для возможности организации схемы защиты).**

**Кабели -825 В применять на напряжение 1 кВ без экрана.**

**Кабели +825 В и -825 В применять только бронированные (допускается применять небронированные кабели только в здании ОРК).**

Предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг (А)-HF».

Все кабельные конструкции независимо от места установки применять только стальные с оцинкованным покрытием для предотвращения коррозионных процессов.

Предусмотреть на каждом оборудовании нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и

т.д.);

– состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### **Описание оборудования тяговой сети электродепо**

#### **Распределительный пункт питания контактной сети электродепо (РП):**

Конструкцией РП предусмотреть:

1. разъединители с ручным приводом STOL (STOR) (или аналог) на номинальный ток не менее 4000 А.
2. возможность управления разъединителями вручную при закрытой двери шкафа.
3. возможность подключения к ошиновке каждого разъединителя не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).
4. освещение силового отсека.
5. с фасада РП смотровое окно для визуального контроля положения разъединителей.
6. с фасада РП наличие переключателя с фиксацией положения и возможностью пломбировки в положении «включено» для схемы тоннельного отключения.
7. степень защиты силового отсека IP42.

#### **Пункт секционирования контактной сети (ПС) однополюсный:**

Конструкцией шкафа предусмотреть:

1. однополюсный разъединители с ручным приводом STOL (STOR) (или аналог) на номинальный ток не менее 4000 А.
2. возможность управления разъединителями вручную при закрытой двери шкафа.
3. возможность подключения к ошиновке каждого разъединителя не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).
4. освещение силового отсека.



5. с фасада РП смотровое окно для визуального контроля положения разъединителей.
6. с фасада РП наличие переключателя с фиксацией положения и возможностью пломбировки в положении «включено» для схемы тоннельного отключения.
7. степень защиты силового отсека IP42.

#### **Шкаф подключения кабелей к контактному рельсу (ШПК):**

Конструкцией шкафа предусмотреть:

1. со стороны кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).
2. со стороны кабельной линии наличие кабельного короба (при прокладке кабелей в трубах в земле).
3. со стороны контактного рельса вывод шины с фасада в нижней части для подключения компенсатора.
4. в силовом отсеке изолированную шинку для крепления поводков с экрана кабелей и изолированную шинку для подключения кабеля от средней шины дроссель-трансформатора (или ходового рельса) сечением до 120 мм<sup>2</sup>.
5. установку искрового промежутка типа ИПМ-62 (или аналог) внутри шкафа между двумя изолированными шинками. Предусмотреть крепление искрового промежутка таким образом, чтобы не осложнять его замену при необходимости.
6. двери силового отсека сдвижного типа с механизмом плавного открытия дверей и устройством запираания дверей (ключ «бабочка»).
7. степень защиты силового отсека IP42.

#### **Шкаф подключения кабелей к ходовым рельсам (ШПКм):**

Конструкцией шкафа предусмотреть:

1. со стороны кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).
2. со стороны кабельной линии наличие кабельного короба (при прокладке кабелей в трубах в земле).
3. со стороны ходового рельса возможность подключения к силовой шине не менее четырех дроссельных соединителей (провода ППСРВМ) сечением 120 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «перчатка четырехвыводная».
4. двери силового отсека сдвижного типа с механизмом плавного открытия дверей и устройством запираания дверей (ключ «бабочка»).
5. степень защиты силового отсека IP42.

**Пункт секционирования контактной сети электродепо (ПСд) двухполюсный:**

Конструкцией шкафа предусмотреть:

1. двухполюсный разъединитель с ручным приводом STOL (STOR) (или аналог) на номинальный ток не менее 4000 А.
2. возможность управления разъединителем вручную при закрытой двери шкафа.
3. в силовом отсеке изолированную шинку для крепления поводков с экрана кабелей.
4. по плюсу со стороны ввода кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).
5. по плюсу со стороны ввода кабельной линии до разъединителя установку съемной шины-вставки. Установку шины-вставки предусмотреть в отдельном отсеке, изолированном от отсека разъединителя с отдельной дверью.
6. со стороны контактного рельса вывод шины с фасада в нижней части для подключения компенсатора.
7. по минусу со стороны ввода кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).
8. по минусу со стороны вывода кабельной линии возможность подключения к силовой шине не менее четырех кабелей сечением 500 мм<sup>2</sup> с наконечниками типа «лопатка» (четыре отверстия для крепления к шине).
9. освещение силового отсека и отсека вторичного оборудования.
10. двери силового отсека сдвижного типа с механизмом плавного открытия дверей и устройством запираания дверей (ключ «бабочка»).
11. степень защиты силового отсека IP42.
12. При проектировании расположения ПСд предусмотреть расположение шины-вставки со стороны контактного рельса электродепо.

**Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для испытания оборудования и кабелей повышенным напряжением.

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы соответствующего оборудования.

Предусмотреть в комплекте поставки кабельной продукции соединительные и концевые муфты соответствующего сечения.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### 13. Типовые требования к УЗП

#### Общие требования

Требования к гарантийному сроку и объему предоставления гарантий качества товара, а также к гарантийному обслуживанию товара и расходам на обслуживание товара в гарантийный срок указаны в соответствующем договоре, при этом гарантийный срок не может быть менее 2-х лет и начинаться не ранее приемки оборудования в эксплуатацию в полном объеме. Срок службы должен быть не менее 15 лет.

УЗП может превосходить заявленный по техническим и функциональным характеристикам.

Поставляемый УЗП не может быть с датой производства больше 12 месяцев на момент поставки, не должен быть в употреблении, находиться под арестом, в залоге или являться предметом спора.

Устройство должно быть свободно от прав третьих лиц.

Предусмотреть на оборудовании нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

#### Описание УЗП

УЗП предусмотреть напольной установки с подведением кабелей снизу. В случае применения модульной конструкции нагрузка должна равномерно распределяться по модулям. УЗП предусмотреть с возможностью работы в параллель с аналогичным устройством.

В УЗП предусмотреть:

1. Параметры входного напряжения – 3 фазы, линейное напряжение 380В, частота 50Гц.
  2. Диапазон входного напряжения – 380 В  $\pm 15$  %.
  3. Защиту от перенапряжения на входе. Ограничители импульсных перенапряжений предусмотреть с сигнализацией срабатывания (пробоя).
  4. Номинальное выходное напряжение 220 (115) В.
  5. Диапазон регулирования выходного напряжения – -10/+20 %.
  6. Диапазон пульсаций выходного напряжения не более 0,5 %.
  7. Напряжение на элементе в режиме подзаряда – 2,2 – 2,4 В  $\pm 1$  %.
  8. Выходной ток – не менее 100 А.
  9. Перегрузку – не менее  $1,1 \times I_n$  в течение трех секунд.
  10. КПД – не менее 90 %.
  11. Во вторичных и силовых цепях предусмотреть установку автоматических выключателей, предохранители применять не допускается.
  12. Гальваническую развязку между входным и выходным напряжением.
  13. Возможность горячей замены модулей (в случае применения модульной архитектуры).
  14. Плавное автоматическое включение выпрямителя после восстановления допустимых параметров входного напряжения.
  15. Применение транзисторной технологии.
  16. Автоматический переход из режима «подзаряд» в режим «заряд».
- Также предусмотреть возможность ручного переключения режимов. При нормальных условиях предусмотреть работу УЗП в буферном режиме (питание нагрузки с подзарядом батареи).
17. Температурную компенсацию заряда батареи.
  18. Функцию тестирования аккумуляторных батарей для определения фактической емкости.
  19. Возможность регистрации событий и состояния работы УЗП с возможностью считывания архива событий на ноутбук.
  20. Работу с УЗП через встроенный экран. Во время работы УЗП предусмотреть на экране индикацию основной информации (ток, напряжение, дата, время и состояние устройства).
  21. Предусмотреть подключение к электросети с обратным чередованием фаз.

### **Телеметрия УЗП**

Предусмотреть возможность подключения УЗП к системе АСДУЭ. Для подключения к системе АСДУЭ предусмотреть два порта Ethernet с поддержкой

протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования RRP.

В комплектации УЗП предусмотреть наличие плат(ы) с сухими контактами (на  $\pm 220$  В).

Предусмотреть не программируемыми сухими контактами вывод сигнала аварии (отказа УЗП) в ШЦС.

Предусмотреть опрос УЗП удаленными устройствами (АРМом ИБП системы АСДУЭ) по стандартному протоколу Modbus TCP. Предусмотреть два канала связи.

Минимальный объем передаваемой информации от УЗП в АСДУЭ указан в Типовых требованиях к системе АСДУЭ.

### **Схема подключения**

УЗП подключается к нагрузке параллельно АБ, а также параллельно резервному (основному) УЗП.

### **Технические и габаритные параметры**

Степень защиты УЗП по ГОСТ 14254-80 не ниже IP41.

Температура эксплуатации УЗП от 0 до 40°C.

Температура эксплуатации АБ для УЗП от 20 до 25°C.

Габаритные размеры УЗП:

Параметр	ИБП
Ширина	не более 700 мм
Глубина	не более 700 мм
Высота	не более 2200 мм

### **Мероприятия по обеспечению электробезопасности**

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление корпуса, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

## **Прочие требования к УЗП**

Предусмотреть УЗП с поэлементным контролем состояния аккумуляторных батарей.

В поставке УЗП предусмотреть ЗИП.

При поставке оборудования в договоре на поставку предусмотреть обучение специалистов ГУП «Московский метрополитен» по обслуживанию поставляемого УЗП.

Все необходимое программное обеспечение должно быть открытым или при поставке должны передаваться необходимые коды авторизации (бессрочные), позволяющие проводить обслуживание и ремонт УЗП в полном объеме. В комплекте поставки предусмотреть технические и программные средства для проведения обслуживания УЗП (ноутбук).

У поставляемого УЗП должна иметься в наличии сервисная служба в г.Москве имеющая аккредитацию производителем.

## **Цветовые решения**

УЗП – RAL8008 (оливково-коричневый).

## **Планировочные решения**

Помещение, где устанавливается УЗП, предусмотреть с системой приточно-вытяжной вентиляции.

## **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления сети «Ethernet».

Для работы с УЗП предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического и проверочного оборудования в опросные листы УЗП.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

## 14. Типовые требования к УППТ.

### Общие требования

Требования к гарантийному сроку и объему предоставления гарантий качества товара, а также к гарантийному обслуживанию товара и расходам на обслуживание товара в гарантийный срок указаны в соответствующем договоре, при этом гарантийный срок не может быть менее 2-х лет и начинаться не ранее приемки оборудования в эксплуатацию в полном объеме. Срок службы должен быть не менее 15 лет.

УППТ может превосходить заявленный по техническим и функциональным характеристикам.

Поставляемый УППТ не может быть с датой производства больше 12 месяцев на момент поставки, не должен быть в употреблении, находиться под арестом, в залоге или являться предметом спора.

Устройство должно быть свободно от прав третьих лиц.

Предусмотреть на оборудовании нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

### Описание УППТ

УППТ предусмотреть напольной установки с подведением кабелей снизу. В случае применения модульной конструкции нагрузка должна равномерно распределяться по модулям. УППТ предусмотреть с возможностью работы в параллель с аналогичным устройством.



В УППТ предусмотреть:

1. Параметры входного напряжения – 3 фазы, линейное напряжение 380 В, частота 50 Гц.
2. Диапазон входного напряжения – 380 В  $\pm$ 15%.
3. Защиту от перенапряжения на входе. Ограничители импульсных перенапряжений предусмотреть с сигнализацией срабатывания (пробоя).
4. Номинальное выходное напряжение 220 (115) В.
5. Диапазон регулирования выходного напряжения – -10/+20 %.
6. Диапазон пульсаций выходного напряжения не более 0,5 %.
7. Напряжение на элементе в режиме подзаряда – 13,2 – 14,4 В  $\pm$ 1 %.
8. Выходной ток – не менее 50 А.
9. Перегрузку – не менее  $1,1 \times I_n$  в течение трех секунд.
10. КПД – не менее 90 %.
11. Во вторичных и силовых цепях предусмотреть установку автоматических выключателей, предохранители применять не допускается.
12. Гальваническую развязку между входным и выходным напряжением.
13. Возможность горячей замены модулей (в случае применения модульной архитектуры).
14. Плавное автоматическое включение выпрямителя после восстановления допустимых параметров входного напряжения.
15. Применение транзисторной технологии.
16. Автоматический переход из режима «подзаряд» в режим «заряд».

Также предусмотреть возможность ручного переключения режимов. При нормальных условиях предусмотреть работу УППТ в буферном режиме (питание нагрузки с подзарядом батареи).

17. Элементы аккумуляторной батареи предусмотреть необслуживаемыми, герметичными расположенными внутри устройства. Заявленный ресурс – не менее 15 лет.

В исключительных случаях допускается располагать аккумуляторную батарею в отдельном шкафу рядом с устройством (данное решение должно быть согласовано со Службой электроснабжения).

18. Температурную компенсацию заряда батареи.
19. Функцию тестирования аккумуляторных батарей для определения фактической емкости.
20. Датчик температуры внутри батарейного кабинета.
21. Должна быть возможность регистрации событий и состояния работы УППТ с возможностью считывания архива событий на ноутбук.
22. Работа с УППТ должна осуществляться через встроенный экран. Во время работы УППТ на экран должны выводиться основные параметры (ток, напряжение, дата, время и состояние устройства).

23. Предусмотреть подключение к электросети с обратным чередованием фаз.

### Телеметрия УППТ

Предусмотреть возможность подключения УППТ к системе АСДУЭ. Для подключения к системе АСДУЭ предусмотреть два порта Ethernet с поддержкой протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP.

В комплектации УППТ предусмотреть наличие плат(ы) с сухими контактами (на  $\pm 220$  В).

Предусмотреть не программируемыми сухими контактами вывод сигналов контроля изоляции и аварии (отказа УППТ) в ШЦС.

Предусмотреть опрос УППТ удаленными устройствами (АРМом ИБП системы АСДУЭ) по стандартному протоколу Modbus TCP. Предусмотреть два канала связи.

Минимальный объем передаваемой информации от УППТ в АСДУЭ указан в Типовых требованиях к системе АСДУЭ.

### Схема подключения

УППТ подключается к нагрузке параллельно АБ, а также параллельно резервному (основному) УППТ.

### Технические параметры

Степень защиты УППТ по ГОСТ 14254-80 не ниже IP41.

Температура эксплуатации УППТ от 0 до 40°C.

Температура эксплуатации АБ из состава ИБП от 20 до 25°C.

Габаритные размеры УППТ:

Параметр	ИБП
Ширина	не более 700 мм
Глубина	не более 700 мм
Высота	не более 2200 мм

### Мероприятия по обеспечению электробезопасности

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие

меры: защитное заземление корпуса, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

### **Прочие требования к УППТ**

**Предусмотреть в комплекте с УППТ аккумуляторные батареи (АКБ). Детальные требования к АКБ представлены в разделе типовых требований к аккумуляторным батареям.**

В УППТ предусмотреть поэлементный контроль состояния аккумуляторных батарей.

В поставке УППТ предусмотреть ЗИП.

При поставке оборудования в договоре на поставку предусмотреть обучение специалистов ГУП «Московский метрополитен» по обслуживанию поставляемого УППТ.

Все необходимое программное обеспечение должно быть открытым или при поставке должны передаваться необходимые коды авторизации (бессрочные), позволяющие проводить обслуживание и ремонт УППТ в полном объеме. В комплект поставки должны включаться технические и программные средства для проведения обслуживания УППТ (ноутбук).

У поставляемого УППТ должна иметься в наличии сервисная служба в г.Москве имеющая аккредитацию производителем.

### **Цветовые решения**

УППТ – RAL8008 (оливково-коричневый).

### **Планировочные решения**

Помещение, где устанавливается УППТ, предусмотреть с системой приточно-вытяжной вентиляции.

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления сети «Ethernet».

Для работы с УППТ предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического и проверочного оборудования в опросные листы ИБП.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

## 15. Типовые требования к ИБП АТДП.

### Общие требования

Требования к гарантийному сроку и объему предоставления гарантий качества товара, а также к гарантийному обслуживанию товара и расходам на обслуживание товара в гарантийный срок указаны в соответствующем договоре, при этом гарантийный срок не может быть менее 2-х лет и начинаться не ранее приемки оборудования в эксплуатацию в полном объеме. Срок службы должен быть не менее 15 лет

ИБП может превосходить заявленный по техническим и функциональным характеристикам.

Поставляемый ИБП не может быть с датой производства больше 12 месяцев на момент поставки, а аккумуляторные батареи не могут быть с датой производства больше 6 месяцев на момент поставки, не должны быть в употреблении, находиться под арестом, в залоге и являться предметом спора.

Устройство должно быть свободно от прав третьих лиц.

Предусмотреть на оборудовании нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

### Описание ИБП

В работе ИБП предусмотреть автоматическое включение инвертора после разряда АБ и при возврате напряжения электросети.

В ИБП АТДП предусмотреть:

1. Тип ИБП – On-line с двойным преобразованием энергии.
2. Модульную архитектуру.

3. Выходная мощность – не менее 60 кВА.
4. КПД не менее 90 %.
5. Форма выходного напряжения – Синусоида.
6. Параметры выходного напряжения – 3 фазы, линейное напряжение 220 В, без нейтрали, частота 50 Гц. Трехпроводная сеть.
7. Во вторичных и силовых цепях предусмотреть установку автоматических выключателей, предохранители применять не допускается.
8. Искажение выходного напряжения при полной линейной нагрузке (КНИ) – не более 2 %.
9. Параметры входного напряжения – 3 фазы, линейное напряжение 220 В, без нейтрали, частота 50 Гц. Трехпроводная сеть.
10. Искажение входного тока – не более 4,5 %.
11. Окно входного напряжения без перехода на батареи при 100% нагрузке – 220 В  $\pm$ 20%.
12. Наличие электронного и механического байпаса.
13. Схемы переключения предусмотреть по транзисторной технологии, без использования контакторов.
14. Время автономной работы от батарей при полной нагрузке – не менее 90 минут.
15. В составе ИБП + шкафа АБ предусмотреть батарейный автомат, позволяющий отключать аккумуляторные батареи под нагрузкой.
16. Расположение батарей предусмотреть в шкафу с выдвижными лотками и элементами быстрого поэтажного отключения блоков батарей. В случае отсутствия выдвижных полок, предусмотреть расположение батарей с удобным доступом к каждому элементу.
17. Батареи – необслуживаемые, герметичные, заявленный ресурс – 15 лет.
18. Модули ИБП должны работать по принципу N+1 (N в работе, 1 аналогичный – в горячем резерве).
19. В ИБП предусмотреть возможность горячей замены модулей.
20. После разряда АБ, в случае недопустимых параметров входного напряжения, в ИБП предусмотреть переход в режим электронного байпаса. После восстановления параметров напряжения электросети, в ИБП предусмотреть переход в нормальный режим (инвертор включен, АБ на подзаряде, нагрузка получает электропитание от ИБП).
21. Температурную компенсацию заряда батареи.
22. Функцию тестирования аккумуляторных батарей для определения фактической емкости.
23. Датчик температуры внутри батарейного кабинета.
24. Возможность регистрации событий и состояния работы ИБП с возможностью считывания архива событий на ноутбук.

25. Работу с ИБП предусмотреть через встроенный экран. Во время работы ИБП предусмотреть на экране индикацию основной информации (ток, напряжение, дата, время и состояние устройства).

26. Предусмотреть подключение к электросети с обратным чередованием фаз.

### **Телеметрия ИБП**

Предусмотреть возможность подключения ИБП к системе АСДУЭ. Для подключения к системе АСДУЭ предусмотреть два порта Ethernet с поддержкой протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP.

Предусмотреть опрос ИБП удаленными устройствами (АРМом ИБП системы АСДУЭ) по стандартному протоколу Modbus TCP. Предусмотреть два канала связи.

Сетевое оборудование с оптическими каналами связи предусмотреть для применения с одномодовым оптоволоконным кабелем.

Минимальный объем передаваемой информации от ИБП АТДП в АСДУЭ указан в Типовых требованиях к системе АСДУЭ.

### **Схема подключения ИБП**

Устройства АТДП получают электропитание по двум вводам с межфазным напряжением 220 В, 50 Гц.

Каждый ввод получает напряжение от соответствующего трансформатора подстанции и оборудован ИБП, рассчитанным на соответствующую мощность.

Предусмотреть наличие обходной цепи с реверсивными (перекидными) рубильниками ОТ125F3С закрытого типа (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры) для вывода ИБП из работы. Рубильники предусмотреть в помещении с ИБП.

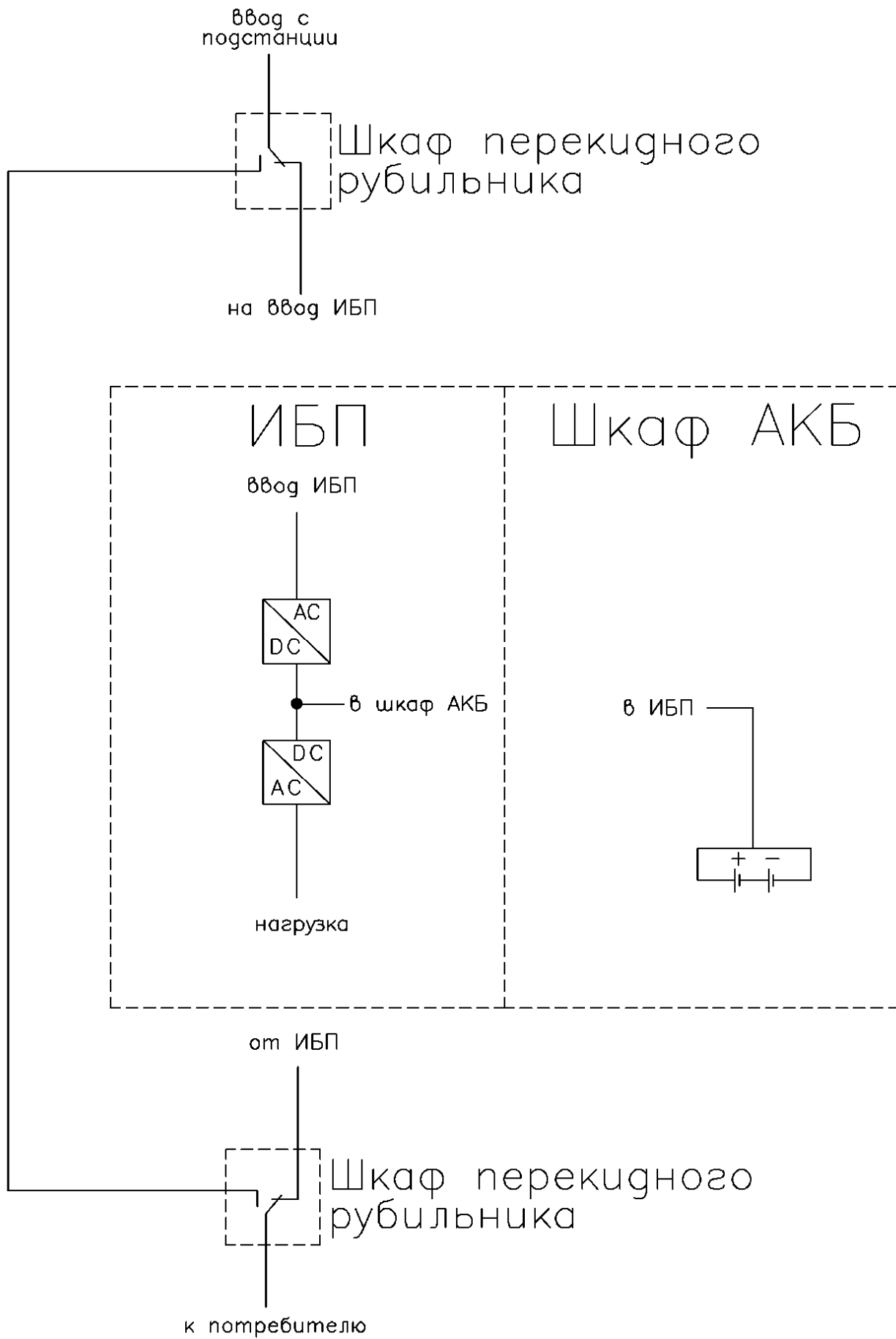


Рисунок. Схема подключения ИБП.



## Технические параметры ИБП

Степень защиты ИБП по ГОСТ 14254-80 не ниже IP41.

Температура эксплуатации ИБП от 0 до 40°C.

Температура эксплуатации АБ из состава ИБП от 20 до 25°C.

Габаритные размеры ИБП большой мощности:

Параметр	ИБП	Батарейный шкаф
Ширина	не более 850 мм	не более 850 мм
Глубина	не более 1200 мм	не более 1200 мм
Высота	не более 2200 мм	не более 2200 мм

## Мероприятия по обеспечению электробезопасности

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

В помещении ИБП предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 5 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 5 шт.;
  - «Работать здесь» – 5 шт.;
  - «Заземлено» – 5 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 5 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
  - Указатель низкого напряжения (до 600 В) – 3 шт.
3. Предметы безопасности:
  - Перчатки диэлектрические – 4 пары;
  - Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стой! Напряжение» – 4 шт.

Напряжение» – 4 шт.

## **Прочие требования к ИБП**

**Предусмотреть в комплекте с ИБП батарейный шкаф и аккумуляторные батареи (АКБ). Детальные требования к АКБ представлены в разделе типовых требований к аккумуляторным батареям.**

В ИБП предусмотреть поэлементный контроль состояния аккумуляторных батарей.

В поставку ИБП предусмотреть ЗИП.

При поставке оборудования в договоре на поставку должно быть предусмотрено обучение специалистов ГУП «Московский метрополитен» на обслуживание поставляемого ИБП.

Все необходимое программное обеспечение должно быть открытым или при поставке должны передаваться необходимые коды авторизации, позволяющие проводить обслуживание и ремонт ИБП в полном объеме. В комплект поставки должны включаться технические и программные средства для проведения обслуживания ИБП (ноутбук, тестер аккумуляторных батарей).

У поставляемого ИБП должна иметься в наличии сервисная служба в г.Москве имеющая аккредитацию производителем.

## **Цветовые решения**

ИБП АТДП – RAL5011 (стальной синий).

## **Связь**

В щитовой ИБП проектом предусмотреть телефонную связь для оперативных переговоров с энергодиспетчером. Допускается без выхода в город.

## **Планировочные решения**

Помещение щитовой ИБП предусмотреть высотой не менее 3 метров.

От ИБП до ближайших стен проектом предусмотреть расстояние не менее 1 метра.

В помещении предусмотреть систему приточно-вытяжной вентиляции и резервированной системой кондиционирования, рассчитанной на мощности всех ИБП в щитовой.

**Не допускать расположение распределительных устройств и сборок, в том числе сборок с АВР в щитовой ИБП. Размещение иного оборудования, кроме ИБП, в щитовой не допускается.**

**Предусмотреть размещение ИБП АТДП и ИБП Связи в одной щитовой.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

### **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Проектом предусмотреть мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации щитовой ИБП с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещении щитовой предусмотреть систему пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт станции).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категорию щитовой принять в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Щитовую ИБП оборудовать средствами первичного пожаротушения.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена № УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-НФ», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF. Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) применять с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Проходы кабелей из одного помещения в другое проектировать в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках закладывать не менее четырех резервных патрубков.

### **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемого уровня температуры (не более 20°C) для работы ИБП и входящих в его состав аккумуляторных батарей в помещении щитовой ИБП

АТДП предусмотреть систему кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем кондиционирования – основную и резервную.

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентиляционного на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием;
- выброс тепловыделений от оборудования непосредственно в тоннель;
- расположение оборудования в сечениях тоннельной вентиляции.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

Должны обеспечиваться нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов» и СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2.

Предусмотреть передачу сигнала о неисправности системы кондиционирования в щитовой ИБП АТДП диспетчеру Службы ЭМС.

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации щитовой с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Помещение щитовой оборудуются системой контроля прохода (с применением БСК).

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. От 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления сети «Ethernet».

Для работы с ИБП предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического и проверочного оборудования в опросные листы ИБП.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

## 16. Типовые требования к ИБП связи.

### Общие требования

Требования к гарантийному сроку и объему предоставления гарантий качества товара, а также к гарантийному обслуживанию товара и расходам на обслуживание товара в гарантийный срок указаны в соответствующем договоре, при этом гарантийный срок не может быть менее 2-х лет и начинаться не ранее приемки оборудования в эксплуатацию в полном объеме. Срок службы должен быть не менее 15 лет.

ИБП может превосходить заявленный по техническим и функциональным характеристикам.

Поставляемый ИБП не может быть с датой производства больше 12 месяцев на момент поставки, а аккумуляторные батареи не могут быть с датой производства больше 6 месяцев на момент поставки, не должны быть в употреблении, находиться под арестом, в залоге и являться предметом спора.

Устройство должно быть свободно от прав третьих лиц.

Предусмотреть на оборудовании нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

### Описание ИБП Связи

В работе ИБП предусмотреть автоматическое включение инвертора после разряда АБ и при возврате напряжения электросети.

В ИБП Связи предусмотреть:

1. Модульную архитектуру.
2. Выходная мощность – не менее 60 кВА.

3. КПД не менее 90 %.
4. Форма выходного напряжения – синусоида.
5. Параметры выходного напряжения – 3 фазы, линейное напряжение 380 В, с нейтралью, частота 50 Гц.
6. Искажение выходного напряжения при полной линейной нагрузке (КНИ) – не более 3 %.
7. Во вторичных и силовых цепях предусмотреть установку автоматических выключателей, предохранители применять не допускается.
8. Параметры входного напряжения – 3 фазы, линейное напряжение 380 В, с нейтралью, частота 50 Гц.
9. Искажение входного тока – не более 4,5 %.
10. Окно входного напряжения без перехода на батареи при 100 % нагрузке –  $380 \text{ В} \pm 20 \%$ .
11. Наличие электронного и механического байпаса.
12. В ИБП должны отсутствовать трансформаторы.
13. Схемы переключения предусмотреть по транзисторной технологии, без использования контакторов.
14. Время автономной работы от батарей при полной нагрузке – не менее 90 минут.
15. В составе ИБП+шкафа АБ предусмотреть батарейный автомат, позволяющий отключать аккумуляторные батареи под нагрузкой.
16. Расположение батарей предусмотреть в шкафу с выдвижными лотками и элементами быстрого поэтажного отключения блоков батарей. В случае отсутствия выдвижных полок, предусмотреть расположение батарей с удобным доступом к каждому элементу.
17. Батареи – необслуживаемые, герметичные, заявленный ресурс – 15 лет.
18. Модули ИБП должны работать по принципу N+1 (N в работе, 1 аналогичный – в горячем резерве).
19. В ИБП предусмотреть возможность горячей замены модулей.
20. После разряда АБ, в случае недопустимых параметров входного напряжения, в ИБП предусмотреть переход в режим электронного байпаса. После восстановления параметров напряжения электросети, в ИБП предусмотреть переход в нормальный режим (инвертор включен, АБ на подзаряде, нагрузка получает электропитание от ИБП).
21. Температурную компенсацию заряда батареи.
22. Функцию тестирования аккумуляторных батарей для определения фактической емкости.
23. Датчик температуры внутри батарейного кабинета.
24. Возможность регистрации событий и состояния работы ИБП с возможностью считывания архива событий на ноутбук.

25. Работу с ИБП предусмотреть через встроенный экран. Во время работы ИБП предусмотреть на экране индикацию основной информации (ток, напряжение, дата, время и состояние устройства).

26. Предусмотреть подключение к электросети с обратным чередованием фаз.

### **Телеметрия ИБП**

Предусмотреть возможность подключения ИБП к системе АСДУЭ. Для подключения к системе АСДУЭ предусмотреть два порта Ethernet с поддержкой протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования PRP.

Предусмотреть опрос ИБП удаленными устройствами (АРМом ИБП системы АСДУЭ) по стандартному протоколу Modbus TCP. Предусмотреть два канала связи.

Сетевое оборудование с оптическими каналами связи предусмотреть для применения с одномодовым оптоволоконным кабелем.

Минимальный объем передаваемой информации от ИБП Связи в АСДУЭ указан в Типовых требованиях к системе АСДУЭ.

### **Схема подключения ИБП**

Устройства связи получают электропитание по двум вводам с межфазным напряжением 380 В, 50 Гц.

Каждый ввод получает напряжение от соответствующего трансформатора подстанции и оборудован ИБП, рассчитанным на соответствующую мощность.

Предусмотреть наличие обходной цепи с реверсивными (перекидными) рубильниками OT125F3C закрытого типа (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры) для вывода ИБП из работы. Рубильники предусмотреть в помещении с ИБП.



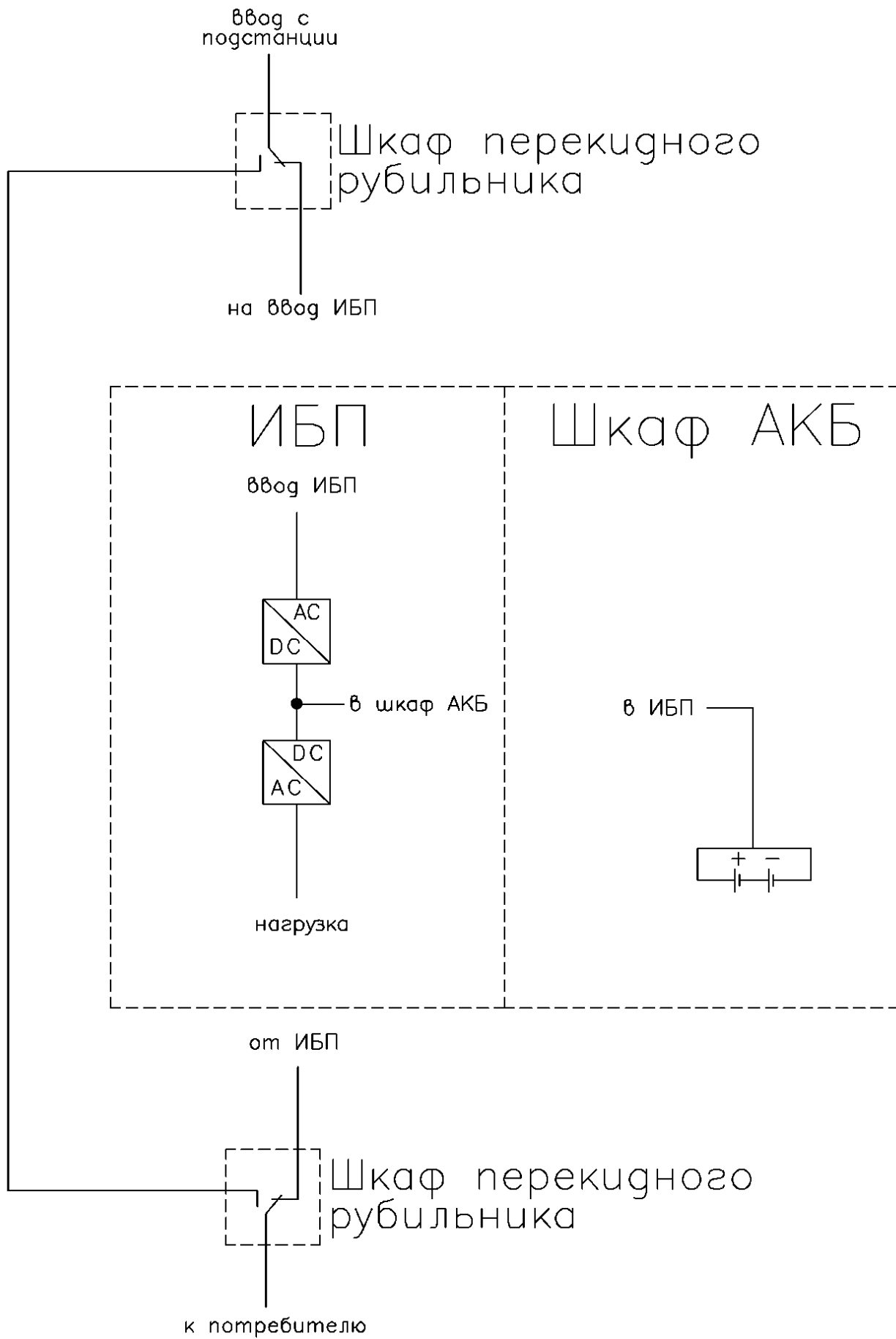


Рисунок. Схема подключения ИБП.

## Технические параметры ИБП

Степень защиты ИБП по ГОСТ 14254-80 не ниже IP41.

Температура эксплуатации ИБП от 0 до 40 °С.

Температура эксплуатации АБ из состава ИБП от 20 до 25 °С.

Габаритные размеры ИБП большой мощности:

Параметр	ИБП	Батарейный шкаф
Ширина	не более 850 мм	не более 850 мм
Глубина	не более 1200 мм	не более 1200 мм
Высота	не более 2200 мм	не более 2200 мм

## Мероприятия по обеспечению электробезопасности

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

В помещении ИБП предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 5 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 5 шт.;
  - «Работать здесь» – 5 шт.;
  - «Заземлено» – 5 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 5 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
  - Указатель низкого напряжения (до 600 В) – 3 шт.
3. Предметы безопасности:
  - Перчатки диэлектрические – 4 пары;
  - Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стой! Напряжение» – 4 шт.

Напряжение» – 4 шт.

## **Прочие требования к ИБП**

**Предусмотреть в комплекте с ИБП батарейный шкаф и аккумуляторные батареи (АКБ). Детальные требования к АКБ представлены в разделе типовых требований к аккумуляторным батареям.**

В ИБП предусмотреть поэлементный контроль состояния аккумуляторных батарей.

В поставку ИБП предусмотреть ЗИП.

При поставке оборудования в договоре на поставку должно быть предусмотрено обучение специалистов ГУП «Московский метрополитен» на обслуживание поставляемого ИБП.

Все необходимое программное обеспечение должно быть открытым или при поставке должны передаваться необходимые коды авторизации, позволяющие проводить обслуживание и ремонт ИБП в полном объеме. В комплект поставки должны включаться технические и программные средства для проведения обслуживания ИБП (ноутбук, тестер аккумуляторных батарей).

У поставляемого ИБП должна иметься в наличии сервисная служба в г. Москве имеющая аккредитацию производителем.

## **Цветовые решения**

ИБП Связи – RAL 9005 (Глубокий черный).

## **Связь**

В щитовой ИБП проектом предусмотреть телефонную связь для оперативных переговоров с энергодиспетчером. Допускается без выхода в город.

## **Планировочные решения**

Помещение щитовой ИБП предусмотреть высотой не менее 3 метров.

От ИБП до ближайших стен проектом предусмотреть расстояние не менее 1 метра.

В помещении предусмотреть систему приточно-вытяжной вентиляции и резервированной системой кондиционирования, рассчитанной на мощности всех ИБП в щитовой.

**Не допускать расположение распределительных устройств и сборок, в том числе сборок с АВР в щитовой ИБП. Размещение иного оборудования, кроме ИБП, в щитовой не допускается.**

**Предусмотреть размещение ИБП АТДП и ИБП Связи в одной щитовой.**

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

### **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Проектом предусмотреть мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации щитовой ИБП с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещении щитовой предусмотреть систему пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт станции).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категорию щитовой принять в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Щитовую ИБП оборудовать средствами первичного пожаротушения.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена № УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-НФ», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF. Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) применять с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Проходы кабелей из одного помещения в другое проектировать в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках закладывать не менее четырех резервных патрубков.

### **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемого уровня температуры (не более 20°C) для работы ИБП и входящих в его состав аккумуляторных батарей в помещении щитовой ИБП

Связи предусмотреть систему кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем кондиционирования – основную и резервную.

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентиляционного на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием;
- выброс тепловыделений от оборудования непосредственно в тоннель;
- расположение оборудования в сечениях тоннельной вентиляции.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

Должны обеспечиваться нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов» и СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2.

Предусмотреть передачу сигнала о неисправности системы кондиционирования в щитовой ИБП Связи диспетчеру Службы ЭМС.

### **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации щитовой с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Помещение щитовой оборудуются системой контроля прохода (с применением БСК).

**При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. От 13.07.2015) «О транспортной безопасности».**

### **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления сети «Ethernet».

Для работы с ИБП предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического и проверочного оборудования в опросные листы ИБП.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

## 17. Типовые требования к СГЭ.

### Общие требования

Требования к гарантийному сроку и объему предоставления гарантий качества товара, а также к гарантийному обслуживанию товара и расходам на обслуживание товара в гарантийный срок указаны в соответствующем договоре, при этом гарантийный срок не может быть менее 2-х лет и начинаться не ранее приемки оборудования в эксплуатацию в полном объеме. Срок службы должен быть не менее 15 лет.

СГЭ может превосходить заявленный по техническим и функциональным характеристикам.

Поставляемый СГЭ не может быть с датой производства больше 12 месяцев на момент поставки, а аккумуляторные батареи не могут быть с датой производства больше 6 месяцев на момент поставки, не должны быть в употреблении, находиться под арестом, в залоге и являться предметом спора.

Устройство должно быть свободно от прав третьих лиц.

**Вводные автоматические выключатели, схема АВР и автоматы отходящих линий являются неотъемлемой частью устройства СГЭ и находятся в одном корпусе. Не допускается размещать автоматические выключатели и схему АВР в отдельных сборках (шкафах).**

Предусмотреть на оборудовании нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

## Описание СГЭ

В работе СГЭ предусмотреть автоматическое включение инвертора после разряда АБ и при возврате напряжения электросети.

В СГЭ предусмотреть:

1. Подключение АБ – On-line (Постоянно подключена).
2. Напряжение аккумуляторной батареи – 220-240 В.
3. Форма выходного напряжения – синусоида.
4. Параметры выходного напряжения – 3 фазы, линейное напряжение 380 В, с нейтралью, частота 50 Гц.
5. Искажение выходного напряжения при полной линейной нагрузке (КНИ) – не более 3 %.
6. Выходная мощность – в зависимости от расчетной нагрузки.
7. КПД – не менее 90 %.
8. Во вторичных и силовых цепях предусмотреть установку автоматических выключателей, предохранители применять не допускается.
9. Искажение входного тока – не более 4,5 %.
10. Окно входного напряжения без перехода на батареи при 100 % нагрузке – 380 В  $\pm$ 20 %.
11. Наличие электронного и механического байпаса.
12. Схемы переключения должны быть выполнены на базе транзисторной логики, без использования контакторов.
13. Время автономной работы от батарей при полной нагрузке – не менее 180 минут.
14. В состав СГЭ должен быть включен автомат, позволяющий отключать аккумуляторные батареи под нагрузкой.
15. Для СГЭ малой мощности, устанавливаемого вне подстанции, расположение батарей предусмотреть в шкафу с выдвижными лотками и элементами быстрого поэтажного отключения блоков батарей. В случае отсутствия выдвижных полок, предусмотреть расположение батарей с удобным доступом к каждому элементу.  
Для СГЭ большой мощности, устанавливаемого на подстанции, расположение батарей предусмотреть в отдельном помещении совместно с АБ оперативного тока.
16. Батареи – необслуживаемые, герметичные, заявленный ресурс – не менее 15 лет для СГЭ малой мощности, 20 лет для СГЭ большой мощности.
17. Схема подключения СГЭ представлена в приложении.
18. После разряда АБ и в случае недопустимых параметров входного напряжения СГЭ должен переходить в режим электронного байпаса. После восстановления параметров напряжения электросети, СГЭ должен переходить в



нормальный режим (инвертор включен, АБ на подзаряде, нагрузка получает электропитание от инвертора).

19. Температурную компенсацию заряда батареи.
20. Функцию тестирования аккумуляторных батарей для определения фактической емкости.
21. Датчик температуры внутри батарейного кабинета.
22. Возможность регистрации событий и состояния работы СГЭ с возможностью считывания архива событий на ноутбук.
23. Работу с СГЭ предусмотреть через встроенный экран. Во время работы СГЭ предусмотреть на экране индикацию основной информации (ток, напряжение, дата, время и состояние устройства).
24. Предусмотреть подключение к электросети с обратным чередованием фаз.

### **Телеметрия СГЭ**

Предусмотреть возможность подключения СГЭ к системе АСДУЭ. Для подключения к системе АСДУЭ предусмотреть два порта Ethernet с поддержкой протокола маршрутизации RSTP и протокола резервирования RRP.

Предусмотреть опрос ИБП удаленными устройствами (АРМом ИБП системы АСДУЭ) по стандартному протоколу Modbus TCP. Предусмотреть два канала связи.

Сетевое оборудование с оптическими каналами связи предусмотреть для применения с одномодовым оптоволоконным кабелем.

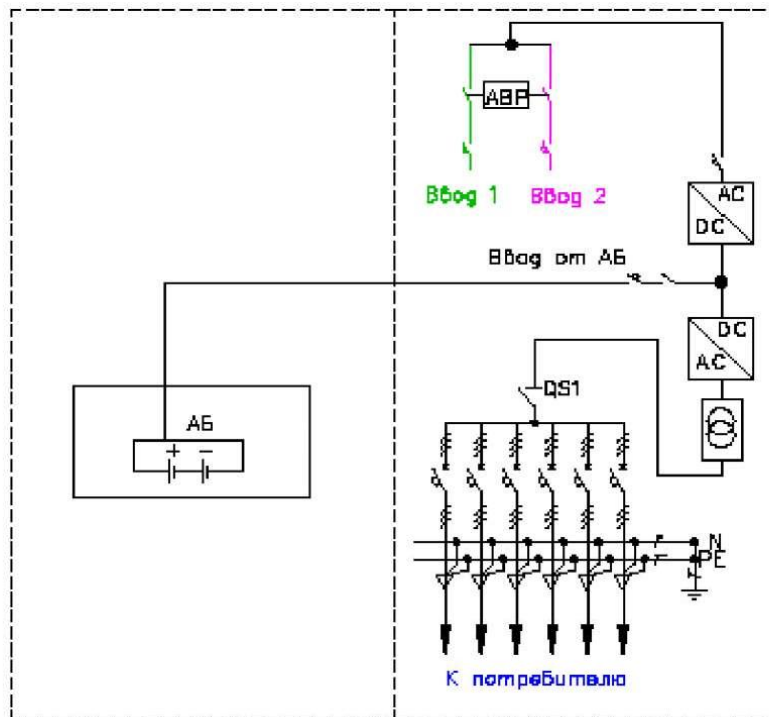
Минимальный объем передаваемой информации от СГЭ в АСДУЭ указан в Типовых требованиях к системе АСДУЭ.

### **Схема подключения СГЭ**

Аварийное освещение получает питание от СГЭ, который в свою очередь состоит из двух вводов сети переменного тока, схемы автоматического включения резервного питания (АВР), аккумуляторной батареи и инвертора.

Основным режимом работы СГЭ является питание нагрузки от ввода 1, при этом одновременно обеспечивается подзаряд аккумуляторной батареи АБ от зарядного устройства. Инвертор в момент заряда/подзаряда аккумуляторной батареи должен обеспечивать равномерную загрузку по фазам. При пропадании напряжения на вводе 1, АВР переключает нагрузку на ввод 2; при пропадании напряжения по обоим вводам нагрузка переключается на питание от АБ через инвертор. При восстановлении напряжения на вводах 1 и 2 обратное переключение должно происходить с учетом приоритета вводов.

# схема СГЭ малой мощности



# схема СГЭ большой мощности

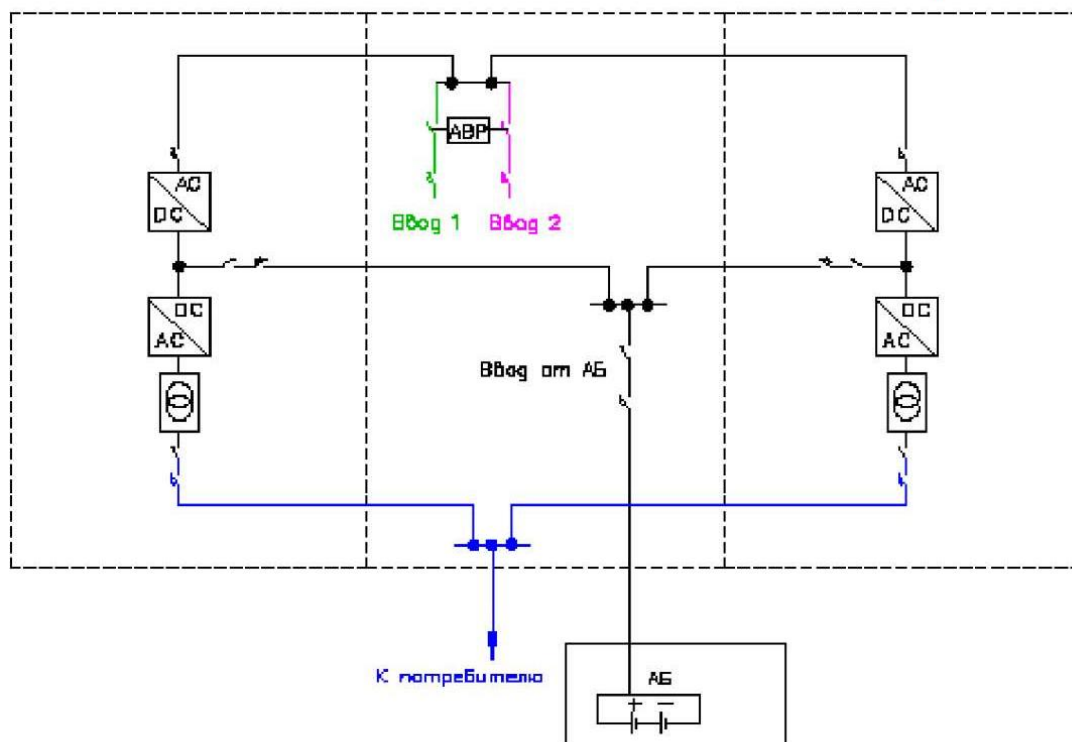


Рисунок. Схема СГЭ.

## Технические параметры

Степень защиты СГЭ по ГОСТ 14254-80 не ниже IP41.

Температура эксплуатации СГЭ от 0 до 40 °С.

Температура эксплуатации АБ из состава СГЭ от 20 до 25 °С.

Габаритные размеры СГЭ малой мощности:

Параметр	СГЭ	Батарейный шкаф
Ширина	не более 800 мм	не более 800 мм
Глубина	не более 850 мм	не более 800 мм
Высота	не более 2200 мм	не более 2200 мм

Габаритные размеры СГЭ большой мощности:

Параметр	Шкаф ввода/вывода	Шкаф инвертора
Ширина	не более 800 мм	не более 1200 мм
Глубина	не более 850 мм	не более 850 мм
Высота	не более 2200 мм	не более 2200 мм

## Мероприятия по обеспечению электробезопасности

В соответствии с требованиями ПУЭ (шестое и седьмое издание 2008г.) и «Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите», проектом предусмотреть мероприятия для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, в случае повреждения изоляции предусмотреть следующие меры: защитное заземление в сочетании с контролем изоляции, уравнивание потенциалов. Для заземления электроустановок предусмотреть устройство внешнего и внутреннего контуров заземления.

В помещении СГЭ предусмотреть наличие укомплектованного «уголка безопасности»:

1. Плакаты безопасности (пластиковые):
  - «Не включать! Работают люди» – 5 шт.;
  - «Не включать! Работа на линии» – 5 шт.;
  - «Работать здесь» – 5 шт.;
  - «Заземлено» – 5 шт.;
  - «Стой! Напряжение» – 5 шт.;
  - «Испытание! Опасно для жизни» – 5 шт.;
  - «Не включать! Кабель повреждён» – 5 шт.
2. Указатели напряжения:
  - Указатель низкого напряжения (до 600 В) – 3 шт.
3. Предметы безопасности:

- Перчатки диэлектрические – 4 пары;
- Ограждения диэлектрические (из стеклопластика) с плакатом «Стоять! Напряжение» – 4 шт.

### **Прочие требования к СГЭ**

**Предусмотреть в комплекте с СГЭ батарейный шкаф и аккумуляторные батареи (АКБ). Детальные требования к АКБ представлены в разделе типовых требований к аккумуляторным батареям.**

В СГЭ предусмотреть поэлементный контроль состояния аккумуляторных батарей.

В поставку СГЭ предусмотреть ЗИП.

При поставке оборудования в договоре на поставку должно быть предусмотрено обучение специалистов ГУП «Московский метрополитен» на обслуживание поставляемого СГЭ.

Все необходимое программное обеспечение должно быть открытым или при поставке должны передаваться необходимые коды авторизации, позволяющие проводить обслуживание и ремонт СГЭ в полном объеме. В комплект поставки должны включаться технические и программные средства для проведения обслуживания СГЭ (ноутбук, тестер аккумуляторных батарей).

У поставляемого СГЭ должна иметься в наличии сервисная служба в г.Москве имеющая аккредитацию производителем.

### **Цветовые решения**

СГЭ – RAL6003 (оливково-зелёный).

### **Связь**

Щитовая СГЭ должна быть обеспечена телефонной связью для оперативных переговоров с диспетчером. Допускается без выхода в город.

### **Планировочные решения**

При расположении СГЭ вне подстанции в щитовой на станции или вестибюле:

1. помещение щитовой СГЭ должно быть высотой не менее 3 метров.
2. расстояние от СГЭ до ближайших стен должно быть не менее 0,5 метра.

Помещение должно быть оборудовано системой приточно-вытяжной вентиляции и резервированной системой кондиционирования, рассчитанной на

мощности всех СГЭ в щитовой.

**Архитектурные решения и расстановку оборудования подстанции необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.**

### **Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Проектом предусмотреть мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации щитовой СГЭ с учетом защиты людей и имущества объекта от воздействия опасных факторов пожара.

В помещении щитовой предусмотреть систему пожарной сигнализацией (с выводом сигналов на дежурный пункт станции).

В рамках рабочей документации рассчитать объем средств первичного пожаротушения и согласовать с ОПО метрополитена.

Предусмотреть выполнение требований пожарной безопасности согласно действующим нормативным документам. Все решения согласовать с пожарной охраной метрополитена.

Категорию щитовой принять в соответствии с требованиями СП120.13330.2012 «Свод правил по проектированию и строительству. «Метрополитены». Актуализированная редакция «СНиП32-02-2003 «Метрополитены».

Щитовую СГЭ оборудовать средствами первичного пожаротушения.

В соответствии с рекомендациями протокола совещания под председательством начальника метрополитена № УД-06-13-01 от 18.03.2016 и требованиями ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» при проектировании в сооружениях метрополитена предусмотреть применение марки кабелей с изоляцией, не распространяющей горение, из полимерных композиций, не содержащих галогенов с индексом «нг-HF», а для прокладки в системах противопожарной защиты, а также других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара применять кабели с индексами FRHF. Кабельную арматуру (концевые и соединительные муфты) применять с негорючими оболочками.

Предусмотреть нанесение огнестойких покрытий на соединительные муфты в сооружениях станций и тоннелях.

Проходы кабелей из одного помещения в другое проектировать в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках закладывать не менее четырех резервных патрубков.

## **Требования к вентиляции и кондиционированию**

Для обеспечения требуемого уровня температуры (не более 20°C) для работы СГЭ и входящих в его состав аккумуляторных батарей в помещении щитовой СГЭ предусмотреть систему кондиционирования воздуха. Для обеспечения надежности предусмотреть установку двух систем кондиционирования – основную и резервную.

При проектировании предусмотреть защиту наружных блоков системы кондиционирования от грязи и пыли, а также отвод (выброс) выделяемого тепла на улицу. Предусмотреть отвод конденсата от кондиционеров в дренажную систему.

Предусмотреть установку всего вентиляционного оборудования на виброизолирующее основание и присоединение вентагрегатов к воздуховодам через виброизолирующие вставки.

При проектировании исключить:

- прокладку жидкостных коммуникаций над электрооборудованием;
- выброс тепловыделений от оборудования непосредственно в тоннель;
- расположение оборудования в сечениях тоннельной вентиляции.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 система кондиционирования (промышленные кондиционеры) не должна оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду, пассажиров и обслуживающий персонал.

Должны обеспечиваться нормативы согласно СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов» и СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. МЕТРОПОЛИТЕНЫ» Актуализированная редакция изменения №2.

Предусмотреть передачу сигнала о неисправности системы кондиционирования в щитовой СГЭ диспетчеру Службы ЭМС.

## **Мероприятия по обеспечению транспортной безопасности**

Разработать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности при монтаже и эксплуатации щитовой с учетом защиты людей и имущества объекта от несанкционированного проникновения на объект.

Помещение щитовой оборудуются системой контроля прохода (с применением БСК).

При проектировании руководствоваться Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О транспортной безопасности».

## **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления сети «Ethernet».

Для работы с СГЭ предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического и проверочного оборудования в опросные листы СГЭ.

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

## **18. Типовые требования к применяемым аккумуляторным батареям.**

### **Общие положения**

Требования к гарантийному сроку и объему предоставления гарантий качества товара, а также к гарантийному обслуживанию товара и расходам на обслуживание товара в гарантийный срок указаны в соответствующем договоре, при этом гарантийный срок не может быть менее 2-х лет и начинаться не ранее приемки оборудования в эксплуатацию в полном объеме. Срок службы АКБ должен быть не менее 15 лет для 12-ти вольтовых элементов и не менее 20 лет для 2-х вольтовых элементов.

Аккумуляторные батареи могут превосходить заявленные по техническим и функциональным характеристикам.

Поставляемые АКБ не могут быть с датой производства больше 6 месяцев на момент поставки, не должны быть бывшими в употреблении, находиться под арестом, в залоге и являться предметом спора.

Аккумуляторные батареи должны быть свободны от прав третьих лиц.

Аккумуляторные батареи должны иметь положительное заключение ФГБУ ВНИИПО МЧС России о пожаро-взрывобезопасности, а также декларацию соответствия ГОСТ Р.

На каждом элементе предусмотреть нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания инструкции по эксплуатации и паспорта АБ с файлообменного сервиса. Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ). Также на каждом элементе предусмотреть нанесение маркировки с числовым обозначением даты изготовления АБ (применение шифрованного кода не допускается).

Поставку аккумуляторных батарей предусмотреть в комплекте с зарядным устройством. С аккумуляторной батареей предусмотреть поставку всех соединительных элементов (перемычек), арматуру и соединительные провода для подключения датчиков поэлементного контроля батарей, а также стеллажей или батарейного шкафа.

Все элементы в аккумуляторной батарее должны иметь порядковый номер начиная с «001» и должны быть пронумерованы в заводских условиях. Номер батарейного элемента должен находиться с фронтальной стороны.

В батарейном шкафу предусмотреть датчик контроля температуры. Информация с данного датчика должна обрабатываться и храниться в зарядном устройстве.

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать



с профильными подразделениями Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### **Описание 12-ти вольтовых элементов АБ**

Аккумуляторные батареи предусмотреть моноблочные, герметизированные, необслуживаемые свинцово-кислотные, изготовленные по технологии TPPL (Thin Plate Pure Lead — пластины из чистого свинца). Газо-рекомбинационная технология – AGM (Absorbent Glass Mat).

Все электрические соединения должны находиться на фронтальной части, для облегчения и упрощения процесса установки, обслуживания и контроля (с фронтальным расположением борнов).

Характеристики АКБ:

1. Номинальное напряжение блока — 12 В.
2. Диапазон емкости – 50-200 А/ч
3. Время автономной работы на полную нагрузку, рассчитывается с учетом КПД инвертора, а также коэффициента старения для обеспечения требуемого времени автономии на протяжении всего срока службы АКБ.
4. Срок службы – не менее 15 лет.
5. Система: герметизированная (AGM).
6. Вид положительного электрода – решетчатая пластина.
7. Сплав положительного электрода – свинец.
8. Расположение борнов – фронтальное.
9. Срок хранения АКБ без подзаряда при температуре 20°C — не менее 1 года.
10. Корпус и крышки предусмотреть из огнестойкого материала (материал должен быть сертифицированным на соответствующие требования).

### **Описание 2-х вольтовых элементов АБ**

Аккумуляторные батареи предусмотреть герметизированные, необслуживаемые свинцово-кислотные, изготовленные по технологии TPPL (Thin Plate Pure Lead – пластины из чистого свинца). OPzV (гелиевые с трубчатыми пластинами).

Все электрические соединения должны находиться на верхней части, для облегчения и упрощения процесса установки, обслуживания и контроля (с верхним расположением борнов).

Характеристики АКБ:

1. Номинальное напряжение блока – 2 В.
2. Диапазон емкости – 200-3000 А/ч

3. Время автономной работы на полную нагрузку, рассчитывается с учетом КПД инвертора (для аварийного освещения), а также коэффициента старения для обеспечения требуемого времени автономии на протяжении всего срока службы АКБ.

4. Срок службы – не менее 20 лет.

5. Система: герметизированная (GEL).

6. Вид положительного электрода – решетчатая пластина или трубчатый.

7. Сплав положительного электрода – свинец.

8. Расположение борнов – верхнее.

9. Срок хранения АКБ без подзаряда при температуре 20°C — не менее 1 года.

10. Корпус и крышки предусмотреть из огнестойкого материала (материал должен быть сертифицированным на соответствующие требования).

## **19. Типовые требования к схемам вторичной коммутации.**

### **Общие положения**

Представленные схемы вторичной коммутации и спецификации являются типовыми. В случае применения аналогов, неизменным должна оставаться логика работы, заложенная в данных схемах (в той частности и при изменении представленных схем).

Изменение типовых схем и оборудования в спецификации, в части автоматики, защиты, сигнализации и блокировок, допускается по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

Тип вакуумного выключателя выбрать в соответствии с Типовыми техническими требованиями на разработку проектной документации по подстанциям.

Тип счетчика выбрать в соответствии с последними актуальными требованиями к АИИСКУЭ изложенными в «Технических требованиях на АИИСКУЭ метрополитена».

Схемы и состав оборудования, в части учета электрической энергии, согласовываются со Службой энергоресурсов и развития энергосети на этапе проектирования, в соответствии с действующими нормативными документами и особенностями объекта проектирования.

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

### **Состав документации на распределительные устройства**

В составе документации, предоставляемой заводом-изготовителем РУ(КРУ) предусмотреть:

1. Принципиальную схему каждого типа присоединения.
2. Монтажную схему каждого типа присоединения.
3. Спецификацию оборудования и материалов каждого типа присоединения.
4. Общую принципиальную схему дуговой защиты (для КРУ-10(20 кВ)).
5. Общую монтажную схему подключения шлейфовых жгутов, жгутов между ячейками и ШВП, жгутов между ШВП.
6. Для РУ до 1000 В общую схему подключения жгутов между ячейками.
7. Общую монтажную схему интерфейсных кабелей (оптические кабели, Ethernet, RS-485 и т.д.).
8. Конструкторскую документацию на шкафы и ячейки.

Данная информация должна быть также доступна по ссылке зашифрованной в RFID-метке ячейки РУ(КРУ) и ШВП.

### **Типовые решения по цепям вторичной коммутации**

Типовые схемы показаны в приложении № 6 к требованиям.

## 20. Типовые требования к сетям освещения тоннелей, наземных участков и притоннельных сооружений.

### Питание сетей освещения и общие требования

Для электроснабжения приемников электроэнергии линии метрополитена следует принимать следующие напряжения:

В сетях освещения и не силовых сетях:

- 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – силовые электроприемники, осветительные сети (рабочие и аварийные), электронагревательные приборы;
- 400/230 В, 230/12 В – инструментальная группа;
- 230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – осветительные приборы и звонки громкого боя;
- 12 В – переносное и местное освещение, освещение смотровых канав.

Предусмотреть проектом сети аварийного освещения переменного тока, которые получают питание от СГЭ.

В части обеспечения надежности электроснабжения приемники электрической энергии следует относить к следующим категориям по ПУЭ [15]:

- Особая группа электроприемников I категории – устройства дистанционного управления электроустановками, сети аварийного освещения;
- I категория – сети рабочего освещения тоннелей.

Для питания инструментальной группы следует предусматривать отдельную питающую трёхфазную линию напряжением 230 В 50 Гц с системой заземления IT.

Исключить подключение к сетям освещения электроприборов, не относящихся к освещению, кроме электроинструмента, подключаемого к инструментальной группе на время проведения работ.

Исключить подключения электрооборудования смежных Служб, из состава распределительных щитов, обеспечивающих питание силового оборудования розеточных сетей и сетей освещения, обслуживаемых Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

Освещение перегонных тоннелей и наземных участков не должно ухудшать видимость сигнальных огней светофоров и знаков, оказывать слепящий эффект на работников эксплуатирующих подразделений.

В сетях освещения тоннелей, наземных участков и притоннельных сооружениях применять светодиодные осветительные приборы. Предусмотреть применение в проектных решениях светодиодных осветительных приборов, согласованных Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры и соответствующих техническим требованиям предъявляемым Московским метрополитеном.

Предусмотреть технологию удалённой диагностики и неисправности осветительных приборов. Диагностику приборов проводить по группам, количество

приборов, диагностируемых в группе и технологию диагностики согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2).

Предусмотреть установку автоматических или автономных устройств пожаротушения в распределительных устройствах (щитах, сборках) сетей освещения. Ст. 46 ФЗ № 184-ФЗ, ст. 151 ФЗ № 123-ФЗ, СП 5.13130.2009 приложение А.

Для удалённого контроля за состоянием сетей освещения и силовых групп предусмотреть АРМ диспетчера освещения тоннелей (АРМ ДО-2). Данный АРМ не предусматривается для управления сетями освещения, управление осуществляется дежурными по станции с пульта СУРСТ. АРМ ДО-2 предназначен для сбора и анализа информации, для формирования статистических данных и выдачи задания на работы с учетом состояния сетей, а также для оперативного устранения работниками появившихся неисправностей. Вся информация на АРМ ДО-2 должна поступать от СУРСТ по удалённым каналам связи. Организовывать отдельный сервер для АРМ ДО-2 не требуется.

Размещение АРМа ДО-2 согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2) на этапе проектирования.

Для оборудования, устанавливаемого в тоннеле или на открытом участке, предусмотреть двери силового отсека сдвижного типа с механизмом плавного открытия дверей и устройством запираания дверей (ключ «бабочка»). Степень защиты IP42.

Предусмотреть на каждом оборудовании (различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с ДО-2 Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

## Группы сетей освещения

### **При проектировании освещения главных путей, соединительных веток и тупиков однопутных и двухпутных тоннелей, следует предусматривать:**

- Рабочее освещение.

Светильники рабочего освещения необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля.

- Рабочее адаптационное освещение.

Рабочее адаптационное освещение предусматривается на участке тоннеля длиной 150 метров перед платформой станции, 25 метров после платформы станции. А также на 150 метров от рампы открытого участка.

- Рабочее освещение над и под служебной платформой.

- Рабочее освещение смотровых канав.

– Аварийное резервное освещение стрелочных переводов. Размещать с двух сторон стрелочного перевода.

Светильники групп рабочего, рабочего адаптационного, аварийного резервного освещения, следует размещать на высоте не более 3,5 метров и не менее 3 метров от уровня головки рельс с обеспечением жесткого крепления к металлоконструкциям с помощью кронштейнов. Осветительная арматура не должна быть подвержено качанию.

- Аварийное резервное освещение отбойного бруса.

- Аварийное резервное освещение служебного мостика.

- Аварийное резервное освещение.

Для аварийного резервного освещения предусмотреть функции обеспечения безопасности. Световую арматуру аварийного освещения необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля.

- Аварийное эвакуационное освещение.

Аварийное эвакуационное освещение тоннелей и притоннельных сооружений предусмотреть для обеспечения указания направления движения по пути эвакуации, а также для обеспечения освещения горизонтальной поверхности путей эвакуации.

Аварийное эвакуационное освещение на главных путях и соединительных ветках размещать по слаботочной стороне тоннеля в однопутном тоннеле и по двум сторонам двухпутного тоннеля. В оборотных тупиках размещать над служебным мостиком, и со стороны прохода.

К аварийной эвакуационной группе предусмотреть подключение световых указателей с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов.

Для аварийного эвакуационного освещения предусмотреть размещение совмещённых световых приборов (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации с указанием расстояния до станций в обоих направлениях) на высоте не более 1,5 метров от

уровня головки рельса на металлических стойках либо на металлоконструкции приваренной к кабельным металлоконструкциям.

Световые указатели с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов следует размещать на высоте не более 2 метров от уровня головки рельса.

Совмещённые световые приборы над служебным мостиком, размещённым сбоку однопутного или двухпутного тоннеля, размещать: на высоте 1,5 метров от уровня чистового пола мостика.

Совмещённые световые приборы над служебным мостиком, размещённым в междупутье, размещать: на высоте 2 метров от уровня чистового пола мостика.

Конструкцией совмещённого светового прибора (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации с указанием расстояния до станций в обоих направлениях) предусмотреть:

- a. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой с указанием названия станций в обоих направлениях перегона, стрелкой направления движения в обоих направлениях и расстоянием до станций в обоих направлениях (рис.1);
- b. освещение пути эвакуации;
- c. двухканальный режим управления, позволяющий осуществлять включение светильника и светового указателя отдельно друг от друга.
- d. материал корпуса – нержавеющая сталь, материал рассеивателя – силикатное стекло
- e. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP66.

Конструкцией светового указателя в местах установки пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и телефонов, предусмотреть:

- a. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой.
- b. материал корпуса - сталь, покрытая порошковой эмалью красного цвета, материал рассеивателя – силикатное стекло
- c. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP65.



Рис.1 Знак безопасности.

**При проектировании освещения главных путей, соединительных веток и тупиков двухпутных тоннелей диаметром менее 10 метров и наличием стальных опорных конструкций по оси тоннеля, следует предусматривать:**

- Рабочее освещение.

Светильники рабочего освещения необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля, а также с двух сторон от стальных опорных конструкций.



- Рабочее адаптационное освещение.

Рабочее адаптационное освещение предусматривается на участке тоннеля длиной 150 метров перед платформой станции, 25 метров после платформы станции. А также на 150 метров от рампы открытого участка. Осветительную арматуру необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля, а также с двух сторон от стальных опорных конструкций.

- Рабочее освещение над и под служебной платформой.
- Рабочее освещение смотровых канав.
- Аварийное резервное освещение стрелочных переводов. Размещать с двух сторон стрелочного перевода.

Светильники групп рабочего, рабочего адаптационного, аварийного резервного освещения, следует размещать на высоте не более 3,5 метров и не менее 3 метров от уровня головки рельса с обеспечением жесткого крепления к металлоконструкциям с помощью кронштейнов. Осветительная арматура не должна быть подвержено качению.

- Аварийное резервное освещение отбойного бруса.
- Аварийное резервное освещение служебного мостика.
- Аварийное резервное освещение.

Для аварийного резервного освещения предусмотреть функции обеспечения безопасности. Световую арматуру аварийного освещения необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля, а также с двух сторон от стальных опорных конструкций.

- Аварийное эвакуационное освещение.

Аварийное эвакуационное освещение тоннелей и притоннельных сооружений предусмотреть для обеспечения указания направления движения по пути эвакуации, а также для обеспечения освещения горизонтальной поверхности путей эвакуации.

Аварийное эвакуационное освещение на главных путях и соединительных ветках размещать по правой и левой стороне двухпутного тоннеля. В оборотных тупиках размещать над служебным мостиком, и со стороны прохода.

Совмещённые световые приборы над служебным мостиком, размещённым сбоку тоннеля, размещать: на высоте 1,5 метра от уровня чистового пола мостика.

Совмещённые световые приборы над служебным мостиком, размещённым в междупутье, размещать: на высоте 2 метра от уровня чистового пола мостика.

К аварийной эвакуационной группе предусмотреть подключение световых указателей с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов.

Для аварийного эвакуационного освещения предусмотреть размещение совмещённых световых приборов (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации с указанием расстояния до станций в обоих направлениях) на высоте не более 1,5 метров от уровня головки рельса на металлических стойках либо на металлоконструкциях приваренной к кабельным металлоконструкциям.

Световые указатели с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов следует размещать на высоте не более 2 метров от уровня головки рельса.

Конструкцией совмещённого светового прибора (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации) предусмотреть:

- а. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой с указанием названия станций в обоих направлениях перегона, стрелкой направления движения в обоих направлениях и расстоянием до станций в обоих направлениях (рис.1).
- б. освещение пути эвакуации.
- с. двухканальный режим управления, позволяющий осуществлять включение светильника и светового указателя отдельно друг от друга.
- д. материал корпуса – нержавеющей сталь, материал рассеивателя – силикатное стекло.
- е. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP66.

Конструкцией светового указателя в местах установки пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и телефонов предусмотреть:

- а. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой.
- б. материал корпуса - сталь, покрытая порошковой эмалью красного цвета, материал рассеивателя – силикатное стекло
- с. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP65.

В вентканале размещённом над главными путями предусмотреть:

- а. две группы рабочего освещения. Питание предусмотреть от сборок вентканала.
- б. аварийное резервное освещение. Питание предусмотреть от сетей освещения тоннеля.
- с. аварийное эвакуационное освещение с подключением к данной группе совмещённых световых приборов. Питание предусмотреть от сетей освещения тоннеля.

Конструкцией совмещённого светового прибора (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации с указанием расстояния до станций в обоих направлениях) предусмотреть:

- а. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой с указанием названия станций в обоих направлениях перегона, стрелкой направления движения в обоих направлениях и расстоянием до станций в обоих направлениях (рис.1).
- б. освещение пути эвакуации.
- с. двухканальный режим управления, позволяющий осуществлять включение светильника и светового указателя отдельно друг от друга.
- д. материал корпуса – нержавеющей сталь, материал рассеивателя – силикатное стекло.
- е. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP66.

Осветительную арматуру и трубы из нержавеющей стали для прокладки кабельных линий, разметить на своде вентканала на высоте не более 2,5 метра от уровня чистового пола. Крепление осветительной арматуры производить к стальным трубам. Совмещённые световые приборы группы аварийного эвакуационного освещения разместить на высоте не более 2 метров от уровня чистового пола.

**При проектировании освещения главных путей, соединительных веток и тупиков двухпутных тоннелей с наличием стальных опорных конструкций со смещением их относительно оси тоннеля и тропы эвакуации по середине тоннеля, следует предусматривать:**

- Рабочее освещение.

Светильники рабочего освещения необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля.

- Рабочее адаптационное освещение.

Рабочее адаптационное освещение предусматривается на участке тоннеля длиной 150 метров перед платформой станции, 25 метров после платформы станции. А также на 150 метров от рампы открытого участка. Осветительную арматуру необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля.

- Рабочее освещение над и под служебной платформой.

- Рабочее освещение смотровых канав.

– Аварийное резервное освещение стрелочных переводов. Размещать с двух сторон стрелочного перевода.

Светильники групп рабочего, рабочего адаптационного, аварийного резервного освещения, следует размещать на высоте не более 3,5 метров и не менее 3 метров от уровня головки рельс с обеспечением жесткого крепления к металлоконструкциям с помощью кронштейнов. Осветительная арматура не должна быть подвержено качению.

- Аварийное резервное освещение отбойного бруса.

- Аварийное резервное освещение служебного мостика.

- Аварийное резервное освещение.

Для аварийного резервного освещения предусмотреть функции обеспечения безопасности. Световую арматуру аварийного освещения необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля, а также по оси тоннеля.

- Аварийное эвакуационное освещение.

Аварийное эвакуационное освещение тоннелей и притоннельных сооружений предусмотреть для обеспечения указания направления движения по пути эвакуации, а также для обеспечения освещения горизонтальной поверхности путей эвакуации.

Аварийное эвакуационное освещение на главных путях и соединительных ветках размещать по оси установки стальных опор вдоль тропы эвакуации. В оборотных тупиках размещать над служебным мостиком, и со стороны прохода.

Предусмотреть подключение световых указателей с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест

установки телефонов.

По правой и левой стороне тоннеля предусмотреть прокладку кабелей группы аварийного эвакуационного освещения для подключения световых указателей с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов. Кабели питания группы проложить на кронштейнах для сети освещения.

Для аварийного эвакуационного освещения предусмотреть размещение совмещённых световых приборов (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации) на высоте не более 1,5 метров от уровня головки рельса на металлических стойках.

Световые указатели с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов следует размещать на высоте не более 2 метров от уровня головки рельса.

Конструкцией совмещённого светового прибора (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации) предусмотреть:

- а. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой с указанием названия станций в обоих направлениях перегона, стрелкой направления движения в обоих направлениях и расстоянием до станций в обоих направлениях (рис.1).
- б. освещение пути эвакуации.
- с. двухканальный режим управления, позволяющий осуществлять включение светильника и светового указателя отдельно друг от друга.
- д. материал корпуса – нержавеющей сталь, материал рассеивателя – силикатное стекло.
- е. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP66.

Конструкцией светового указателя в местах установки пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и телефонов предусмотреть:

- а. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой.
- б. материал корпуса - сталь, покрытая порошковой эмалью красного цвета, материал рассеивателя – силикатное стекло
- с. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP65.

В вентканале размещённом над главными путями предусмотреть:

- а. две группы рабочего освещения. Питание предусмотреть от сборок вентканала.
- б. аварийное резервное освещение. Питание предусмотреть от сетей освещения тоннеля.
- с. аварийное эвакуационное освещение с подключением к данной группе совмещённых световых приборов. Питание предусмотреть от сетей освещения тоннеля.

Конструкцией совмещённого светового прибора (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации)

предусмотреть:

- а. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой с указанием названия станций в обоих направлениях перегона, стрелкой направления движения в обоих направлениях и расстоянием до станций в обоих направлениях (рис.1).
- б. освещение пути эвакуации.
- с. двухканальный режим управления, позволяющий осуществлять включение светильника и светового указателя отдельно друг от друга.
- д. материал корпуса – нержавеющая сталь, материал рассеивателя – силикатное стекло.
- е. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP66.

Осветительную арматуру и трубы из нержавеющей стали для прокладки кабельных линий, разметить на своде вентканала на высоте не более 2,5 метров от уровня чистового пола. Крепление осветительной арматуры производить к стальным трубам. Совмещённые световые приборы группы аварийного эвакуационного освещения разместить на высоте не более 2 метров от уровня чистового пола.

**При проектировании освещения главных путей, соединительных веток и тупиков однопутных и двухпутных тоннелей наземного участка (с устройством защитного ограждения) следует предусматривать:**

- Рабочее освещение.

Светильники рабочего освещения необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля.

- Рабочее адаптационное освещение.

Рабочее адаптационное освещение предусматривается на участке тоннеля длиной 150 метров перед платформой станции, 25 метров после платформы станции. А также на 150 метров от рампы открытого участка.

- Рабочее освещение над и под служебной платформой.
- Рабочее освещение смотровых канав.
- Аварийное резервное освещение стрелочных переводов. Размещать с двух сторон стрелочного перевода.

Светильники групп рабочего, рабочего адаптационного, аварийного резервного освещения, следует размещать на высоте не более 3,5 метров и не менее 3 метров от уровня головки рельс с обеспечением жесткого крепления к металлоконструкциям с помощью кронштейнов. Осветительная арматура не должна быть подвержено качению.

- Аварийное резервное освещение отбойного бруса.
- Аварийное резервное освещение служебного мостика.
- Аварийное резервное освещение.

Для аварийного резервного освещения предусмотреть функции обеспечения безопасности. Световую арматуру аварийного освещения необходимо располагать на обеих сторонах тоннеля.

- Аварийное эвакуационное освещение.

Аварийное эвакуационное освещение эвакуационных платформ и притоннельных сооружений предусмотреть для обеспечения указания направления движения по пути эвакуации, а также для обеспечения освещения горизонтальной поверхности путей эвакуации.

Аварийное эвакуационное освещение наземного участка предусмотреть для обеспечения указания направления движения пути эвакуации, и для обеспечения антипанического эффекта.

Аварийное эвакуационное освещение на главных путях и соединительных ветках размещать по двум сторонам двухпутного тоннеля. В оборотных тупиках, соединительных ветках размещать над служебным мостиком, и со стороны прохода.

К аварийной эвакуационной группе предусмотреть подключение световых указателей с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов.

Для аварийного эвакуационного освещения предусмотреть размещение совмещённых световых приборов (светильник освещения путей эвакуации для обеспечения антипанического эффекта и световой указатель направления движения по пути эвакуации с указанием расстояния до станций в обоих направлениях) на высоте не более 1,5 метра от уровня головки рельса на металлических стойках либо на металлоконструкции приваренной к кабельным металлоконструкциям. Шаг размещения совмещённых световых приборов не более 25 метров по каждой из сторон перегона.

Световые указатели с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов следует размещать на высоте не более 2 метров от уровня головки рельса.

Конструкцией совмещённого светового прибора (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации с указанием расстояния до станций в обоих направлениях) предусмотреть:

- a. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой с указанием названия станций в обоих направлениях перегона, стрелкой направления движения в обоих направлениях и расстоянием до станций в обоих направлениях (рис.1).
- b. освещение пути эвакуации.
- c. двухканальный режим управления, позволяющий осуществлять включение светильника и светового указателя отдельно друг от друга.
- d. материал корпуса – нержавеющая сталь, материал рассеивателя – силикатное стекло.
- e. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP66.

Конструкцией светового указателя в местах установки пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и телефонов предусмотреть:

- a. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой.
- b. материал корпуса - сталь, покрытая порошковой эмалью красного цвета, материал рассеивателя – силикатное стекло.

с. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP65.

**При проектировании освещения наземных участков (без наличия конструкций защитных ограждений) следует предусматривать:**

– Рабочее освещение.

Предусмотреть установку осветительных приборов на стальных опорах (далее мачты), прошедших процедуру горячего цинкования с высотой подвеса не более 5 метров. При невозможности установить отдельно стоящую мачту из-за габарита приближения, предусмотреть размещение световых приборов на заборах или металлических конструкциях, примыкающих к ходовым рельсам.

На двухпутных перегонах наземных участков мачты освещения следует размещать по обеим сторонам, в шахматном порядке. На перегонах, имеющих более двух путей, предусмотреть размещение группы рабочего освещения с учетом выполнения требований нормируемой освещенности на УГР (20Лк) и отсутствия ослепляющего эффекта для машинистов поездов и работников эксплуатирующих подразделений.

На стрелочных переводах предусмотреть размещение мачты освещения напротив остряков.

Для каждой мачты освещения или отдельно размещенного светового прибора предусмотреть установку ящика с автоматическим выключателем и розеткой. Ящики следует размещать вдоль линии с магистральным кабелем, на заборах или металлических конструкциях, примыкающих к ходовым рельсам, либо на отдельно установленных металлических стойках рядом с мачтами освещения.

При удаленном размещении световых приборов от ящиков с автоматическими выключателями, ответвления кабеля от магистральных линий предусмотреть в ПНД-трубе с прокладкой в земле.

Рабочее освещение, размещенное на каждой из сторон от главных и прочих путей, является отдельной группой.

Размещение осветительных приборов наземных участков предусмотреть с условием безопасного обслуживания с приставных лестниц.

На каждой мачте, на высоте 2 метров от УГР, предусмотреть возможность крепления переносных знаков и фонарей уменьшения скорости.

Предусмотреть установку на каждую мачту освещения металлической оцинкованной таблички с номером мачты освещения.

– Рабочее освещение тропы прохода между шумозащитным ограждением и кабельными конструкциями. Световые приборы разместить на шумозащитном ограждении на высоте не более 2 метров. Данная группа освещения предназначена для освещения тропы прохода, а также для выполнения ремонтных и регламентных работ по кабельным линиям, размещенным на кабельных металлоконструкциях.

– Аварийное резервное освещение фонарей отбойного бруса.

Предусмотреть питание отдельным кабелем от шкафов управления на станции, с питанием шкафов от СГЭ.

- Звонки громкого боя.

Предусмотреть размещение на одной стороне с инструментальной группой с шагом 90 метров.

Предусмотреть питание отдельным кабелем от шкафов управления на станции, с питанием шкафов от СГЭ.

- Аварийное эвакуационное освещение.

Для подключения совмещённых световых приборов (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации с указанием расстояния до станций в обоих направлениях) по двум сторонам с шагом не более 25 метров. по каждой из сторон. Без наличия тропы эвакуации, совмещённые световые приборы использовать в качестве указателей направления эвакуации с указанием расстояния до станции в обоих направлениях, а также для создания антипанического эффекта.

**При проектировании освещения притоннельных сооружений следует предусматривать:**

- Рабочее освещение.

Питание сети рабочего освещения следует предусматривать от местных распределительных пунктов 400/230 В.

При наличии в помещении более одного выхода следует предусмотреть управление рабочем освещением с каждого выхода.

- Аварийное резервное освещение:

Предусмотреть питание от сети аварийного резервного освещения перегонных тоннелей.

В сети аварийного резервного освещения, выключатели не применять.

- Аварийное эвакуационное освещение:

При выходе из сбойки разместить – световые указатели со знаками безопасности, указывающими направления движения к станциям с их названиями и расстояниями до них (рис.1).

Конструкцией совмещённого светового прибора (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути) предусмотреть:

а. наличие знака безопасности с внутренней подсветкой с указанием названия станций в обоих направлениях перегона, стрелкой направления движения в обоих направлениях и расстоянием до станций в обоих направлениях (рис.1);

б. освещение пути эвакуации;

с. двухканальный режим управления, позволяющий осуществлять включение светильника и светового указателя отдельно друг от друга.

д. материал корпуса – нержавеющей сталь, материал рассеивателя – силикатное стекло

е. степень защиты от внешних воздействий не ниже IP66.

Совмещённые световые приборы (светильник освещения путей эвакуации и световой указатель направления движения по пути эвакуации) следует размещать на



высоте не более 1,5 метров от уровня чистового пола с креплений по стенам и отступом от стены не менее 5 сантиметров, в вертикальных стволах вентиляционных шахт каждые с шагом не более 10 метров с креплением к трубам сети освещения.

Освещение пути эвакуации предусмотреть вдоль всего помещения, включая вертикальные стволы вентиляционных шахт.

Световые указатели с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов, а также с указанием выходов из помещений в притоннельных сооружениях, размещать на высоте 2 метров от уровня чистового пола.

В сети аварийного эвакуационного освещения, выключатели не применять.

Для всех групп освещения предусмотреть автоматические выключатели, включая те, что подключены к магистральным сетям освещения перегона. Ящики с автоматическими выключателями всех групп освещения устанавливаются за пределами притоннельных сооружений со стороны перегонных тоннелей. В сооружениях, имеющих возможность входа не только со стороны тоннеля, ящики, запитанные от местных сборок, размещаются внутри.

Размещение выключателей рабочего освещения при входе со стороны тоннеля предусмотреть за пределами сооружения со стороны тоннеля. В сооружениях, имеющих более одного входа/выхода, размещение выключателей и схема их подключения, должна обеспечивать возможность управления освещения со всех сторон.

Наружное освещение венткиосков следует предусматривать от местных сборок 400/230В. Щиток с автоматическим выключателем и выключателем освещения следует размещать при входе, внутри киоска.

Наличие охранного освещения с включением от датчиков движения согласовывать со Службой безопасности.

При проектировании группы аварийного эвакуационного освещения, световые указатели со знаками безопасности направления путей эвакуации согласовывать с отделом пожарной охраны (ОПО).

### **Инструментальная группа**

**При проектировании инструментальной группы главных путей, соединительных веток и тупиков однопутных и двухпутных тоннелей, следует предусматривать:**

К линии инструментальной группы предусмотреть подключение ящиков с установленными в них розетками и автоматическими выключателями на каждую розетку для подключения ручного электроинструмента мощностью до 2,5 кВт и переносных фонарей (фонарей ограничения скорости/фонарей усиленного освещения) мощностью до 1 кВт. Предусмотреть следующий порядок размещения

ящиков:

- а. в однопутном тоннеле на слаботочной стороне тоннеля, в двухпутном – на обеих сторонах в шахматном порядке, с шагом не более 50 метров;
- б. в местах установки переносного заземления на контактный рельс. Место установки ящиков с розетками для проверки указателей напряжения определяется с учетом проектов контактной сети.

В местах расположения устройств АТДП, стрелочных переводов и затворов предусмотреть установку ящиков с понижающим трансформатором 230/12 В (с системой заземления IT), с двумя двухполюсными автоматическими выключателями и розеткой номиналом 24 В 16 А 50/60 Гц. Степень защиты предусмотреть не ниже IP55.

Все ящики инструментальной группы должны питаться от шинных ящиков и располагаться под ними на одной стойке. При размещении на одной стойки шинного ящика, ящика для подключения электроинструмента и ящика с понижающим трансформатором, следует соблюдать следующий порядок размещения сверху вниз: шинный ящик; ящик для подключения электроинструмента; ящик с понижающим трансформатором.

Размеры ящиков инструментальной группы должны быть определены на этапе проектирования и учитываться в спецификации оборудования.

**При проектировании инструментальной группы наземных участков без наличия и с наличием конструкций защитных ограждений следует предусматривать:**

В составе инструментальной группы наземных участков предусмотреть:

- а. ящики шинные;
- б. ящики малой механизации с розетками для подключения электроинструмента и фонарей ограничения скорости.

Предусмотреть размещение по двум сторонам двухпутного перегона в шахматном порядке с шагом не более 50 метров. На участках, имеющих прочие пути предусмотреть размещение ящиков инструментальной группы из расчета возможности использования электроинструмента на расстоянии не более 25 метров от точки подключения.

В двухпутных тоннелях в местах, где боковые ограждения перегона размещены на расстоянии более 5 метров от оси пути, при проектировании учесть размещение ящиков инструментальной группы для подключения электрооборудования из расчёта возможности использования электроинструмента на расстоянии не более 25 метров от точки подключения.

**При проектировании инструментальной группы притоннельных сооружений следует предусматривать:**

Наличие инструментальной группы в притоннельном сооружении при условии возможности подключения к местной сборке 400/230 В.

В притоннельных сооружениях наземных участков, питания сети освещения и инструментальной группы предусмотреть от ближайшего путейского ящика. В

путейском ящички предусмотреть защитный автомат на отходящую кабельную линию.

Конструкцию ящичков инструментальной группы следует предусматривать типовой с перегонным тоннелем.

Суммарная нагрузка на инструментальную группу применить из расчёта 2,5 кВт на одно помещение, но не более 10 кВт на один объект. Допустимая потеря напряжения в питающей линии при одновременном подключении четырёх нагрузок суммарной мощностью 10 кВт – 9 %.

Предусмотреть размещение ящичков инструментальной группы на расстоянии не более 50 метров друг от друга, но не менее одного на каждое помещение. На лестничных маршах вертикальных стволов вентиляционных шахт ящички не предусматривать.

Применить трансформаторы со степенью защиты не ниже IP55.

### **Шкафы управления инструментальными группами и группами освещения**

Для шкафов управления освещением тоннелей предусмотреть возможность местного управления освещением с лицевой стороны шкафа и дистанционного управления из кабины дежурного по станции или поста централизации станции. В схеме управления предусмотреть установку трехпозиционного переключателя. Положения переключателя: «Местное управление» (I) / «Дистанционное управление» (II).

В шкафах управления группами аварийного резервного освещения фонарей отбойного бруса предусмотреть местное управление. В схеме управления предусмотреть установку двухпозиционного переключателя. Положения переключателя: «Включено» (I) / «Отключено» (0).

На лицевой части шкафов управления, вводных устройств и шинных ящичков предусмотреть нанесение маркировки заводского исполнения, соответствующей проектным обозначениям. Обозначения согласовать с Дистанцией освещения Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры. В одном шкафу предусмотреть 10 отходящих линий (при проектировании не менее двух линий оставить в резерве).

На лицевой панели предусмотреть нанесение мнемосхемы шкафа с сигнализацией положения коммутационных аппаратов. Для сигнализации положения применить крестообразные лампы (красный «отключено» / зелёный «включено»). Внешний вид лампы показан на рисунке 2.



Рис.2 Внешний вид лампы сигнализации положения коммутационных аппаратов.

В составе шкафа управления для вводной линии конструкцией предусмотреть:

1. автоматический выключатель с моторным приводом, монтируемый стационарно;
2. вводной рубильник закрытого типа;
3. измерительный преобразователь ЭНИП-2-45/380-220-А2Е0-21 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2));
4. устройство ввода/вывода ЭНМВ-1-0/3R-220-А1 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2));
5. устройство индикации ЭНМИ-5 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2)).

Органы управления вводной линией должны группироваться представленным на рисунке 3 способом на дверце шкафа управления.

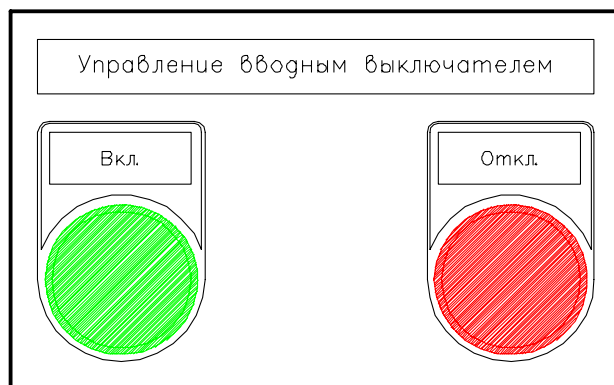


Рис.3 Расположение органов управления вводной линией.

В составе шкафа управления для каждой линии конструкцией предусмотреть:

1. автоматический выключатель с моторным приводом, монтируемый на DIN-рейку;
2. измерительный преобразователь ЭНИП-2-45/380-220-А2Е0-21 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2));
3. устройство ввода/вывода ЭНМВ-1-0/3R-220-А1 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2)).

Органы управления отходящих линий должны группироваться представленным

на рисунке 4 способом на дверце шкафа управления.

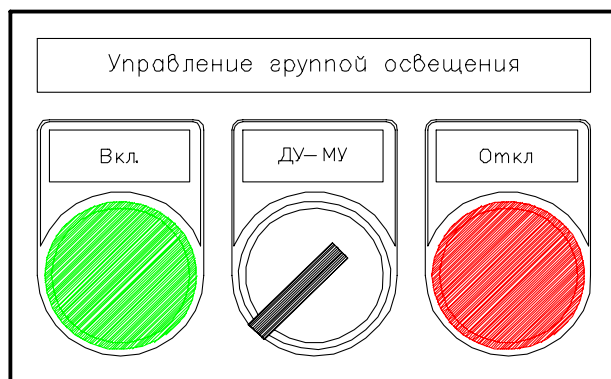


Рис.4 Расположение органов управления линии.

Предусмотреть в настройках привода автоматического выключателя отходящей линии однократное автоматическое повторное включение (АПВ) с регулируемой выдержкой времени при отключении от защиты коммутационного аппарата линии, за исключением группы освещения фонаря отбойного бруса.

Распределительные щиты должны быть оснащены светодиодными осветительными приборами местного освещения и розеткой 220 В 16 А 50 Гц.

Питание схемы управления предусмотреть от собственной сети. Подключение осуществить к вводной линии до вводного автомата. Для обеспечения бесперебойной работы схемы управления и питания анализаторов сети в шкафу предусмотреть ИБП. ИБП рассчитать на автономную работу схемы в течение 30 минут.

Схема шкафа приведена в приложении №4.

Управление в дистанционном режиме от СУРСТ происходит по сети RS-485 по протоколу МЭК 60870-5-101. Сигнализация и информация с ЭНМВ-и ЭНИП-2 в СУРСТ также поступает по сети RS-485 по протоколу МЭК 60870-5-101.

Сигналы, передаваемые от ЭНМВ-1 в СУРСТ:

- положение автоматического выключателя линии «Включено»;
- положение автоматического выключателя линии «Включено»;
- положение вводного автоматического выключателя «Включено»;
- положение вводного автоматического выключателя «Включено»;
- режим дистанционного управления (для отходящих линий);
- работа АПВ (для отходящих линий).

Команды, передаваемые от СУРСТ в ЭНМВ-1:

- команда «Включить» коммутационный аппарат линии;
- команда «Отключить» коммутационный аппарат линии.

Измерения, передаваемые от ЭНИП-2 в СУРСТ:

- действующее значение фазного напряжения;
- среднее действующее значение фазного напряжения;
- действующее значение междуфазного напряжения;
- среднее действующее значение междуфазного напряжения;

- действующее значение фазного тока;
- среднее действующее значение фазного тока;
- активная мощность фазы нагрузки;
- суммарная активная мощность;
- реактивная мощность фазы нагрузки;
- суммарная реактивная мощность;
- полная мощность фазы нагрузки;
- суммарная полная мощность;
- частота сети;
- активная энергия;
- реактивная энергия;
- ф фаза А;
- ф фаза В;
- ф фаза С;
- ф общий.

Шкафы управления и распределительные щитки, размещённые в щитовых на станциях предусмотреть напольной установки.

Для вводных устройств, получающих питание непосредственно с подстанции, предусмотреть отдельный отсек с отдельным доступом в распределительных шкафах и сборках. Данный отсек располагать снизу сборки.

В качестве вводных устройств, получающих питание непосредственно с подстанции, применить рубильник закрытого типа и вводной автоматический выключатель, обеспечивающие возможность оператора наблюдать физическое положение контактов через прозрачный экран. Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа (Compact INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Габаритные размеры шкафов:

Параметр	Размер
Ширина	600 мм
Глубина	400 мм
Высота	1800 мм

В шкафах управления освещением предусмотреть наличие систем автоматического пожаротушения.

Щиты распределительные предусмотреть металлические одностороннего обслуживания с порошковым покрытием 6-го класса по ГОСТ 9.032-74 цвет RAL-7035 (светло-серый); отвод тепла только пассивный.

Степень защиты оболочки шкафа предусмотреть не хуже IP54 по ГОСТ 14254-2015.

Открытие шкафов предусмотреть трёхгранным ключом.

Применяемая в шкафу светосигнальное оборудование предусмотреть

светодиодным.

Во водных устройствах для подключения кабеля предусмотреть ошиновку. Иные подключения не применять.

Электромонтажные элементы органов местного управления и индикации на двери шкафа, находящиеся с внутренней стороны двери, должны быть закрыты прозрачным акриловым термопластом, снимаемым только с помощью инструмента.

Жгуты проводников внутреннего монтажа шкафа должны быть уложены в перфорированные ПВХ-короба соответствующие размеру сечения жгута, имеющие крепление к монтажной пластине.

Условия эксплуатации, предусматриваемые при проектировании шкафов, должны учитывать возможность загрязнения пылью, обладающей проводимостью в сухом состоянии.

В числе особых условий эксплуатации при проектировании шкафов должны в первую очередь рассматриваться:

- воздействие сильных электрических и магнитных полей;
- воздействие сильной вибрации.

Обозначения распределительных шкафов управления освещением:

- ШАО - шкаф аварийного резервного освещения тоннелей;
- ШРО - шкаф рабочего освещения тоннелей и наземных участков;
- ШЭО - шкаф аварийного эвакуационного освещения тоннелей;
- ШАЭО - шкаф аварийного резервного и аварийного эвакуационного освещения;
- ШИ - шкаф инструментальной группы;
- ШЗС - шкаф звонковой сигнализации наземных участков.

Шкафы распределительные в части конструкции, комплектности, функций, соответствия требованиям безопасности, надёжности, комплектности и гарантии, эргономики и требованиям к испытаниям должны соответствовать:

- ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004);
- ГОСТ 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения.

Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения;

- ГОСТ 9.104-79 Единая система защиты от коррозии и старения.

Покрытия лакокрасочные. Группы условий эксплуатации;

- ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии;
- ГОСТ 25670-83 Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками.

Поставщик (производитель) шкафов управления освещением должен обеспечить срок их гарантийной эксплуатации не менее 36 месяцев с момента сдачи в постоянную эксплуатацию.

## **Размещение щитовых и оборудования**

Щитовые тоннельного освещения размещать в пределах станционного комплекса в одном уровне с кабиной дежурного по станции, с обеспечением свободного и оперативного доступа дежурного по станции и персонала, обслуживающего данные электроустановки.

На территории подстанции щитовые тоннельного освещения не предусматривать.

При размещении электрооборудования, обеспечивающего управление освещением в щитовых или иных местах предусмотреть свободный подход для выполнения переключений и технологических операций по обслуживанию или ремонту с соблюдением безопасных условий труда.

В щитовой освещения проектом предусмотреть административно-хозяйственную связь (телефон без выхода в город).

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

Проектом предусмотреть наливные полы с антистатическим покрытием, не проводящие электричество.

Проектом предусмотреть наличие защитных козырьков (зонтов) над шкафами с системой отвода воды.

В щитовых предусмотреть устройство розеточной сети 230 В (не менее 2-х розеток).

Архитектурные решения и расстановку оборудования в щитовых необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2).

В щитовых предусмотреть резервные площади для установки распределительных устройств на перспективу развития или проведения работ по реконструкции.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

В щитовых предусмотреть наличие дренажных лотков.

### **Режимы работы инструментальной группы и групп освещения**

а) Рабочее освещение:

– по правой стороне однопутного тоннеля – включение в ночное «окно» после снятия напряжения с контактного рельса.

– по левой стороне однопутного тоннеля – включение в 01:30.

б) Рабочее адаптационное освещение – круглосуточно.

с) Освещение смотровых канав, под служебным мостиком и над



служебным мостиком в тупиках при наличии ПТО – по необходимости.

d) Рабочее освещение наземных участков – согласно графика включения освещения.

e) Аварийное резервное освещение ЦСП в тоннелях – круглосуточно.

f) Аварийное резервное освещение тоннелей – при нарушении питания рабочего освещения, либо при необходимости.

g) Аварийное эвакуационное освещение - световые указатели направления движения по пути эвакуации, световые указатели с указанием мест размещения пожарных гидрантов, пожарных кранов, огнетушителей и мест установки телефонов, а также с указанием выходов из помещений – исходя из требований инструкций, действующих на метрополитене.

h) Аварийное эвакуационное освещение тоннелей - световой указатель направления движения по пути эвакуации с указанием расстояния до станций в обоих направлениях – на время производства работ в ночное “окно”, автоматически во время аварии для эвакуации людей, или принудительно в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

i) Аварийное эвакуационное освещение путей эвакуации – во время аварии для эвакуации людей.

j) Фонари отбойного бруса – круглосуточно.

k) Инструментальная группа 1 на время производства работ в ночное «окно».

l) Звонковая сигнализация – на время производства работ в ночное «окно».

m) Рабочее освещение тропы прохода между шумозащитным экраном и кабельными конструкциями наземного участка – по заявке эксплуатирующих подразделений.

### **Нормы освещенности**

Для перегонных тоннелей нормируемые значения горизонтальной освещенности в УГР и своде тоннеля предусмотреть:

a) Тоннель перегонный, тупиковый, соединительный: при включенном рабочем освещении – 20 Лк.

b) Участок тоннеля длиной от 150 метров до 25 метров перед платформой станции при включённом рабочем адаптационном освещении – 20 Лк,

c) Участок тоннеля длиной 25 метров перед платформой станции, 25 метров после платформы станции по ходу движения поездов при включенном рабочем адаптационном освещении – 60 Лк.

d) Участок тоннеля перед рампой открытого участка при включенном рабочем адаптационном освещении в светлое время суток:

– до 5 м - до 1000 Лк.

- от 5 м до 25 м – до 750 Лк.
- от 25 м до 50 м – до 500 Лк.
- от 50 м до 75 м – до 300 Лк.
- от 75 м до 100 м – до 150 Лк.
- от 100 м до 125 м – 60 Лк.
- от 125 м до 150 м – 20 Лк.

Примечание:

Предусмотреть автоматическое сокращение рабочего адаптационного освещения рампы открытого участка в тёмное время суток и автоматическое усиление освещения в светлое время суток во избежание резкого перепада освещённости.

е) Аварийное резервное освещение остряжков стрелочных переводов путей при отключённом рабочем освещении – 20 Лк.

ф) Служебная платформа в тупиковом тоннеле при включённом рабочем освещении – 30 Лк.

г) Смотровая канава – 50 Лк.

h) Аварийное резервное освещение тоннеля при отключённом рабочем освещении – 100 % от уровня рабочего освещения на данном участке.

і) Аварийное эвакуационное освещение путей эвакуации в тоннелях – 2,5 Лк.

ј) Аварийное эвакуационное освещение мест установки «ПГ», «ПК», «Телефонов» в тоннелях – 5 Лк.

к) Освещение свода тоннеля по оси ходовых рельс при включённом рабочем освещении – 5 Лк.

Для наземных участков нормируемое значение освещения в УГР предусмотреть следующее:

а) Рабочее освещение наземных участков – 20 Лк.

б) Рабочее освещение тропы прохода между шумозащитным экраном и кабельными конструкциями наземного участка по оси тропы прохода – 20 Лк.

Для притоннельных сооружений в уровне чистового пола предусмотреть следующие нормируемое освещение:

а) Рабочее освещение при отключённом аварийном резервном и аварийном эвакуационном освещении – 75 Лк.

б) Аварийное резервное освещение – 100 % от уровня рабочего освещения.

с) Аварийное эвакуационное освещение путей эвакуации – 5 Лк.

Для вентканала размещённого над главными путями тоннеля диаметром менее 10 метров, в уровне чистового пола предусмотреть следующие нормируемое освещение:

а) Рабочее освещение при отключённом аварийном резервном и аварийном эвакуационном освещении – 75 Лк.

б) Аварийное резервное освещение – 100 % от уровня рабочего освещения.

с) Аварийное эвакуационное освещение путей эвакуации – 5 Лк.

### **Кабельные линии**

В осветительных сетях следует применять кабели, не распространяющие горение, с пониженным дымо- и газовыделением, безгалогенные, огнестойкие с медными жилами.

Предусмотреть прокладку кабелей сетей освещения и инструментальной группы в бронированной изоляции от подстанции до шкафов управления освещением; от шкафов управления освещением до первого светильника или шинного ящика в тоннеле по каждой группе; кабели инструментальной группы; кабели подпиток, кабели сети аварийного эвакуационного освещения (за исключением группы аварийного эвакуационного освещения предназначенной для питания световых указателей по правой и левой стороне двухпутного тоннеля и тропой эвакуации по середине тоннеля), кабели прокладываемые по кабельным мостам.

При прокладке бронированного кабеля от шкафов управления до первого светильника, предусмотреть соединение бронированного кабеля с не бронированным кабелем с помощью соединительных муфт, при превышении сечения кабеля  $50\text{мм}^2$ , соединения выполнить с помощью шинных ящиков.

На концах кабельных линий групп освещения исходя из рекомендаций завода изготовителя предусмотреть концевые муфты или термоусаживаемые кабельные капы.

Предусмотреть применение бронированных кабелей либо укладку в металлорукаве из нержавеющей стали в ПВХ оболочки следующих отходящих линий:

- от шинных ящиков в инструментальной группе.
- от магистральной сети до ящиков освещения.
- от магистральной сети освещения до отдельно расположенного оборудования, подключенного к этой сети, кроме светильников.

Количество прокладываемых кабелей на одном рожке кронштейна предусмотреть в соответствии с диаметром рожка кронштейна.

Прокладку кабелей групп аварийного и рабочего освещения предусмотреть раздельно. При параллельной прокладке кабелей аварийного и рабочего освещения по металлополосе, расположение кабелей аварийного освещения предусмотреть под кабелями рабочего освещения.

Для бронированных кабелей разных групп освещения и инструментальной группы использовать нижние рожки кронштейнов на кабельных конструкциях по сильноточной и слаботочной стороне тоннеля, за исключением двухпутных тоннелей, с наличием стальных опорных конструкций со смещением их

относительно оси тоннеля и наличием тропы эвакуации по середине тоннеля, кабели группы аварийного эвакуационного освещения размещать на металлоконструкциях для прокладки групп аварийного резервного и рабочего освещения. Прокладка кабельных линий сетей освещения с однослойной изоляцией, осуществлять только по металлоконструкциям и рожкам предназначенных для сетей освещения.

Крепление кабелей с бронированной изоляцией предусмотреть с помощью металлических стяжек и металлических хомутов, крепление кабелей с однослойной изоляцией предусмотреть с помощью нейлоновых стяжек применимых для наружных работ и стойким к перепадам температур. Шаг крепления кабельных линий предусмотреть не более 1 метра.

Крепление кабелей на кабельных мостах осуществлять с помощью металлических хомутов.

Ток нагрузки кабельных линий для аварийного режима принимать равным 115 % по отношению к установленному нормативной документацией длительно допустимому току.

В группах освещения перегонов тоннелей и наземных участков (с устройством защитных ограждений) применить принцип построения схемы питания рабочего освещения, указанный на рисунке 5. Аварийное резервное и аварийное эвакуационное освещение выполняется аналогично. По согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2) в связи с особенностями перегона допускается незначительные отклонения длины участка, отходящего от шинного ящика. Длину ответвлений от ЯШ, определить равную 100 метрам.

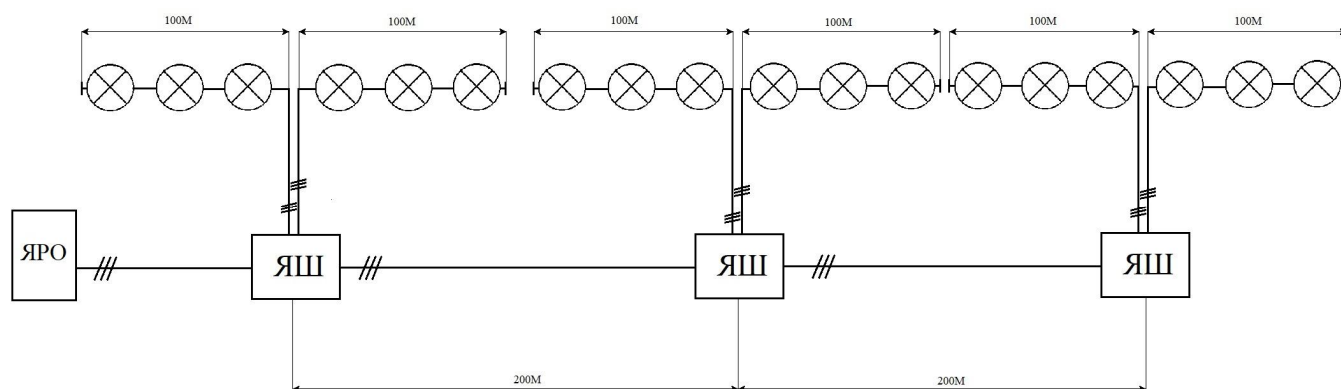


Рис.5 Схема подключения групп освещения в тоннеле.

## Требования к оборудованию сетей освещения

### Инструментальная группа тоннелей:

– Для подключения инструмента и переносных фонарей ограждения на 220 В предусмотреть ящики со штепсельными розетками и автоматическими выключателями на каждую розетку. Розетки предусмотреть в соответствии с ГОСТ Р 51323.2-99(МЭК 60309-2).

– Для подключения ручного электроинструмента предусмотреть трёхполюсную розетку с заземляющим контактом (номиналом 380-415 В, 16 А, 50/60 Гц, не ниже IP55, 6 ч).

– Для подключения переносных фонарей предусмотреть двухполюсную розетку с заземляющим контактом (номиналом 200-250 В, 16 А, 50/60 Гц, не ниже IP55, 6 ч).

– Габаритные размеры ящиков инструментальной группы согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2).

– В каждом ящике питания ручного электроинструмента предусмотреть две розетки для подключения электроинструмента и одну розетку для подключения переносных фонарей.

К этой же линии подключают ящики с автоматическим выключателем и штепсельной розеткой для проверки указателей напряжения до 1000 В.

К этой же линии подключают ящики с понижающим трансформатором 220/12 В (с системой заземления IT), с двумя двухполюсными автоматическими выключателями и двухполюсной розеткой (номиналом 24 В, 16 А, 50/60 Гц, не ниже IP55).

В проектах предусматривать применение трансформаторов с воздушным охлаждением, повышенной пожаробезопасностью и нагревостойкостью. Трансформаторы с изоляцией с токсичными добавками не применять. Класс изоляции обмоток применяемого трансформатора, определяется проектировщиком исходя из местных особенностей.

### Инструментальная группа наземных участков:

– Для подключения инструмента и переносных фонарей предусмотреть ящики со штепсельными розетками и автоматическими выключателями на каждую розетку. Розетки предусмотреть в соответствии с ГОСТ Р 51323.2-99 (МЭК 60309-2).

– В ящиках предусмотреть две трёхполюсные розетки с заземляющим контактом для подключения ручного электроинструмента (номиналом 380-415 В, 16 А, 50/60 Гц, не ниже IP55, 6 ч).

– В ящиках предусмотреть одну двухполюсную розетку с заземляющим контактом для подключения переносных фонарей (номиналом 200-250 В, 16 А, 50/60 Гц, не ниже IP55, 6 ч).

**Ящики для мачт освещения наземных участков:**

В каждом ящике предусмотреть:

- автоматический выключатель для защиты светового прибора (на каждый световой прибор отдельный автоматический выключатель).
- розетку с заземляющим контактом для подключения фонарей уменьшения скорости (номиналом 200-250 В, 16 А, 50/60 Гц, не ниже IP55, 6 ч).

На металлических ящиках всех групп освещения, установленных в тоннеле и на наземных участках предусмотреть дверцы, открывающиеся снизу в вверх на 190° и иметь запорное устройство под трёхгранный ключ.

Материал для изготовления ящиков:

- Нержавеющая сталь, толщиной не менее 1,5мм.
- Плата - оцинкованная сталь, толщиной не менее 1,5мм.
- Корпуса ящиков должны быть окрашены.
- Все розетки должны быть расположены на внешней стороне ящика.
- Степень защиты ящиков не ниже IP55.
- Для ввода кабелей в металлические ящики, применить сальники из металла.

Допускается применение пластиковых ящиков после согласования конструктива и технических характеристик со Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

На лицевой части ящиков всех групп освещения предусмотреть нанесение маркировки заводского исполнения соответствующую технологическим инструкциям эксплуатирующего подразделения. Маркировка указывается в проектной документации.

В шинных ящиках и вводных устройствах для соединения кабеля предусмотреть ошиновку. Иное соединение не применять. Материал для изготовления шин - медь марки М1.

Осветительные приборы всех групп для тоннелей, притоннельных сооружений и наземных участков предусмотреть со светодиодными источниками света.

Применение не серийно изготовленных светильников не допускается.

Распаячные коробки для сетей освещения применять металлические при прокладке сетей освещения в трубах и пластиковые (из твердого пластика) при прокладке проводок открыто.

**Бакелитовые коробки не применять. Крепление крышки коробки предусмотреть на винтах или на защёлке. Резьбовое крепление крышек не применять.**

## Металлоконструкции для сетей освещения

В тоннелях и на наземных участках предусматривается открытая электропроводка кабелями.

В смотровых канавах станционных путей, под служебными платформами, в притоннельных сооружениях, а также в вентканале тоннеля, группа рабочего освещения тропы прохода наземного участка между шумозащитным ограждением и кабельными конструкциями, предусматривается электропроводка в трубах из нержавеющей стали, распаячные металлические коробки из нержавеющей стали со степенью защиты не ниже IP54. Выходные отверстия труб с герметизацией по технологии «Стоп-огонь».

Кабели сетей освещения в тоннелях всех типов и на наземных участках (с устройством защитного ограждения) за исключением кабелей, прокладываемых на нижних рожках кронштейнов кабельных конструкций, прокладываются на металлополосе из полосовой стали не менее 4х40 с кронштейнами (рожков) для крепления кабеля. Устройство и монтаж рожков предусмотреть удовлетворяющим требованиям:

- диаметр рожка не менее диаметра кабеля;
- шаг размещения рожков не более 0,5 метра;
- кабели групп аварийного и рабочего освещения прокладываются отдельно;
- при необходимости возможен монтаж сдвоенных рожков в горизонтальной плоскости;
- количество рожков в вертикальной плоскости проектируется исходя из потребностей.

Металлополоса для прокладки кабельных линий, должна иметь непрерывный сварной контур и иметь отступ от стены не менее 15 мм.

Монтаж металлополосы для прокладки кабельных линий сетей освещения, должен осуществляться после монтажа кабельных металлоконструкций (спинок). Крепление световых приборов рабочего и аварийного резервного в тоннелях осуществляется с помощью кронштейнов к металлополосе размером не менее 4х40.

Для размещения совмещённых световых приборов (светильник путей эвакуации и световой указатель) аварийного эвакуационного освещения предусмотреть размещение на высоте не более 1,5 метра от уровня головки рельса на металлических стойках либо на металлоконструкции, приваренной к кабельным металлоконструкциям (спинкам).

Крепление кронштейнов световых приборов или самих световых приборов напрямую к тоннельной обделке не допускается.

Крепления ящиков инструментальной группы в тоннелях и наземных участках, производить на металлических стойках из угловой стали не менее 5х50. Конструкция металлической стойки должна обеспечивать:

- крепления оборудования на высоте не более 1,7 метра и не менее 0,8 метра от УГР;
- жёсткое крепления магистрального кабеля и ответвлений;
- наличие болтовых соединений для крепления заземляющих проводников;
- бетонирование основания стоек;
- заземление стоек металлополосой с помощью сварного соединения.

На наземных участках, а также в тоннелях со стеснённым габаритом и в местах, где невозможно произвести установку отдельных стоек, допускается производить крепления ящиков инструментальной группы без из использования металлических стоек. При этом должны быть соблюдены следующие условия:

- крепление производить на металлическую раму из угловой стали не менее 5х50, изготовленную с помощью сварных соединений;
- наличие болтовых соединений для крепления заземляющих проводников;
- крепления оборудования на высоте не более 1,7 метра и не менее 0,8 метра от УГР;
- жёсткое крепления магистрального кабеля и ответвлений;
- заземление металлической рамы выполнить металлополосой с помощью сварного соединения.

Все металлоконструкции должны быть окрашены антикоррозийным покрытием в два слоя, за исключением конструкций из нержавеющей стали.

На наземных участках и в притоннельных сооружениях, предусмотреть наличие защитных козырьков (зонтов) над щитами с коммутационной аппаратурой, ЯЩ, ЯО и т.п.

Для прокладывания кабелей сетей освещения в тоннелях, наземных участков и притоннельных сооружениях, кабельные лотки не применять.

Для прокладки кабельных линий и для крепления световых приборов над служебной платформой, размещённой между двумя путями в тупиках, и над тропой эвакуации по центру двухпутных тоннелях, применить: металлоконструкцию из угловой стали не менее 5х50 с креплением к закладным с шагом не менее через 1 метр, не подверженную колебаниям, обеспечивая отдельную прокладку кабелей аварийного резервного, аварийного эвакуационного и рабочего освещения, а также надёжное крепление световых приборов. Высота установки световых приборов 2,5 метра, высота размещения кабельных линий не более 3 метров, от уровня служебной платформы.

При проектировании кабельных мостов для прокладки кабелей сетей освещения и инструментальной группы применить следующие требования:

- крепление кабельных линий с помощью кронштейнов с шагом не более 0,5 метра;



- наличие металлоконструкции для прокладки и крепления кабельных линий со сварным соединением с металлополосой сети освещения;
- исключить провисание кабеля более чем 0,5 метра.

Опуски кабельных линий сетей освещения от магистральной сети к совмещённым световым приборам и световым указателям осуществляются в стальных трубах, соединённых сварным соединением с металлополосой сети освещения.

### **Притоннельные сооружения**

Крепление световых приборов в притоннельных сооружениях осуществляется с помощью кронштейнов к стальным трубам либо к металлоконструкциям с отступом от стен не менее 50 мм.

Крепление световых приборов и кабельных линий осуществлять вдоль стен, за исключением мест, где невозможно достигнуть заданную нормируемость освещения.

Монтаж сетей освещения производить после монтажа основного технологического оборудования.

Не допускается производить крепления светильников и конструкций для их размещения на тросах и шпильках.

Трансформаторы инструментальной группы размещать на высоте 0,3 метра от уровня чистового пола с устройством защитного козырька (зонта) и бетонированного основания. При устройстве защитного козырька (зонта), учесть удобство последующего обслуживания. Металлоконструкцию для установки трансформатора, заземлить с помощью металлополосы сварным соединением.

Обогревательные приборы, установленные в притоннельных сооружениях, запитать через розетку с установкой защитного автоматического выключателя для каждого прибора. Мощность обогревательных приборов не более 1 кВт.

### **Освещение ПТО и смотровых канав**

Освещение в смотровой канаве и под служебным мостиком выполнить светодиодными светильниками. Характеристики светильников:

- напряжение питания, переменное 12В;
- корпус в антивандальном исполнении со степенью защиты не ниже IP65;
- материал корпуса, анодированный алюминий со степенью покрытия не менее 0,20 микрон;
- мощность до 10 Вт;
- цветовая температура 4000 К (3985 К  $\pm$ 275);
- матированный рассеиватель из силикатного стекла;

– конструкция корпуса исключает наличие мест скопления трудно удаляемых пылевых отложений.

Размещение светильников предусмотреть через каждые 5 метров в специально отведённой нише по каждой стороне канавы в шахматном порядке. Освещение смотровых канав следует предусматривать:

– общее – стационарными светильниками напряжением 12 В переменного напряжения;

– местное – переносными светильниками напряжением 12 В переменного напряжения.

Прокладку сети освещения в канавах и под служебной платформой предусмотреть в трубах из нержавеющей стали с распаячной коробкой возле каждого светильника.

Для подключения переносных светильников предусматривают штепсельные розетки на 12 В через каждые 20 метров по одной стороне канавы.

Общее освещение смотровых канав, под и над служебной платформой предусмотреть с возможностью управления освещением с двух сторон.

### **Служебные помещения**

На каждой станции предусмотреть:

- Помещение для хранения переносных лестниц Дистанции освещения-2 в уровне платформы.
- Помещение для хранения ртутьсодержащих ламп Дистанции освещения-2 в уровне платформы.

В помещениях ОЗЭП предусмотреть:

- Комнату старшего электромеханика Дистанции освещения-2.
- Комнату электромеханика Дистанции освещения-2.
- Мастерскую Дистанции освещения-2.
- Мужскую гардеробную Дистанции освещения-2.
- Женскую гардеробную Дистанции освещения-2.
- Душевую Дистанции освещения-2.
- Кладовую Дистанции освещения-2.

На станции также предусмотреть:

- Комнату старшего электромеханика Дистанции освещения-2 (на каждой 8-й станции).
- Комнату электромеханика Дистанции освещения-2 (на каждой 4-й станции).
- Мужскую гардеробную Дистанции освещения-2 (на каждой 4-й станции).
- Женскую гардеробную Дистанции освещения-2 (на каждой 4-й станции).

- Мастерскую Дистанции освещения-2 (на каждой 4-й станции).
- Кладовую Дистанции освещения-2 (на каждой 4-й станции).

Помещения предусмотреть отдельными от других подразделений и Служб.

В помещении Старшего электромеханика Дистанции освещения-2 проектом предусмотреть:

- Телефонную связь (допускается без выхода в город).

В помещении электромеханика Дистанции освещения-2 проектом предусмотреть:

- Телефонную связь (допускается без выхода в город).

В гардеробной Дистанции освещения-2, проектом предусмотреть:

- Шкаф сушильный для одежды и обуви N=1 кВт, U=220 В, Q=100 м<sup>3</sup>/ч.
- Шкафы гардеробные металлические двухсекционные.

Количество шкафов в гардеробных принимать из расчёта один шкаф из двух секций для одного человека.

### **Неснижаемый аварийный запас**

Неснижаемый аварийный запас рассчитывается на один стационарный комплекс с прилегающими перегонами (до токораздела). Неснижаемый аварийный запас должен быть учтён в одном опросном листе с оборудованием, к которому он предназначается. Состав согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2) на этапе проектирования.

### **Защитные средства**

При проектировании предусмотреть наличие СИЗ в составе оборудования:

- Комплект плакатов по электробезопасности.
- Указатели напряжения до 1000 В.
- Перчатки диэлектрические до 1000 В.
- Коврики диэлектрические для каждой щитовой.
- Диэлектрические боты.
- Переносное заземление до 1000 В.
- Защитные очки.
- Защитная маска.
- Страховочная привязь.

## **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления устройств ЭНИП и ЭНМВ и сети RS-485.

Для работы с устройствами ЭНИП и ЭНМВ проектом предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы шкафов управления группами освещения (клещи измерительные, мультиметр, мегаомметр, люксметр, пирометр).

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-2).

## 21. Типовые требования к сетям освещения станций и служебных помещений

### Общие требования к организации освещения, розеточной сети и сети устройств электрообогрева станций

Для электроснабжения приемников электроэнергии линии метрополитена следует принимать следующие напряжения:

#### В сетях освещения и не силовых сетях:

- 400/230 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора – силовые электроприемники, осветительные сети (рабочие и аварийные), электронагревательные приборы, металлодетекторы и рентгеновские установки;
- 42 В, 12 В – переносные электроприёмники.

Предусмотреть проектом сети аварийного освещения переменного тока, которые получают питание от СГЭ.

В части обеспечения надежности электроснабжения приемники электрической энергии следует относить к следующим категориям по ПУЭ [15]:

- Особая группа электроприемников I категории – сети аварийного резервного и аварийного эвакуационного освещения, розеточные сети в торцах платформы для подключения оборудования пожарных подразделений; сеть питания фонарей ограждения;
- I категория – сеть питания металлодетекторов, рентгеновских установок;
- II категория – сети рабочего освещения станции;
- III категория – розеточные сети, сеть световых навигационных указателей (световые указатели с информационно-справочной информацией), питание символа «М», световые рекламные панели, объекты торговли и вендинговые аппараты, электрический обогрев, архитектурное освещение.

Исключить подключение к сетям освещения электроприборов, не относящихся к освещению.

При проектировании освещения помещений, имеющих более одного входа/выхода (проходные коридоры, проходные кабельные коллекторы, проходные помещения подстанции и т.д.) предусматривать управление (включение/отключение) освещением от каждого входа/выхода.

При проектировании в однолинейных схемах указать полный путь от подстанции с указанием номеров панелей, секций, кабелей (длина, сечение и марка кабельных линий), автоматов (характеристику расцепителей, номинал).

Щиты освещения предусмотреть из трёх секций: 1-ая, 2-ая и аварийная. Каждая секция располагается в отдельном шкафу и получает питание от одноимённой секции подстанции (Аварийную секцию запитать от СГЭ).

Маркировку щитов освещения выполнить по схеме: 1-я цифра «№» щита освещения, 2-я цифра секция рабочего освещения (в случае аварийной секции

применить индекс «А»), 3-я цифра «№» шкафа секции (в случае если секция состоит из 2-х и более шкафов). Цифры для маркировки рабочей секции (2-я цифра) щита освещения применять римские.

Предусмотреть отдельные распределительные устройства для нагрузок навигации, символов «М», надписей с эффектом контражура, уличного освещения, инфракрасных обогревателей, греющих саморегулируемых кабелей, всех объектов торговли и рекламы.

Электроснабжение досмотровых зон выполнить от отдельных сборок с АВР. Питание данных сборок предусмотреть с подстанции от первой и второй секции РУ-0,4 кВ Осветительных нагрузок.

Предусмотреть установку автоматических или автономных устройств пожаротушения в распределительных устройствах (щитах, сборках) сетей освещения. Ст. 46 ФЗ № 184-ФЗ, ст. 151 ФЗ № 123-ФЗ, СП 5.13130.2009 приложение А.

На платформах и в кассовых залах предусмотреть подъёмные средства необходимые для обслуживания осветительного оборудования и помещения для их хранения вне пассажирской зоны.

Для удалённого контроля за состоянием сетей освещения и силовых групп предусмотреть АРМ диспетчера освещения станционного комплекса (АРМ ДО-1 и АРМ ДО-3). Данный АРМ не предусматривается для управления сетями освещения, управление осуществляется дежурными по станции с пульта СУРСТ. АРМ ДО-1 и АРМ ДО-3 предназначены для сбора и анализа информации, для формирования статистических данных и выдачи задания на работы с учетом состояния сетей, а также для оперативного устранения работниками появившихся неисправностей. Вся информация на АРМ ДО-1 и АРМ ДО-3 должна поступать от СУРСТ по удалённым каналам связи. Организовывать отдельный сервер для АРМ ДО-1 и АРМ ДО-3 не требуется.

Размещение АРМа ДО-1 и АРМа ДО-3 согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3) на этапе проектирования.

Предусмотреть на каждом оборудовании (различные сборки и шкафы) нанесение RFID-метки со ссылкой для скачивания с файлообменного сервиса следующей информации:

- инструкция по эксплуатации;
- паспорта на все оборудование, находящееся в изделии;
- электрические принципиальные и монтажные схемы (шкафа, ячейки и т.д.);
- состав изделия с номерами оборудования и элементов.

Информация должна закачиваться и храниться на сервере ГУП «Московский метрополитен».

Реализацию RFID выполнить в соответствии с требованиями Дирекции информационно-технологических систем и систем связи на Автоматизированную систему контроля эксплуатации (АСКЭ).

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать с ДО-1 и ДО-3 Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры.

### Группы сетей освещения

#### **При проектировании сетей освещения станций следует предусматривать:**

- a) Рабочее освещение платформы.
- b) Рабочее освещение контактного рельса.
- c) Рабочее освещение межстанционного перехода (при наличии).
- d) Рабочее освещение подплатформенного кабельного коллектора.
- e) Рабочее освещение кабельного коллектора наклонного хода.
- f) Рабочее освещение воздуховодов.
- g) Рабочее освещение наклонов эскалаторов.
- h) Рабочее освещение подэскалаторного ходка.
- i) Рабочее освещение блока технологических помещений.
- j) Аварийное резервное освещение платформы.
- k) Аварийное резервное освещение межстанционного перехода (при наличии).
- l) Аварийное резервное освещение подплатформенного кабельного коллектора.
- m) Аварийное резервное освещение подэскалаторного ходка.
- n) Эвакуационное освещение блока технологических помещений.
- o) Аварийное освещение блока технологических помещений.
- p) Аварийное эвакуационное освещение платформы.
- q) Аварийное эвакуационное освещение межстанционного перехода (при наличии).
- r) Сеть световых навигационных указателей.

#### **При проектировании сетей освещения вестибюлей и переходов следует предусматривать:**

- a) Рабочее освещение вестибюлей.
- b) Рабочее освещение переходов.
- c) Рабочее освещение лестничных сходов.
- d) Рабочее освещение тамбуров лифтов для маломобильных групп граждан.
- e) Аварийное резервное освещение вестибюлей.
- f) Аварийное резервное освещение переходов.

- g) Аварийное резервное освещение лестничных сходов и тамбуров лифтов для маломобильных групп граждан.
- h) Аварийное эвакуационное освещение переходов.
- i) Аварийное эвакуационное освещение лестничных сходов и тамбуров лифтов для маломобильных групп граждан.
- j) Световые навигационные указатели.
- k) Световые рекламные панели.

**При проектировании сетей наружного освещения вестибюлей следует предусматривать:**

- a) Питание символа «М».
- b) Сеть уличного освещения.
- c) Питание уличной стелы.
- d) Архитектурное освещение названия станции.
- e) Архитектурное освещение фасада вестибюлей.

### Группы розеточной сети и сети электрообогрева

**При проектировании розеточных сетей и сетей электрообогрева следует предусматривать:**

- a) Электрический обогрев приёмных воронок слива воды с крыши.
- b) Сеть питания металлодетекторов, рентгеновских установок.
- c) Сеть питания вендинговых аппаратов.
- d) Электрический обогрев лифтовых.
- e) Розеточные сети в торцах платформы для подключения оборудования пожарных подразделений.
- f) Сеть питания объектов торговли.
- g) Инфракрасный обогрев ступеней лестничных сходов и павильонов.
- h) Розеточная сеть платформ.
- i) Розеточная сеть переходов.
- j) Розеточная сеть вестибюлей.
- k) Розеточная сеть коллекторов.
- l) Розеточная сеть контактного рельса.
- m) Сеть питания фонарей ограждения.
- n) Розеточная сеть помещений БТП.
- o) Электрический обогрев вестибюлей (конвекторы).
- p) Электрический обогрев помещений БТП (конвекторы).
- q) Сеть питания электроводонагревателей.

Компоновка щитов управления сетей освещения, розеточных сетей и электрообогрева станционного комплекса должна согласовываться с дистанциями



освещения Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры и соответствовать принципу разделения групп.

Рабочее освещение станций не должно ухудшать видимость сигнальных огней, а также видимость из кабины машиниста. Питание сети рабочего освещения станционного комплекса следует предусматривать от местных распределительных пунктов 400/230 В. Согласно СП 120.13330.2012 пункт 5.10.1.3 (в) ПУЭ 1.2.20 питание светильников рабочего освещения следует предусмотреть от двух независимых секций так, чтобы при погасании одной секции не нарушалась общая симметрия световых точек (через один). Размещение светильников для освещения и распаячных коробок предусмотреть в зоне, позволяющей произвести их своевременное обслуживание. Доступ к ним предусмотреть быстрым и безопасным, без демонтажа потолочных и иных конструкций. Питание светильников освещения лестничных сходов, расположенных в зонах с естественным освещением и светильников освещения лестничных сходов, расположенных в зонах с отсутствием естественного освещения предусмотреть от разных групп. Питание светильников освещения лестничных сходов, подземных пешеходных переходов и служебных помещений также предусмотреть от разных групп. Оснащение наклонного хода эскалаторов выполнить светильниками (торшерами) антивандального исполнения с размещением на балюстраде, исключить расположение светильников на своде наклона. Высоту опорной стойки торшера наклонного хода эскалаторов предусмотреть не более 1000 мм. Расположение светильников предусмотреть на удобной для обслуживания высоте, но не выше 5 метров. Исключить расположение над путями, эскалаторами и ступенями лестничных сходов. Освещение платформенных и средних залов станций следует предусматривать светильниками, расположенными в карнизах свода, кессонах потолка, а также открыто с применением рассеивателей, исключающих ослепление машинистов поездов.

Электрообогрев вестибюлей и БТП выполнять согласно расчётам теплотерь. В проектах учесть необходимость установки аппарата защиты на каждый отдельно установленный конвектор, место установки определить максимально близко к оборудованию с учетом исключения пассивного нагрева от конвектора.

В помещениях с отсутствием постоянного присутствия персонала предусмотреть применение электроотопителей промышленного исполнения.

**Исключить подключение электронагревателей и электроводонагревателей к сети через штепсельную розетку. Подключение предусмотреть через автоматический выключатель.**

Предусмотреть отдельные щиты для электроснабжения розеточной сети, электрообогрева станций и инфракрасного электрообогрева лестничных сходов.

В случае невозможности установить светильники на высоту 5 метров и менее, следует применять технологию светодиодных светильников в бездрайверном исполнении, с использованием центральной системы питания, установленной в щитовые освещения. Характеристики системы: выходное напряжения 42 В

постоянное. В целях исключения полного погасания группы в следствие выхода из строя питающего блока, распределить нагрузки центральной системы питания по каждой фазе в группе, отдельно. Данные решения согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3).

Эвакуационное освещение станционного комплекса предусмотреть обеспечивающим указание направления путей эвакуации и горизонтальное освещение путей эвакуации. Подключение эвакуационного освещения предусматривать от отдельной (выделенной) группы.

К аварийной эвакуационной группе предусмотреть подключение светильников с указанием мест размещения пожарных гидрантов и мест установки телефонов.

Конструкцией светового указателя предусмотреть:

– наличие освещаемой пиктограммы и освещение места установки указателя в горизонтальной плоскости.

Для всех групп освещения предусмотреть автоматические выключатели.

Наружное освещение венткиосков следует предусматривать от местных сборок 400/230 В. Щиток с автоматическим выключателем и выключателем освещения следует размещать при входе, внутри киоска.

Наличие охранного освещения с включением от датчиков движения согласовывать со Службой безопасности.

### **Шкафы управления групп освещения**

Для шкафов управления освещением станции предусмотреть возможность местного управления освещением с лицевой стороны шкафа и дистанционного управления из кабины дежурного по станции или поста централизации станции. В схеме управления предусмотреть установку трехпозиционного переключателя. Положения переключателя: «Местное управление» (I) / «Дистанционное управление» (II).

На лицевой части шкафов управления, вводных устройств и шинных ящиков предусмотреть нанесение маркировки заводского исполнения, соответствующей проектным обозначениям. Обозначения согласовать с Дистанцией освещения Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры. В одном шкафу предусмотреть 10 отходящих линий.

На лицевой панели предусмотреть нанесение мнемосхемы шкафа с сигнализацией положения коммутационных аппаратов. Для сигнализации положения применить крестообразные лампы (красный «отключено» / зелёный «включено»). Внешний вид лампы показан на рисунке 1.



Рис.1 Внешний вид лампы сигнализации положения коммутационных аппаратов.

В составе шкафа управления для вводной линии конструкцией предусмотреть:

1. автоматический выключатель с моторным приводом, монтируемый стационарно;
2. вводной рубильник закрытого типа;
3. измерительный преобразователь ЭНИП-2-45/380-220-А2Е0-21 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3));
4. устройство ввода/вывода ЭНМВ-1-0/3R-220-А1 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3));
5. устройство индикации ЭНМИ-5 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3)).

Органы управления вводной линией должны группироваться представленным на рисунке 2 способом на дверце шкафа управления.

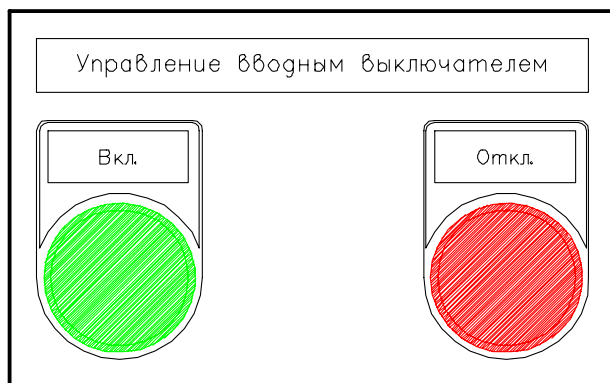


Рис.2 Расположение органов управления вводной линии.

В составе шкафа управления для каждой линии конструкцией предусмотреть:

1. автоматический выключатель с моторным приводом, монтируемый на DIN-рейку;
2. измерительный преобразователь ЭНИП-2-45/380-220-А2Е0-21 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3));
3. при необходимости устройство ввода/вывода ЭНМВ-1-0/3R-220-А1 (или аналог по согласованию со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3)).

Органы управления отходящих линий должны группироваться представленным на рисунке 3 способом на дверце шкафа управления.

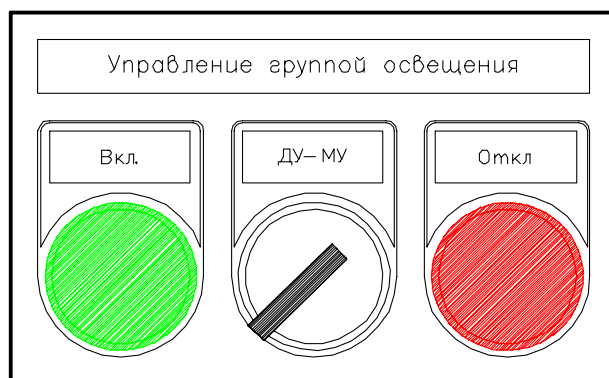


Рис.3 Расположение органов управления линии.

Распределительные щиты должны быть оснащены светодиодными осветительными приборами местного освещения и розеткой 220 В 16 А 50 Гц.

Питание схемы управления предусмотреть от собственной сети. Подключение осуществить к вводной линии до вводного автомата. Для обеспечения бесперебойной работы схемы управления и питания анализаторов сети в шкафу предусмотреть ИБП. ИБП рассчитать на автономную работу схемы в течение 30 минут.

Схема шкафа приведена в приложении №4.

Управление в дистанционном режиме от СУРСТ происходит по сети RS-485 по протоколу МЭК 60870-5-101. Сигнализация и информация с ЭНМВ-и ЭНИП-2 в СУРСТ также поступает по сети RS-485 по протоколу МЭК 60870-5-101.

Сигналы, передаваемые от ЭНМВ-1 в СУРСТ:

- положение автоматического выключателя линии «Включено»;
- положение автоматического выключателя линии «Включено»;
- положение вводного автоматического выключателя «Включено»;
- положение вводного автоматического выключателя «Включено»;
- режим дистанционного управления (для отходящих линий).

Команды, передаваемые от СУРСТ в ЭНМВ-1:

- команда «Включить» коммутационный аппарат линии;
- команда «Отключить» коммутационный аппарат линии.

Измерения, передаваемые от ЭНИП-2 в СУРСТ:

- действующее значение фазного напряжения;
- среднее действующее значение фазного напряжения;
- действующее значение междуфазного напряжения;
- среднее действующее значение междуфазного напряжения;
- действующее значение фазного тока;
- среднее действующее значение фазного тока;
- активная мощность фазы нагрузки;
- суммарная активная мощность;

- реактивная мощность фазы нагрузки;
- суммарная реактивная мощность;
- полная мощность фазы нагрузки;
- суммарная полная мощность;
- частота сети;
- активная энергия;
- реактивная энергия;
- ф фаза А;
- ф фаза В;
- ф фаза С;
- ф общий.

Шкафы управления и распределительные щитки, размещённые в щитовых на станциях предусмотреть напольной установки.

Для вводных устройств, получающих питание непосредственно с подстанции, предусмотреть отдельный отсек с отдельным доступом в распределительных шкафах и сборках. Данный отсек располагать снизу сборки.

В качестве вводных устройств, получающих питание непосредственно с подстанции, применить рубильник закрытого типа и вводной автоматический выключатель, обеспечивающие возможность оператора наблюдать физическое положение контактов через прозрачный экран. Конструкцию рубильников предусмотреть закрытого типа (Compact INS/INV или аналог). **Рубильники открытого исполнения не предусматривать.**

Габаритные размеры шкафов:

Параметр	Размер
Ширина	600 мм
Глубина	400 мм
Высота	1800 мм

В шкафах управления освещением предусмотреть наличие систем автоматического пожаротушения.

Щиты распределительные предусмотреть металлические одностороннего обслуживания с порошковым покрытием 6-го класса по ГОСТ 9.032-74 цвет RAL-4005 (сине-сиреневый); отвод тепла только пассивный.

Степень защиты оболочки шкафа предусмотреть не хуже IP54 по ГОСТ 14254-2015.

Открытие шкафов предусмотреть трёхгранным ключом.

Применяемая в шкафу светосигнальное оборудование предусмотреть светодиодным.

Во водных устройствах для подключения кабеля предусмотреть ошиновку. Иные подключения не применять.

Электромонтажные элементы органов местного управления и индикации на

двери шкафа, находящиеся с внутренней стороны двери, должны быть закрыты прозрачным акриловым термопластом, снимаемым только с помощью инструмента.

Жгуты проводников внутреннего монтажа шкафа должны быть уложены в перфорированные ПВХ-короба соответствующие размеру сечения жгута, имеющие крепление к монтажной пластине.

Условия эксплуатации, предусматриваемые при проектировании шкафов, должны учитывать возможность загрязнения пылью, обладающей проводимостью в сухом состоянии.

В числе особых условий эксплуатации при проектировании шкафов должны в первую очередь рассматриваться:

- воздействие сильных электрических и магнитных полей;
- воздействие сильной вибрации.

Обозначения распределительных шкафов управления освещением:

- ШРО – сети рабочего освещения станции, административно-технических зданий;
- ШАО – сети аварийного резервного освещения станции, административно-технических зданий;
- ШАЭО – сети аварийного эвакуационного освещения станции, административно-технических зданий;
- ЩС – бытовые розеточные сети;
- ШЭО – сеть электроотопления (конвекторы);
- ШВН – сеть электроводонагревателей;
- ШОЛ – сеть обогрева лестничных сходов и лифтовых холлов (инфракрасные обогреватели или греющие саморегулируемые кабели);
- ШНУ – сеть световых навигационных указателей;
- ШАРО – сеть архитектурного освещения;
- ШРП – сеть световых рекламных панелей;
- ШТО – сеть торгового оборудования;
- ШДЗ – сеть досмотрового оборудования.

Шкафы распределительные в части конструкции, комплектности, функций, соответствия требованиям безопасности, надёжности, комплектности и гарантии, эргономики и требованиям к испытаниям должны соответствовать:

- ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004);
- ГОСТ 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения.

Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения;

- ГОСТ 9.104-79 Единая система защиты от коррозии и старения.

Покрытия лакокрасочные. Группы условий эксплуатации;

- ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии;
- ГОСТ 25670-83 Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками.

Поставщик (производитель) шкафов управления освещением должен обеспечить срок их гарантийной эксплуатации не менее 36 месяцев с момента сдачи в постоянную эксплуатацию

### **Размещение щитовых и оборудования**

Для объектов нового строительства, все шкафы управления и распределительные щитки предусмотреть в шкафах напольной установки. Для вводных устройств, получающих питание непосредственно с подстанции, предусмотреть отдельный отсек с отдельным доступом в распределительных шкафах и сборках. Данный отсек располагать снизу сборки.

При размещении электрооборудования, обеспечивающего управление освещением в щитовых или иных местах предусмотреть свободный подход для выполнения переключений и технологических операций по обслуживанию или ремонту с соблюдением безопасных условий труда.

В щитовой освещения проектом предусмотреть телефонную связь (допускается без выхода в город).

Проектом предусмотреть отделку помещений современными строительными материалами.

Проектом предусмотреть наливные полы с антистатическим покрытием, не проводящие электричество.

Проектом предусмотреть наличие защитных козырьков (зонтов) над шкафами с системой отвода воды.

Шкафы размещать только в помещениях щитовых. Помещения щитовых располагать с свободным доступом из служебных коридоров, исключить возможность доступа в щитовые только из технологических помещений другого назначения (венткамер, релейных и т.п.).

В щитовых предусмотреть устройство розеточной сети 230 В (не менее 2-х розеток).

Архитектурные решения и расстановку оборудования в щитовых необходимо согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3).

В щитовых предусмотреть резервные площади для установки распределительных устройств на перспективу развития или проведения работ по реконструкции.

Проходы кабелей из одного помещения в другое предусмотреть в стальных патрубках с герметизацией по технологии «Стоп-огонь». В перегородках предусмотреть не менее четырех резервных патрубков.

В щитовых предусмотреть наличие дренажных лотков.

## Нормы освещенности

Согласно СП 120.13330.2012, в частности:

Помещение	Плоскость нормирования освещенности	Горизонтальная освещенность, Лк
Станция: Средний и платформенный залы для закрытых станций для открытых станций кассовый зал предэскалаторная зона гребенки эскалаторов и лестничные марши	Уровень пола	200
	То же	100
	То же	200
	То же	100
	Уровень гребенки, ступени	100
Коридоры между станциями (тамбуры)	Уровень пола	100
Входные коридоры и подуличные переходы	То же	75

### Кабельные линии

В осветительных сетях следует применять кабели, не распространяющие горение, с пониженным дымо- и газовыделением, безгалогенные, огнестойкие с медными жилами.

Прокладку кабелей групп аварийного и рабочего освещения предусмотреть раздельно. При параллельной прокладке кабелей аварийного и рабочего освещения по металлополосе, расположение кабелей аварийного освещения предусмотреть под кабелями рабочего освещения.

Прокладку кабельных линий выполнить кабелями, не содержащими галогенов, не распространяющими горение, питающие линии рабочего освещения, а также линии силовых нагрузок выполнить кабелем с медными жилами и индексом «HF», для линий аварийного освещения «FRHF» в соответствии с требованиями пожарной безопасности, с соответствующей маркировкой и обирковкой.

В пассажирской зоне станций следует предусматривать скрытую электропроводку в тонкостенных металлических трубах; в карнизах допускается открытая электропроводка кабелями

В производственных, бытовых и других помещениях станций, в тоннелях и притоннельных сооружениях, в кабельных тоннелях и под платформой станций предусматривается открытая электропроводка кабелями; в смотровых канавах станционных путей – электропроводка в тонкостенных металлических трубах.



Для уплотнения трубочек, в которых проложены кабели, использовать систему уплотнения в соответствии с требованиями противопожарной безопасности.

По служебным коридорам прокладку кабельных линий освещения предусматривать в заземлённых кабельных лотках, с размещением распаячных коробок на внешней или боковой стороне лотка. Кабельные линии аварийного и рабочего освещения прокладывать в отдельных лотках.

Кабельные лотки размещать в местах и на высоте обеспечивающих быстрый и безопасный доступ, исключать перекрытие лотков другими техническими элементами (вентиляционными коробами, водопроводными трубами и т.д.).

В кабельных линиях сетей освещения применять кабель, содержащий отдельную жилу для заземления корпусов или пускорегулирующей аппаратуры светильников.

### **Требования к оборудованию сетей освещения**

Для освещения применять светильники и лампы согласно требованиям, к осветительным устройствам и электрическим лампам, используемым в цепях переменного тока в целях освещения (постановление правительства РФ от 10 ноября 2017 г. № 1356) и требованиям к светодиодным осветительным приборам для организации освещения пассажирских зон станций ГУП «Московский метрополитен».

Для освещения применять типовые светильники заводского изготовления. В случае использования светильника индивидуального исполнения (по согласованию с заказчиком) указывать его технические характеристики, правила обслуживания и методику испытания. Конструкция навигации, символа «М», архитектурной подсветки станции, инфракрасных обогревателей и светильников должна предусматривать надёжное крепление, защиту от попадания пыли, надёжную работу в условиях вибрации, ветровых и снеговых нагрузок. Для освещения станций предусмотреть светотехническое оборудование (светильники, торшеры и т.д.) конструктивно допускающие их дальнейшее обслуживание (должны быть разборными). Подвесные светильники с одним узлом крепления должны иметь страховочные устройства. Размещение светильников освещения, навигации, рекламы и распаячные коробки предусмотреть в зоне, позволяющей их свободное обслуживание. Исключить размещения светильников над эскалаторами и ступенями лестничных сходов. Светильники, элементы навигации, инфракрасные обогреватели, размещать на высоте не более 5 метров.

В машинном помещении, эскалаторном тоннеле и натяжной камере эскалатора установить штепсельные розетки на напряжение 42 В для питания переносных фонарей.

По эскалаторному тоннелю штепсельные розетки предусмотреть на расстоянии

не более 20 метров друг от друга.

Для подключения переносного электрооборудования в машинном зале и натяжной камере предусмотреть пункты электропитания.

Распаячные коробки для сетей освещения применять металлические при прокладке сетей освещения в трубах и пластиковые (из твердого пластика) при прокладке проводок открыто. Бакелитовые коробки не применять.

Крепление крышки коробки предусмотреть на винтах или на защёлке. Резьбовое крепление крышек не применять.

При проектировании руководствоваться требованиями Правил устройства электроустановок (Издание 7), Правил технической эксплуатации метрополитенов Российской Федерации (Москва, 2003), СП 120.13330.2012 «Метрополитены» (Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003), СП 32-105-2004 «Метрополитены. Правилами противопожарного режима РФ, Требованиями к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности.

Предусмотреть в распределительных устройствах несколько резервных групп, количеством не менее 3-х.

Предусмотреть в распределительных устройствах свободное место для монтажа и подключения дополнительных коммутационных аппаратов.

### Служебные помещения

На каждой станции предусмотреть:

– Помещение для хранения переносных лестниц Дистанции освещения – 1 в уровне платформы.

– Помещение для хранения переносных лестниц Дистанции освещения – 1 в уровне вестибюля.

– Помещение для хранения переносных лестниц Дистанции освещения – 3 в уровне платформы.

– Помещение для хранения переносных лестниц Дистанции освещения – 3 в уровне вестибюля.

В помещениях ОЗЭП предусмотреть:

– Комнату старшего электромеханика Дистанции освещения – 1.

– Комнату старшего электромеханика Дистанции освещения – 3.

– Комнату электромеханика Дистанции освещения – 1.

– Комнату электромеханика Дистанции освещения – 3.

– Мастерскую Дистанции освещения – 1.

– Мастерскую Дистанции освещения – 3.

– Мужскую гардеробную Дистанции освещения – 1.

- Мужскую гардеробную Дистанции освещения – 3.
- Женскую гардеробную Дистанции освещения – 1.
- Женскую гардеробную Дистанции освещения – 3.
- Душевую Дистанции освещения – 1.
- Душевую Дистанции освещения – 3.
- Кладовую Дистанции освещения – 1.
- Кладовую Дистанции освещения – 3.
- Комнату приёма пищи Дистанции освещения – 1, 3.

На станции также предусмотреть:

- Комнату старшего электромеханика Дистанции освещения – 1 (на каждой 8-й станции).
- Комнату старшего электромеханика Дистанции освещения – 3 (на каждой 8-й станции).
- Комнату электромеханика Дистанции освещения – 1 (на каждой 4-й станции).
- Комнату электромеханика Дистанции освещения – 3 (на каждой 4-й станции).
- Мастерскую Дистанции освещения – 1 (на каждой 4-й станции).
- Мастерскую Дистанции освещения – 3 (на каждой 4-й станции).
- Мужскую гардеробную Дистанции освещения – 1 (на каждой 4-й станции).
- Мужскую гардеробную Дистанции освещения – 3 (на каждой 4-й станции).
- Женскую гардеробную Дистанции освещения – 1 (на каждой 4-й станции).
- Женскую гардеробную Дистанции освещения – 3 (на каждой 4-й станции).
- Кладовую Дистанции освещения – 1 (на каждой 4-й станции).
- Кладовую Дистанции освещения – 3 (на каждой 4-й станции).

Помещения предусмотреть отдельными от других подразделений и Служб.

В комнатах Старшего электромеханика Дистанции освещения – 1 и 3 проектом предусмотреть:

- Телефонную связь (допускается без выхода в город).

В комнатах электромеханика Дистанции освещения – 1 и 3 проектом предусмотреть:

- Телефонную связь (допускается без выхода в город).

В гардеробной Дистанции освещения – 1 и 3 проектом предусмотреть:

- Шкаф сушильный для одежды и обуви  $N=1$  кВт,  $U=220$  В,  $Q=100$  м<sup>3</sup>/ч.
- Шкафы гардеробные металлические двухсекционные.

Количество шкафов в гардеробных принимать из расчёта один шкаф из двух секций для одного человека.

## **Неснижаемый аварийный запас**

Неснижаемый аварийный запас рассчитывается на один стационарный комплекс или ОЗЭП (АБК). Неснижаемый аварийный запас должен быть учтён в одном опросном листе с оборудованием, к которому он предназначается. Состав согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3) на этапе проектирования.

## **Защитные средства**

При проектировании предусмотреть наличие СИЗ в составе оборудования:

- Комплект плакатов по электробезопасности.
- Ограждения диэлектрические (из стеклопластика).
- Указатели напряжения до 1000 В.
- Перчатки диэлектрические до 1000 В.
- Коврики диэлектрические для каждой щитовой.
- Диэлектрические боты.
- Переносное заземление до 1000 В.
- Защитные очки.
- Защитная маска.
- Страховочная привязь.

## **Диагностическое, проверочное и ремонтное оборудование, запасные части и приспособления**

В комплекте проверочного оборудования предусмотреть оборудование для проверки и восстановления устройств ЭНИП и ЭНМВ и сети RS-485.

Для работы с устройствами ЭНИП и ЭНМВ проектом предусмотреть ноутбук с широкоформатным экраном и диагональю 17"».

Предусмотреть включение диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений в опросные листы шкафов управления группами освещения (клещи измерительные, мультиметр, мегаомметр, люксметр, пирометр).

Состав диагностического, проверочного и ремонтного оборудования, запасных частей и приспособлений согласовать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДО-1 и ДО-3).

## **22. Типовые требования к защитному заземлению и уравниванию потенциалов**

### **Общие требования**

Данные требования обязательны к применению при проектировании новых объектов. Для объектов реконструкции все отступления необходимо согласовывать со Службой электроснабжения Дирекции инфраструктуры (с ДЗА).

Электрические сети переменного тока напряжением до 1 кВ следует предусматривать согласно ПУЭ с глухозаземленной нейтралью трансформаторов по системам TN-C, TN-S, TN-C-S. Применение системы с глухозаземленной нейтралью на участках продления действующих линий, где используется система IT, как правило, предусматривается для системы АТДП и электропитания ящиков малой механизации.

Для электродепо питание силовых и осветительных электроприемников следует предусматривать напряжением 400/230 В переменного тока от общих трансформаторов с глухо заземленной нейтралью по системе TN-C, TN-C-S, установок управления движением поездов – от отдельных трансформаторов.

С целью повышения электробезопасности использование заземлителей тяговых и совмещенных тягово-понижительных подстанций (независимо от их напряжения) в качестве главного заземлителя электроустановок, питающихся от системы с изолированной нейтралью, не допускается.

Заземляющие устройства для электроустановок с изолированной и глухозаземленной нейтралью, корпуса которых могут иметь электрическую связь по металлоконструкциям, инженерным сетям и оболочкам кабелей, следует выполнять отдельно.

Электрические сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания и от перегрузок сверх установленных норм, а элементы тяговой сети (преобразовательные агрегаты, распределительные устройства 825 В, кабели и оборудование контактной сети), кроме того, – защиту от замыкания на «землю».

Сети переменного тока до 1 кВ с глухо-заземленной нейтралью должны быть выполнены пяти-(трех)проводными и иметь устройства дифференциального тока (УДТ).

Электрические сети 20 кВ с резистивно-заземленной нейтралью должны дополнительно иметь защиту от однофазных замыканий на землю, а при двух параллельно работающих вводах 20 кВ – еще и направленную защиту от однофазных замыканий на землю или использовать другие технические решения в соответствии с ПУЭ.

На линии метрополитена необходимо предусматривать единую систему защитного заземления, к которой необходимо присоединить все подлежащие

заземлению электроустановки и заземлителя. Общая система заземления должна иметь непрерывную электрическую связь.

В единую систему защитного заземления линии метрополитена должны входить:

- заземляющее устройство;
- магистрали заземления, сечением 4x40 мм, прокладываемые по обеим сторонам тоннеля и соединяемых между собой в двух местах на перегонах;
- магистрали заземления, сечением 4x40 мм, прокладываемые в помещениях ТПП (ТППд, Т) и в кабельном подвале;
- защитные проводники основной системы уравнивания потенциалов;
- защитные проводники дополнительной системы уравнивания потенциалов.

В системе заземления электроустановок линии в качестве заземлителей следует использовать чугунную обделку тоннелей, металлоизоляцию железобетонных конструкций, металлические конструкции крепления котлованов, специально забиваемые трубы.

В качестве защитных проводников допускается использовать стальные полосы, предназначенные для прокладки одиночных кабелей освещения в перегонных тоннелях.

Сопротивление заземляющих устройств ТПП, ТППд, Т в любое время года должно быть не более 0,5 Ом.

Для ПП, размещаемых в вестибюлях станций и на других участках линии, отдельные заземлители допускается не предусматривать.

Конструктивное выполнение заземляющих устройств определены размещением подстанций и их следует предусматривать по ПУЭ и ГОСТ Р 50571.5.54.

Части электроустановок, технологических агрегатов, конструкции, подлежащие заземлению, приведены ниже:

1. Открытые проводящие части электротехнического оборудования и изделий:
  - корпуса электрических машин, насосов, трансформаторов, аппаратов, светильников, соединителей штепсельных;
  - приводы электрических аппаратов;
  - вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
  - оболочки, каркасы, конструкции комплектных устройств щитов управления, распределительных щитов;
  - металлические оболочки и броня кабелей;
  - металлические корпуса кабельных муфт, соединительные коробки и т.п.

2. Сторонние проводящие части, находящиеся в непосредственном соприкосновении с частями электротехнического оборудования:

- рамы электрических машин, трансформаторов;
- основания комплектных устройств;
- станины станков, машин, механизмов;
- кабельные конструкции, лотки, короба;
- ограждения отдельных частей электроустановок;
- металлические балки, площадки, и другие металлические части, которые могут оказаться под напряжением;
- оболочки изоляционных трубок, трубопроводы, воздухопроводы;
- опорные конструкции шинопроводов, струны, тросы, стальные полосы, металлические трубы электропроводок и т.п.

3. Сторонние и открытые проводящие части передвижных и переносных установок.

4. Сторонние и открытые проводящие части движущихся частей станков, машин и механизмов.

В перегонных тоннелях и других сооружениях с бетонной и железобетонной обделками предусматривают заземление каждого кабельного кронштейна.

Крепление кабельных кронштейнов, заземляющих проводников и других металлоконструкций к железобетонным обделкам тоннелей предусматривают сваркой к закладным деталям в железобетонных обделках или с применением разборных узлов (дюбель-шурупов).

В строительных конструкциях обделок тоннелей следует предусматривать способы стыковки железобетонных тюбингов (блоков), а также узлы крепления к ним заземляющих шин, кронштейнов и т.д., исключающие возможность гальванических связей с арматурой и объединения ее в протяженную непрерывную металлическую сеть.

Все бронированные кабели, выходящие за пределы метрополитена и входящие в метрополитен, должны иметь изолирующие муфты.

Кабели и трубопроводы на участке от изолирующей муфты и фланца до места выхода необходимо изолировать от окружающих опорных и строительных конструкций, в том числе следует изолировать муфты и фланцы. Вывод заземляющего проводника металлической оболочки кабеля от разделительной муфты до РУ(КРУ) ТПП (ТППд, Т, ПП) необходимо подсоединить к контуру заземления метрополитена.

Вывод заземляющего проводника от металлической оболочки кабеля, вводимого в метрополитен, необходимо изолировать от контура заземления метрополитена.

При монтаже разделительной муфты на кабелях в одножильном исполнении вывод экранов кабеля выполнить проводом, сечение которого соответствует сечению экрана кабеля. Изоляция провода заземления должна быть рассчитана на номинальное напряжение кабеля. Провод заземления должен быть изолирован от металлоконструкций метрополитена.

При необходимости заземления экранов кабеля, выходящих за пределы метрополитена, способ заземления экранов должен быть предусмотрен в проекте электроснабжения метрополитена.

Заземление металлических конструкций и корпусов оборудования, за исключением корпусов ДТ и стрелочных приводов, необходимо предусматривать на единую систему защитного заземления электроустановок линии.

Соединения элементов заземляющих устройств рекомендуется выполнять с использованием специальных соединителей, при использовании сварки должны быть выполнены мероприятия по восстановлению антикоррозионного покрытия.

Разборные соединения в цепях заземления или уравнивания потенциалов должны быть доступны для осмотра, доступ к месту соединения может быть непосредственным или с помощью специального инструмента.

При использовании сторонних проводящих частей в качестве заземляющих и защитных проводников следует учитывать возможность их отсоединения и демонтажа. При этом должна обеспечиваться целостность цепей заземления, защиты или уравнивания потенциалов.

Каждая часть электроустановки, подлежащей подключению к цепи защиты или заземления, должна быть присоединена при помощи отдельного ответвления. Последовательное включение в заземляющий или защитный проводник частей электроустановки не допускается.

Для защиты устройств тяговой сети 825 В метрополитена ячейки РУ-825 В и шкафы преобразовательных агрегатов должны быть изолированы от земли и заземлены на магистраль заземления ТПП (Т, ТППд) через шунт блока потенциально-токовой защиты.

### **Заземление и зануление элементов тяговой сети**

Для выполнения заземления и защиты распределительных устройств +825 В тяговой сети необходимо предусмотреть:

- защиту для шкафов преобразовательного агрегата ПА, ячеек РУ-825 В с использованием шунта и блока потенциально-токовой защиты.
- соединение корпуса шкафов РУ-825 В и преобразовательного агрегата ПА самостоятельным заземляющим проводником с магистралью заземления подстанции.
- изоляцию рамы РУ-825 В под шкафами от магистрали заземления ТПП.

Для выполнения заземления и защиты шкафа линейного разъединителя (ШЛР) необходимо предусмотреть:

- установку шкафа линейного разъединителя (ШЛР) у контактного рельса (КР) на металлическое основание.
- соединение конструкции шкафа и основания с магистралью заземления



стальной полосой с помощью болтового соединения.

- соединение экранов кабелей на обоих концах линии между собой путём присоединения их на шину с помощью болтового соединения.
- опуск защитных проводников из ячейки РУ-825 В через перекрытие в подвал и присоединение к контуру заземления подстанции.

На подстанции шина (-825 В) должна быть в составе распределительного устройства отрицательной шины (РУОШ) и изолирована от контура заземления. Кабели отсасывающей сети и переключки между дроссель-трансформаторами (ДТ) двух путей должны приниматься на номинальное напряжение 1 кВ. Броня этих кабелей должна заземляться на магистраль заземления подстанции. Экраны у данных кабелей не предусматриваются.

Для выполнения заземления и защиты распределительных пунктов (РП) в тупиках необходимо соединить экран кабелей со средней шиной дроссель-трансформаторов (ДТ) через искровые промежутки ИПМ, расположенные возле ДТ.

Броню кабелей, входящих в РУ-825 В и в шкафы ПА следует заземлять до прохода через перекрытие на магистраль заземления за пределами РУ-825 В и шкафов ПА. Экран силовых кабелей следует подключать на шину, установленную на изоляторах, и через токовое реле заземлять на контур заземления подстанции в подвале проводом ПуГВВ сечением не менее 1х16 мм<sup>2</sup>.

Варианты схем защиты элементов контактной сети от токов короткого замыкания приведены в приложении №2.

Ячейки РУ-825 В должны устанавливаться на швеллерах через изолирующие прокладки, выполненные из монолитного стеклотекстолита толщиной не менее 15мм, и не должны прибалчиваться. Изоляция РУ-825 В и шкафов ПА от контура заземления подстанции должна быть не менее 10 МОм.



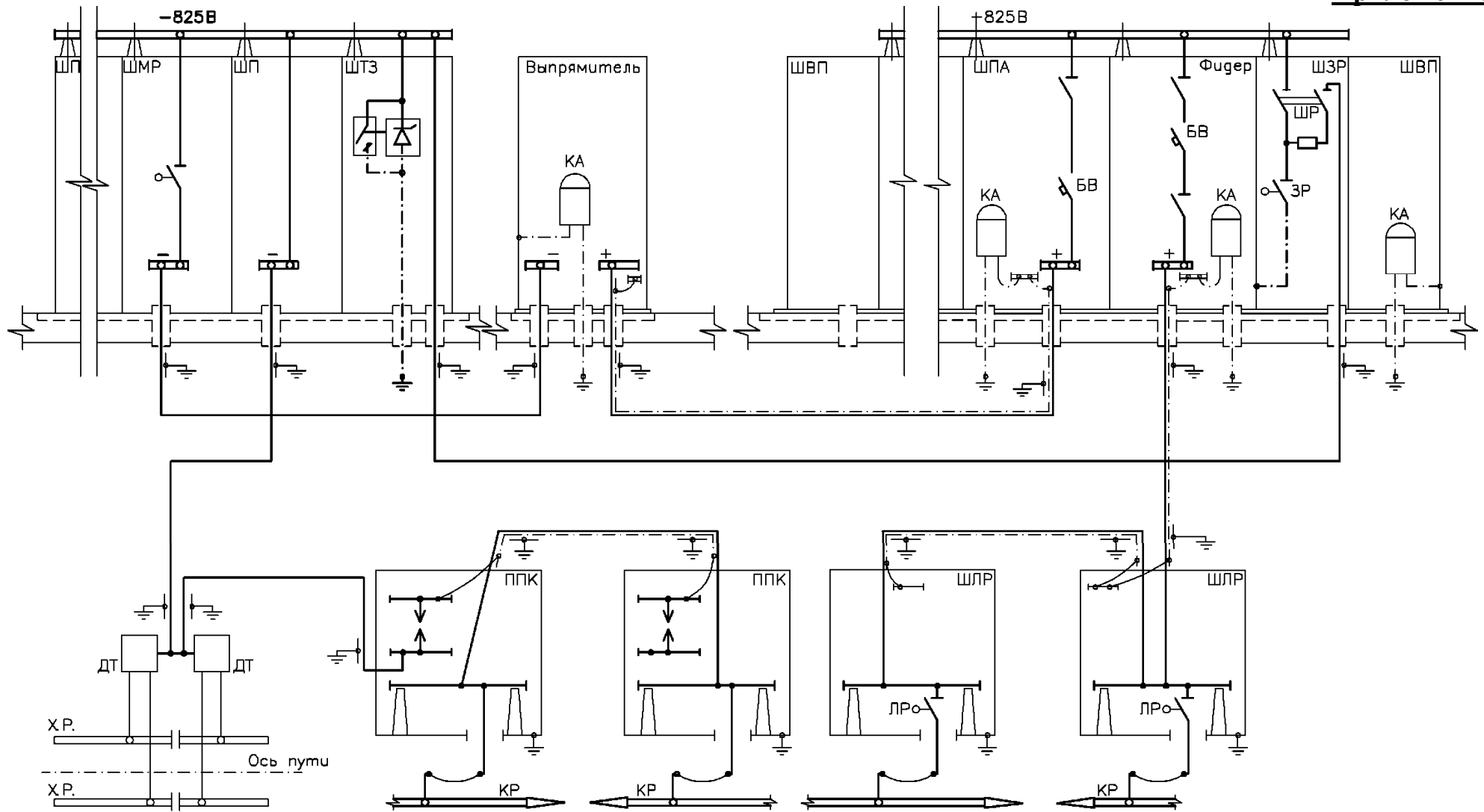


Рисунок 2.1. Схема защиты, заземления и зануления элементов тяговой сети линии.

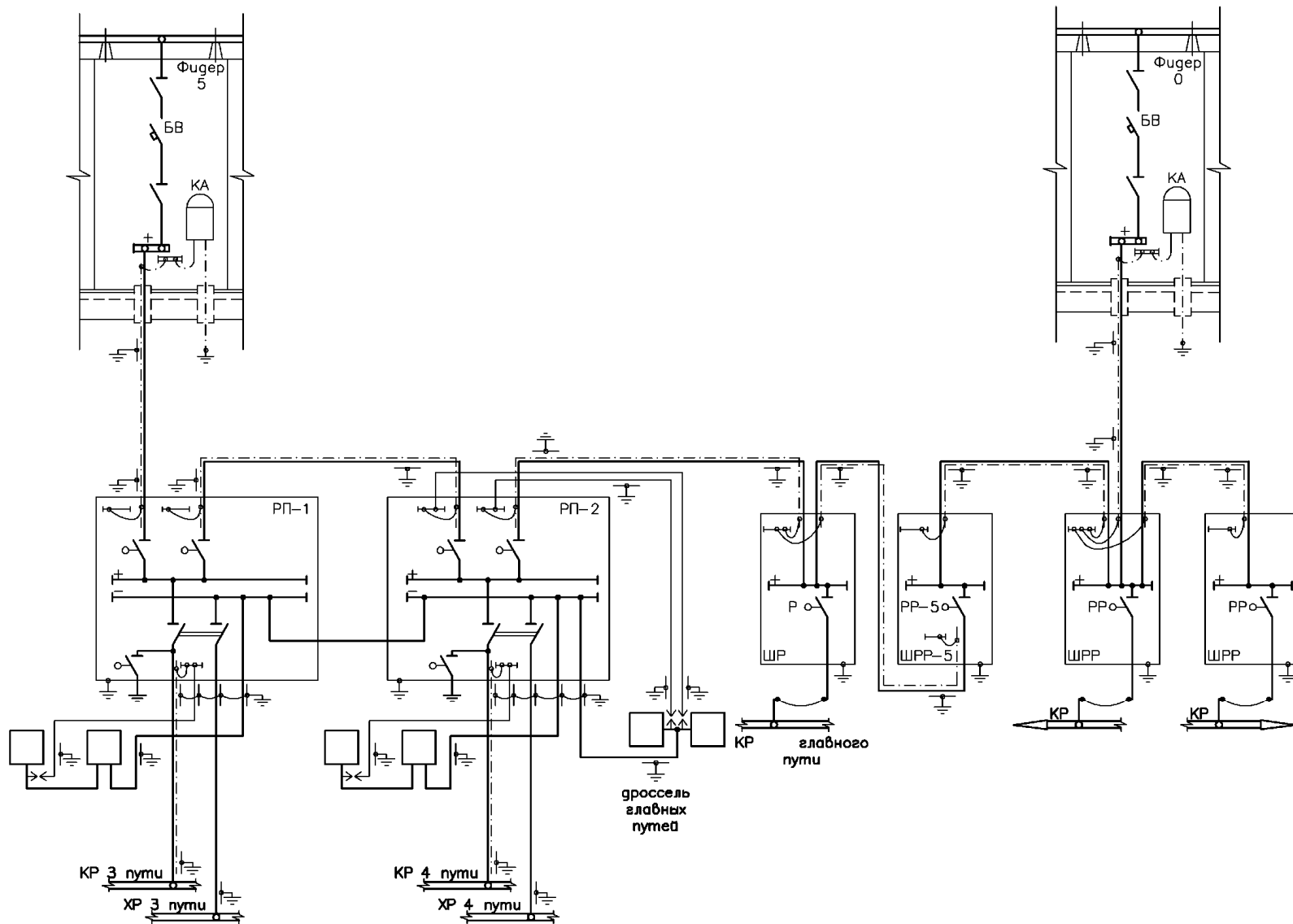


Рисунок 2.2. Схема защиты, заземления и зануления элементов тяговой сети тупика.

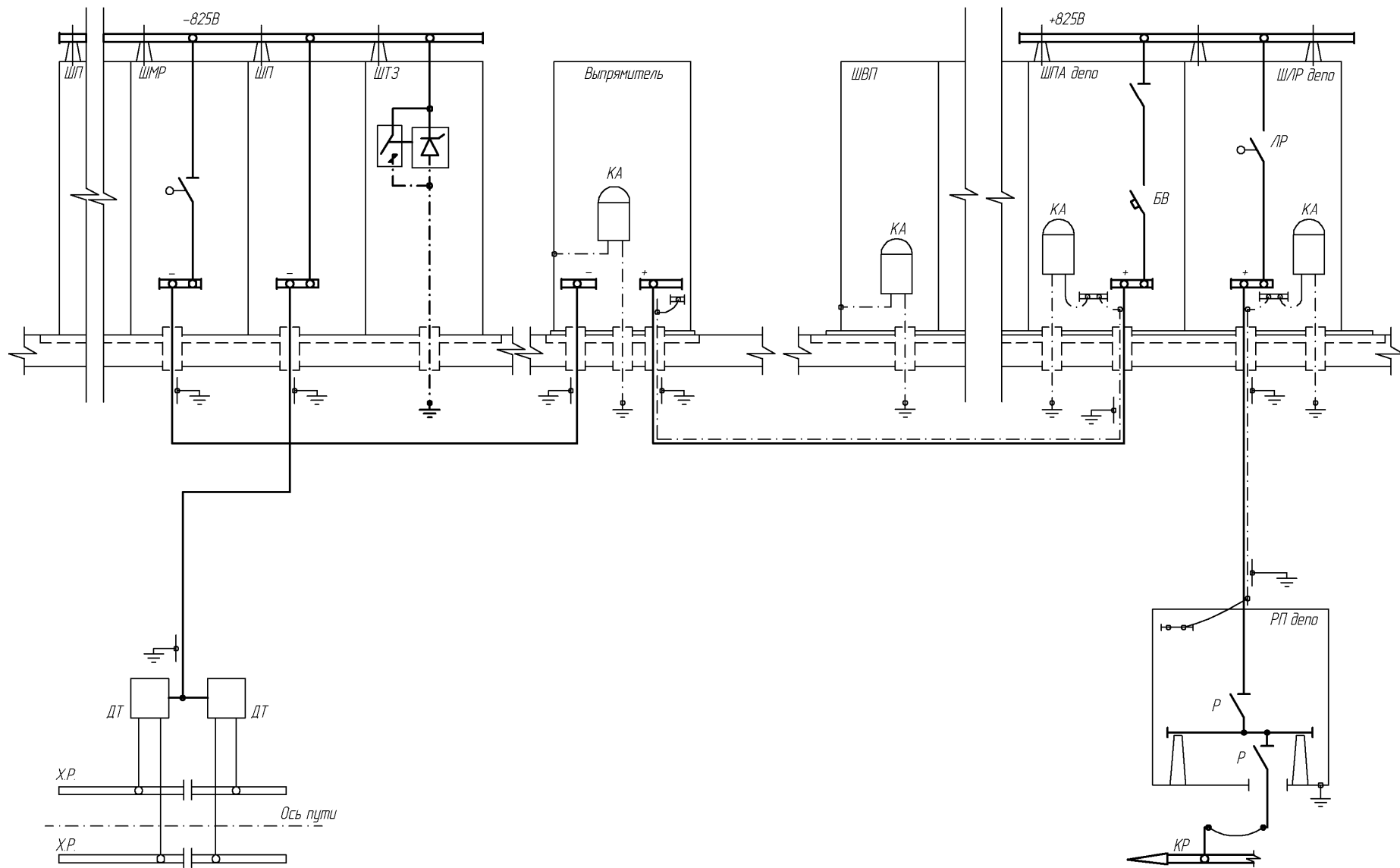


Рисунок 2.3. Схема защиты, заземления и зануления элементов тяговой сети электродепо.

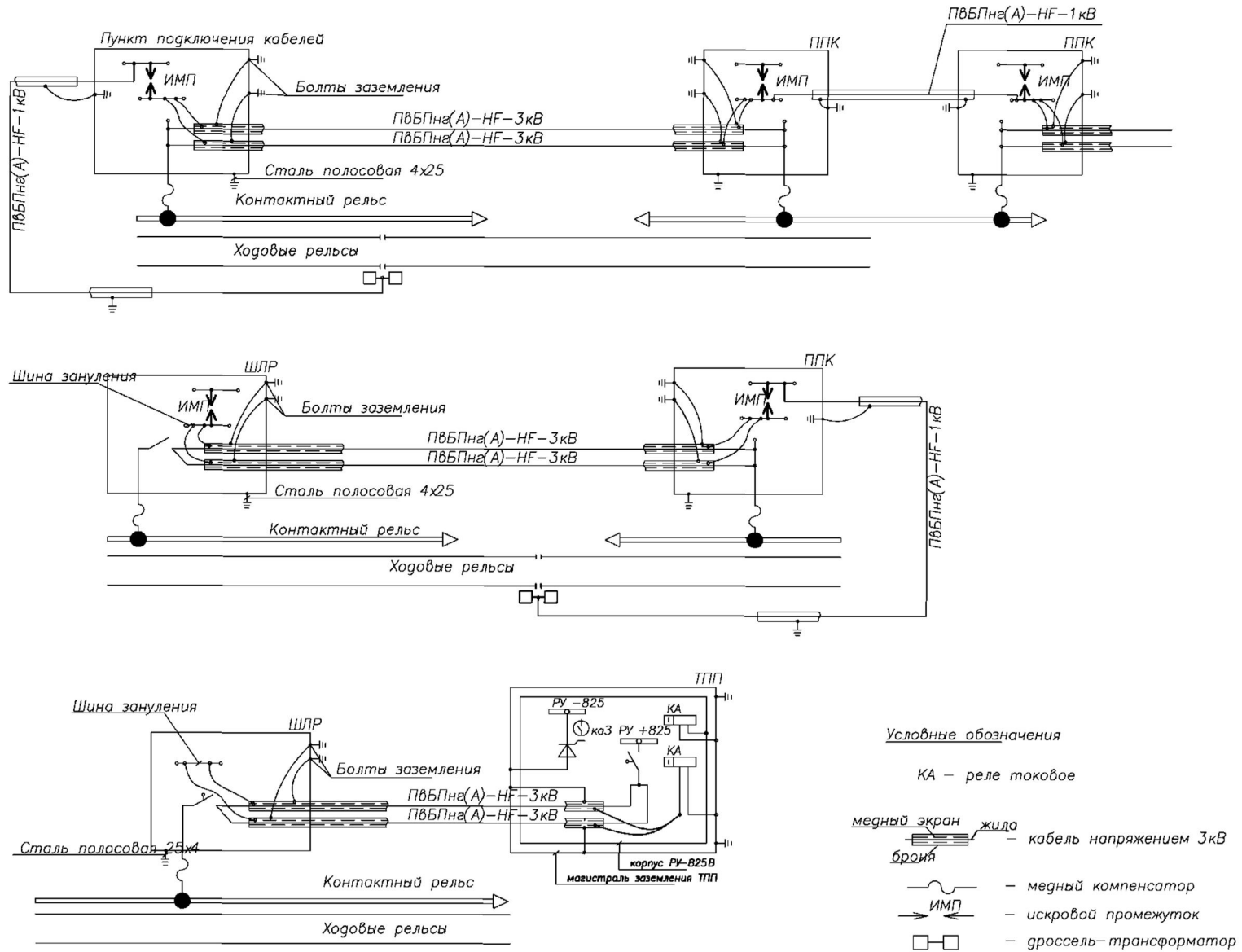


Рисунок 2.4. Схема защиты, заземления и зануления элементов тяговой сети

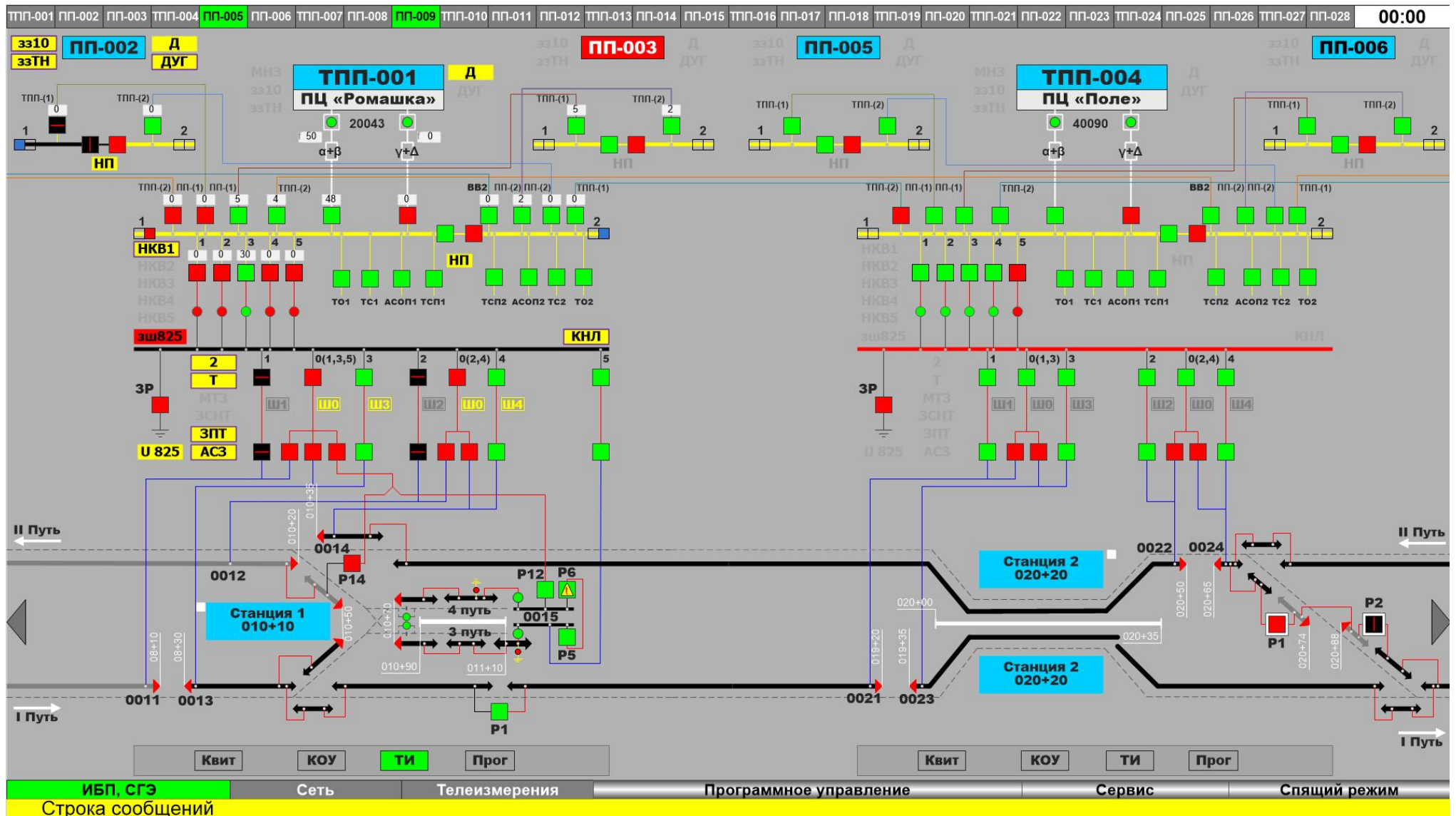


Рисунок 3.1 Типовая экранная форма АРМ АСДУЭ (общая: две ТПП и ПП).

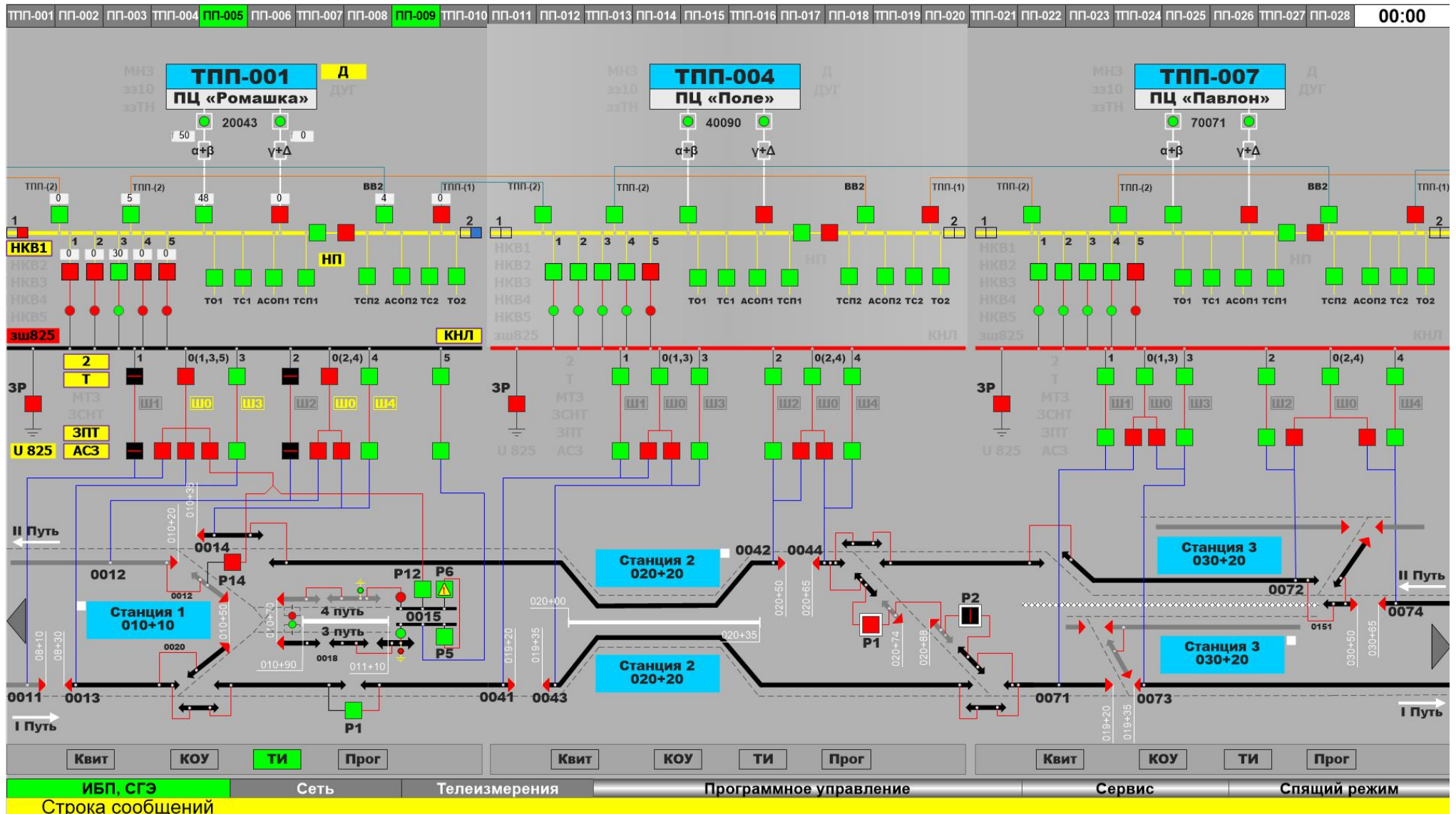


Рисунок 3.2 Типовая экранная форма АРМ АСДУЭ (общая: три ТПП).





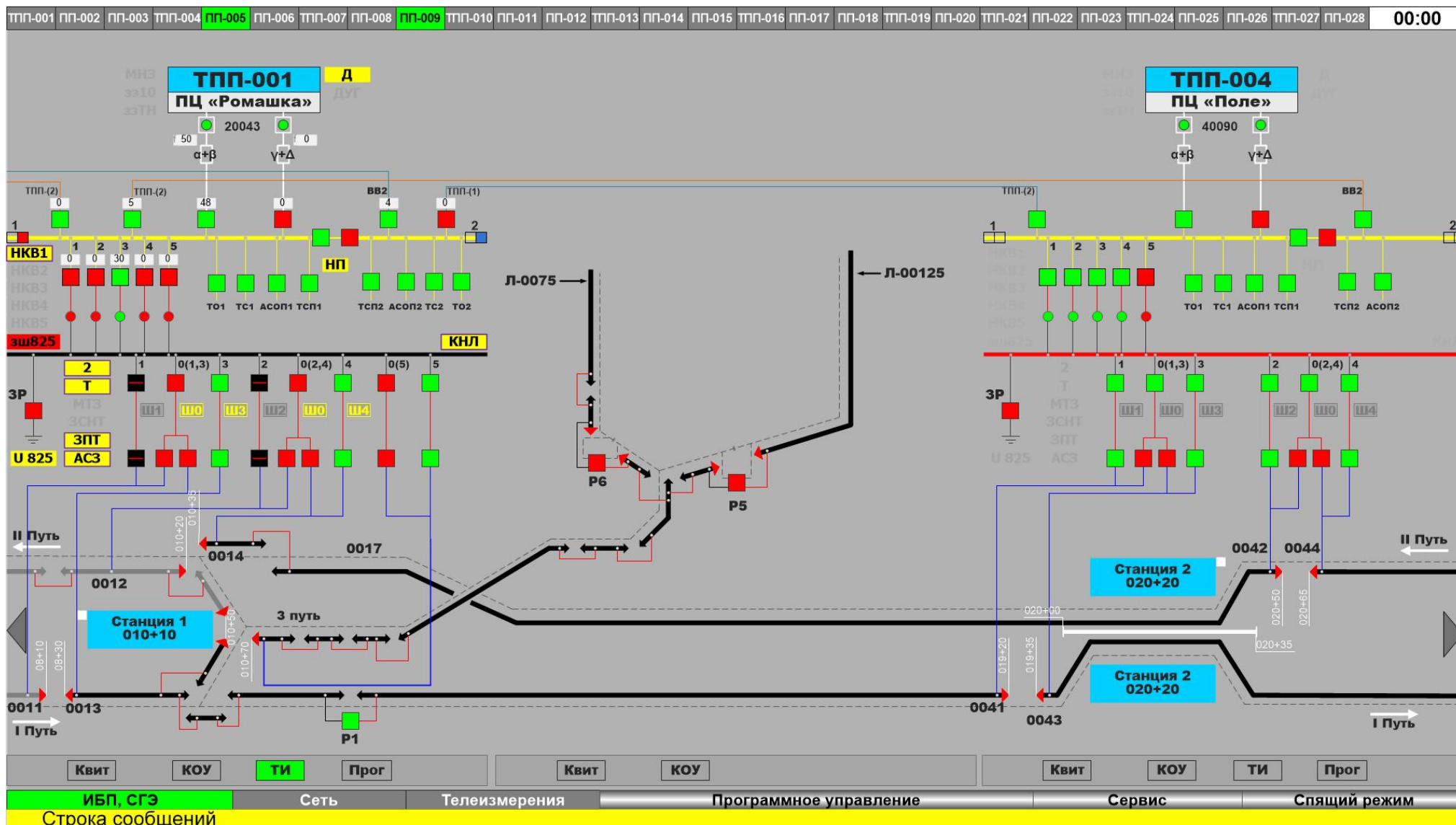


Рисунок 3.4 Типовая экранная форма АРМ АСДУЭ (общая: две ТПП и соединительная ветка).

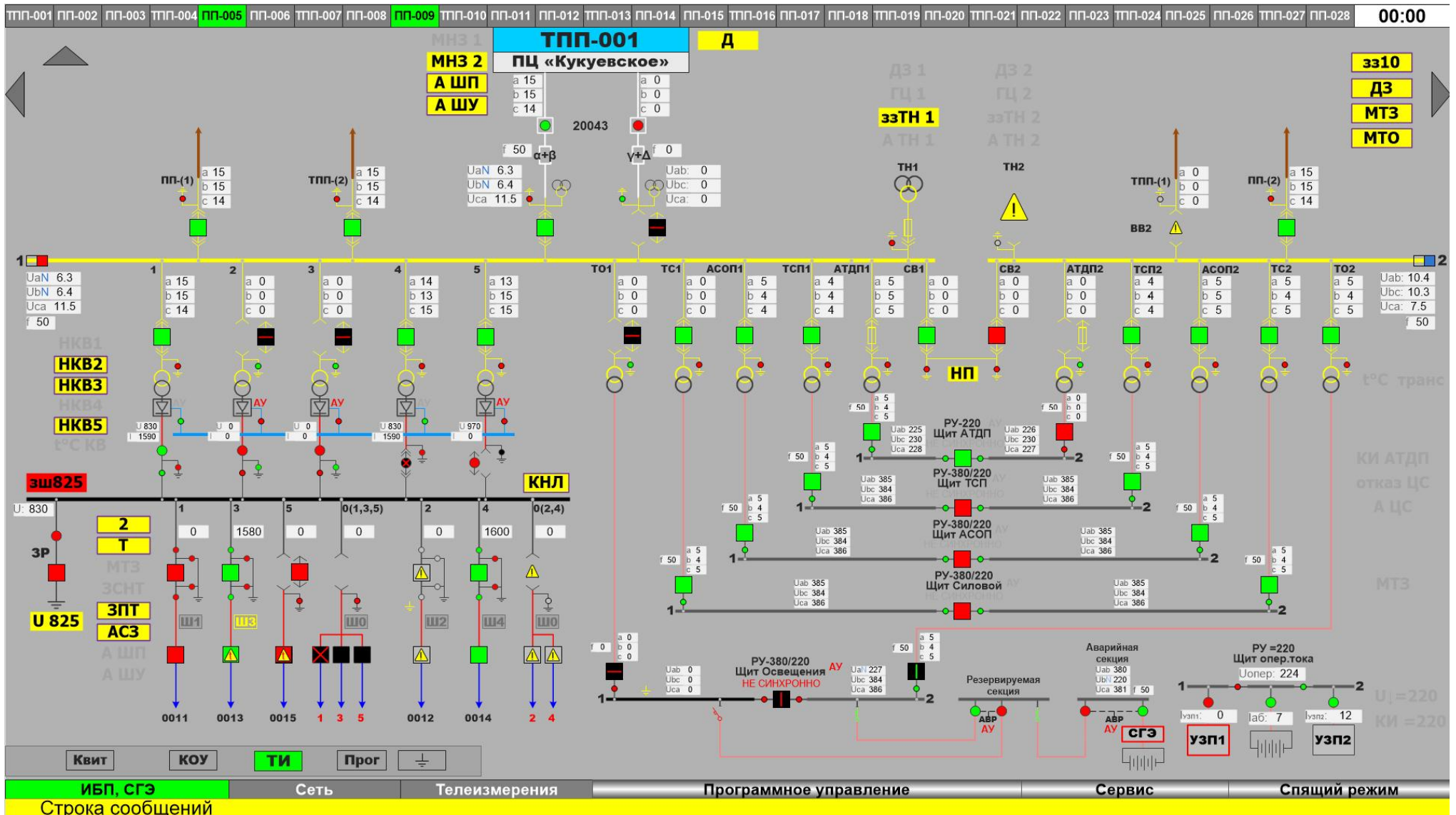


Рисунок 3.5 Типовая экранная форма АРМ АСДУЭ (Однолинейная ТПП).





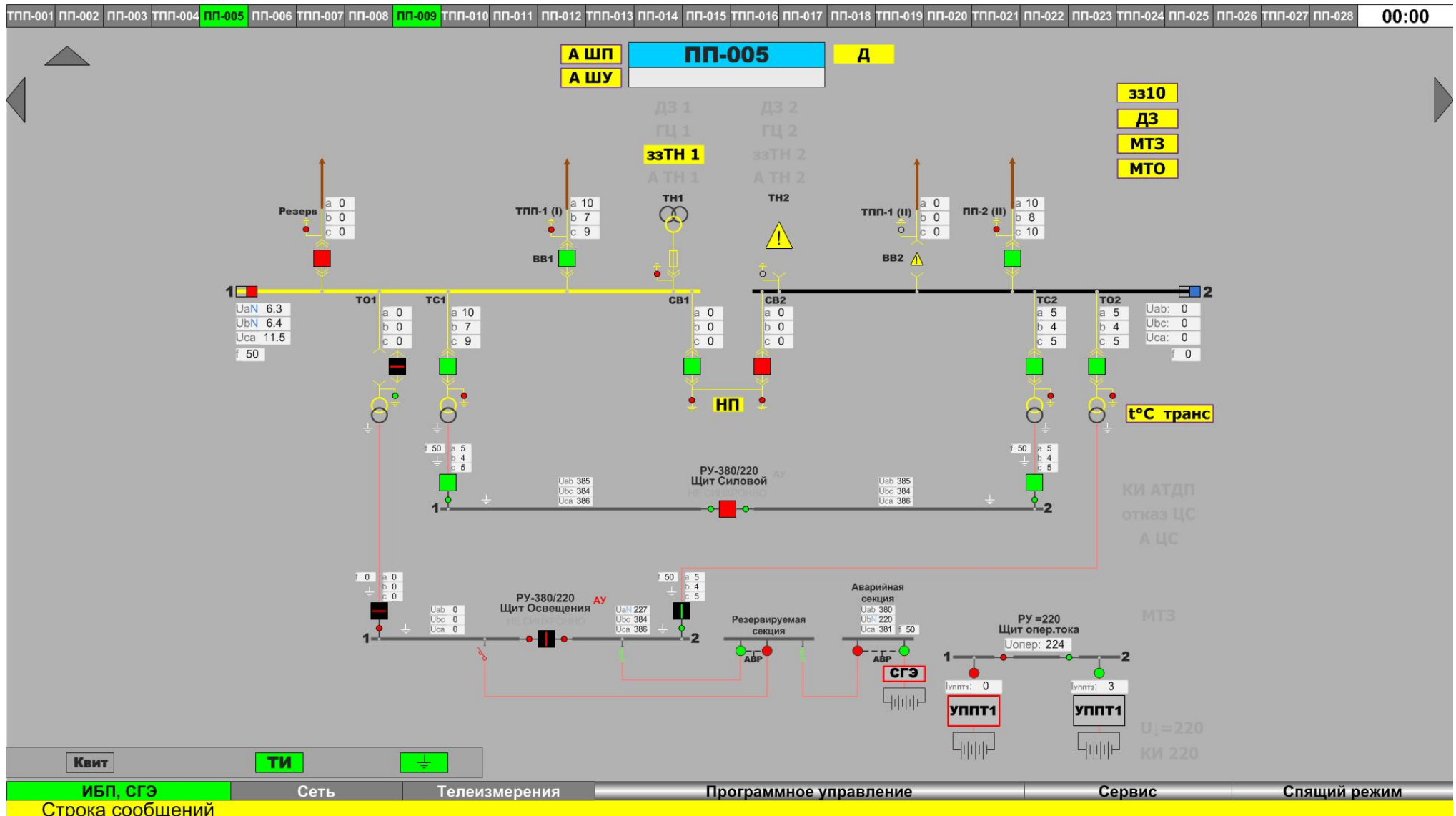


Рисунок 3.7 Типовая экранная форма АРМ АСДУЭ (Однолинейная ПП).

ТПП-001 ТПП-002 ТПП-003 ТПП-004 **ТПП-005** ТПП-006 ТПП-007 ТПП-008 **ТПП-009** ТПП-010 ТПП-011 ТПП-012 ТПП-013 ТПП-014 ТПП-015 ТПП-016 ТПП-017 ТПП-018 ТПП-019 ТПП-020 ТПП-021 ТПП-022 ТПП-023 ТПП-024 ТПП-025 ТПП-026 ТПП-027 ТПП-028 **00:00**

ст. Белово					
ИБП АТДП-1	ИБП АТДП-2	ИБП Связь-1	ИБП Связь-2	СГЭ-1	СГЭ-2
Пом.№11	Пом.№11	Пом.№18	Пом.№18	Пом.№131	Пом.№259
Сеть	Сеть	Сеть	Сеть	Сеть	Сеть
Ввод	Ввод	Ввод	Ввод	Ввод 1	Ввод 2
Байпас	Байпас	Байпас	Байпас	Байпас	Байпас
АБ	АБ	АБ	АБ	АБ	АБ
Авария	Авария	Авария	Авария	Авария	Авария

ст. Кукуево				
ИБП АТДП-1	ИБП АТДП-2	ИБП Связь-1	ИБП Связь-2	СГЭ-1
Пом.№11	Пом.№11	Пом.№18	Пом.№18	ТПП-002
Сеть	Сеть	Сеть	Сеть	Сеть
Ввод	Ввод	Ввод	Ввод	Ввод 1
Байпас	Байпас	Байпас	Байпас	
АБ	АБ	АБ	АБ	АБ
Авария	Авария	Авария	Авария	Авария

ст. Медовое		
ИБП Связь-1	ИБП Связь-2	СГЭ-1
Пом.№18	Пом.№18	ТПП-003
Сеть	Сеть	Сеть
Ввод	Ввод	Ввод 1
Байпас	Байпас	
АБ	АБ	АБ
Авария	Авария	Авария

**СГЭ**

**Ввод 1** - питание от первого ввода

**Ввод 2** - питание от второго ввода

**Байпас** - питание через байпас

**АБ** - питание от АБ

**Авария** - Авария общая

**Сеть** - Отсутствие связи с устройством

**ИБП**

**Ввод** - питание от сети

**Байпас** - питание через байпас

**АБ** - питание от АБ

**Авария** - Авария общая

**Сеть** - Отсутствие связи с устройством

Квит

ИБП, СГЭ
Сеть
Телеизмерения
Программное управление
Сервис
Спящий режим

Строка сообщений

Рисунок 3.8 Типовая экранная форма АРМ АСДУЭ (вкладка «ИБП и СГЭ»).

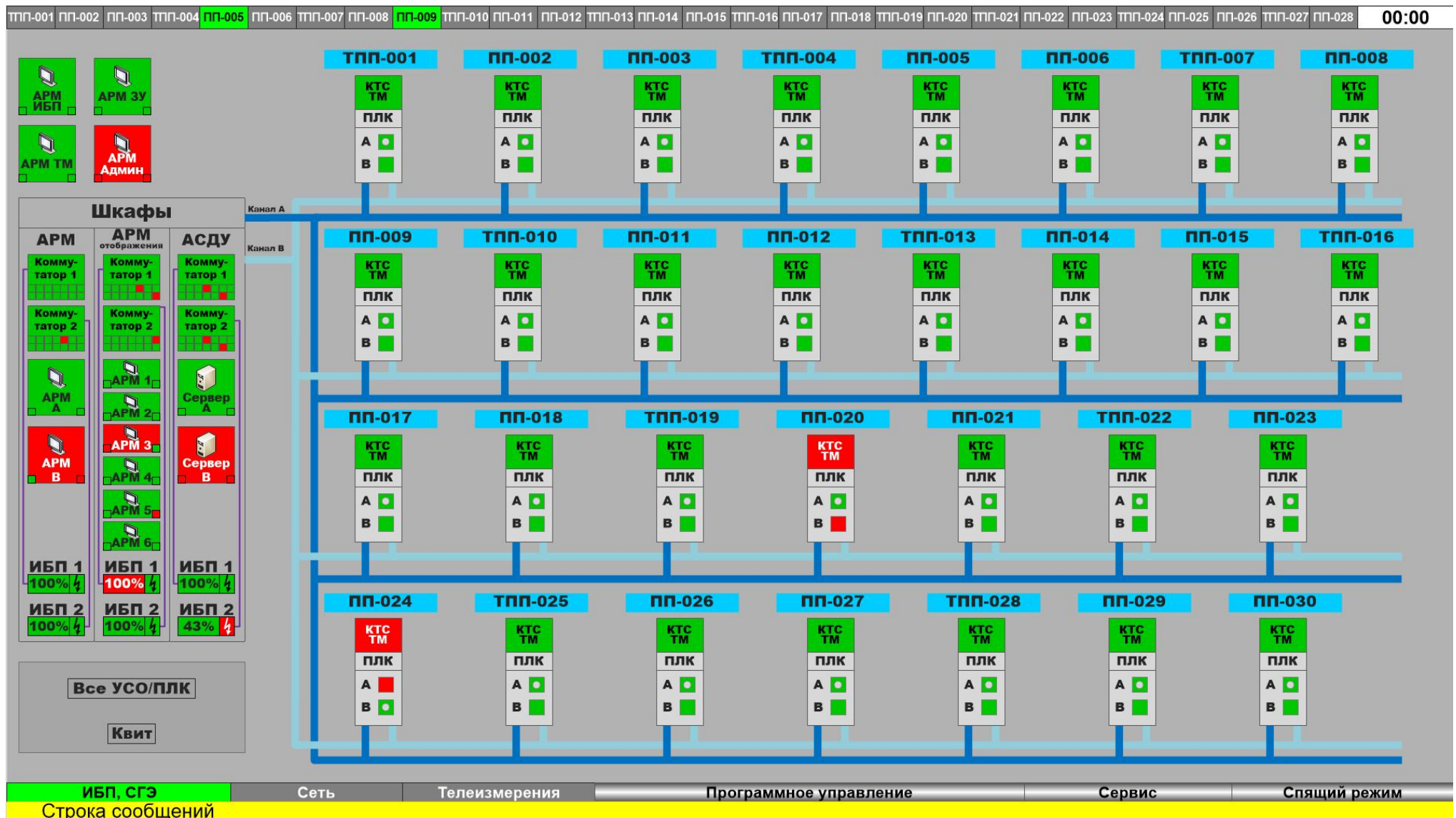


Рисунок 3.9 Типовая экранная форма АРМ АСДУЭ (вкладка «Сеть»).





ТПП-001	ПП-002	ПП-003	ТПП-004	ПП-005	ПП-006	ТПП-007	ПП-008	ПП-009	ТПП-010	ПП-011	ПП-012	ТПП-013	ПП-014	ПП-015	ТПП-016	ПП-017	ПП-018	ТПП-019	ПП-020	ТПП-021	ПП-022	ПП-023	ТПП-024	ПП-025	ПП-026	ТПП-027	ПП-028	<b>00:00</b>
---------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	--------	---------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	--------	--------------

**Программное управление** ✖

Сигнал	ТПП-001	ТПП-004	ТПП-007	ТПП-010	ТПП-013	ТПП-016	ТПП-019	ТПП-021	ТПП-024	ТПП-027	ТПП-030	ТПП-033
1 А0(1,3)												
2 А0(2,4)												
3 А1												
4 А2												
5 А3												
6 А4												
7 А5												
8 ЛР1												
9 ЛР2												
10 ЛР3												
11 ЛР4												
12 КВ1												
13 КВ2												
14 КВ3												
15 КВ4												
16 КВ5												
17 ЗР												
18 Исч.825В												
19 КОУ												
20 Исключить ЛР												
21 Вкл1												
22 Управление												
23 Прог.упр-е												

**ПОДАЧА НАПРЯЖЕНИЯ**

**СНЯТИЕ НАПРЯЖЕНИЯ**

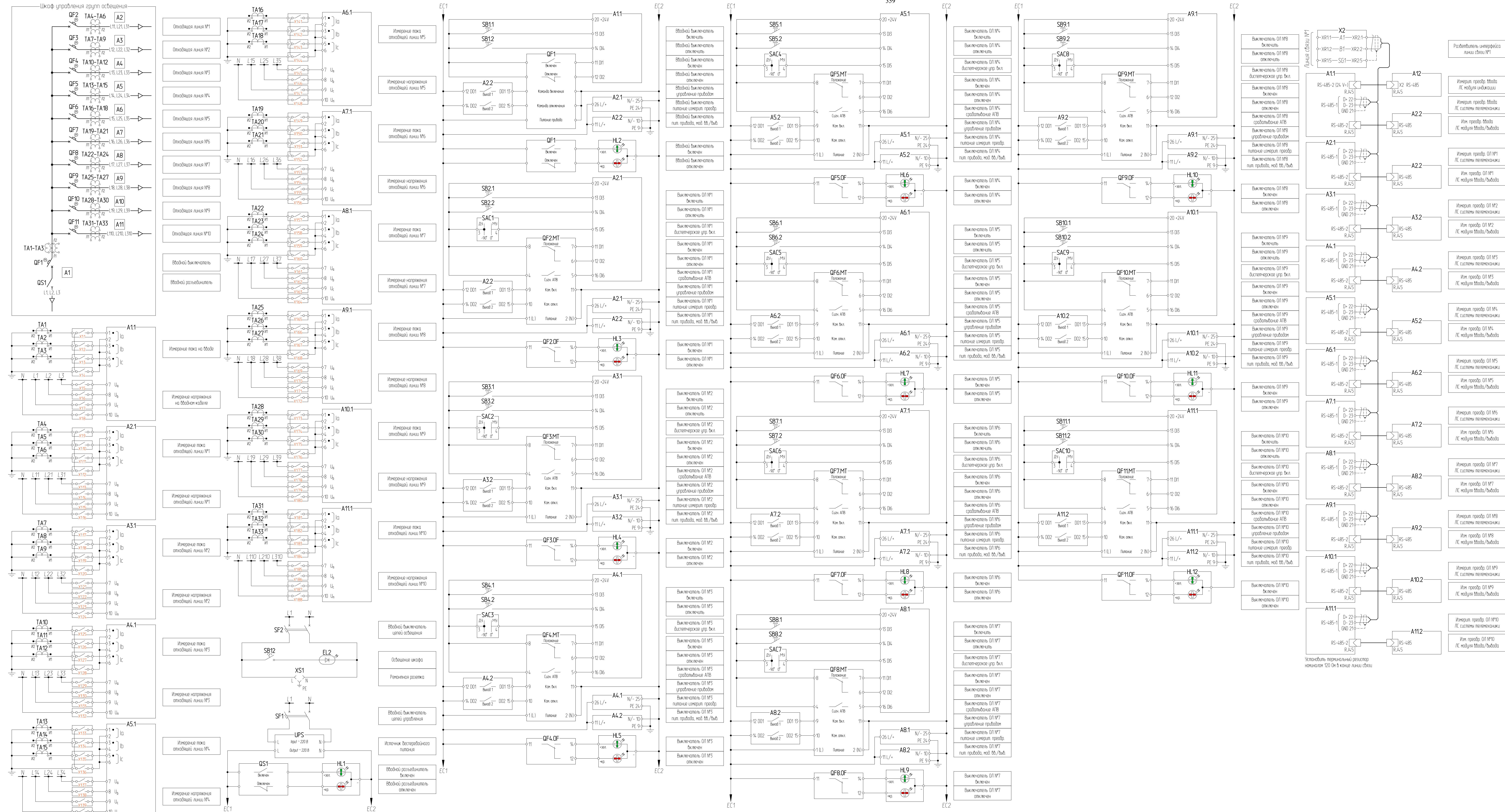
  

<b>ИБП, СГЭ</b>	Сеть	Телеизмерения	<b>Программное управление</b>	Сервис	Спящий режим
Строка сообщений					

Рисунок 3.11 Типовая экранная форма АРМ АСДУЭ (вкладка «Программное управление»).



Рисунок 3.12 Типовая экранная форма АРМ АСДУЭ (общий фон).



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A11 - A111	Измерительный преобразователь ЭИИП-2-45/380-220-A2ED-21	11	
A12 - A112	Модуль индикации ЭИИИ-5-24-2	11	
A12	Модуль индикации ЭИИИ-5-24-2	1	
EL1	Светильник светодиодный, ~220 В	1	
HL1 - HL12	Светодиодный индикатор положения, красный, ~220 В	12	
QF1	Автоматический выключатель с тепловой пробой, 3П, С	1	
QF2 MT - QF11	Моторный пробой с функцией АТВ АВЕРЕС AV-M6	10	
QF11MT	Автоматический выключатель АВЕРЕС AV-M6	10	
QF11MT	Автоматический выключатель АВЕРЕС AV-M6	10	
QF2OF - QF11OF	Дополнительный контакт АВЕРЕС AV-OF	10	
QF11OF	Дополнительный контакт АВЕРЕС AV-OF	10	
GS1	Разъединитель	1	
SAC1 - SAC10	Переключатель ключевой, 1-2, 2 контакта	10	
SB11 - SB111	Кнопка без фиксации, F40, зеленая	11	
SB12 - SB112	Кнопка без фиксации, F40, красная	11	
SB12	Кнопка с фиксацией, F40, черная	1	
SF1	Автоматический выключатель для переменного тока, 2П, С, 6А	1	
SF2	Автоматический выключатель для переменного тока, 2П, С, 16А	1	
TA1 - TA33	Трансформатор тока, к. т. 0,5	33	
UPS	Источник бесперебойного питания	1	
X1	Клемма с разъемом для ширинных трансформаторов	88	
X2	Разъемный интерфейс RS-485	1	
XS1	Разетка на DIN-рейку	1	

Рисунок 4.1. Шкаф управления групп освещения. Типовая электрическая схема, типовый перечень элементов.





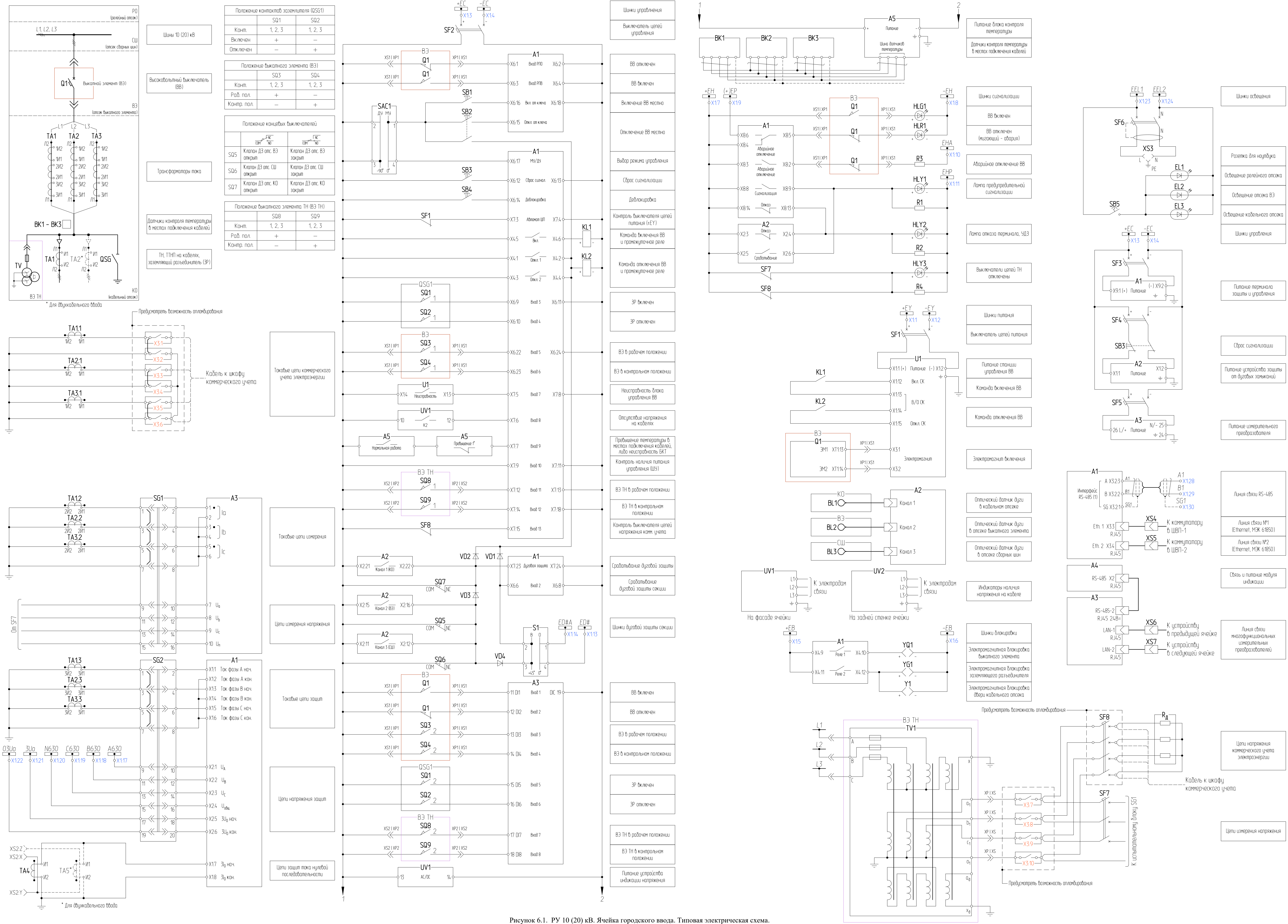


Рисунок 6.1. РУ 10 (20) кВ. Ячейка городского ввода. Типовая электрическая схема.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Терминал защиты и управления Сириус-2-ММ-5А-220В-И5-ТХ	1	
A2	Устройство защиты от дуговых замыканий Орион-ЗДЗ-Н	1	
A3	Измерительный преобразователь ЭНИП-2-45/100-220-А2Е4х2-21(220)	1	
A4	Модуль индикации ЭНМИ-4-24-2	1	
A5	Модуль бесконтактного измерения температуры, 3 бесконтактных датчика	1	
BK1 – BK3	Пирометрический датчик температуры	3	Комплектно с А5
BL1 – BL3	Оптический датчик дуги	3	Комплектно с А2
EL1 – EL3	Светильник светодиодный, ~220 В	3	
HLC1	Арматура светосигнальная со встроенным светодиодом, зеленая, ~220 В	1	
HLR1	Арматура светосигнальная со встроенным светодиодом, красная, ~220 В	1	
HLY1 – HLY3	Арматура светосигнальная со встроенным светодиодом, желтая, ~220 В	3	
KL1, KL2	Реле промежуточное, ~220 В	2	
Q1	Вакуумный выключатель на выкатном элементе	1	
QSG1	Заземляющий разъединитель с ручным приводом	1	
R1 – R4	Резистор, 3,9 кОм, 50 Вт, ±5%	4	
R <sub>д</sub>	Догрузочный резистор, 100/√3 В, 3×10 ВА	1	
S1	Переключатель кулачковый, 0-1, 2 контакта	1	
SAC1	Переключатель кулачковый, 1-2, 2 контакта	1	
SB1	Кнопка без фиксации, 1НО, зеленая	1	
SB2	Кнопка без фиксации, 2НО, красная	1	
SB3	Кнопка без фиксации, 1НО+2НЗ, желтая	1	
SB4	Кнопка без фиксации, 1НО, желтая	1	
SB5	Кнопка с фиксацией, 1НО, черная	1	
SG1	Испытательный блок, 9-контактный, FAME 6/8+1	1	
	Рабочая крышка блока, FAME-WP 8+1	1	
SG2	Испытательный блок, 13-контактный, FAME 6/12+1	1	
	Рабочая крышка блока, FAME-WP 12+1	1	
SF1	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 6А	1	
	Блок вспомогательных контактов, 1ПК	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
SF2	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 4А	1	
SF3	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 3А	1	
SF4, SF5	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 2А	2	
SF6	Дифференциальный автоматический выключатель, 2П, С, 6А, 30 мА	1	
SF7	Автоматический выключатель для переменного тока, 3П, В, 4А	1	
	Блок вспомогательных контактов, 1ПК	1	
SF8	Автоматический выключатель для переменного тока, 4П, В, 4А	1	
	Блок вспомогательных контактов, 1ПК	2	
SQ1 – SQ4	Блок вспомогательных контактов	4	
SQ5 – SQ9	Микропереключатель	5	
TA1 – TA3	Трансформатор тока, 0,5с/0,5с/10P-10/10/15	3	
TA4, (TA5)	Трансформатор тока нулевой последовательности разъемный, 100 мм	1 (2)	
TV1	Трехфазная группа трансформаторов напряжения, с встроенными предохранителями, 10 (20)/√3 кВ/100/√3 В, к. т. 0,5/3, 20/100 ВА	1	
U1	Модуль управления вакуумного выключателя	1	
UV1	Устройство индикации напряжения со встроенными реле ИН-3-10P-00	1	
UV2	Устройство индикации напряжения со встроенными реле ИН-3-10-021	1	
VD1 – VD4	Диод, 1000 В, 1 А	4	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	30	
X3	Клемма с размыкателем для измерительных трансформаторов	10	
XP-XS XP1-XS1	Промышленный разъем (вилка+розетка)	2	
XS2(X,Y,(Z))	Гнездо изолированное жесткое с защитным колпачком	2 (3)	
XS3	Розетка на DIN-рейку	1	
XS4 – XS7	Модуль распределительный на DIN-рейку с разъемом RJ-45	4	
YG1, YQ1, Y1	Замок электромагнитной блокировки, ~220 В	3	

Рисунок 6.2. РУ 10 (20) кВ. Ячейка городского ввода. Типовой перечень элементов.



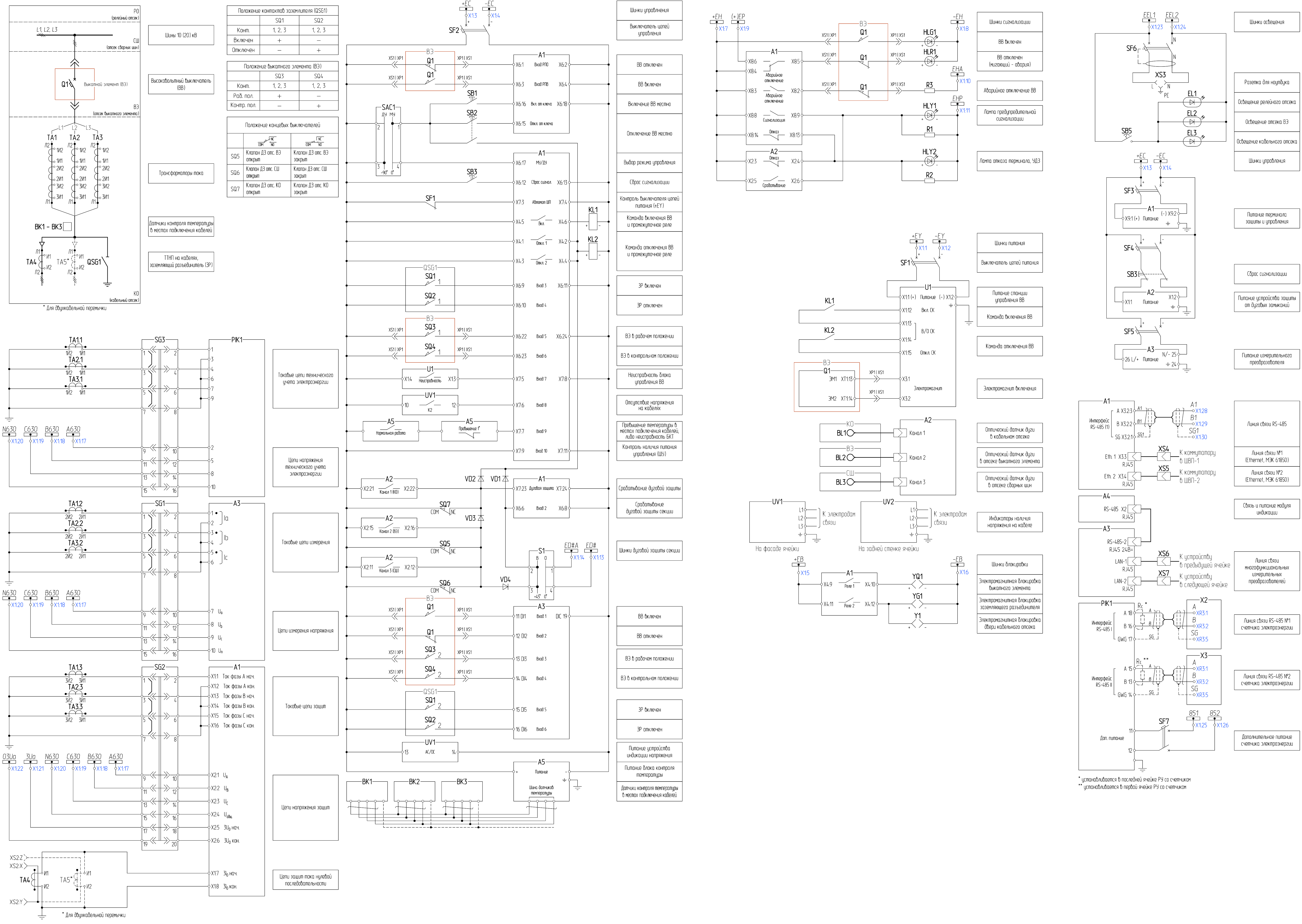
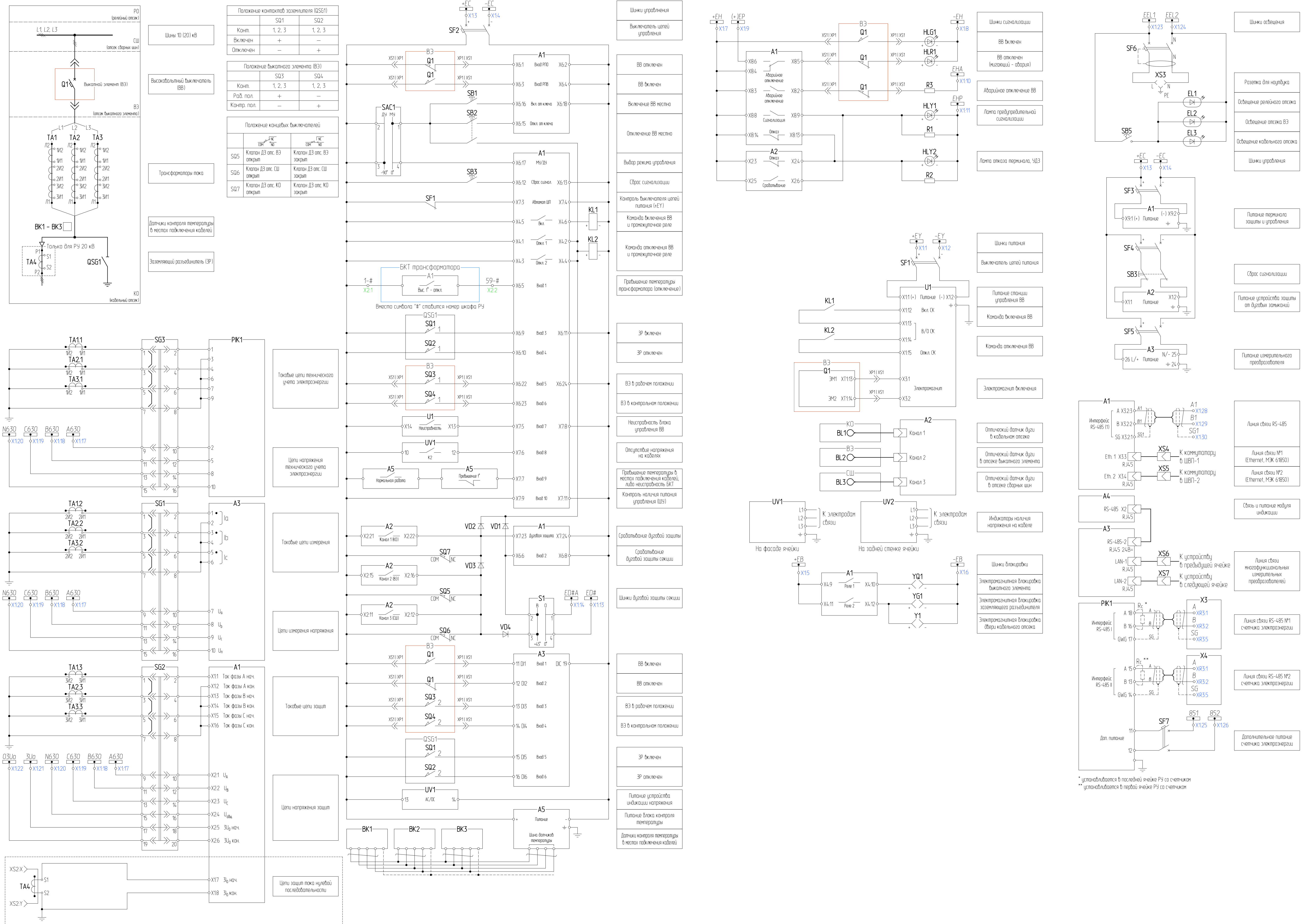


Рисунок 6.3. РУ (10) кВ. Ячейка кабельной перемычки. Типовая электрическая схема.







Положение контакторов заземлителя (QSG1)

Конт.	SQ1	SQ2
Включен	+	-
Отключен	-	+

Положение выкатного элемента (B3)

Конт.	SQ3	SQ4
Раб. пол.	+	-
Контр. пол.	-	+

Положение концевых выкатывателей

Классиф.	Классиф.
Классиф. ДЗ отс. ВЗ открыт	Классиф. ДЗ отс. ВЗ закрыт
Классиф. ДЗ отс. СШ открыт	Классиф. ДЗ отс. СШ закрыт
Классиф. ДЗ отс. КО открыт	Классиф. ДЗ отс. КО закрыт

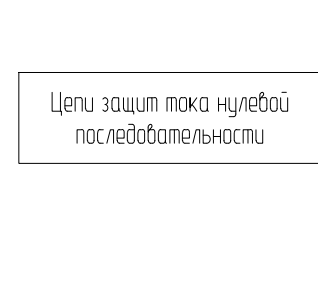
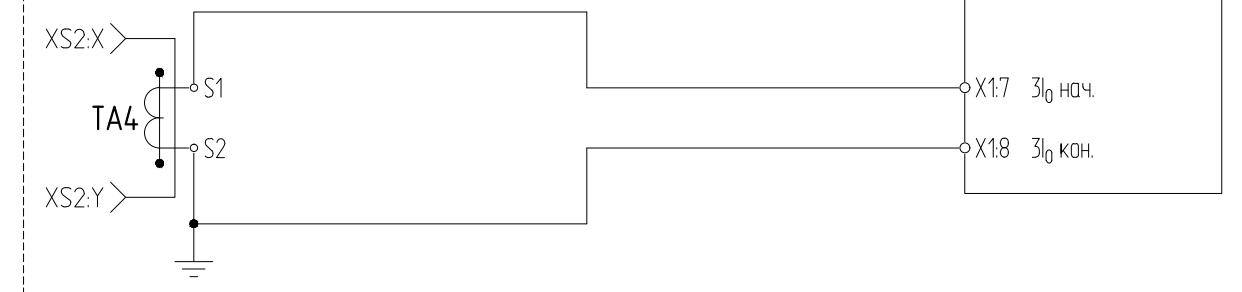
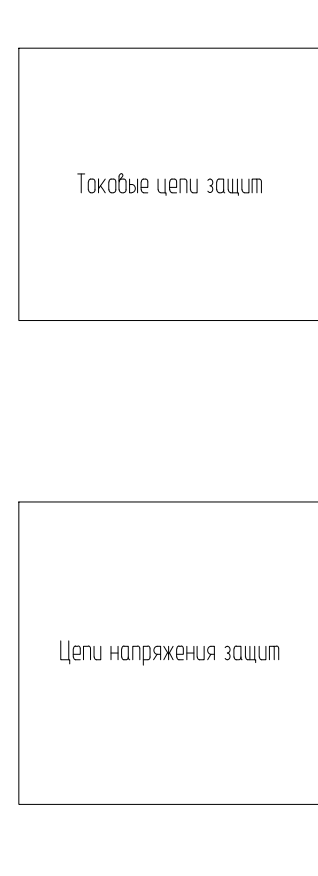
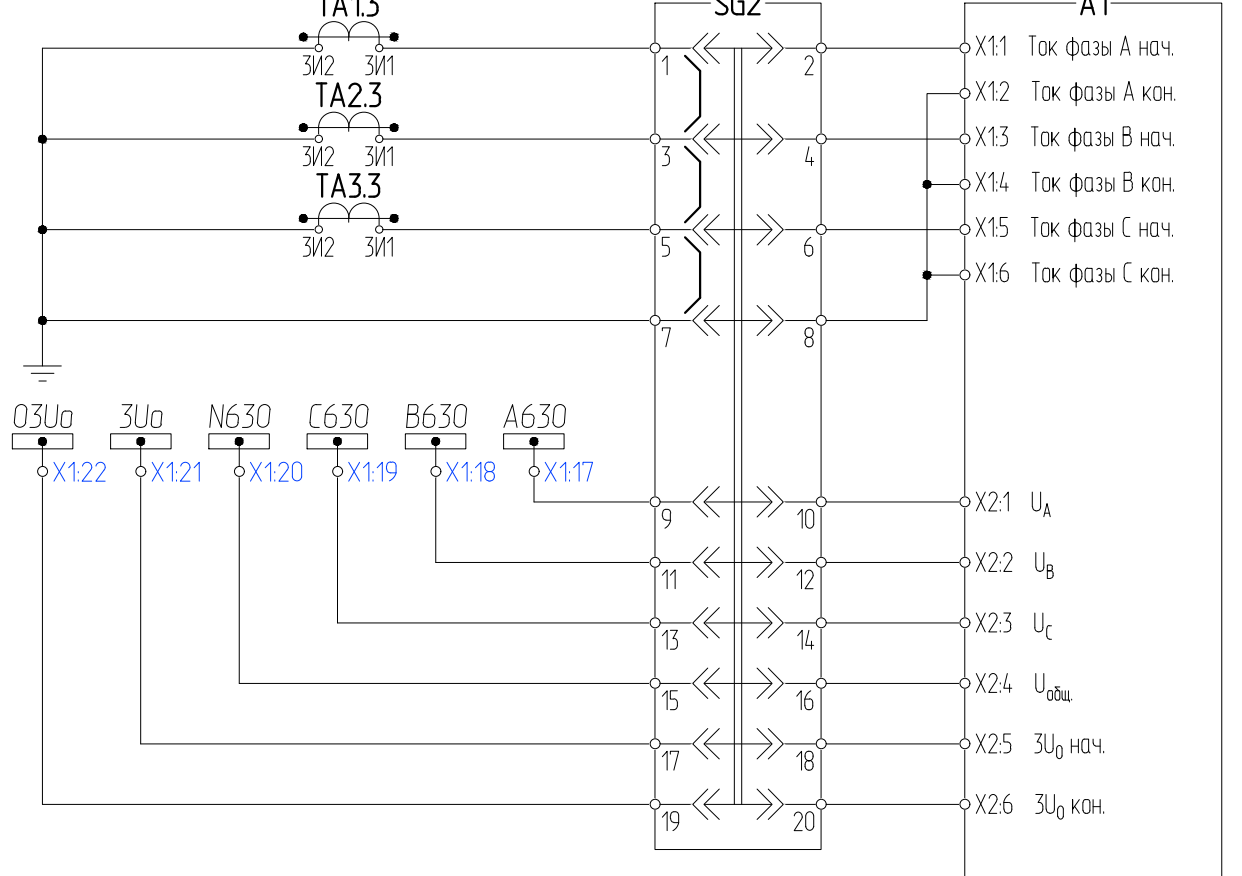
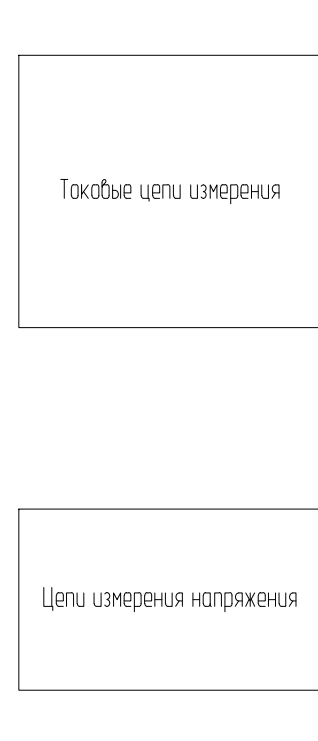
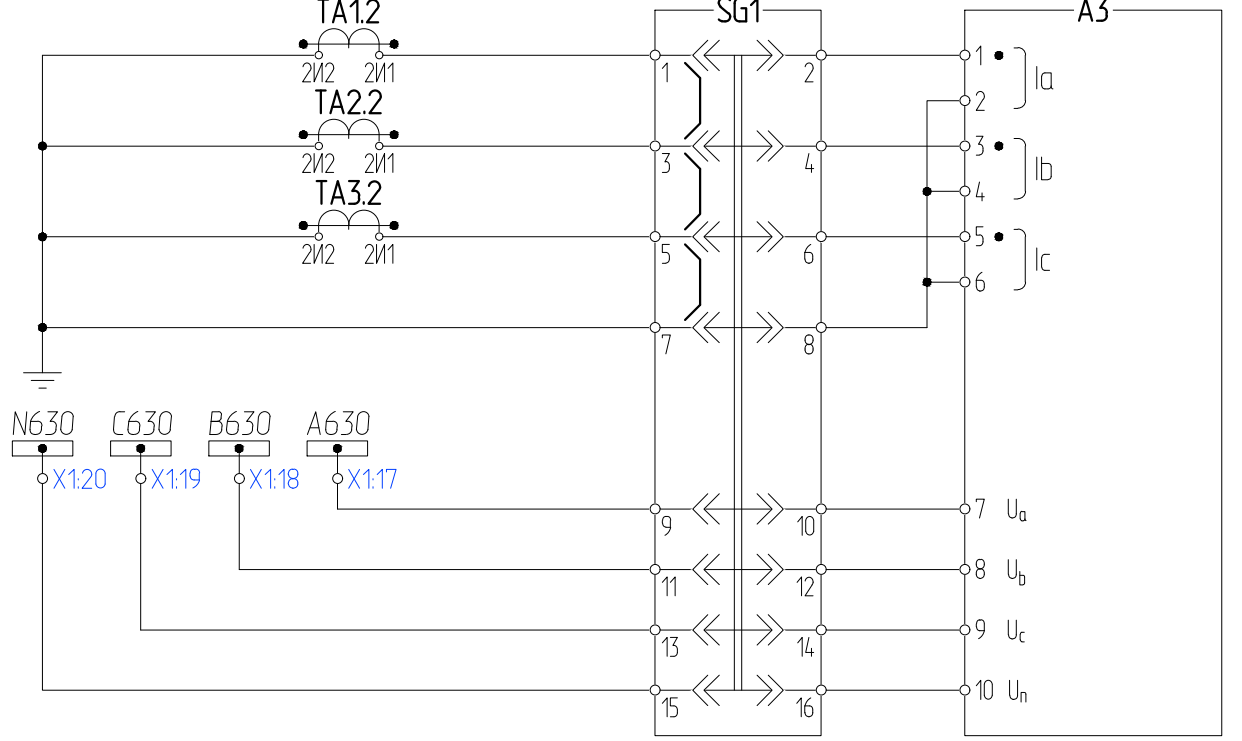
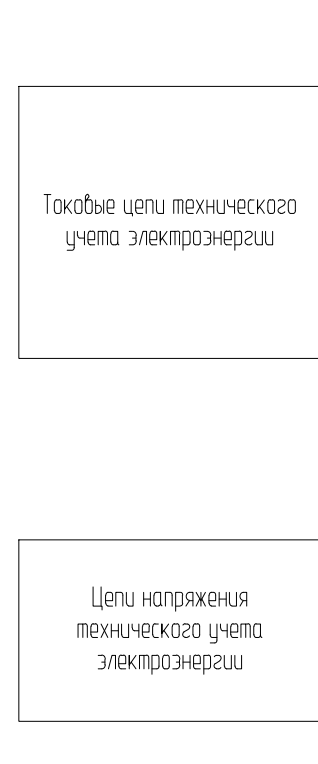
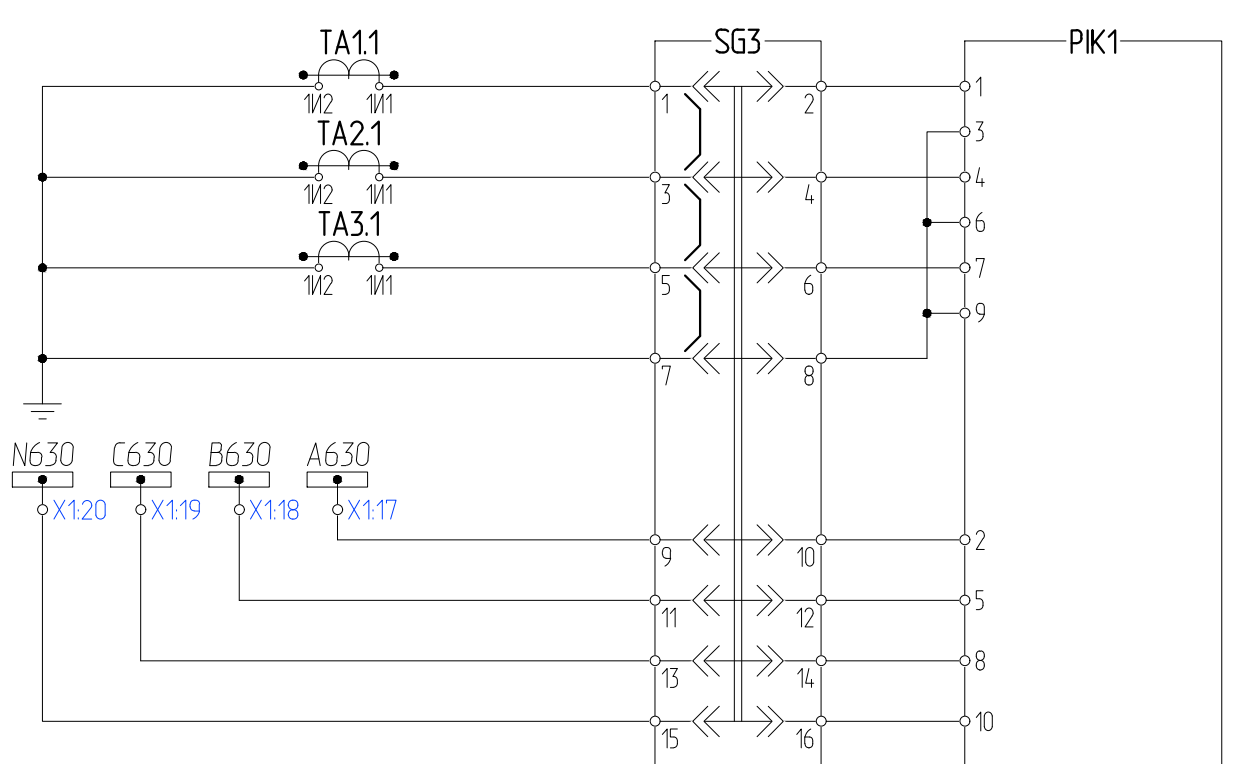
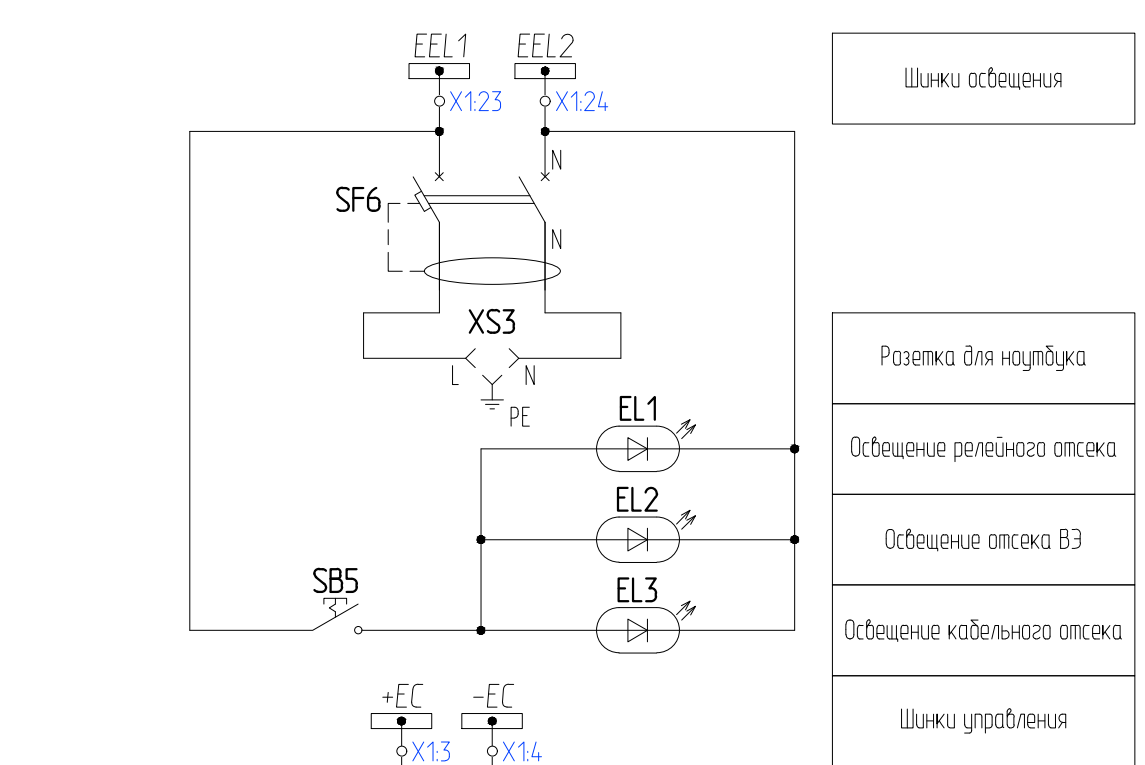
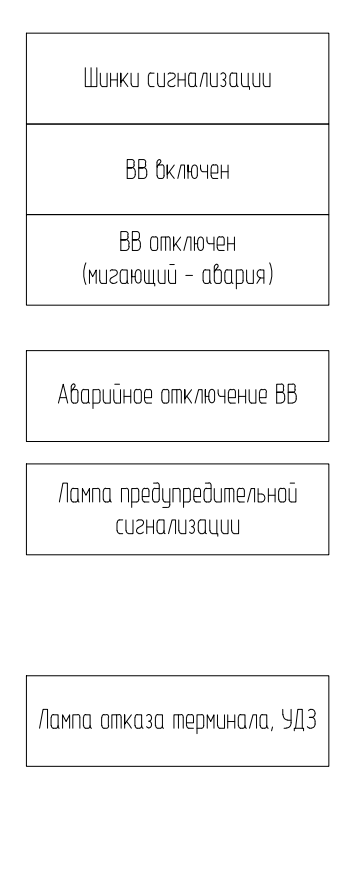
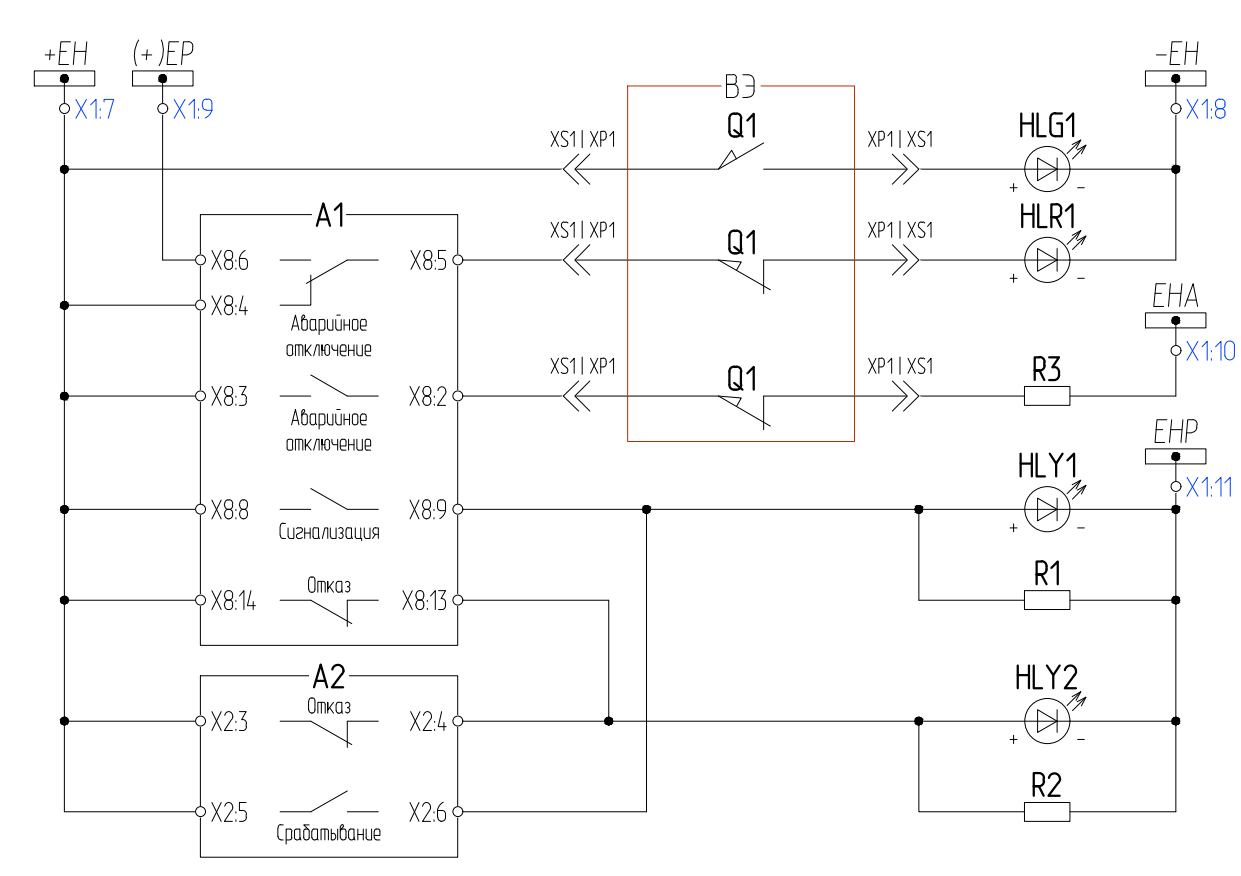
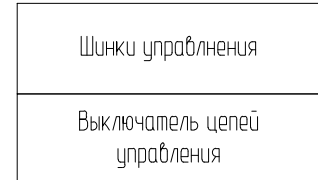
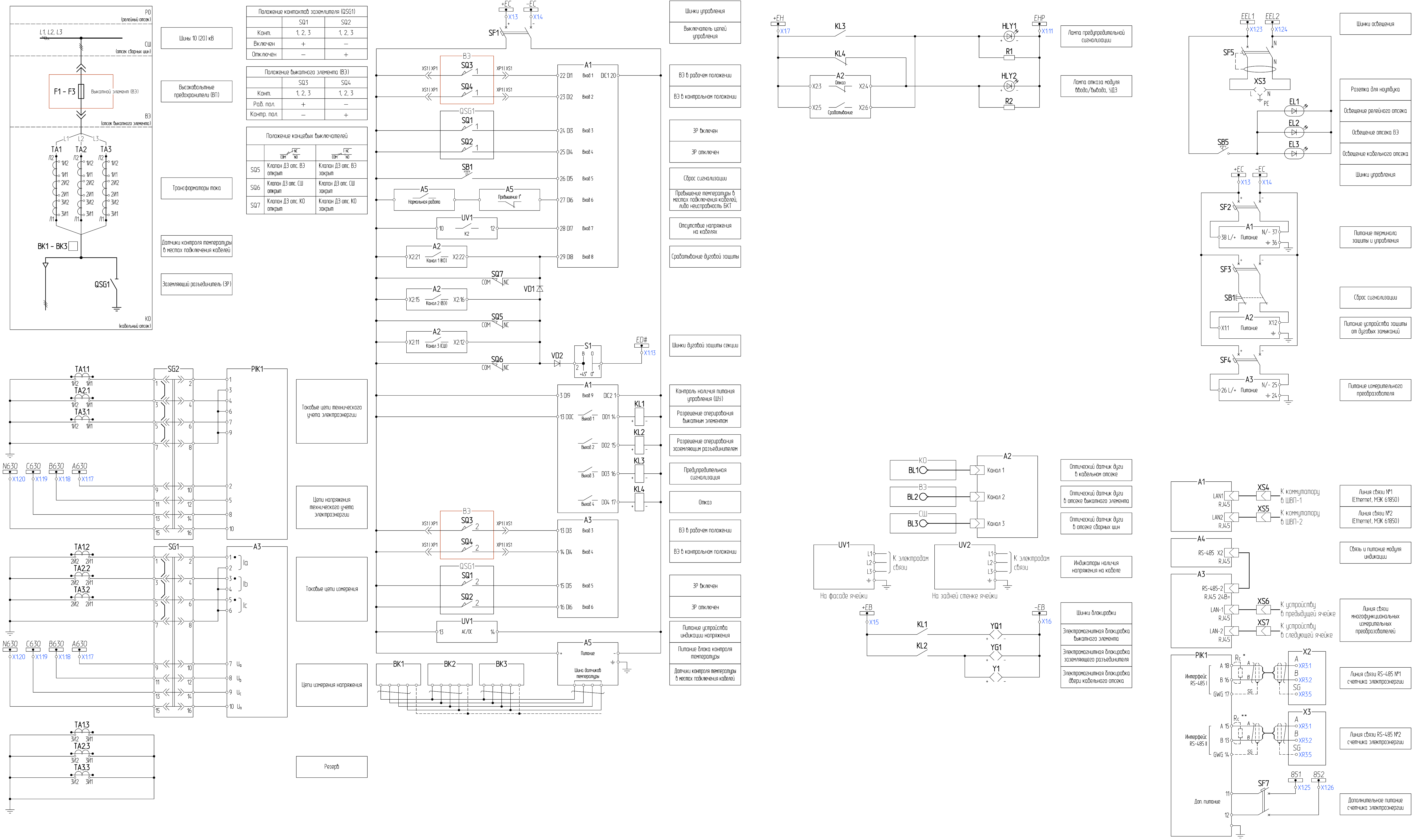


Рисунок 6.5. РУ 10 (20) кВ. Ячейка отходящей линии с выключателем к трансформатору. Типовая электрическая схема.





Положение контактов заземлителя (QSG1)

Конт.	SQ1	SQ2
Включен	+	-
Отключен	-	+

Положение выкатного элемента (B3)

Конт.	SQ3	SQ4
Раб. пол.	1, 2, 3	1, 2, 3
Контр. пол.	+	-

Положение концевых выключателей

	Кнопка ДЗ отс. ВЗ открыт	Кнопка ДЗ отс. ВЗ закрыт
SQ5	Кнопка ДЗ отс. СШ открыт	Кнопка ДЗ отс. СШ закрыт
SQ6	Кнопка ДЗ отс. КО открыт	Кнопка ДЗ отс. КО закрыт
SQ7		

Таблица параметров и характеристик

Сигнал	Канал 1 (K01)	Канал 2 (K02)	Канал 3 (K03)
Сигнал	X2:21	X2:15	X2:11
Сигнал	COM	COM	COM
Сигнал	COM	COM	COM

Таблица параметров и характеристик

Сигнал	Канал 1 (K01)	Канал 2 (K02)	Канал 3 (K03)
Сигнал	X2:21	X2:15	X2:11
Сигнал	COM	COM	COM
Сигнал	COM	COM	COM

Таблица параметров и характеристик

Сигнал	Канал 1 (K01)	Канал 2 (K02)	Канал 3 (K03)
Сигнал	X2:21	X2:15	X2:11
Сигнал	COM	COM	COM
Сигнал	COM	COM	COM

Таблица параметров и характеристик

Сигнал	Канал 1 (K01)	Канал 2 (K02)	Канал 3 (K03)
Сигнал	X2:21	X2:15	X2:11
Сигнал	COM	COM	COM
Сигнал	COM	COM	COM

Таблица параметров и характеристик

Сигнал	Канал 1 (K01)	Канал 2 (K02)	Канал 3 (K03)
Сигнал	X2:21	X2:15	X2:11
Сигнал	COM	COM	COM
Сигнал	COM	COM	COM

Таблица параметров и характеристик

Сигнал	Канал 1 (K01)	Канал 2 (K02)	Канал 3 (K03)
Сигнал	X2:21	X2:15	X2:11
Сигнал	COM	COM	COM
Сигнал	COM	COM	COM

Таблица параметров и характеристик

Сигнал	Канал 1 (K01)	Канал 2 (K02)	Канал 3 (K03)
Сигнал	X2:21	X2:15	X2:11
Сигнал	COM	COM	COM
Сигнал	COM	COM	COM

Таблица параметров и характеристик

Сигнал	Канал 1 (K01)	Канал 2 (K02)	Канал 3 (K03)
Сигнал	X2:21	X2:15	X2:11
Сигнал	COM	COM	COM
Сигнал	COM	COM	COM

Рисунок 6.7. РУ 10 (20) кВ. Ячейка отходящей линии с предохранителями к трансформатору. Типовая электрическая схема.





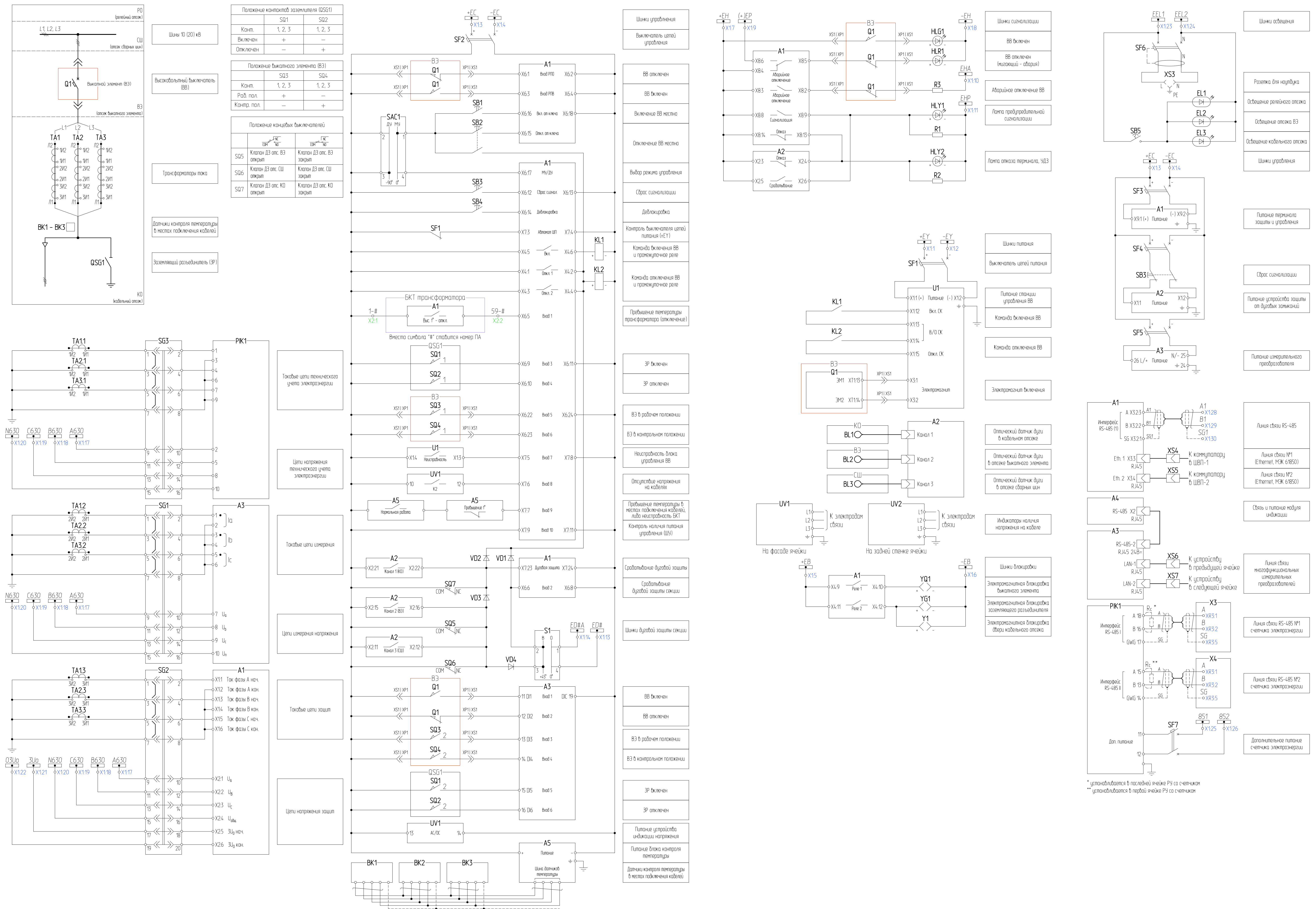
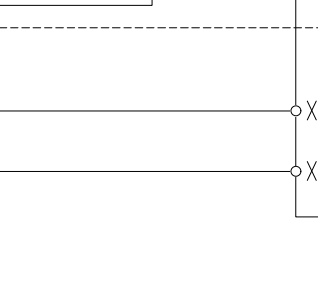
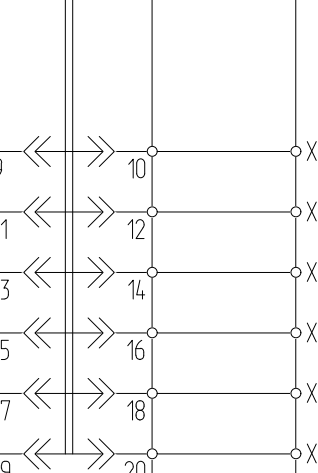
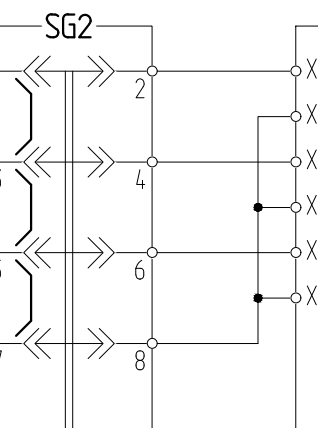
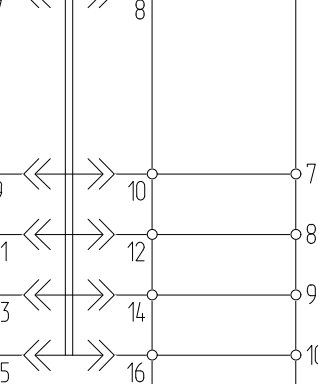
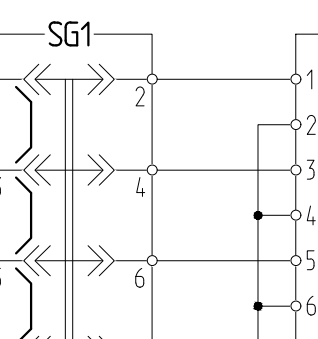
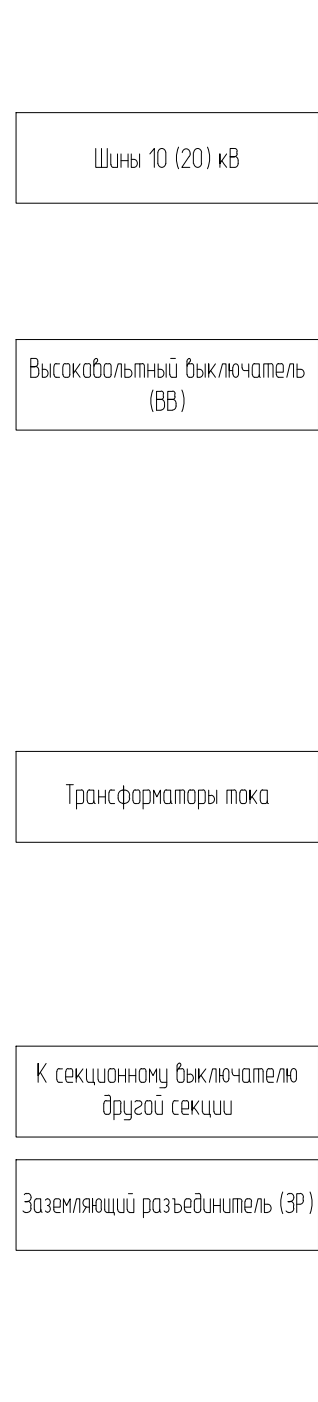
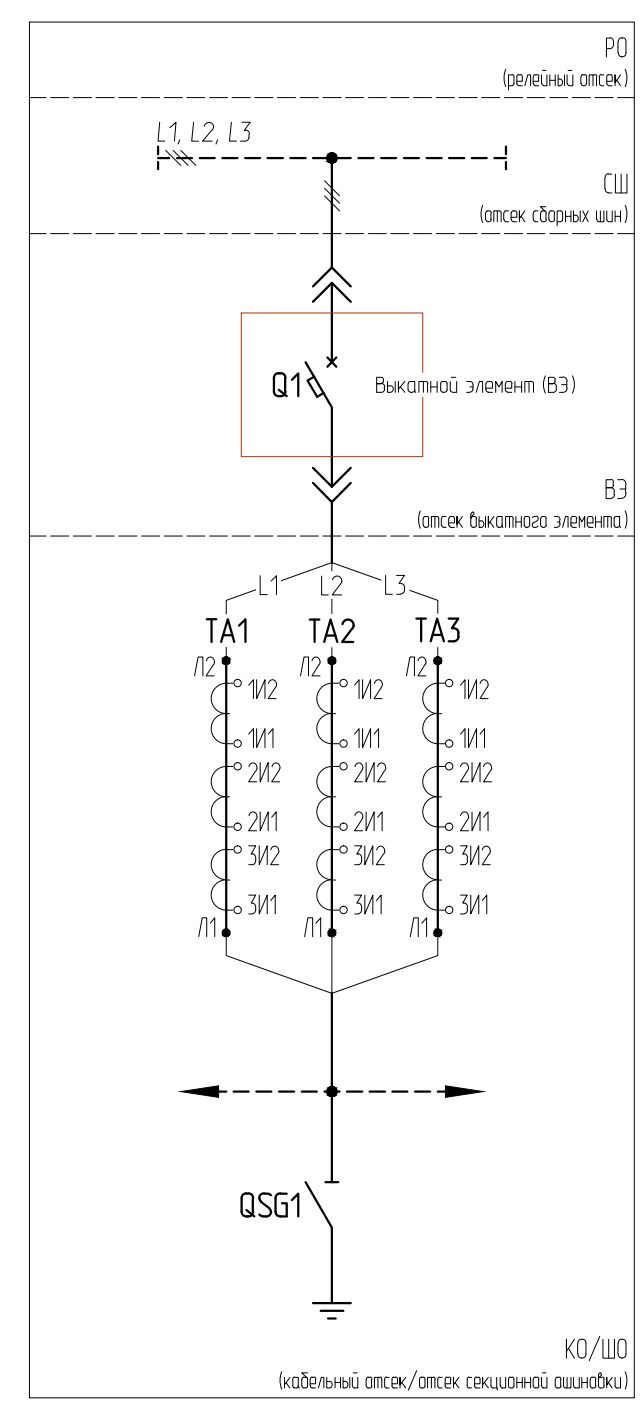


Рисунок 6.9. РУ 10 (20) кВ. Ячейка отходящей линии к преобразовательному агрегату. Типовая электрическая схема.



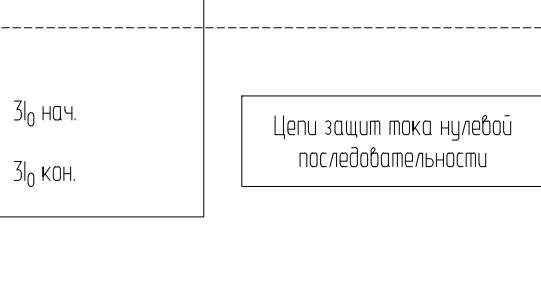
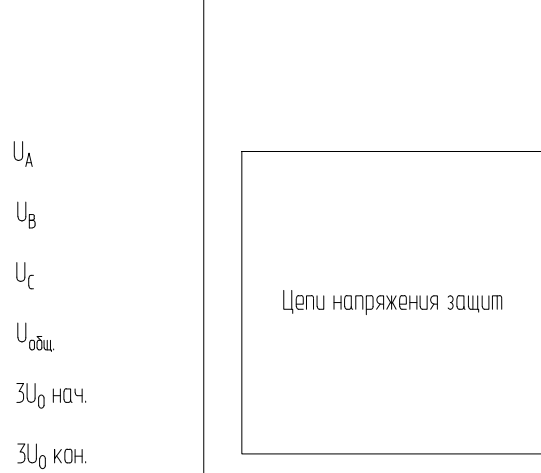
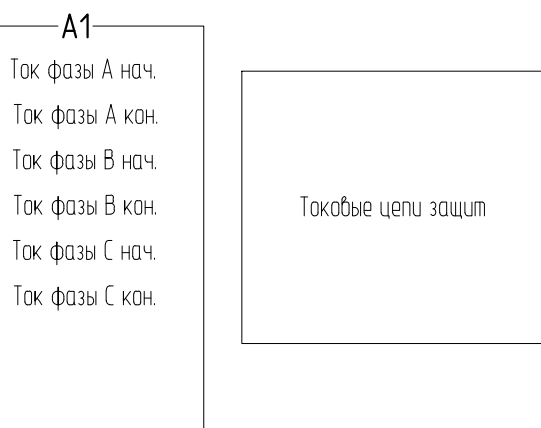
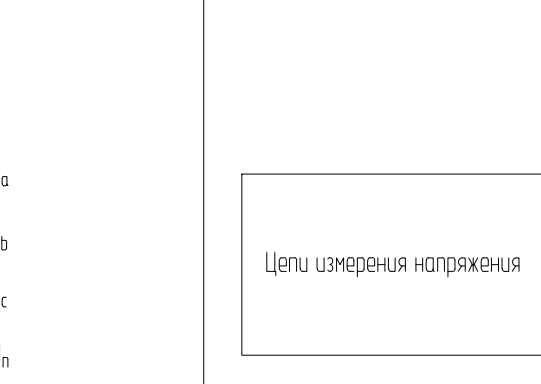
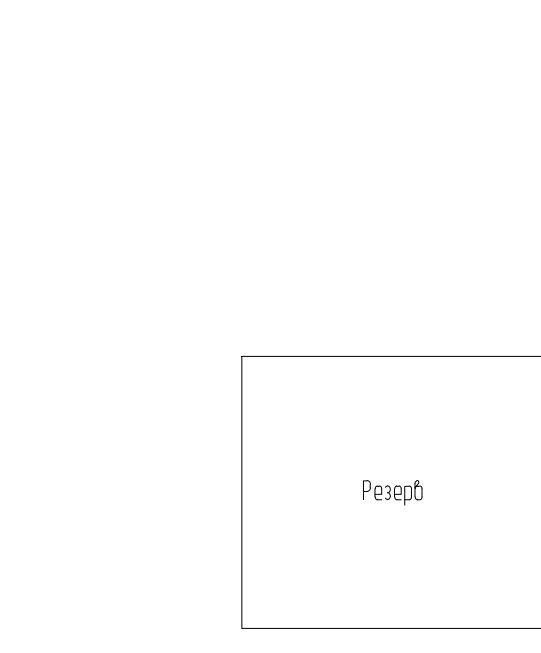


Конт.	SQ1	SQ2
Включен	+	-
Отключен	-	+

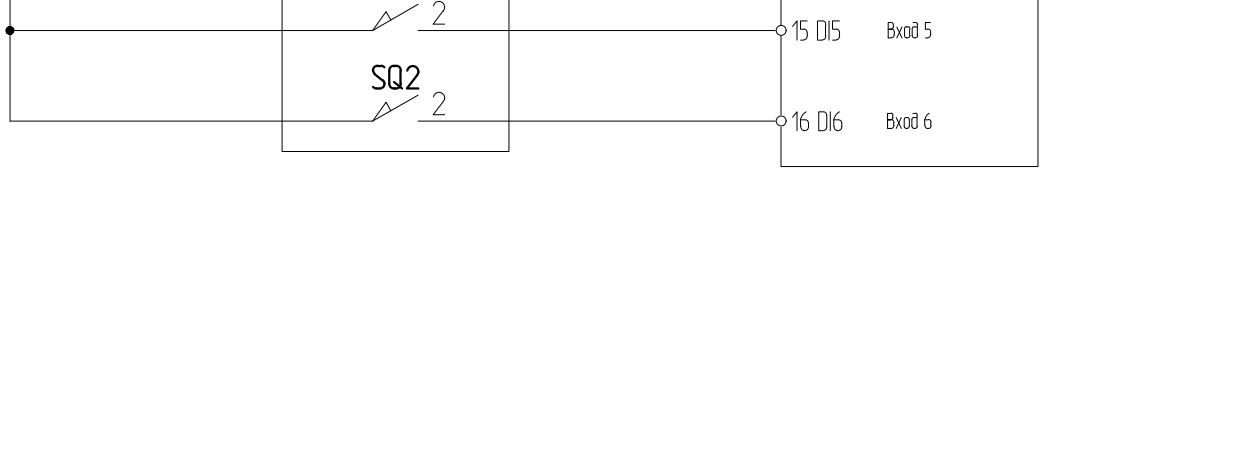
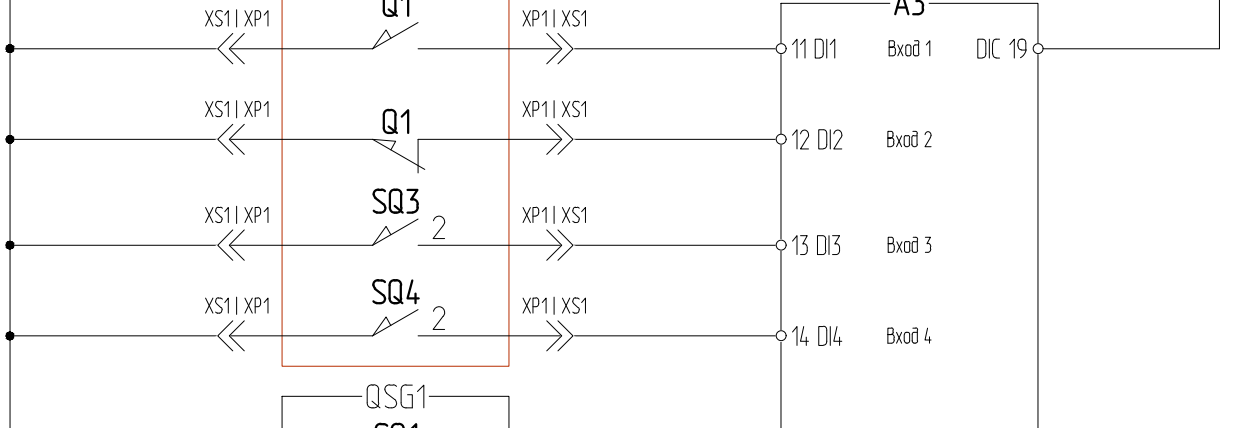
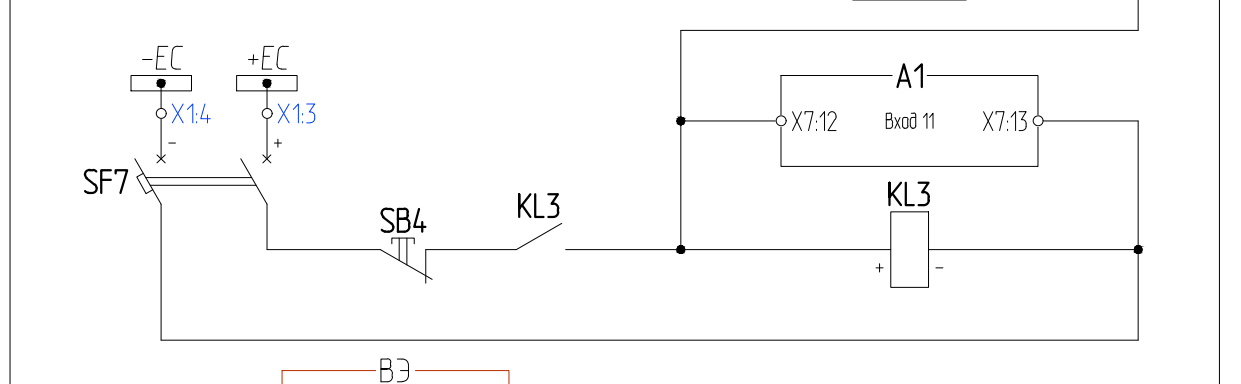
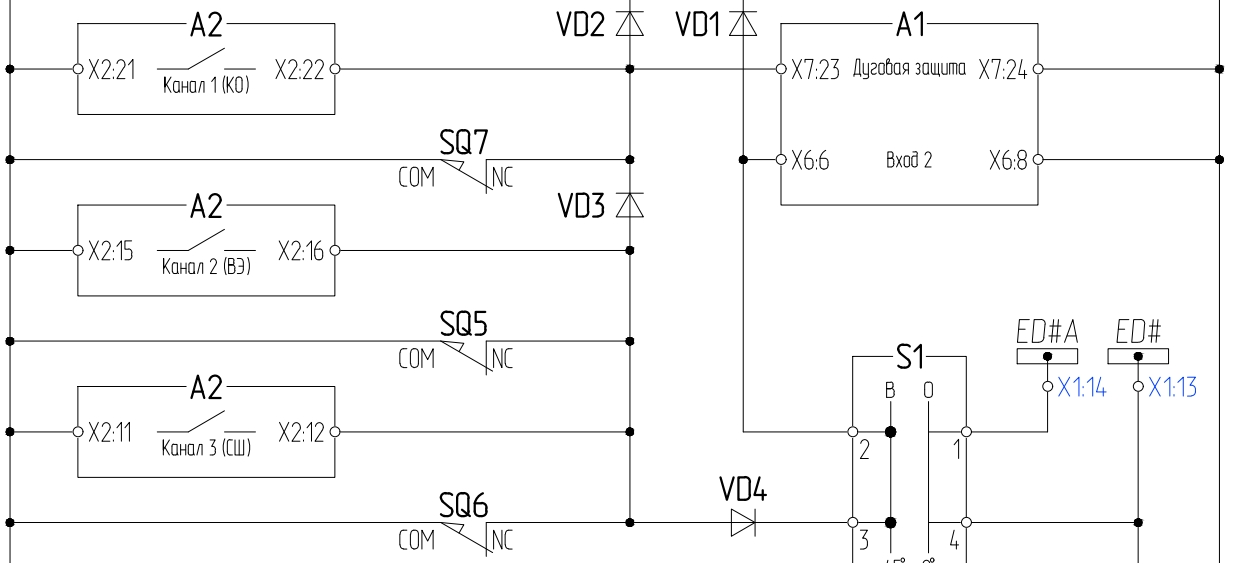
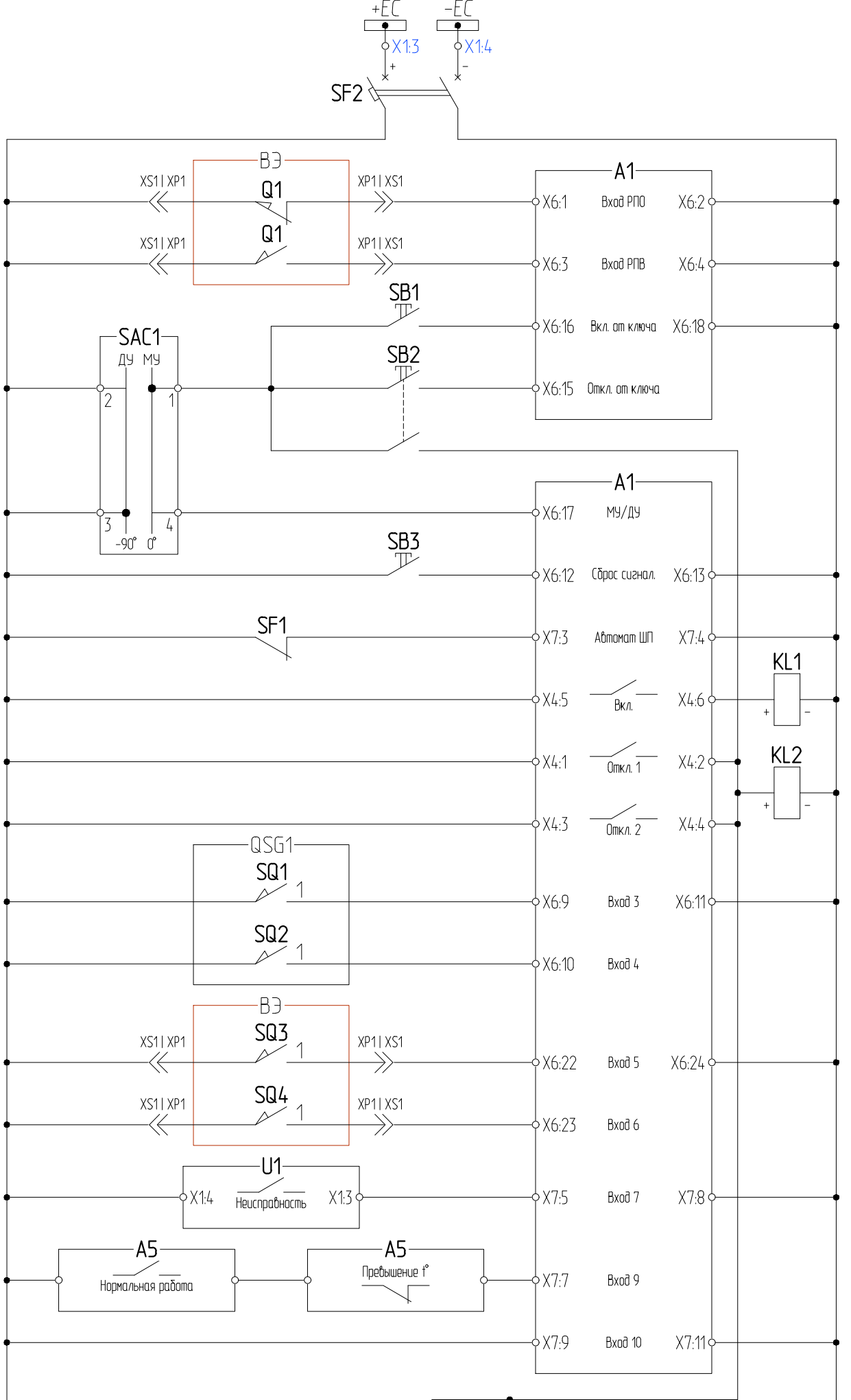
Конт.	SQ3	SQ4
Раб. пол.	+	-
Контр. пол.	-	+

Конт.	SQ5	SQ6	SQ7
Классиф. ДЗ	отс. ВЗ	отс. ВЗ	отс. ВЗ
статус	открыт	закрыт	закрыт
Классиф. ДЗ	отс. СШ	отс. СШ	отс. СШ
статус	открыт	закрыт	закрыт
Классиф. ДЗ	отс. КО	отс. КО	отс. КО
статус	открыт	закрыт	закрыт

Шины 10 (20) кВ
Высоковольтный выключатель (ВВ)
Трансформаторы тока
К секционному выключателю другой секции
Заземляющий разъединитель (ЗР)

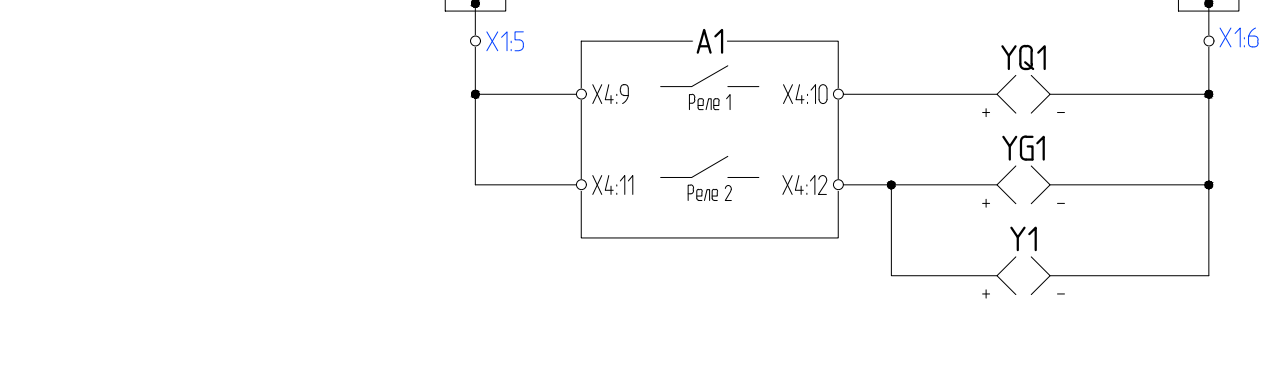
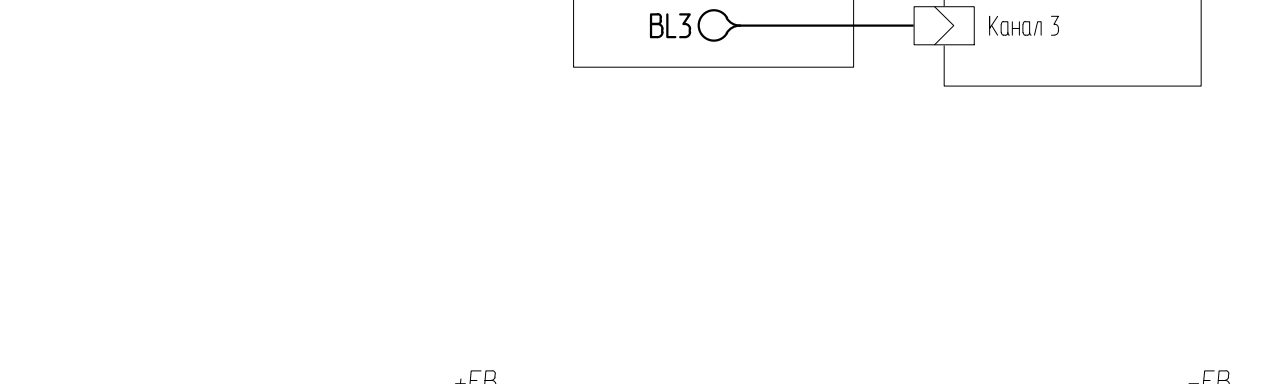
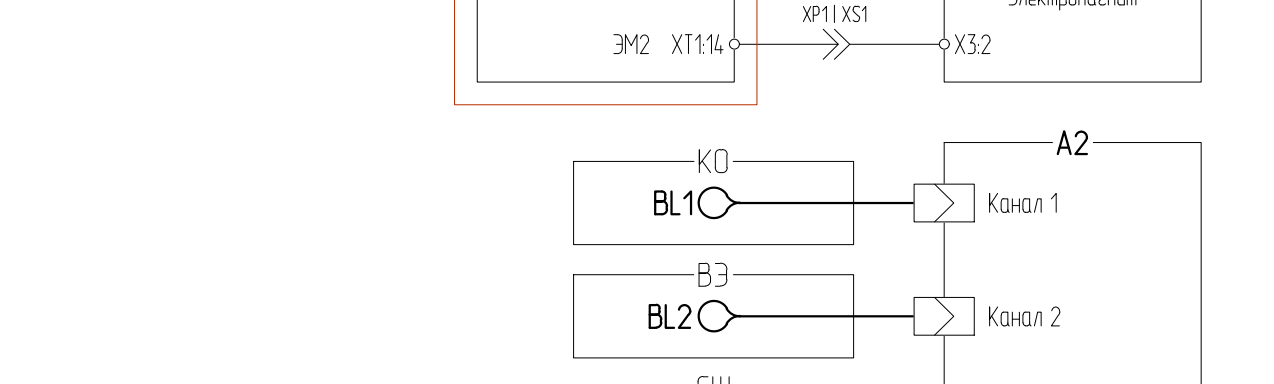
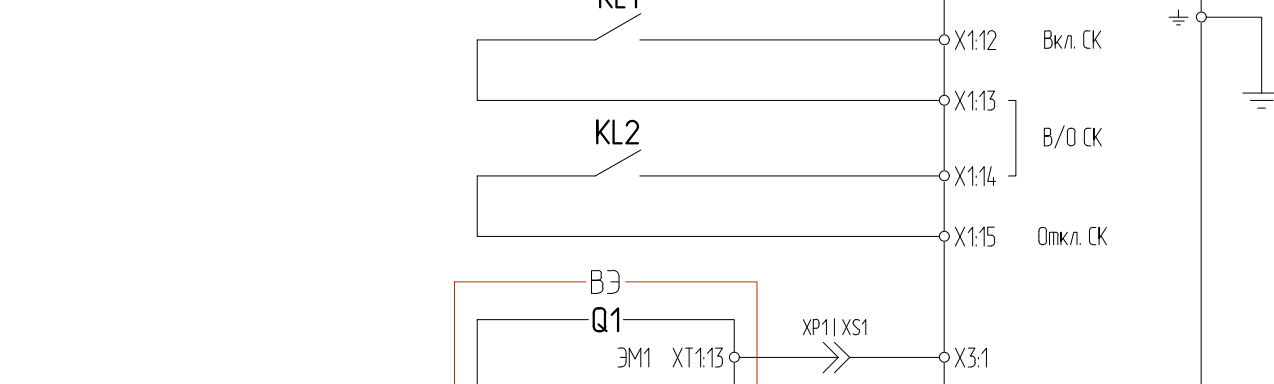
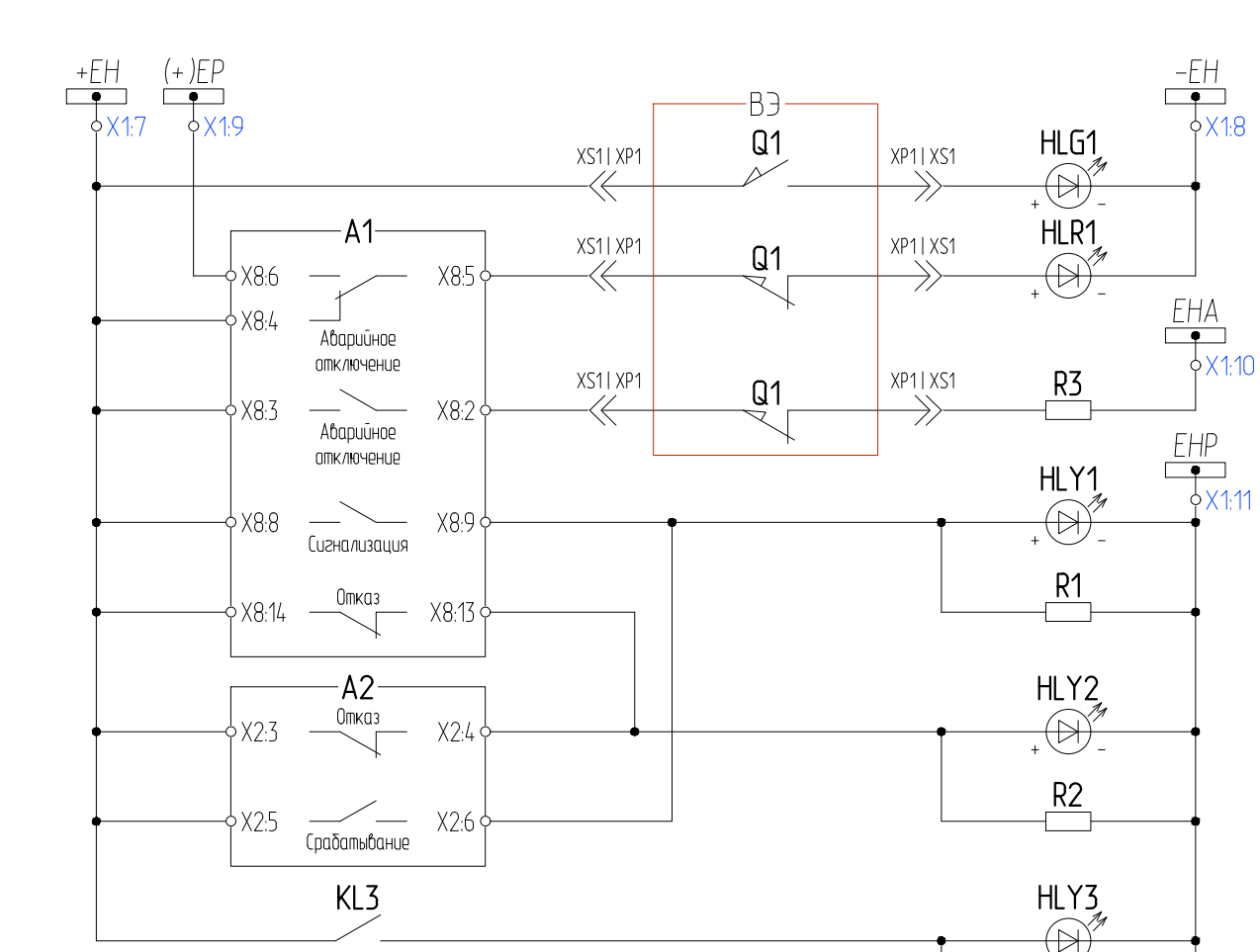


Типовые требования Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры



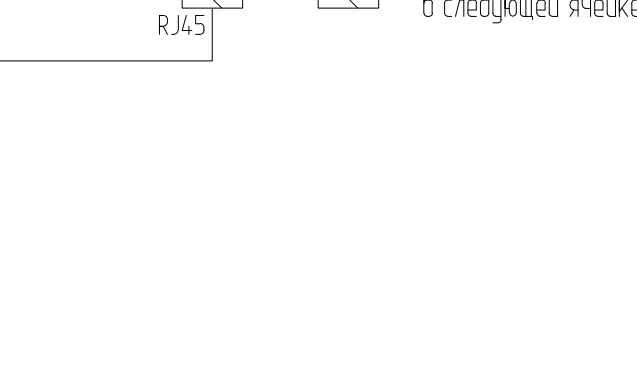
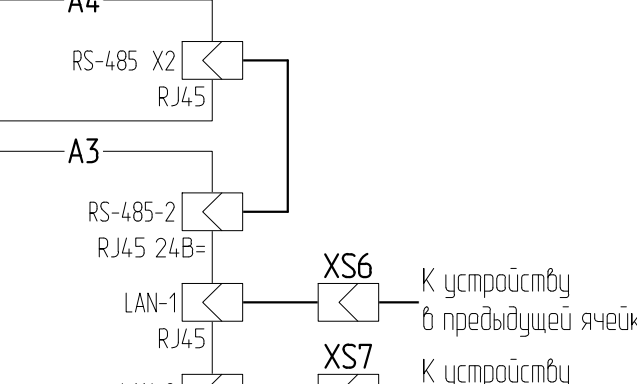
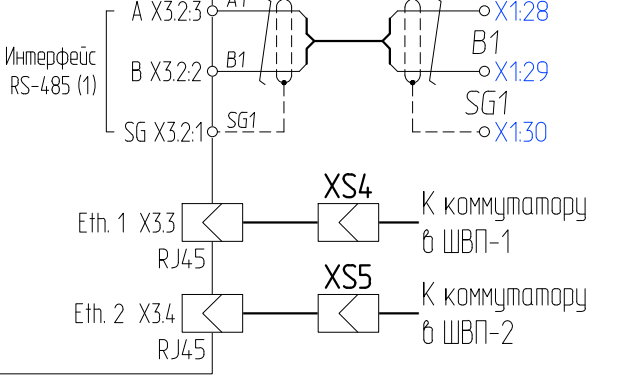
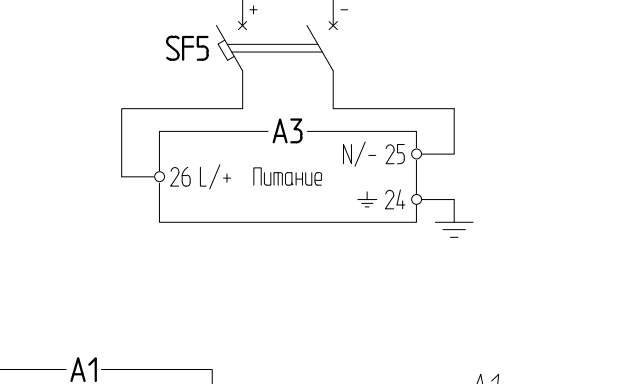
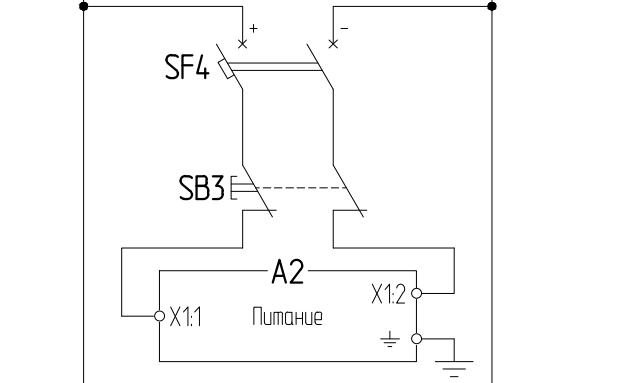
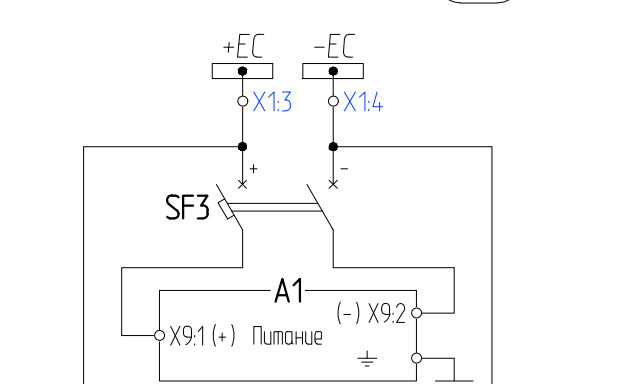
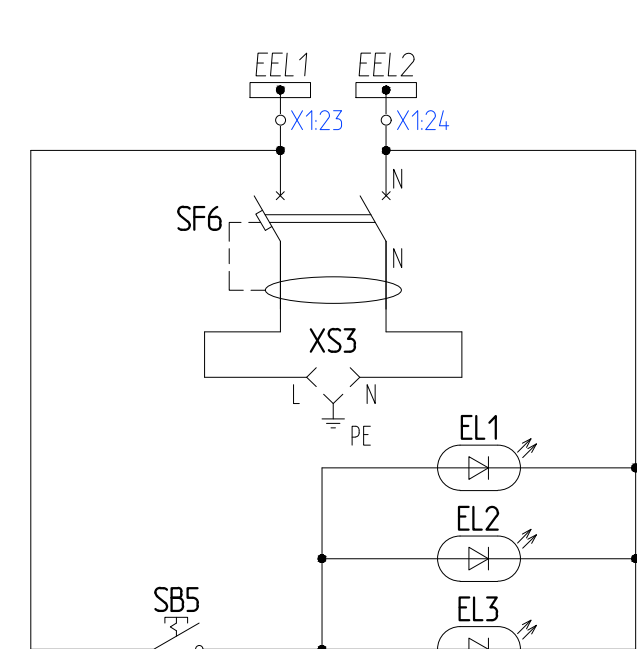
- Шины управления
- Выключатель цепей управления
- ВВ отключен
- ВВ включен
- Включение ВВ местно
- Отключение ВВ местно
- Выбор режима управления
- Сброс сигнализации
- Контроль выкатных цепей питания (+E1)
- Команда включения ВВ и промежуточные реле
- Команда отключения ВВ и промежуточные реле
- ЗР включен
- ЗР отключен
- ВЗ в рабочем положении
- ВЗ в контрольном положении
- Неисправность блока управления ВВ
- Пребывание температуры в местах подключения кабелей либо неисправность БКТ
- Контроль наличия питания управления (ШУ)
- Срабатывание дугозащиты
- Срабатывание дугозащиты секции
- Шины дугозащиты секции
- Сигнализация срабатывания ДЗ секции (для ШДС)
- Реле срабатывания ДЗ секции
- ВВ включен
- ВВ отключен
- ВЗ в рабочем положении
- ВЗ в контрольном положении
- ЗР включен
- ЗР отключен

Рисунок 6.11. РУ 10 (20) кВ. Ячейка секционного выключателя. Типовая электрическая схема.



- Шины сигнализации
- ВВ включен
- ВВ отключен (низковольтный - абария)
- Аварийное отключение ВВ
- Лампа предупредительной сигнализации
- Лампа отказа терминала, ШДЗ
- Лампа срабатывания дугозащиты секции
- Шины питания
- Выключатель цепей питания
- Питание станций управления ВВ
- Команда включения ВВ
- Команда отключения ВВ
- Электронизация
- Оптический датчик дуги в кабельном отсеке
- Оптический датчик дуги в отсеке выкатного элемента
- Оптический датчик дуги в отсеке сборных шин
- Шины блокировки
- Электронизация блокировка выкатного элемента
- Электронизация блокировка заземляющего разъединителя
- Электронизация блокировка обертки кабельного отсека

Рисунок 6.12. РУ 10 (20) кВ. Ячейка секционного выключателя. Типовая электрическая схема.



- Шины освещения
- Розетка для ноутбука
- Освещение реле-отсека
- Освещение отсека ВЗ
- Освещение кабельного отсека
- Шины управления
- Питание терминала защиты и управления
- Сброс сигнализации
- Питание устройства защиты от дуговых замыканий
- Питание измерительного преобразователя
- Линия связи RS-485
- Линия связи №1 (Ethernet, МЭК 61850)
- Линия связи №2 (Ethernet, МЭК 61850)
- Связь и питание модуля индикации
- Линия связи многофункциональных измерительных преобразователей

Рисунок 6.13. РУ 10 (20) кВ. Ячейка секционного выключателя. Типовая электрическая схема.





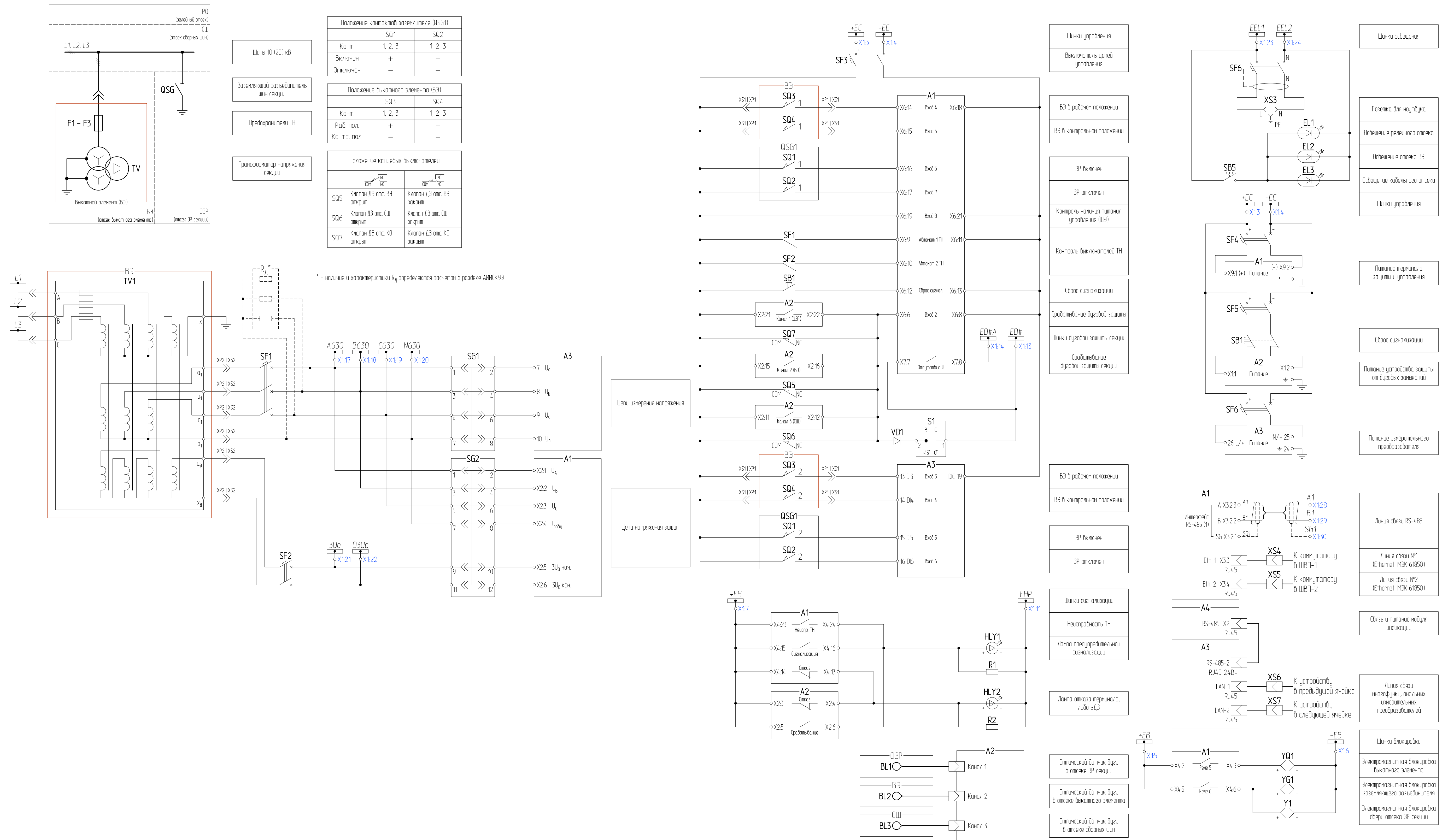
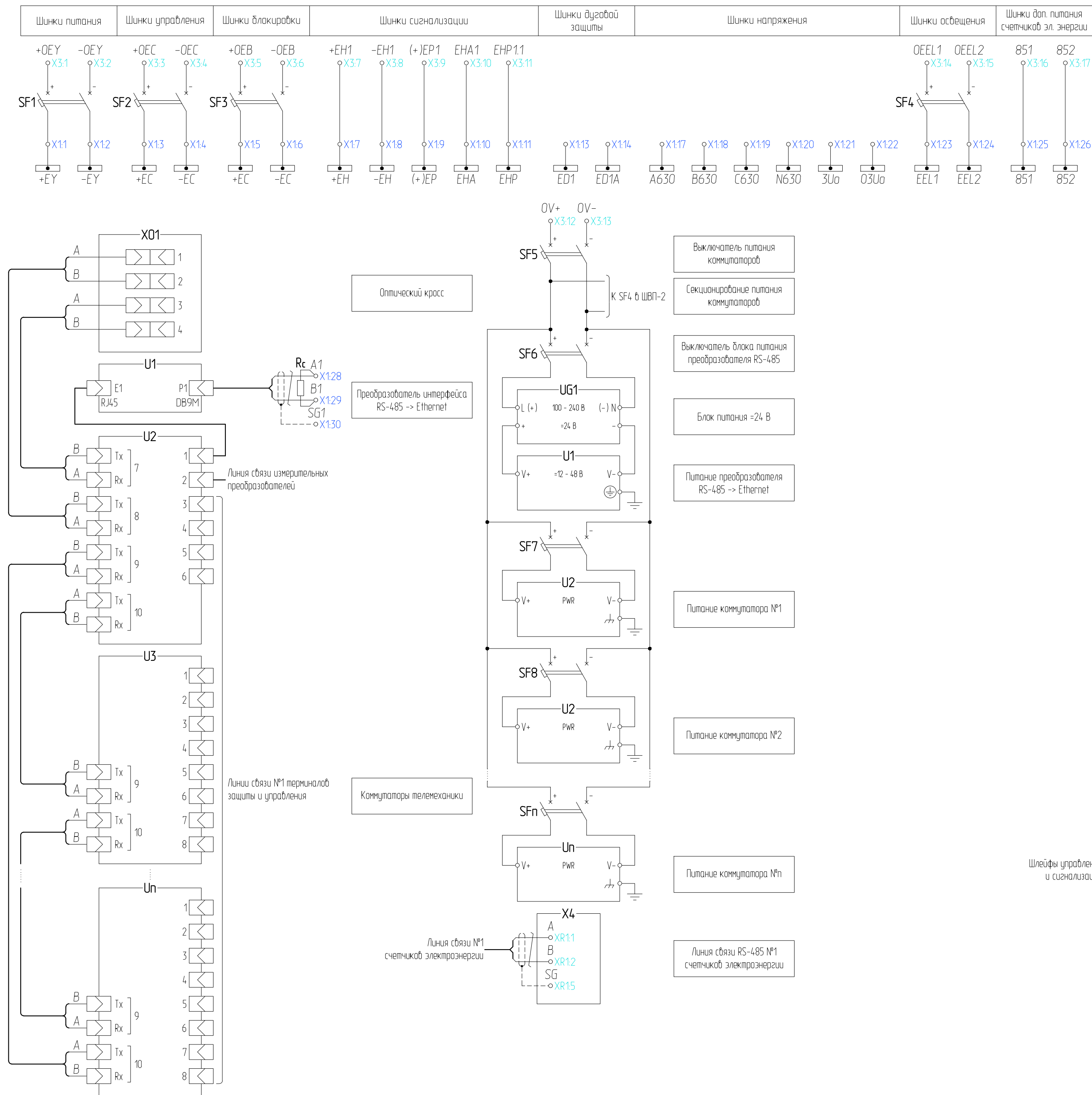


Рисунок 6.13. РУ 10 (20) кВ. Ячейка трансформатора напряжения секции. Типовая электрическая схема.

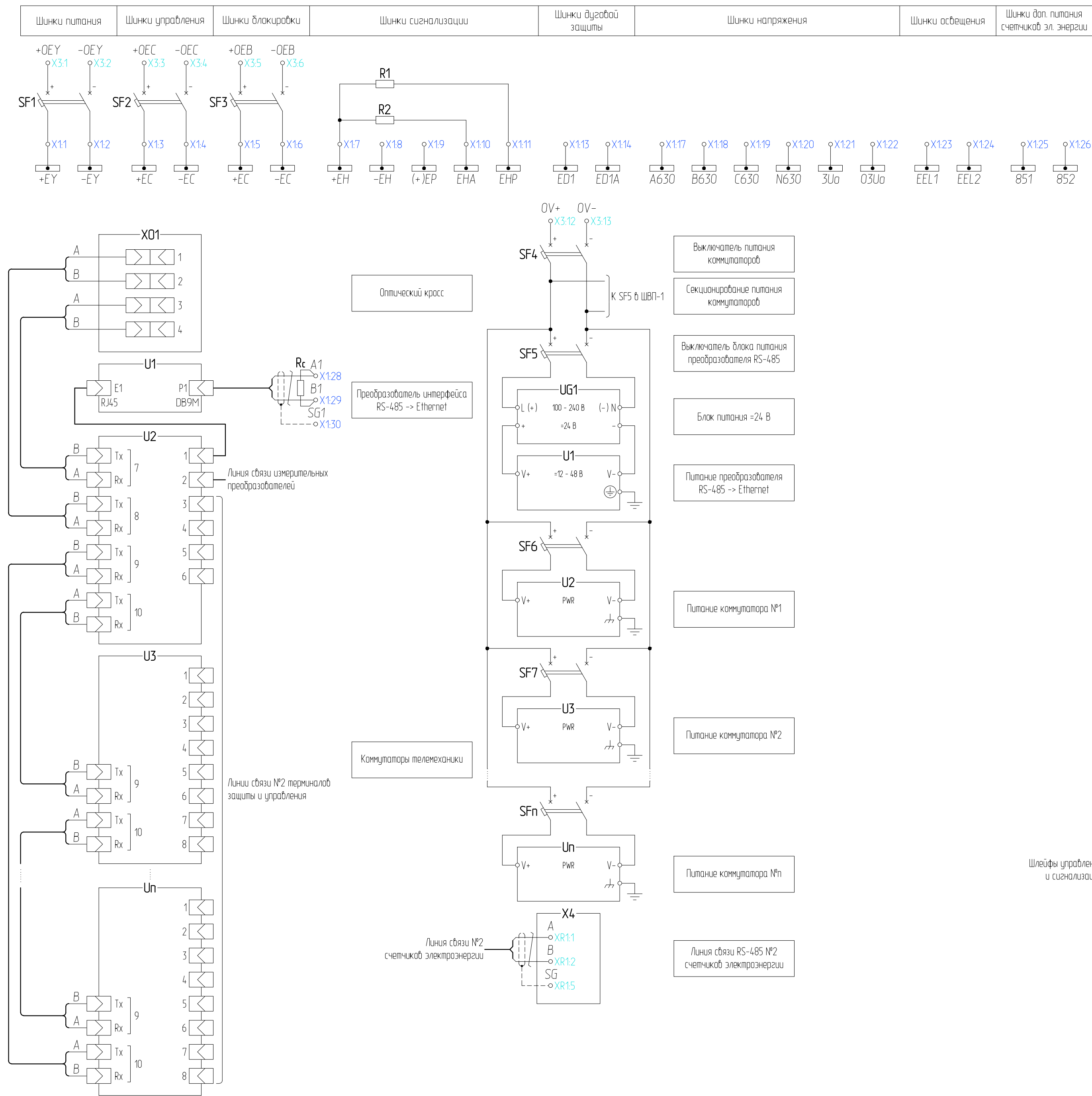




Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
KL1	Реле промежуточное, ~220 В	1	Только для ПА дено
Rc	Резистор, 120 Ом	1	
SF1	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 16А	1	
SF2	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 20А	1	
SF3	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 6А	1	
SF4	Автоматический выключатель для переменного тока, 2П, С, 10А	1	
SF5	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 10А	1	
SF6..SFn	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 1А		
U1	Преобразователь интерфейса RS-485 в Ethernet NPort IA5450A	1	
U2	Управляемый коммутатор PT-510-4M-ST-HV	1	
U3..Un	Управляемый коммутатор PT-510-MM-ST-HV		
UG1	Источник питания, ~110-250 В/≈24 В, 2 А	1	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	30	
X2	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	30	
X3	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	20	
X4	Разветвитель интерфейса RS-485	1	
XO1	Кросс оптический, 4 проходных адаптера ST-ST	1	

X1			X2			X3		
1	+EY	1	1	1-1	1	1	+OEY	1
2	-EY	2	2	59-1	2	2	-OEY	2
3	+EC	3	3	1-2	3	3	+OEC	3
4	-EC	4	4	59-2	4	4	-OEC	4
5	+EB	5	5	1-3	5	5	+OEB	5
6	-EB	6	6	59-3	6	6	-OEB	6
7	+EH	7	7	1-4	7	7	+OEH	7
8	-EH	8	8	59-4	8	8	-OEH	8
9	(+)EP1	9	9	1-5	9	9	(+)EP1	9
10	EHA	10	10	59-5	10	10	EHA1	10
11	EHP	11	11	1-6	11	11	EHP1.1	11
12		12	12	59-6	12	12	OV+	12
13	ED1	13	13	1-@	13	13	OV-	13
14	ED1A	14	14	59-@	14	14	OEEL1	14
15		15	15	1-@	15	15	OEEL2	15
16		16	16	59-@	16	16	851	16
17		17	17	1-@	17	17	852	17
18	A630	17	17	59-@	18	18		18
19	B630	18	18		19	19		19
20	C630	19	19		20	20		20
21	N630	20	20		21	21		21
22	3Ua	21	21		22	22		22
23	O3Ua	22	22		23	23		23
24	EEL1	23	23		24	24		24
25	EEL2	24	24		25	25		25
26	851	25	25		26	26		26
27	852	26	26		27	27		27
28		27	27		28	28		28
29	A1	28	28		29	29		29
30	B1	29	29		30	30		30
	SG1	30	30					

Рисунок 6.15. РУ 10 (20) кВ. Шкаф внешних подключений ШВП-1. Типовая электрическая схема, типовый перечень элементов, типовое заполнение клеммников.



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1, R2	Резистор, 3,9 кОм, 50 Вт, ±5%	2	
Rc	Резистор, 120 Ом	1	
SF1	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 16А	1	
SF2	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 20А	1	
SF3	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 6А	1	
SF4	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 10А	1	
SF5..SFn	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 1А		
U1	Преобразователь интерфейса RS-485 в Ethernet NPort1 IA5450A	1	
U2	Управляемый коммутатор PT-510-4M-ST-HV	1	
U3..Un	Управляемый коммутатор PT-510-MM-ST-HV		
UG1	Источник питания, -110-250 В/—24 В, 2 А	1	
X1	Клемма двухъядрусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	30	
X2	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	20	
X3	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	20	
X4	Разветвитель интерфейса RS-485	1	
XO1	Кросс оптический, 4 проходных адаптера ST-ST	1	

Шлейфы управления и сигнализации

X1		
1	+EY	1
2	-EY	2
3	+EC	3
4	-EC	4
5	+EB	5
6	-EB	6
7	+EH	7
8	-EH	8
9	(+)EP	9
10	EHA	10
11	EHP	11
12		12
13	ED1	13
14	ED1A	14
15		15
16		16
17	A630	17
18	B630	18
19	C630	19
20	N630	20
21	3Ua	21
22	03Ua	22
23	EEL1	23
24	EEL2	24
25	851	25
26	852	26
27		27
28	A1	28
29	B1	29
30	SG1	30

от БКТ силовых тр-ров (вместо символа "®" ставится номер шкафа РУ)

X2		
1	1-®	1
2	59-®	2
3	1-®	3
4	59-®	4
5	1-®	5
6	59-®	6
7		7
8		8
9		9
10		10
11		11
12		12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18		18
19		19
20		20

Ввод цепей питания, управления, сигнализации и освещения

X3		
1	+OEY	1
2	-OEY	2
3	+OEC	3
4	-OEC	4
5	+OEB	5
6	-OEB	6
7		7
8		8
9		9
10		10
11		11
12	OV+	12
13	OV-	13
14		14
15		15
16		16
17		17
18		18
19		19
20		20

Рисунок 6.16. РУ 10 (20) кВ. Шкаф внешних подключений ШВП-2. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов, типовое заполнение клеммников.



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Терминал защиты и управления ИнТер-825	1	
A2	Блок управления	1	В комплекте с А1
A3	Блок развязки	1	В комплекте с А1
EL1, EL2	Светильник светодиодный, ~220 В	2	
FU1	Предохранитель DC 1000 V, 1 A	1	
	Держатель предохранителя 1,5 kV	2	
HL1, HL2	Светодиодный индикатор положения, красный – зеленый, =220 В	2	
HLR1	Лампа светодиодная сигнальная красная, =220 В	1	
KK1, KK2	Тепловое реле перегрузки	1	Номинал в соотв. с характеристиками приборов разъединителей
KMC1, KMC2,	Контактор, 3P, 12 A, 5.5 кВт, =220 В	4	
KMT1, KMT2			
QS1, QSG1	Разъединитель с электроприводом	2	
R1 – R4	Резистор С5-35В-50 Вт-30 кОм, ±5%	4	
S1	Разъединитель, 2П, видимый разрыв цепи	1	
SB1	Кнопка желтая, с фиксацией, 1НО	1	
SB2	Кнопка черная, с фиксацией, 1НО	1	
SF1, SF2,	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 3А	3	
SF4			
SF3	Автоматический выключатель для переменного тока, 2П, С	1	Номинал в соотв. с характеристиками приборов разъединителей
SQ1	Выключатель концевой, 1ПК	1	
X1	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, перемычка между ярусами, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	20	
X2	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	5	
X4	Клемма наборная, захим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта, 1000 В	2	
XS1, XS2	Модуль распределительный на DIN-рейку с разъемом RJ-45	2	
Y1, YS2, YG1	Замок электромагнитной блокировки с электромагнитным ключом, =220 В	3	

Рисунок 6.18. РУ 825 В. Ячейка заземляющего разъединителя шины +825 В.  
Типовой перечень элементов.



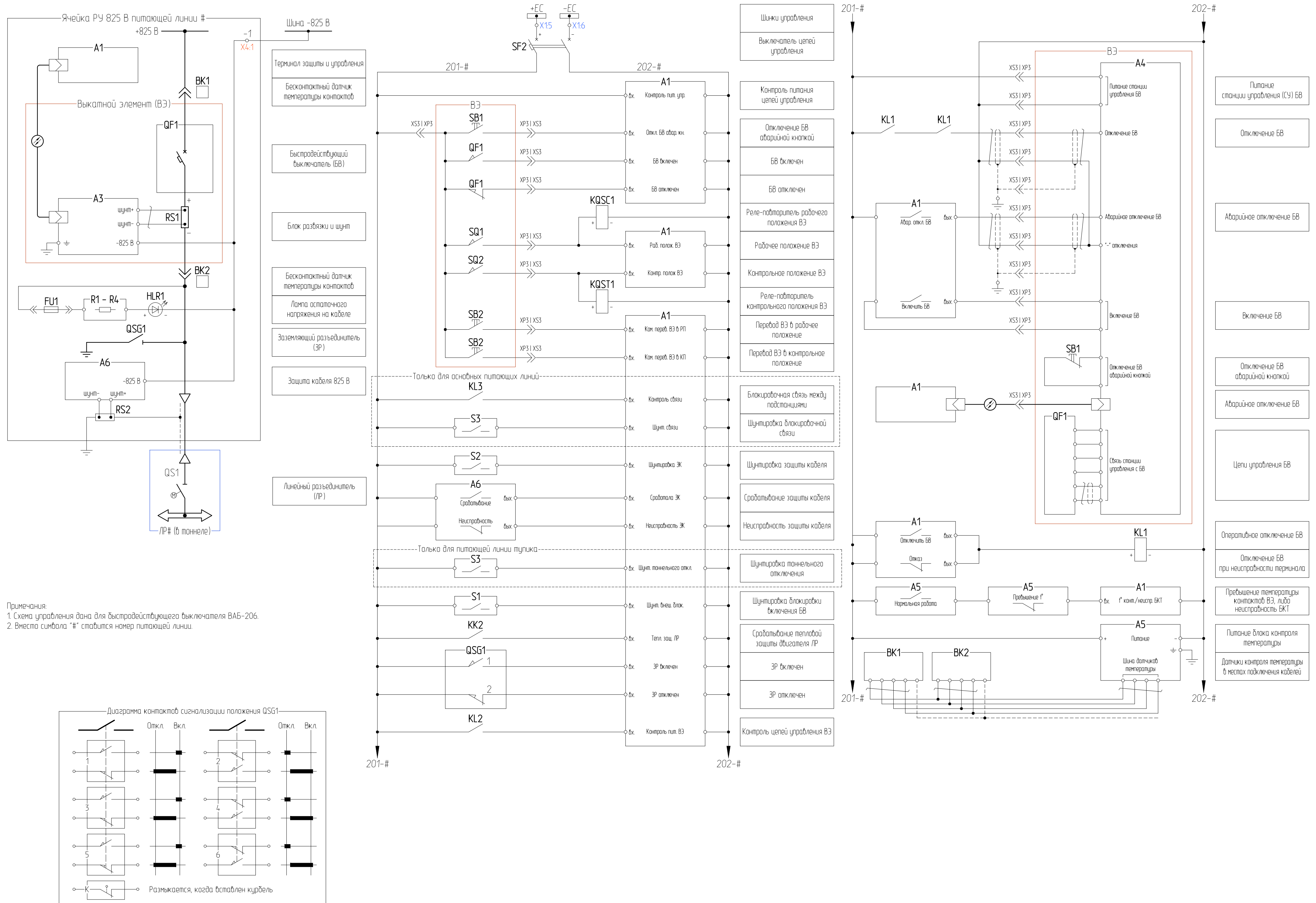
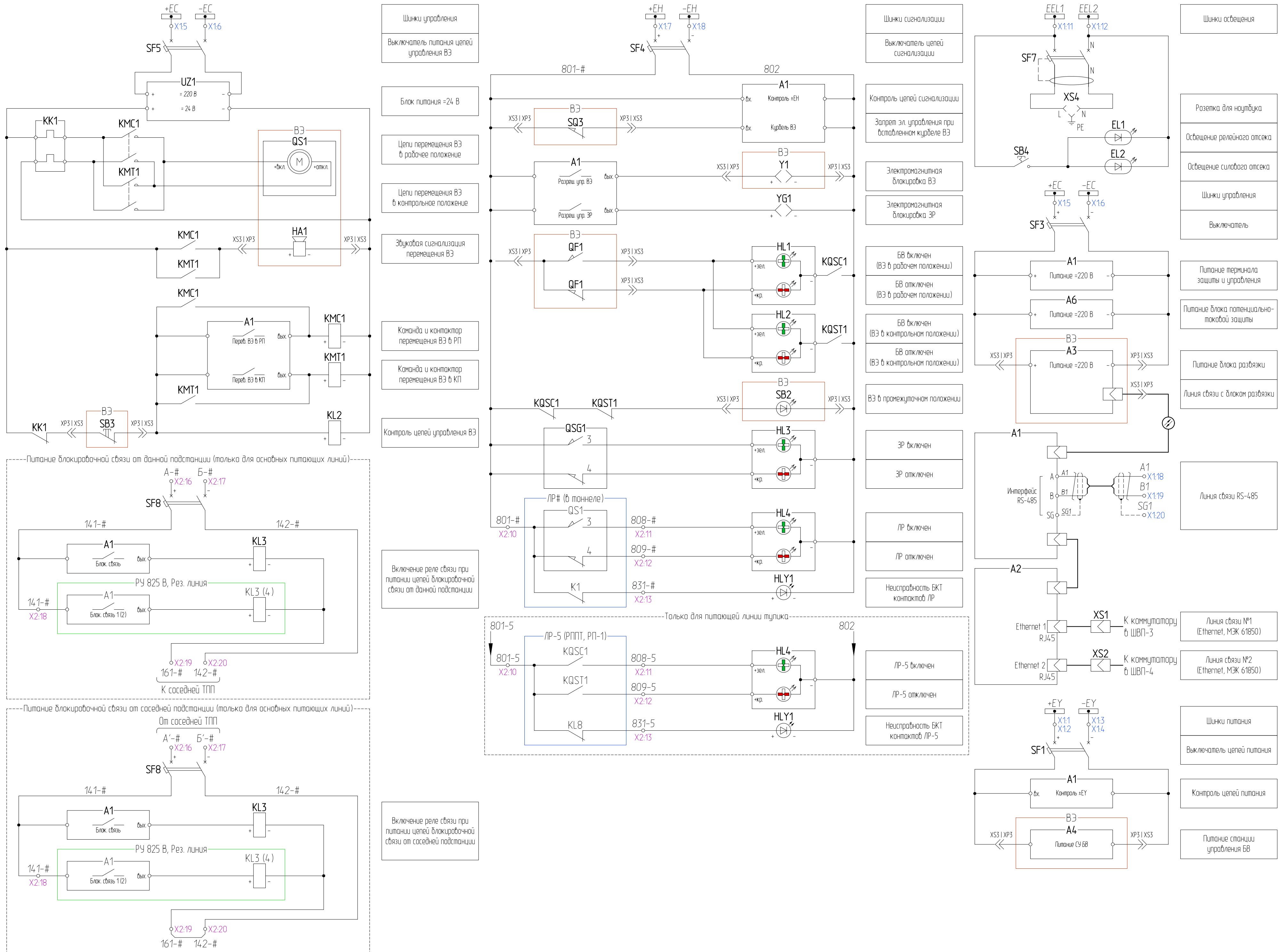


Рисунок 6.19. РУ 825 В. Ячейка питающей линии. Типовая электрическая схема.



Шинки управления  
Выключатель питания цепей управления ВЗ

Блок питания =24 В

Цепи перемещения ВЗ в рабочее положение

Цепи перемещения ВЗ в контрольное положение

Звуковая сигнализация перемещения ВЗ

Команда и контактор перемещения ВЗ в РП

Команда и контактор перемещения ВЗ в КП

Контроль цепей управления ВЗ

Включение реле связи при питании цепей блокировочной связи от данной подстанции

Включение реле связи при питании цепей блокировочной связи от соседней подстанции

Шинки сигнализации  
Выключатель цепей сигнализации

Контроль цепей сигнализации

Запрет эл. управления при вставленном курбеле ВЗ

Электромагнитная блокировка ВЗ

Электромагнитная блокировка ЗР

БВ включен (ВЗ в рабочем положении)

БВ отключен (ВЗ в рабочем положении)

БВ включен (ВЗ в контрольном положении)

БВ отключен (ВЗ в контрольном положении)

ВЗ в промежуточном положении

ЗР включен

ЗР отключен

ЛР включен

ЛР отключен

Неисправность БКТ контактов ЛР

Шинки освещения

Розетка для ноутбука

Освещение релейного отсека

Освещение силового отсека

Шинки управления

Выключатель

Питание терминала защиты и управления

Питание блока потенциально-токовой защиты

Питание блока развязки

Линия связи с блоком развязки

Линия связи RS-485

Линия связи №1 (Ethernet, МЭК 61850)

Линия связи №2 (Ethernet, МЭК 61850)

Шинки питания

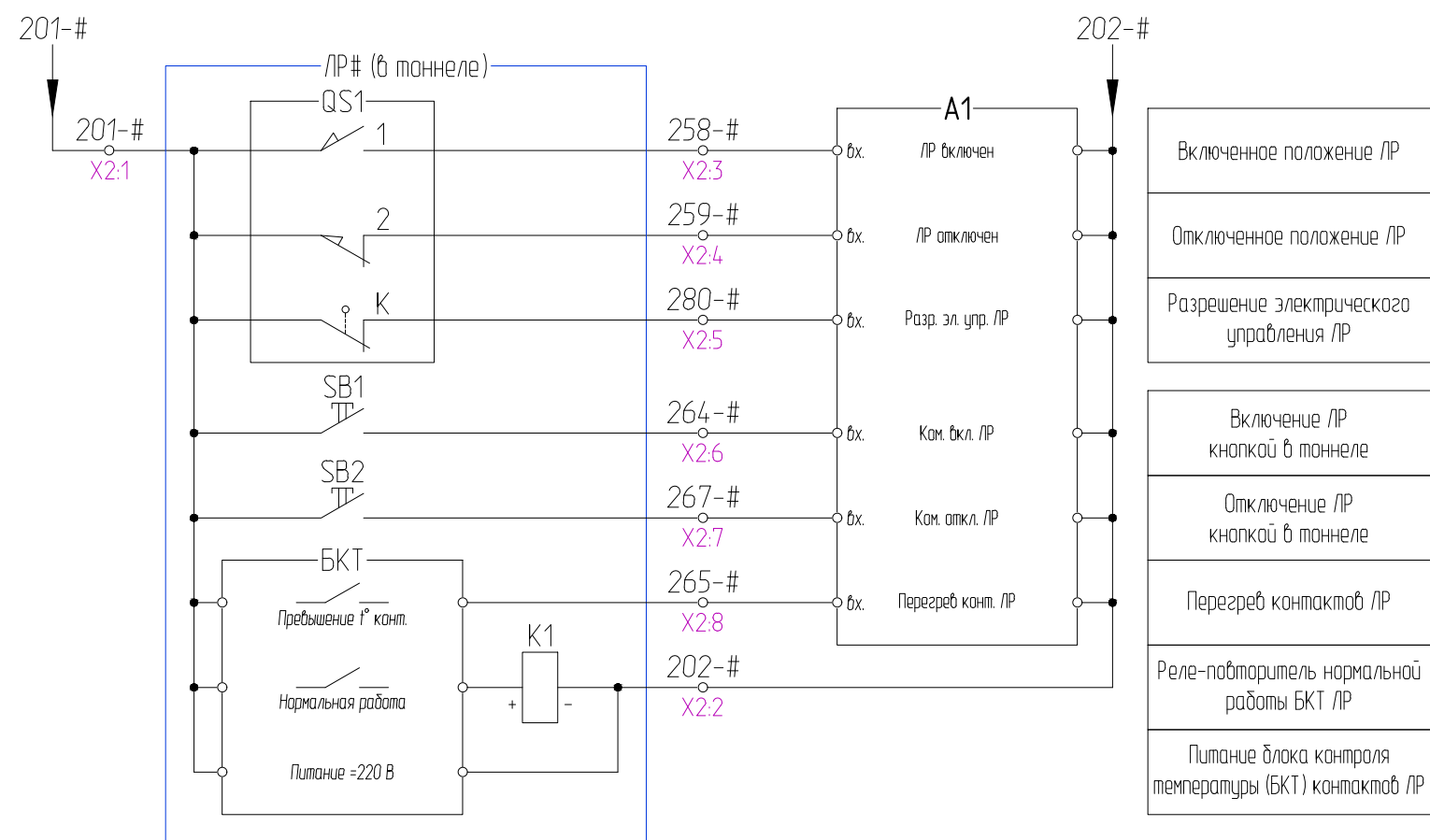
Выключатель цепей питания

Контроль цепей питания

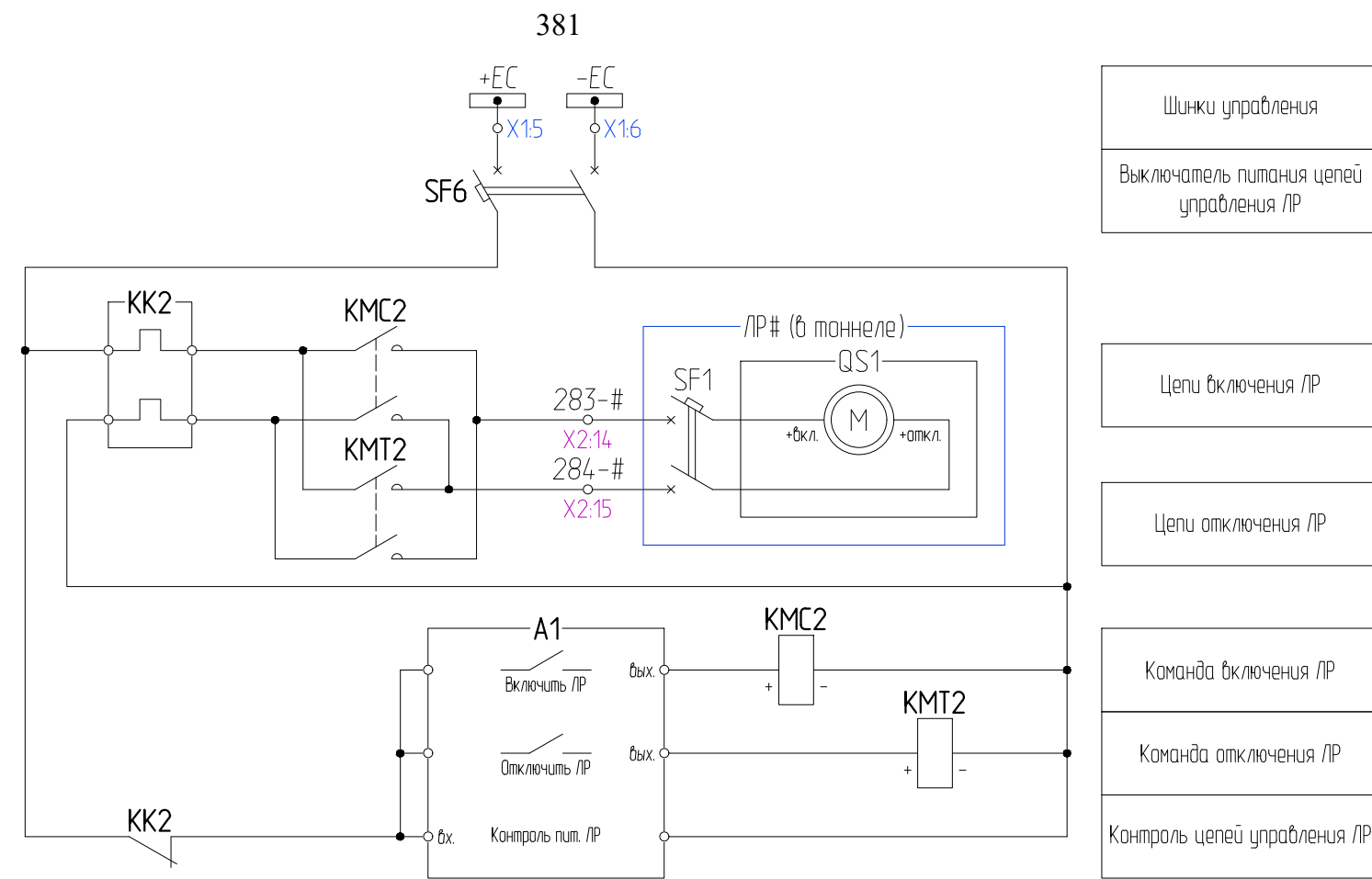
Питание станции управления БВ

Рисунок 6.20. РУ 825 В. Ячейка питающей линии. Типовая электрическая схема.





- 258-# X2.3 ЛР включен
  - 259-# X2.4 ЛР отключен
  - 280-# X2.5 Разр. эл. упр. ЛР
  - 264-# X2.6 Ком. вкл. ЛР
  - 267-# X2.7 Ком. откл. ЛР
  - 265-# X2.8 Перегрев конт. ЛР
  - 202-# X2.2
- Включенное положение ЛР
  - Отключенное положение ЛР
  - Разрешение электрического управления ЛР
  - Включение ЛР кнопкой в туннеле
  - Отключение ЛР кнопкой в туннеле
  - Перегрев контактов ЛР
  - Реле-повторитель нормальной работы БКТ ЛР
  - Питание блока контроля температуры (БКТ) контактов ЛР



- Шинки управления
- Выключатель питания цепей управления ЛР
- Цепи включения ЛР
- Цепи отключения ЛР
- Команда включения ЛР
- Команда отключения ЛР
- Контроль цепей управления ЛР

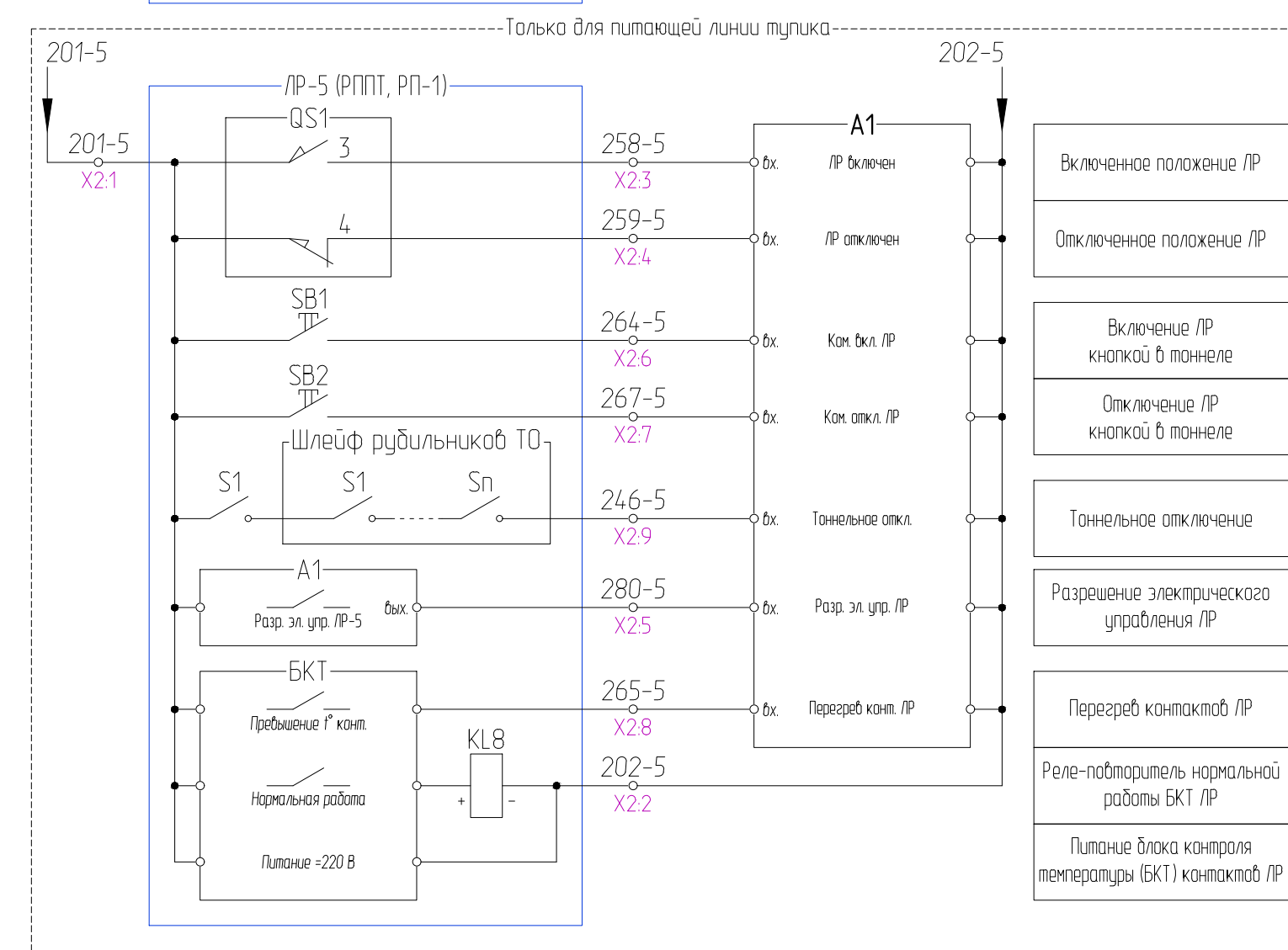
X1

1	+EY	1
2	+EY	2
3	-EY	3
4	-EY	4
5	+EC	5
6	-EC	6
7	+EH	7
8	-EH	8
9		9
10		10
11	EEL1	11
12	EEL2	12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18	A	18
19	B	19
20	SG	20

X2

1	201-#	1
2	202-#	2
3	258-#	3
4	259-#	4
5	280-#	5
6	264-#	6
7	267-#	7
8	265-#	8
9	246-5	9
10	801-#	10
11	808-#	11
12	809-#	12
13	831-#	13
14	283-#	14
15	284-#	15
16	A-#	16
17	B-#	17
18	141-#	18
19	161-#	19
20	142-#	20
21		21
40		40

Только для питающей линии тупика



- 258-5 X2.3 ЛР включен
  - 259-5 X2.4 ЛР отключен
  - 264-5 X2.6 Ком. вкл. ЛР
  - 267-5 X2.7 Ком. откл. ЛР
  - 246-5 X2.9 Тоннельное откл.
  - 280-5 X2.5 Разр. эл. упр. ЛР
  - 265-5 X2.8 Перегрев конт. ЛР
  - 202-5 X2.2
- Включенное положение ЛР
  - Отключенное положение ЛР
  - Включение ЛР кнопкой в туннеле
  - Отключение ЛР кнопкой в туннеле
  - Тоннельное отключение
  - Разрешение электрического управления ЛР
  - Перегрев контактов ЛР
  - Реле-повторитель нормальной работы БКТ ЛР
  - Питание блока контроля температуры (БКТ) контактов ЛР

X4

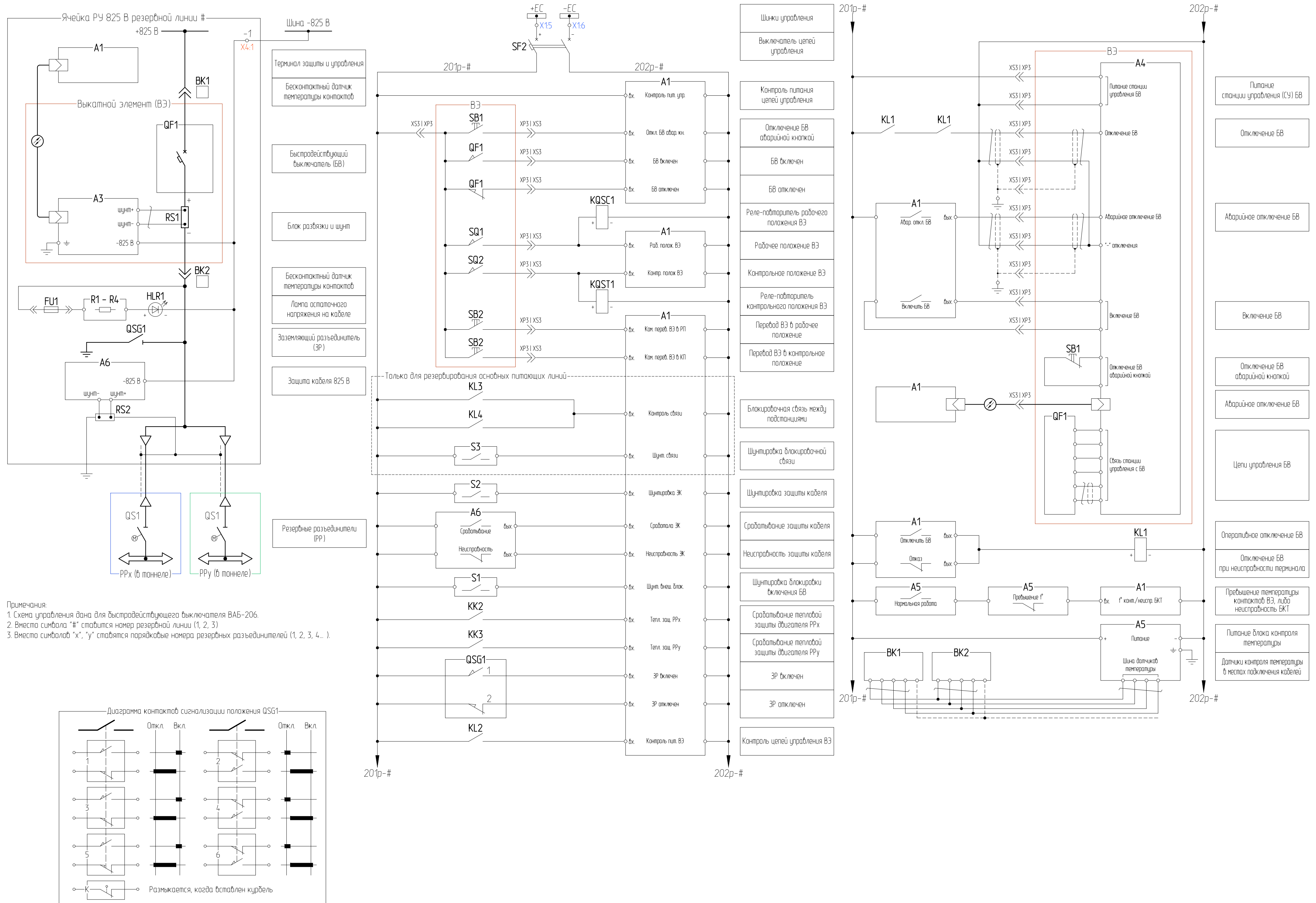
1	-1	1
2		2

Рисунок 6.21. РУ 825 В. Ячейка питающей линии. Типовая электрическая схема, типовое заполнение клеммников.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Терминал защиты и управления ИнТер-825	1	
A2	Блок управления	1	В комплекте с А1
A3	Блок развязки	1	В комплекте с А1
A4	Станция управления быстродействующего выключателя	1	
A5	Блок контроля температуры контактов	1	
A6	Блок потенциально-токовой защиты кабеля	1	
BK1, BK2	Датчик температуры, бесконтактный	2	
EL1, EL2	Светильник полупроводниковый, ~220 В	2	
FU1	Предохранитель DC 1000 V, 1 A	1	
	Держатель предохранителя 1,5 kV	2	
HA1	Сирена, 80 дБ, ~24 В	1	
HL1 – HL4	Светодиодный индикатор положения, красный – зеленый, ~220 В	4	
HLR1	Лампа светодиодная сигнальная красная, ~220 В	1	
HLY1	Лампа светодиодная сигнальная желтая, ~220 В	1	
KK1, KK2	Тепловое реле перегрузки	2	Номинал в соотв. с характеристиками приборов разъединителей
KL1	Реле промежуточное, 4 ПК, 6 А, ~220 В	1	
KL2	Реле промежуточное, 1 ПК, 6 А, ~220 В	1	
KL3	Реле промежуточное, 2НО+2НЗ, ~110 В*	1	Только для основных питающих линий
	*для корректной работы схемы блокировочной связи рекомендуется применять реле CA3KN22FD производства Schneider Electric		
KMC1, KMC2,	Контактор, 3Р, 12 А, 5,5 кВт, ~220 В	4	
KMT1, KMT2	Дополнительный контакт положения, 2НО	2	для KMC1, KMT1
KQSC1, KQST1	Контактор вспомогательный, 4НО, ~220 В	2	
	Дополнительный контакт положения, 2НО+2НЗ	2	
QSG1	Разъединитель	1	
R1 – R4	Резистор, 30 кОм, 50 Вт, ±5%	4	
RS1	Шунт	1	
RS2	Шунт, 100 А/75 мВ	1	
S1, S2	Клемма с рычажным размыкателем	2	
S3	Клемма с рычажным размыкателем	1	Только для основных питающих линий, либо линии питания тупика

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
SB1	Кнопка, 1НО+1НЗ, красная	1	
SB2	Кнопка двойная, с подсветкой (желтая), 2НО, красная/зеленая	1	
SB3	Кнопка "грибок", 1НЗ, красная	1	
SB4	Кнопка, черная, с фиксацией, 1НО	1	
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 6 А, С	1	
SF2 – SF4,	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 3 А, С	4	
SF8			
SF5, SF6	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С	2	Номинал в соотв. с характеристиками приборов разъединителей
SF7	Дифференциальный автоматический выключатель, 1П+Н, 10 А, 30 мА	1	
SQ1 – SQ3	Выключатель концевой, 1ПК	3	
UZ1	Источник питания, ~110–250 В/~24 В, 10 А	1	
X1	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, перемычка между ярусами, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	20	
X2	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	10	
X4	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта, 1000 В	2	
XS1, XS2	Модуль распределительный на DIN-рейку с разъемом RJ-45	2	
XS3   XP3	Промышленный разъем	1	
XS4	Розетка щитовая на DIN-рейку, 2П+3	1	
Y1, YG1	Замок электромагнитной блокировки с электромагнитным ключом, ~220 В	2	

Рисунок 6.22. РУ 825 В. Ячейка питающей линии. Типовой перечень элементов.



Примечания:  
 1. Схема управления дана для быстровыдействующего выключателя ВАБ-206.  
 2. Вместо символа "#" ставится номер резервной линии (1, 2, 3).  
 3. Вместо символа "х", "у" ставятся порядковые номера резервных разъединителей (1, 2, 3, 4...).

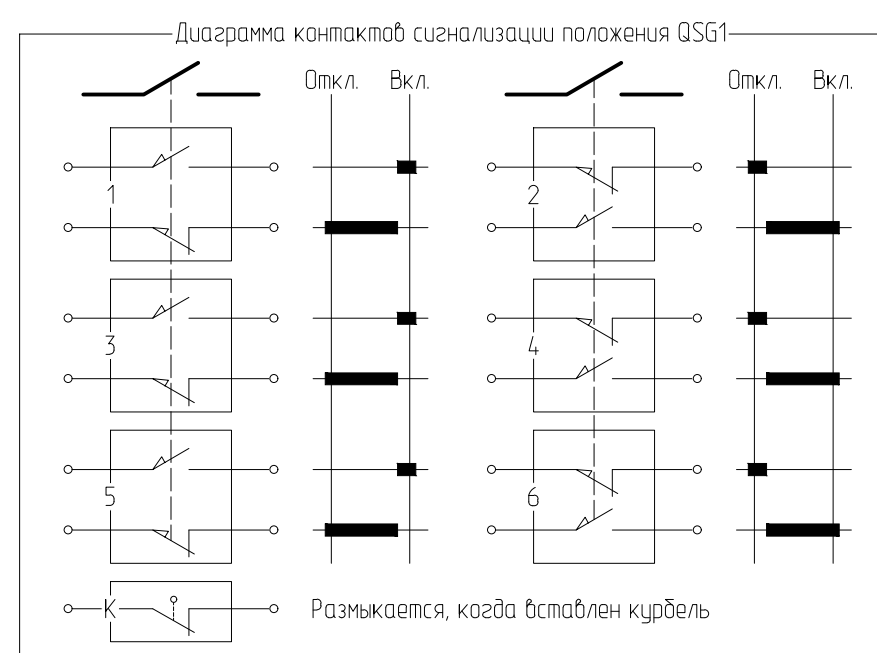


Рисунок 6.23. РУ 825 В. Ячейка резервной питающей линии на 2 разъединителя. Типовая электрическая схема.

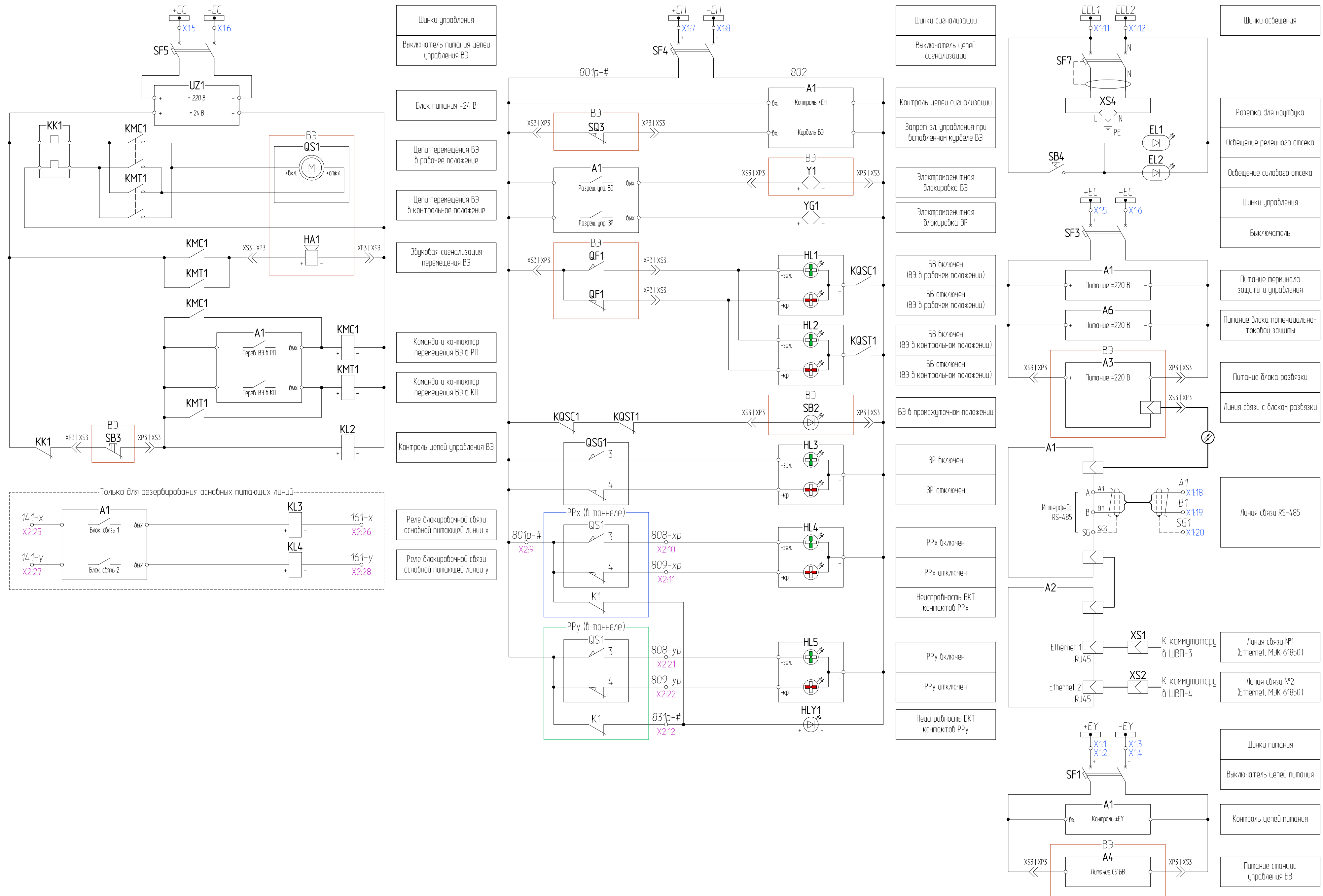
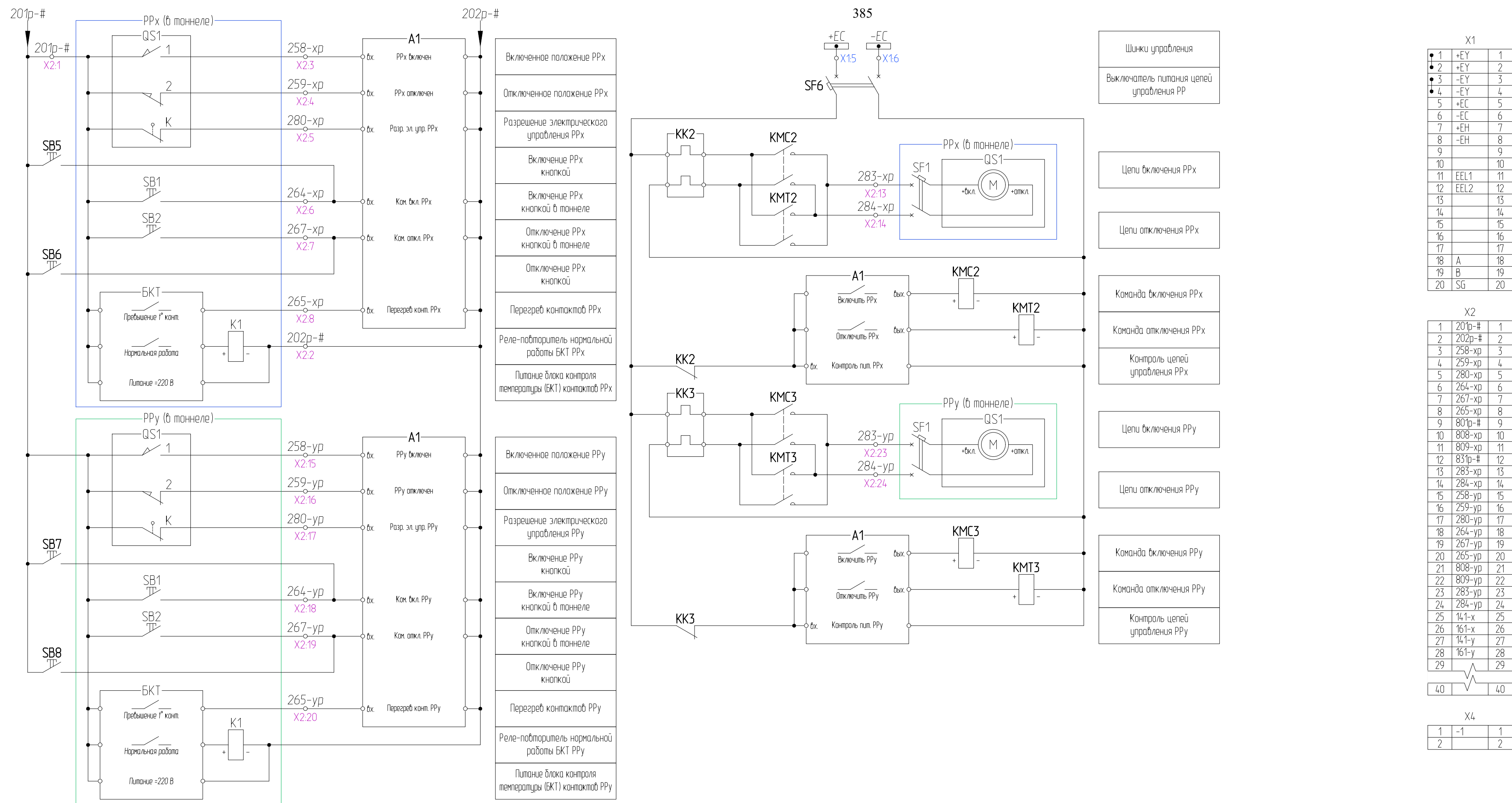


Рисунок 6.24. РУ 825 В. Ячейка резервной питающей линии на 2 разъединителя. Типовая электрическая схема.



X1		
1	+EY	1
2	+EY	2
3	-EY	3
4	-EY	4
5	+EC	5
6	-EC	6
7	+EH	7
8	-EH	8
9		9
10		10
11	EEL1	11
12	EEL2	12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18	A	18
19	B	19
20	SG	20

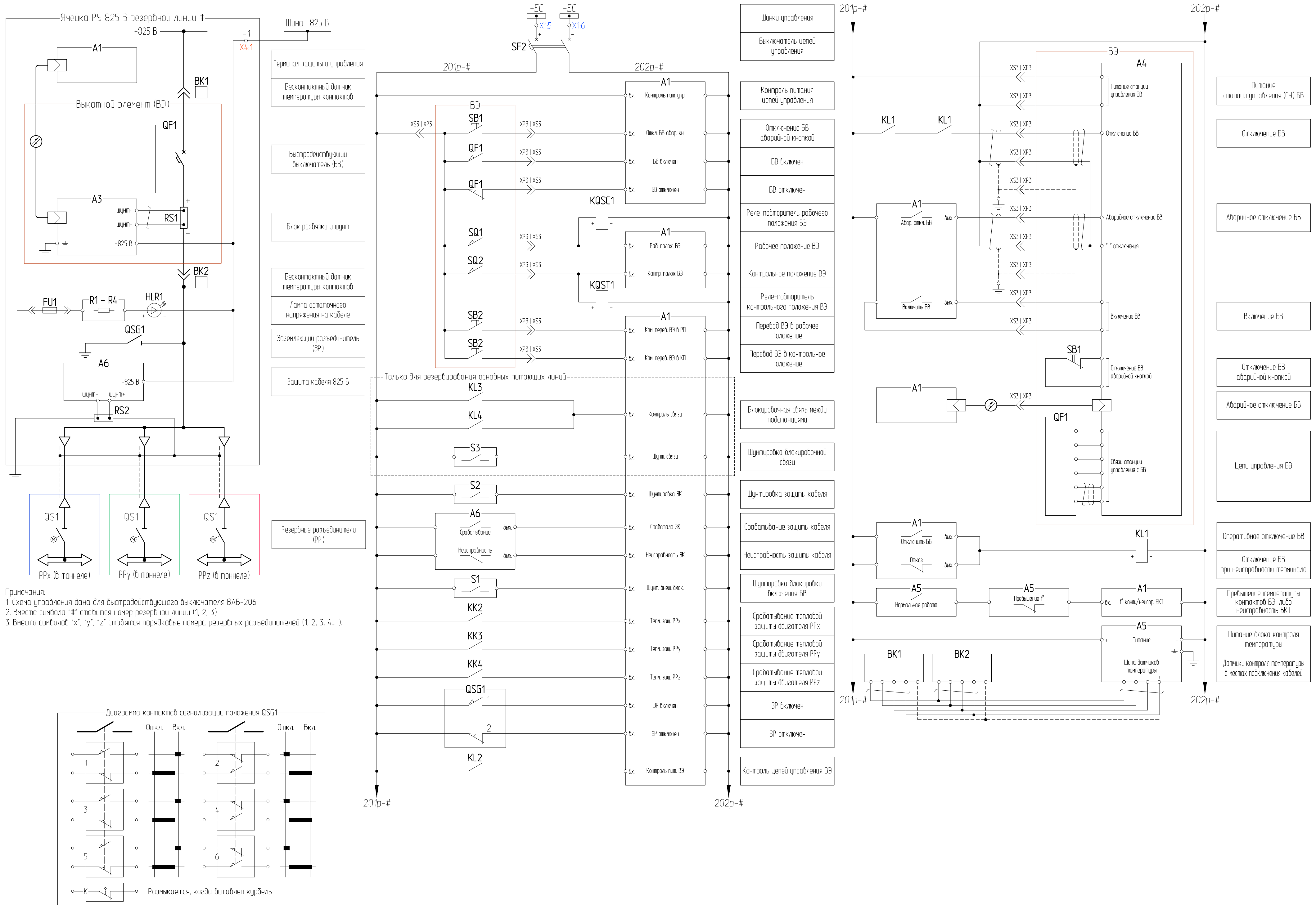
X2		
1	201p-#	1
2	202p-#	2
3	258-хр	3
4	259-хр	4
5	280-хр	5
6	264-хр	6
7	267-хр	7
8	265-хр	8
9	801p-#	9
10	808-хр	10
11	809-хр	11
12	831p-#	12
13	283-хр	13
14	284-хр	14
15	258-ур	15
16	259-ур	16
17	280-ур	17
18	264-ур	18
19	267-ур	19
20	265-ур	20
21	808-ур	21
22	809-ур	22
23	283-ур	23
24	284-ур	24
25	141-х	25
26	161-х	26
27	141-у	27
28	161-у	28
29		29
40		40

X4		
1	-1	1
2		2

Рисунок 6.25. РУ 825 В. Ячейка резервной питающей линии на 2 разъединителя. Типовая электрическая схема, типовое заполнение клеммников.







Примечания:  
 1. Схема управления дана для быстродействующего выключателя ВАБ-206.  
 2. Вместо символа "#" ставится номер резервной линии (1, 2, 3).  
 3. Вместо символов "x", "y", "z" ставятся порядковые номера резервных разъединителей (1, 2, 3, 4...).

Рисунок 6.27. РУ 825 В. Ячейка резервной питающей линии на 3 разъединителя. Типовая электрическая схема.

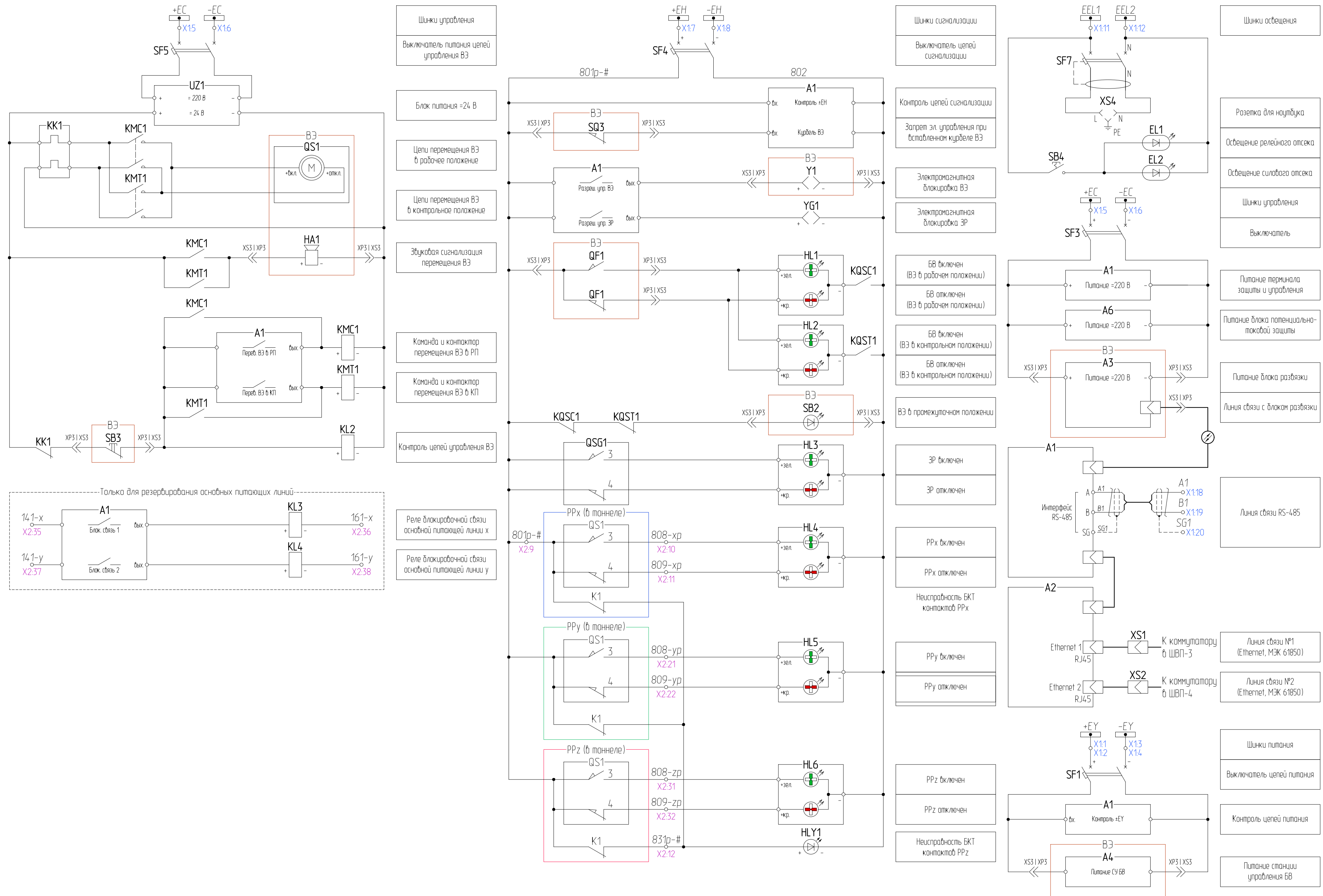


Рисунок 6.28. РУ 825 В. Ячейка резервной питающей линии на 3 разъединителя. Типовая электрическая схема.



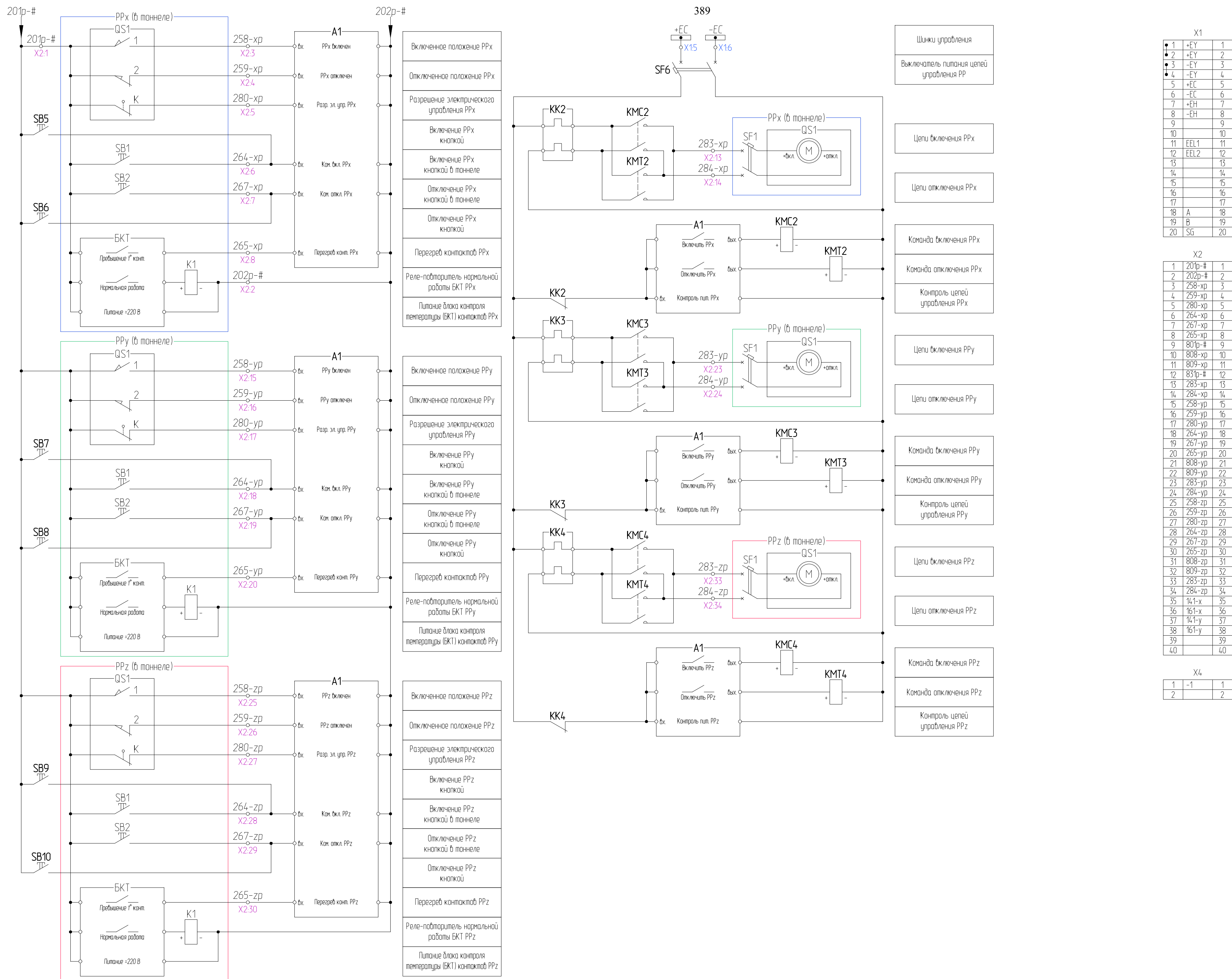
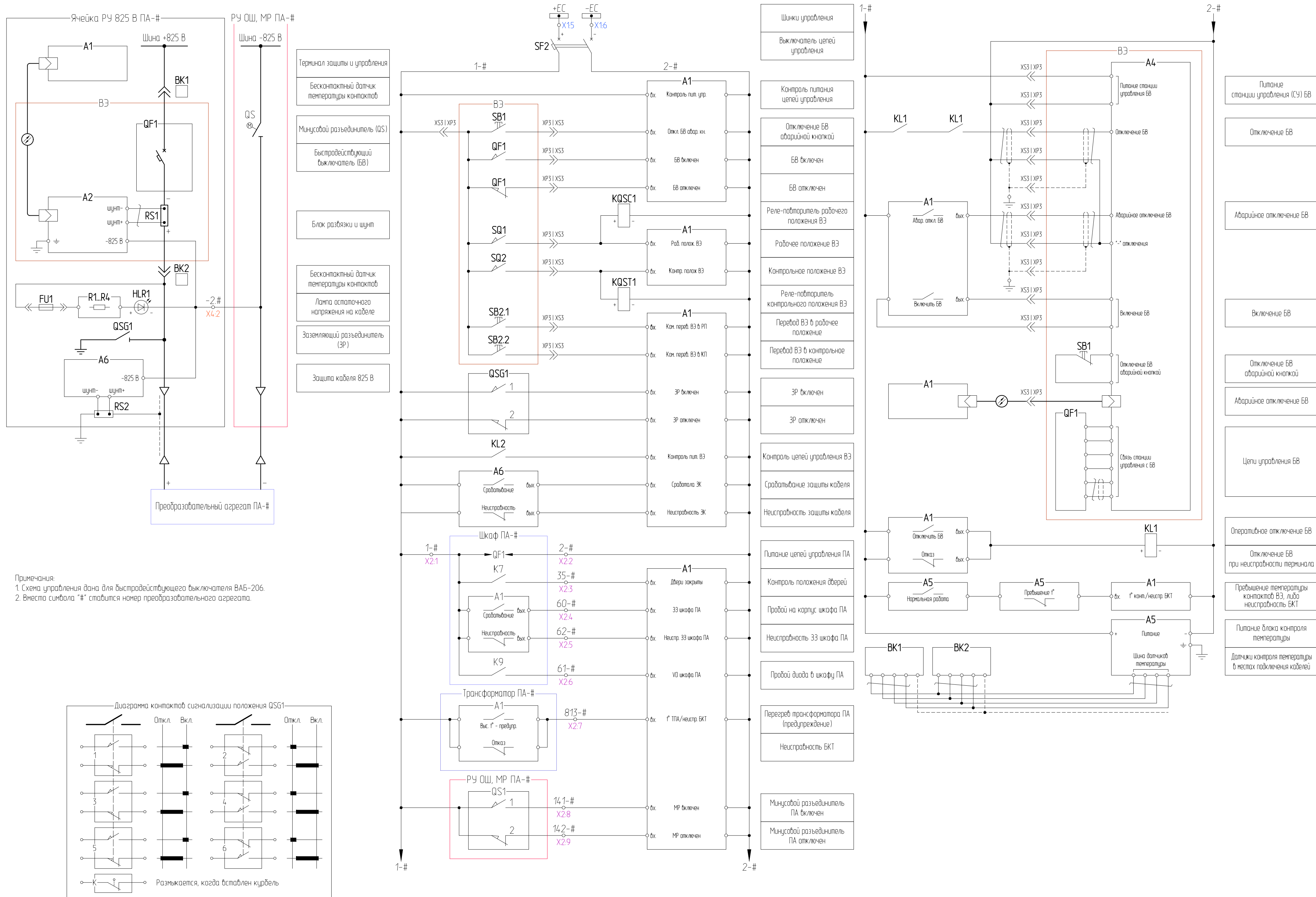


Рисунок 6.29. РУ 825 В. Ячейка резервной питающей линии на 3 разъединителя. Типовая электрическая схема, типовое заполнение клеммников.





Примечания:  
 1. Схема управления дана для быстродействующего выключателя ВАБ-206.  
 2. Вместо символа "#" ставится номер преобразовательного агрегата.

Рисунок 6.31. РУ 825 В. Ячейка преобразовательного агрегата. Типовая электрическая схема.

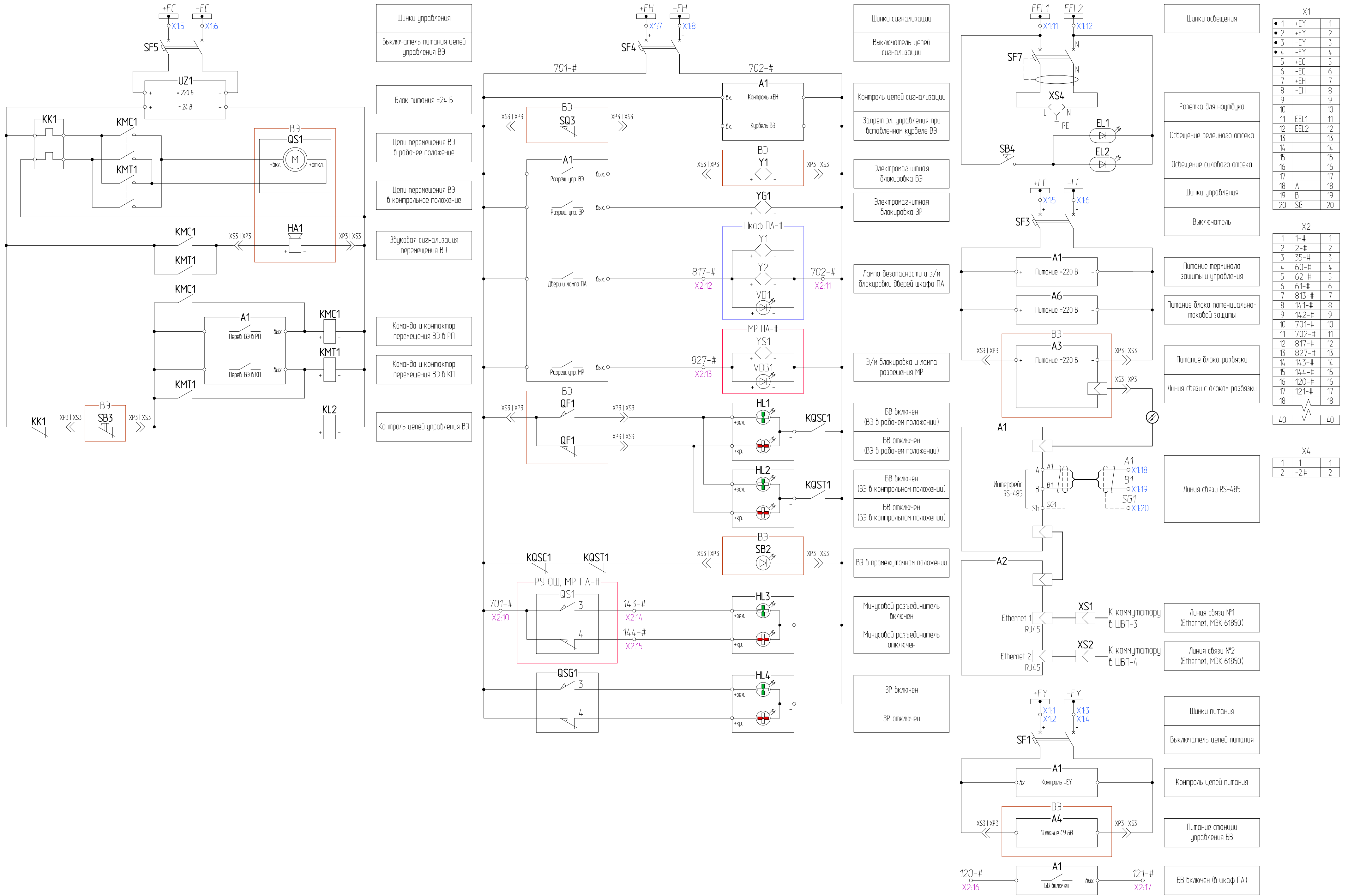
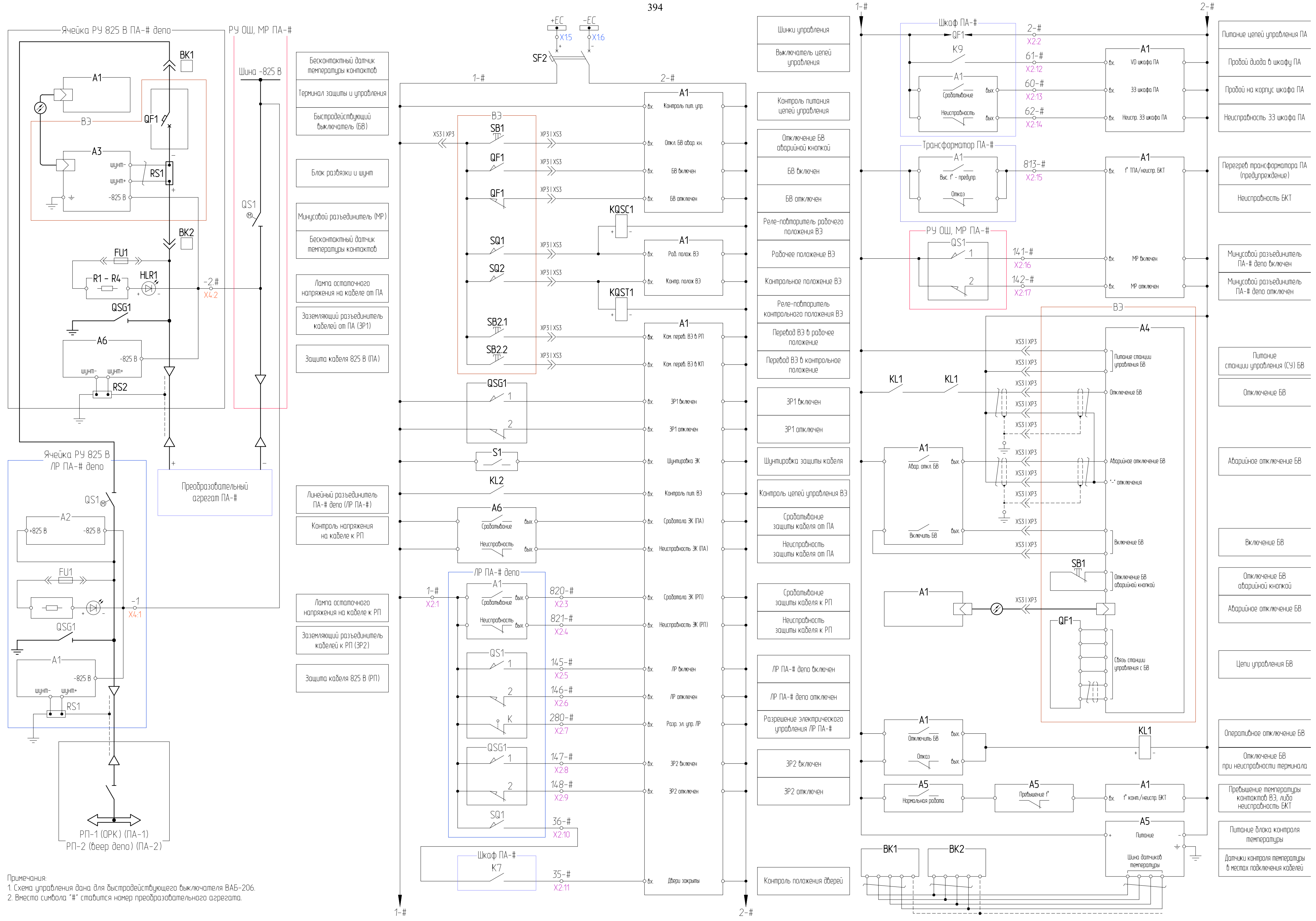


Рисунок 6.32. РУ 825 В. Ячейка преобразовательного агрегата. Типовая электрическая схема, типовое заполнение клеммников.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Терминал защиты и управления ИнТер-825	1	
A2	Блок управления	1	В комплекте с А1
A3	Блок развязки	1	В комплекте с А1
A4	Станция управления быстродействующего выключателя	1	
A5	Блок контроля температуры контактов	1	
A6	Блок потенциально-токовой защиты кабеля	1	
BK1, BK2	Датчик температуры, бесконтактный	2	
EL1, EL2	Светильник полупроводниковый, ~220 В	2	
FU1	Предохранитель DC 1000 V, 1 A	1	
	Держатель предохранителя 1,5 kV	2	
HA1	Сирена, 80 дБ, ~24 В	1	
HL1 – HL4	Светодиодный индикатор положения, красный – зеленый, ~220 В	4	
HLR1	Лампа светодиодная сигнальная красная, ~220 В	1	
KK1	Тепловое реле перегрузки	1	Номинал в соотв. с характеристиками приборов разъединителей
KL1	Реле промежуточное, 4 ПК, 6 А, ~220 В	1	
KL2	Реле промежуточное, 1 ПК, 6 А, ~220 В	1	
KMC1, KMT1	Контактор, ЗР, 12 А, 5,5 кВт, ~220 В	2	
	Дополнительный контакт положения, 2НО	2	
KQSC1, KQST1	Контактор вспомогательный, 4НО, ~220 В	2	
	Дополнительный контакт положения, 2НО+2НЗ	2	
QSG1	Разъединитель	1	
R1 – R4	Резистор, 30 кОм, 50 Вт, ±5%	4	
RS1	Шунт	1	
RS2	Шунт, 100 А/75 мВ	1	
S1 – S3	Клемма с рычажным размыкателем	3	
SB1	Кнопка, 1НО+1НЗ, красная	1	
SB2	Кнопка двойная, с подсветкой (желтая), 2НО, красная/зеленая	1	
SB3	Кнопка "грибок", 1НЗ, красная	1	
SB4	Кнопка, черная, с фиксацией, 1НО	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 6 А, С	1	
SF2 – SF4	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 3 А, С	3	
SF5	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С	1	Номинал в соотв. с характеристиками приборов разъединителей
SF6	Дифференциальный автоматический выключатель, 1П+Н, 10 А, 30 мА	1	
SQ1 – SQ3	Выключатель концевой, 1ПК	1	
UZ1	Источник питания, ~110–250 В/~24 В, 10 А	1	
X1	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, перемычка между ярусами, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	20	
X2	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	20	
X4	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта, 1000 В	2	
XS1, XS2	Модуль распределительный на DIN-рейку с разъемом RJ-45	2	
XS3 I XP3	Промышленный разъем	1	
XS4	Розетка щитовая на DIN-рейку, 2П+3	1	
Y1, YG1	Замок электромагнитной блокировки с электромагнитным ключом, ~220 В	2	

Рисунок 6.33. РУ 825 В. Ячейка преобразовательного агрегата. Типовой перечень элементов.



Примечания:  
 1. Схема управления дана для быстродействующего выключателя ВАБ-206.  
 2. Вместо символа "\*" ставится номер преобразовательного агрегата.

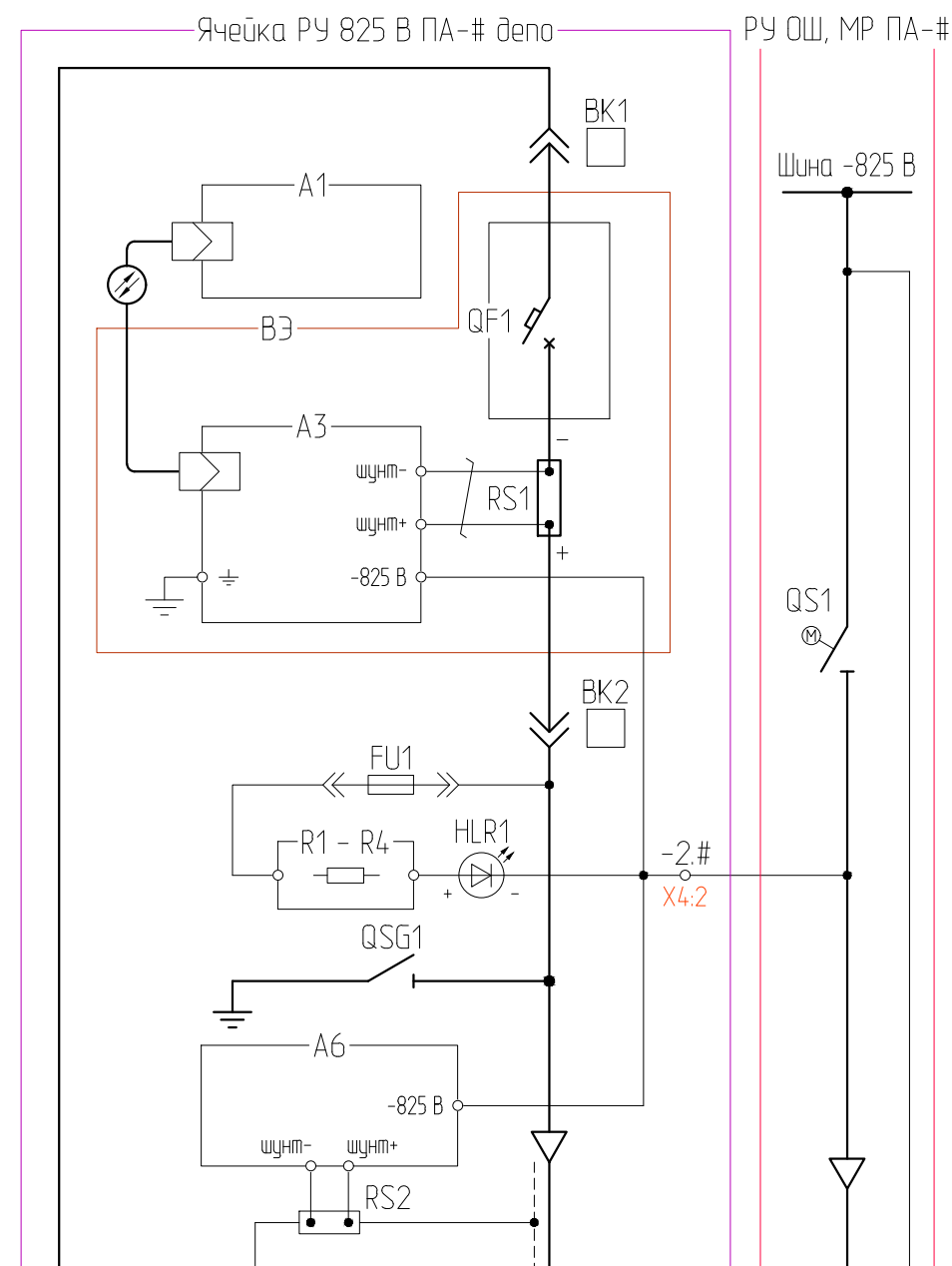
Рисунок 6.34. РУ 825 В. Ячейка преобразовательного агрегата депо. Типовая электрическая схема.



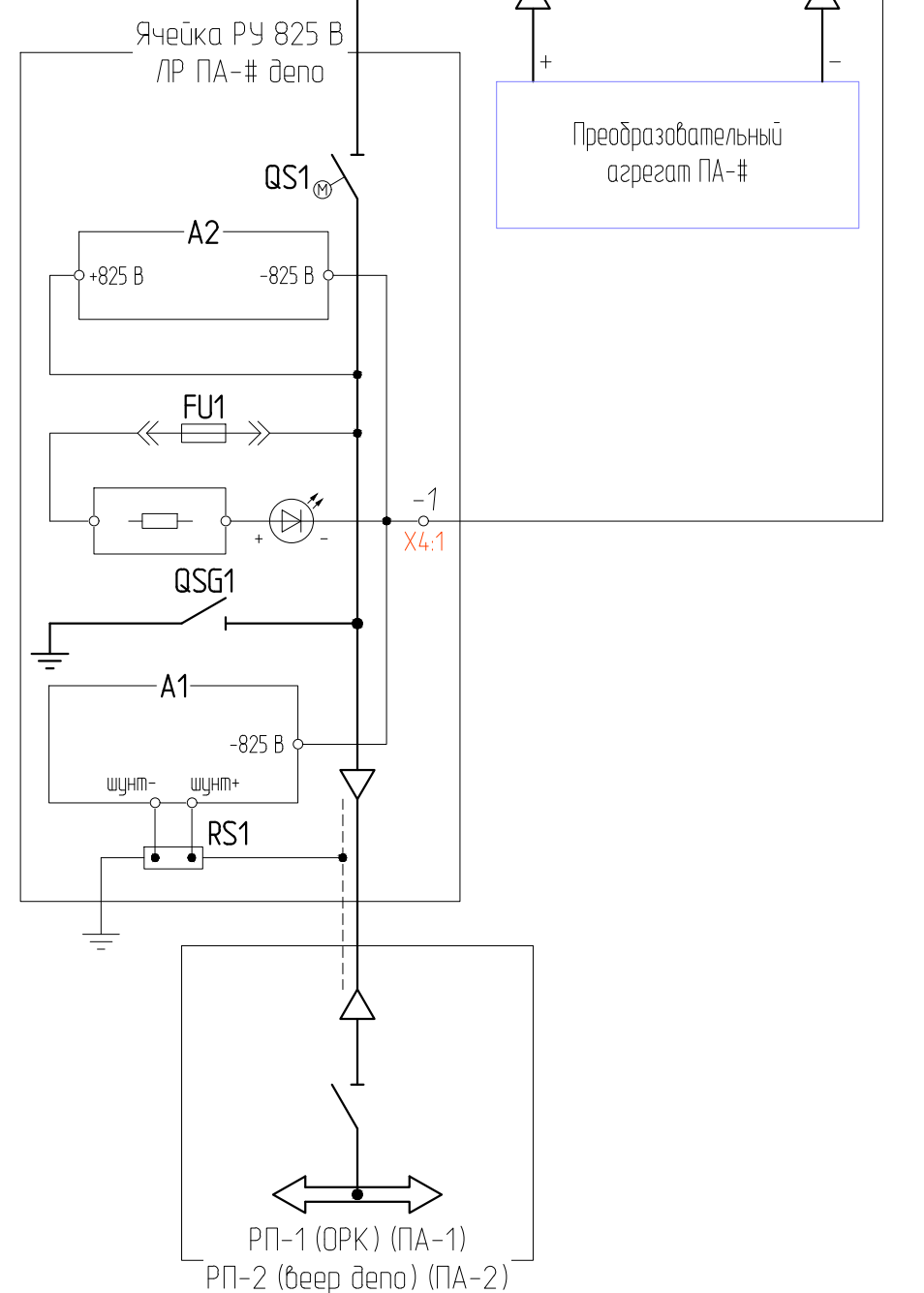




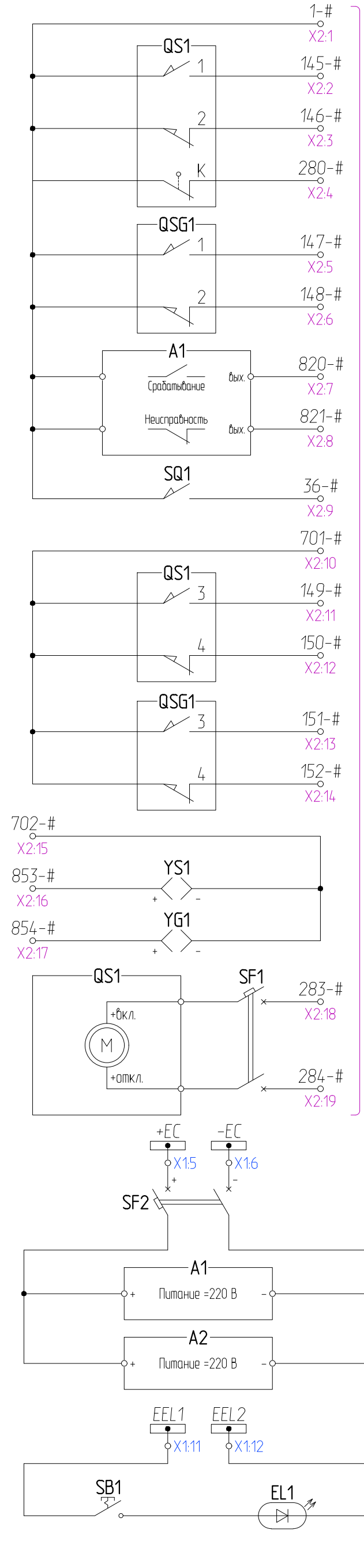




- Бесконтактный датчик температуры контактов
- Терминал защиты и управления
- Быстродействующий выключатель (БВ)
- Блок развязки и шунт
- Минусовой разъединитель (МР)
- Бесконтактный датчик температуры контактов
- Лампа остаточного напряжения на кабеле от ПА
- Заземляющий разъединитель кабелей от ПА (ЗР1)
- Защита кабеля 825 В (ПА)



- Линейный разъединитель ПА-# депо (ЛР ПА-#)
- Контроль напряжения на кабеле к РП
- Лампа остаточного напряжения на кабеле к РП
- Заземляющий разъединитель кабелей к РП (ЗР2)
- Защита кабеля 825 В (РП)



- \*+ управления
- ЛР ПА включен
- ЛР ПА отключен
- Разрешение электрического управления ЛР ПА
- ЗР2 включен
- ЗР2 отключен
- Срабатывание защиты кабеля к РП
- Неисправность защиты кабеля к РП
- Дверь ячейки ЛР ПА закрыта
- \*+ сигнализации
- ЛР ПА включен
- ЛР ПА отключен
- ЗР2 включен
- ЗР2 отключен
- \*- сигнализации
- Электромагнитная блокировка ЛР ПА
- Электромагнитная блокировка ЗР2
- Прибор ЛР ПА
- Шинки управления
- Выключатель
- Питание блока потенциально-токовой защиты
- Питание блока контроля наличия напряжения
- Шинки освещения
- Освещение силового отсека

X1

1	+EY	1
2	+EY	2
3	-EY	3
4	-EY	4
5	+EC	5
6	-EC	6
7	+EH	7
8	-EH	8
9		9
10		10
11	EEL1	11
12	EEL2	12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18	A	18
19	B	19
20	SG	20

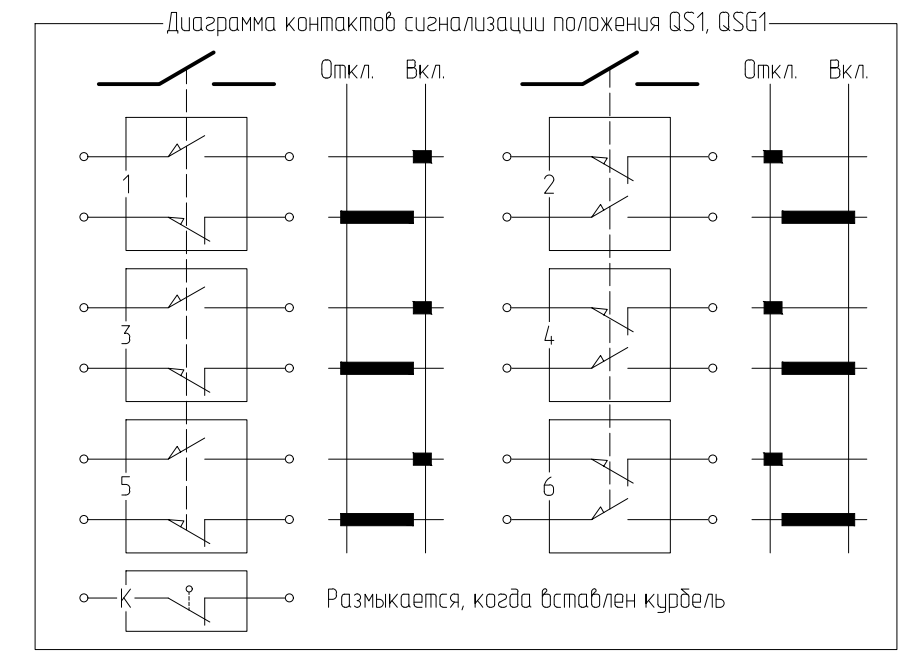
X2

1	1-#	1
2	145-#	2
3	146-#	3
4	280-#	4
5	281-#	5
6	147-#	6
7	148-#	7
8	820-#	8
9	36-#	9
10	701-#	10
11	149-#	11
12	150-#	12
13	151-#	13
14	152-#	14
15	702-#	15
16	853-#	16
17	854-#	17
18	283-#	18
19	284-#	19
20		20

X4

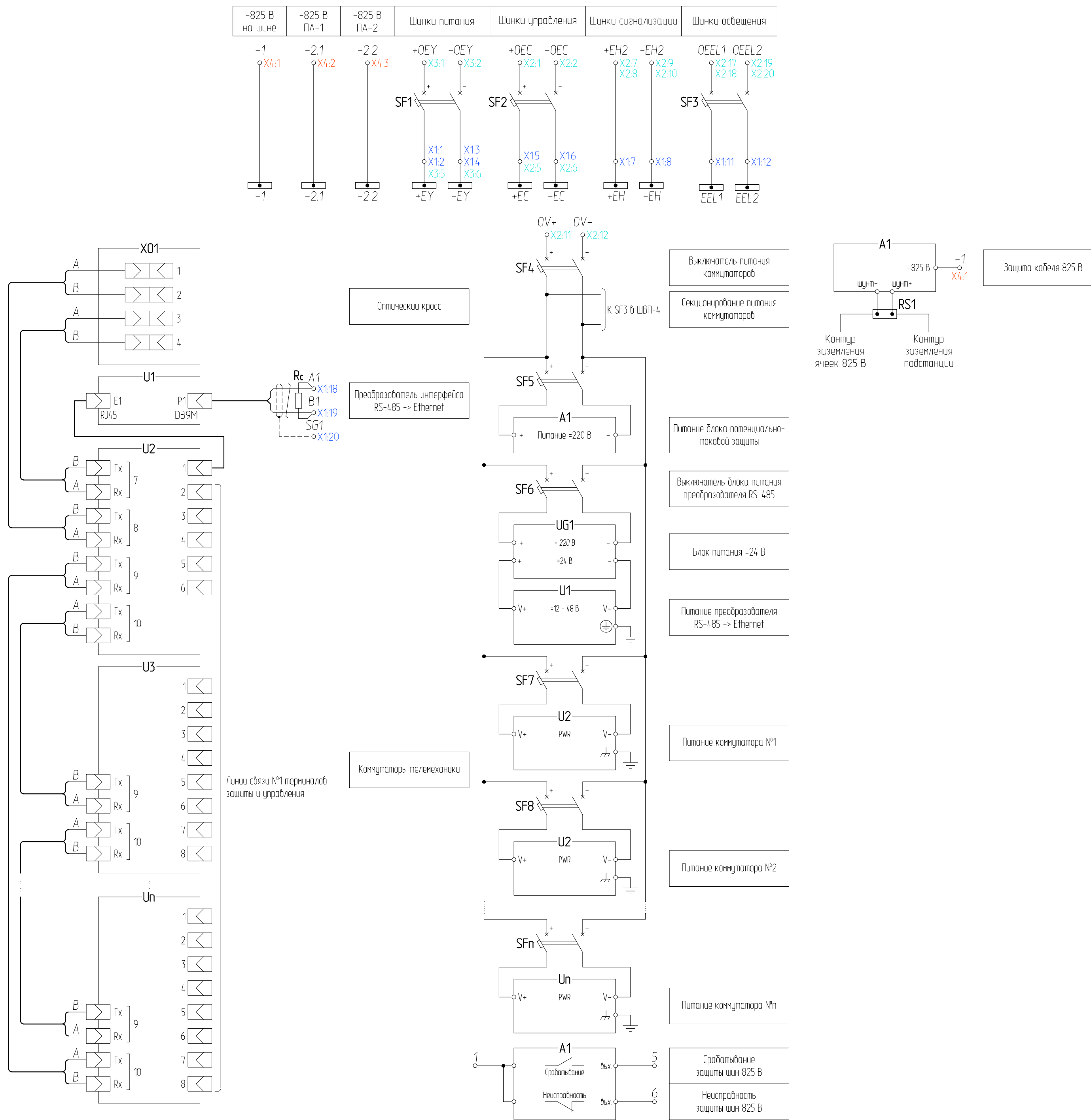
1	-1	1
2	-2#	2

Поз обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Блок потенциально-токовой защиты кабеля	1	
A2	Блок контроля наличия напряжения	1	
EL1	Светильник полупроводниковый, ~220 В	1	
FU1	Предохранитель DC 1000 V, 1 A	1	
	Держатель предохранителя 1,5 kV	2	
HLR1	Лампа светодиодная сигнальная красная, ~220 В	1	
QS1	Разъединитель с электроприбором	1	
QSG1	Разъединитель	1	
R1 - R4	Резистор, 30 кОм, 50 Вт, ±5%	4	
RS1	Шунт, 100 А/75 мВ	1	
SB1	Кнопка, черная, с фиксацией, 1НО	1	
SF1	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С	1	Номинал в соотв. с характеристиками приборов разъединителей
SF2	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 3А	1	
SQ1	Выключатель канцелярий, 1ПК	1	
X1	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, перемычка между ярусами, провод сечением до 4 мм²	20	
X2	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, провод сечением до 4 мм²	20	
X4	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм², 3 контакта, 1000 В	2	
Y1, YG1	Замок электромагнитной блокировки с электромагнитным ключом, ~220 В	2	



Примечания:  
1. Схема управления дана для быстродействующего выключателя ВАБ-206.  
2. Вместо символа "#" ставится номер преобразовательного агрегата.

Рисунок 6.37. РУ 825 В. Ячейка линейного разъединителя преобразовательного агрегата депо. Типовая электрическая схема, типовое заполнение клеммников, типовый перечень элементов.



Поз обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Блок потенциально-токовой защиты кабеля	1	
RS1	Шунт, 100 А/75 мВ	1	
SF1, SF4	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 10А	2	
SF2	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 6А	1	
SF3	Автоматический выключатель для переменного тока, 2П, С, 10А	1	
SF5 - SFn	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 1А		
U1	Преобразователь интерфейса RS-485 в Ethernet NPort IA5450A	1	
U2	Управляемый коммутатор PT-510-4M-ST-HV	1	
U3 - Un	Управляемый коммутатор PT-510-MM-ST-HV		
UG1	Источник питания, $\pm 110-250$ В/ $\pm 24$ В, 2 А	1	
X01	Кросс оптический, 4 проходных адаптера ST-ST	1	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	20	
X2	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	30	
X3	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта	8	
X4	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта, 1000 В	4	
X5	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера	20	
X6, X7	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	200	
X8 - X14	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера	110	

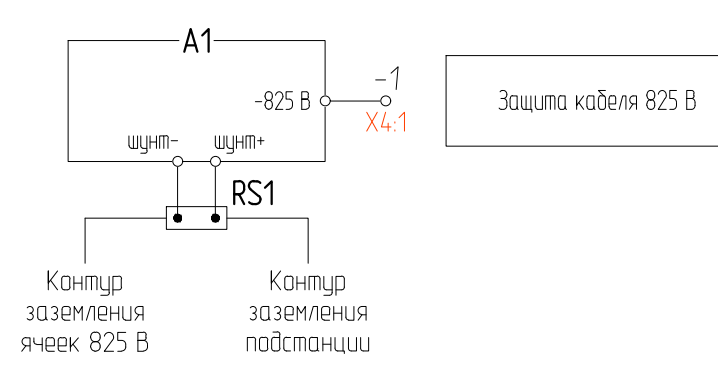
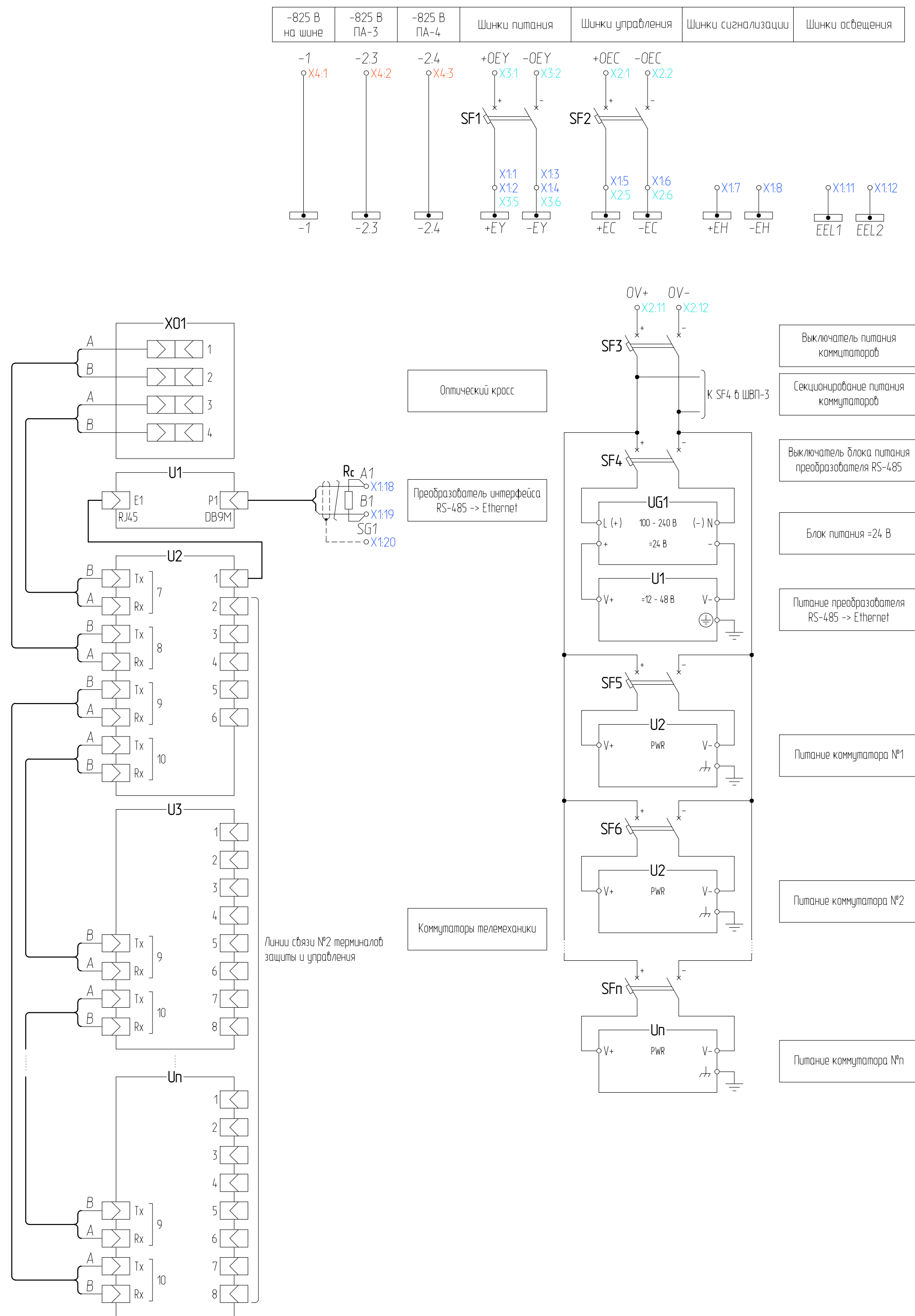


Рисунок 6.38. РУ 825 В. Шкаф внешних подключений ШВП-3. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.

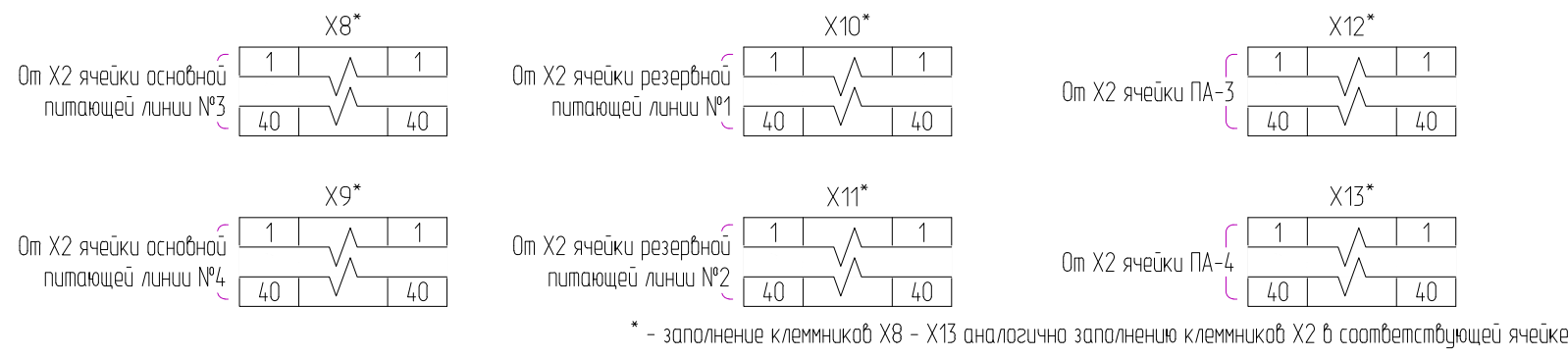




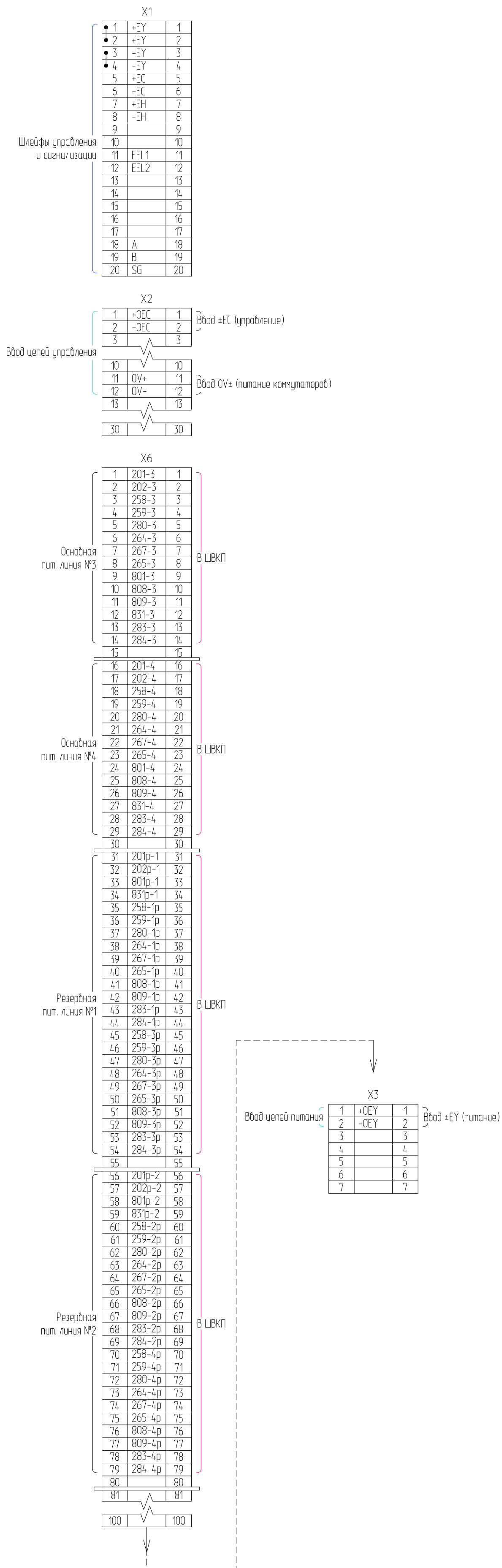
Поз обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
SF1, SF3	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 10А	2	
SF2	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 6А	1	
SF4 - SFn	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 1А		
U1	Преобразователь интерфейса RS-485 в Ethernet NPort IA5450A	1	
U2	Управляемый коммутатор PT-510-4M-ST-HV	1	
U3 - Un	Управляемый коммутатор PT-510-MM-ST-HV		
UG1	Источник питания, ~110-250 В/~/24 В, 2 А	1	
X01	Кросс оптический, 4 проходных адаптера ST-ST	1	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	20	
X2	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	30	
X3	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта	8	
X4	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта, 1000 В	4	
X5	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера	20	
X6, X7	Клемма винтовая для проводов сечением до 4 мм <sup>2</sup> , 2 контакта	200	
X8 - X13	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера	100	

Рисунок 6.40. РУ 825 В. Шкаф внешних подключений ШВП-4. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.

Центральная монтажная панель



Левая боковая стенка



Правая боковая стенка

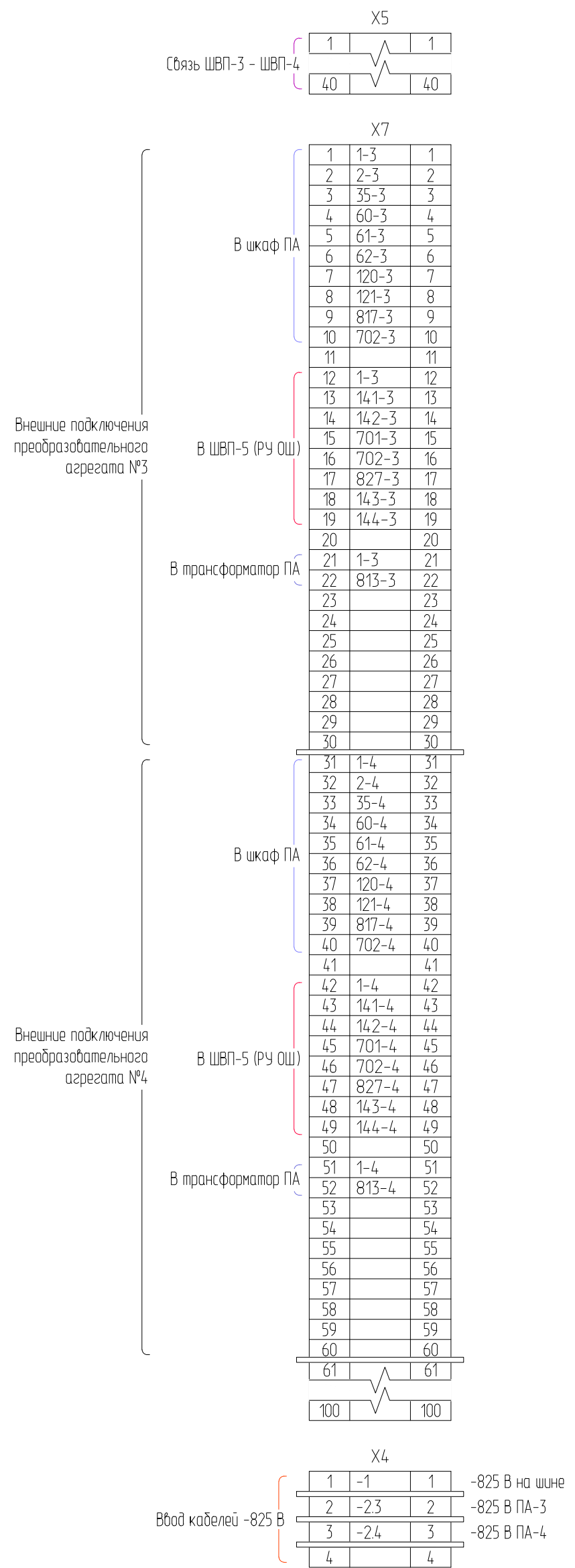
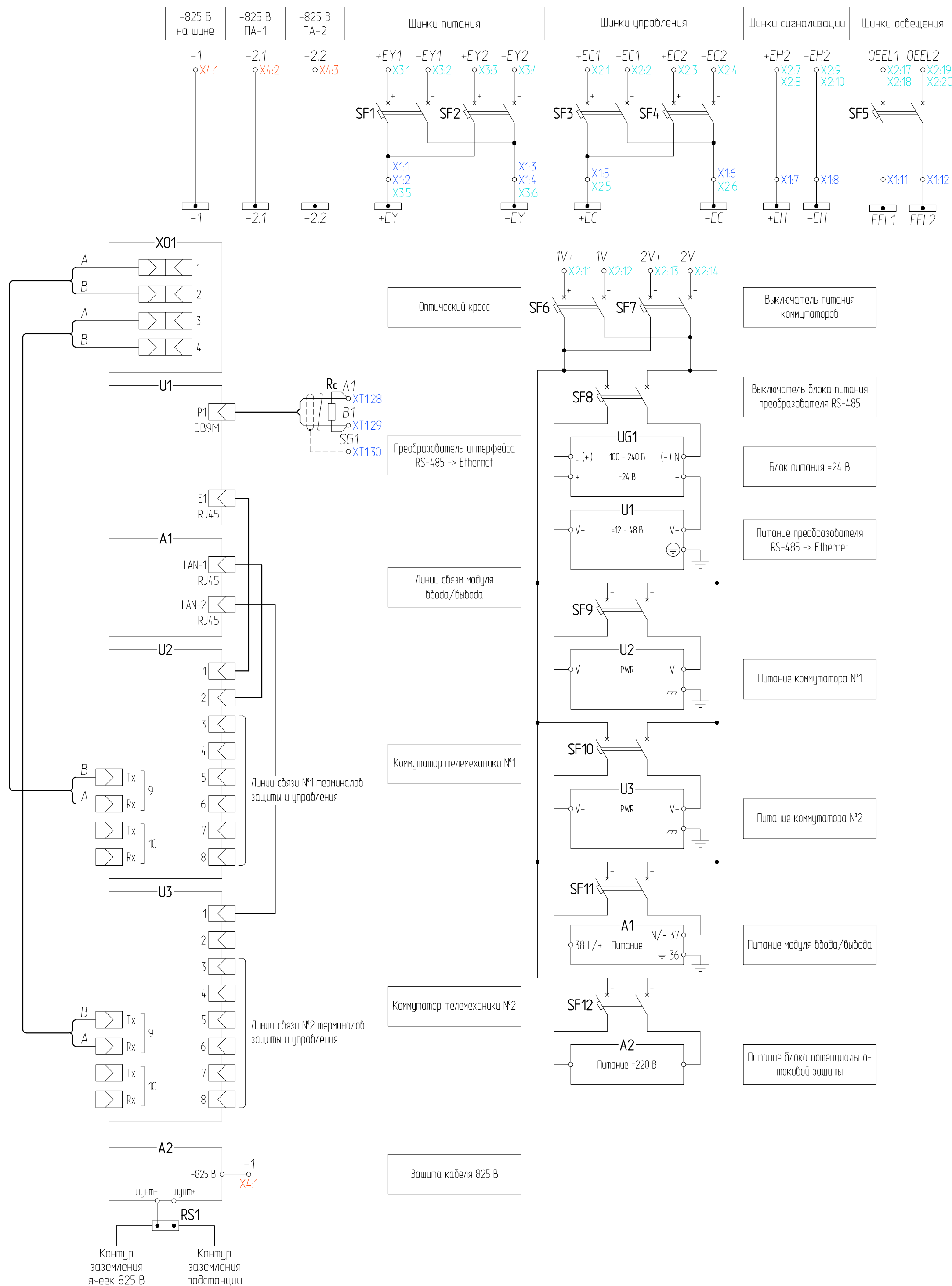


Рисунок 6.41. РУ 825 В. Шкаф внешних подключений ШВП-4. Типовое заполнение клеммников.





Поз обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Модуль ввода/вывода ЭНМВ-1-16(220)/6-220-A2E4x2	1	
A2	Блок потенциально-токовой защиты кабеля	1	
HLY1 - HLY3	Лампа светодиодная сигнальная желтая, ~220 В	3	
KA1	Реле тока, 200 А	1	
KL1	Реле промежуточное, 4 ПК, 6 А, ~220 В	1	
RS1	Шунт, 100 А/75 мВ	1	
S1	Клемма с рычажным размыкателем	1	
SB1	Кнопка без фиксации, 1Н0, желтая	1	
SF1, SF2	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 10А	4	
SF6, SF7			
SF3, SF4	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 6А	2	
SF5	Автоматический выключатель для переменного тока, 2П, С, 10А	1	
SF8 - SF12	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 1А	5	
SF13	Автоматический выключатель для постоянного тока, 2П, С, 2А	1	
U1	Преобразователь интерфейса RS-485 в Ethernet NPort IA5450A	1	
U2, U3	Управляемый коммутатор PT-510-MM-ST-HV	1	
X01	Кросс оптический, 4 проходных адаптера ST-ST	1	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	20	
X2	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	30	
X3	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта	8	
X4	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта, 1000 В	3	
X5, X6	Клемма винтовая для проводов сечением до 4 мм <sup>2</sup> , 2 контакта	150	
X7 - X10	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера	80	

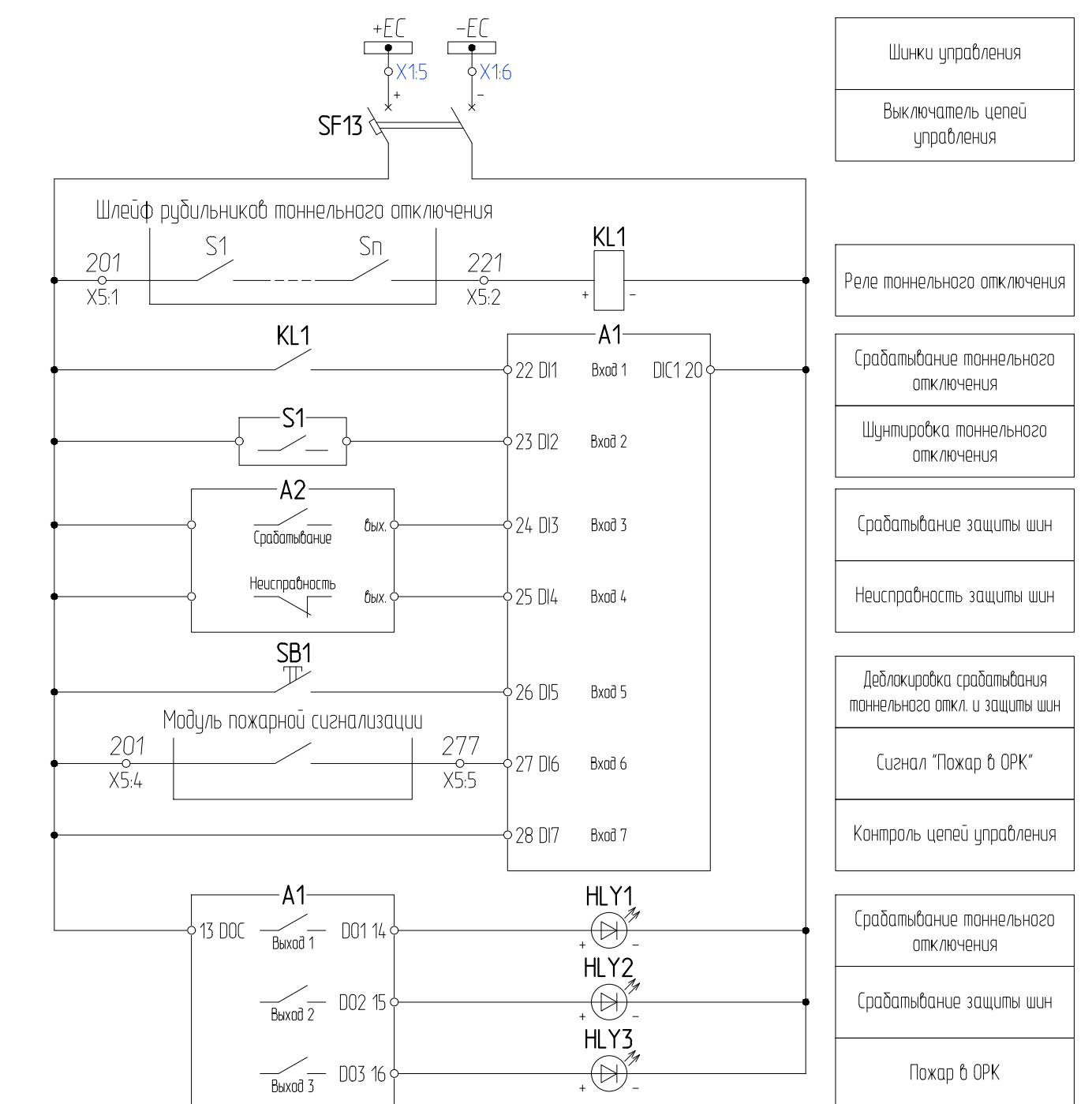


Рисунок 6.42. РУ 825 В. Шкаф внешних подключений ШВП-3 депо. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.

Центральная монтажная панель

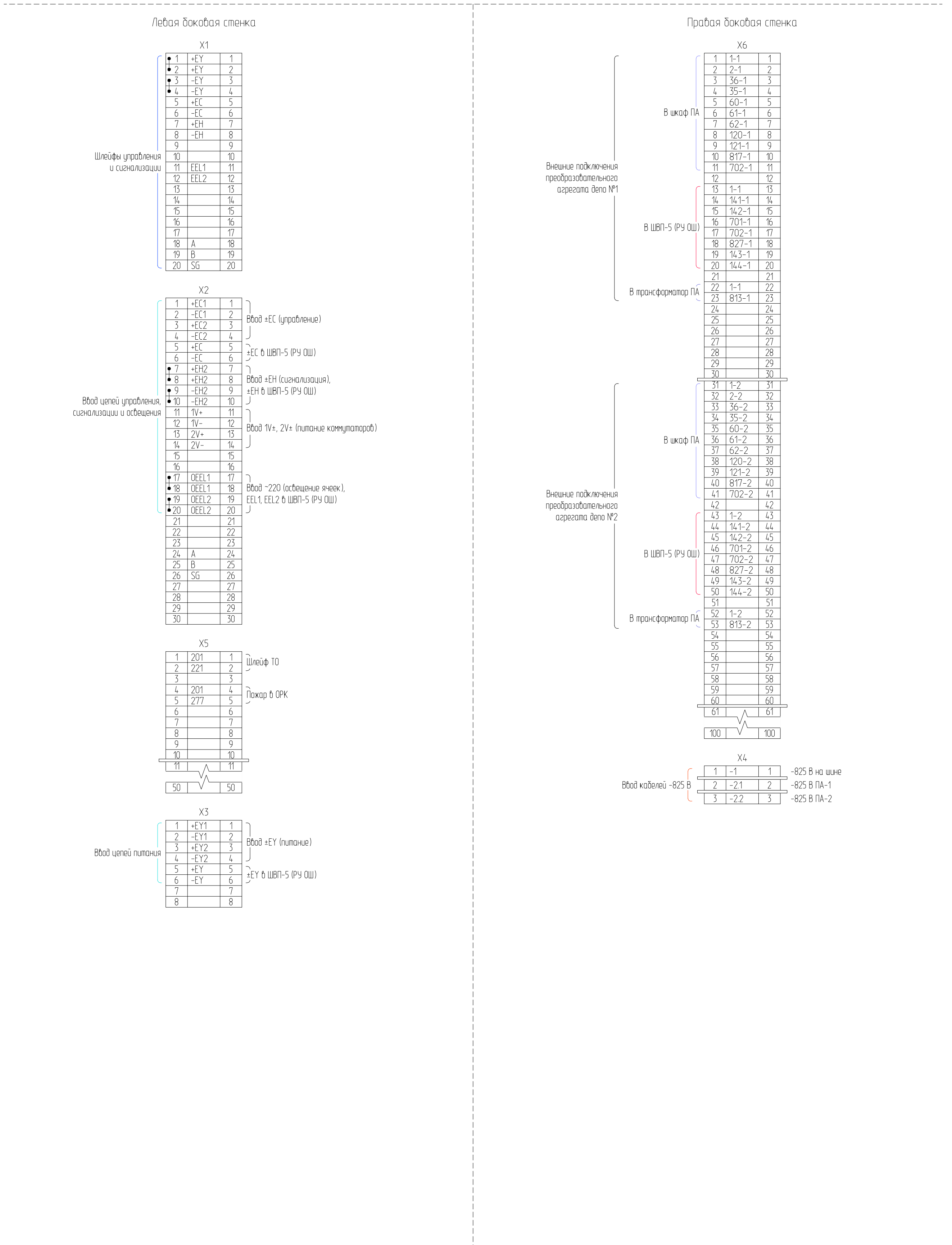
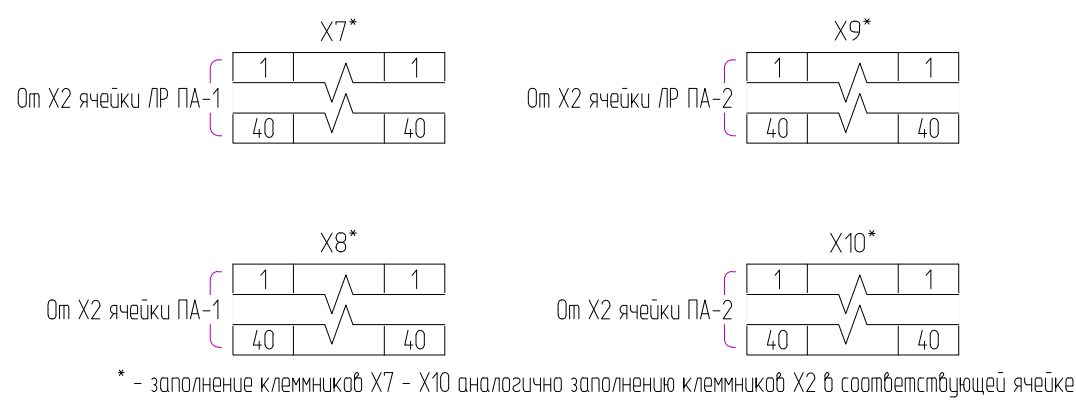


Рисунок 6.43. РУ 825 В. Шкаф внешних подключений ШВП-3 депо. Типовое заполнение клеммников.

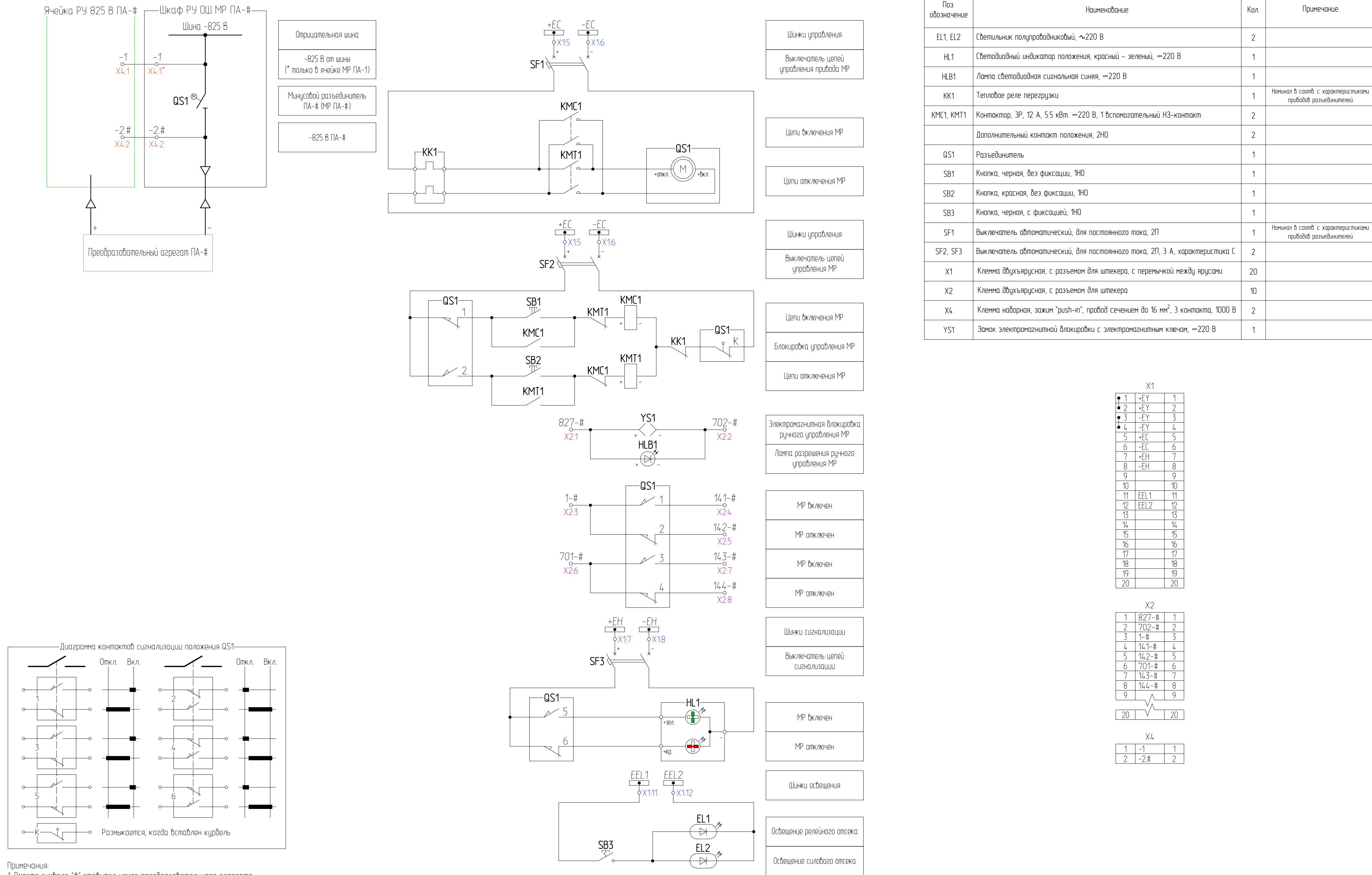
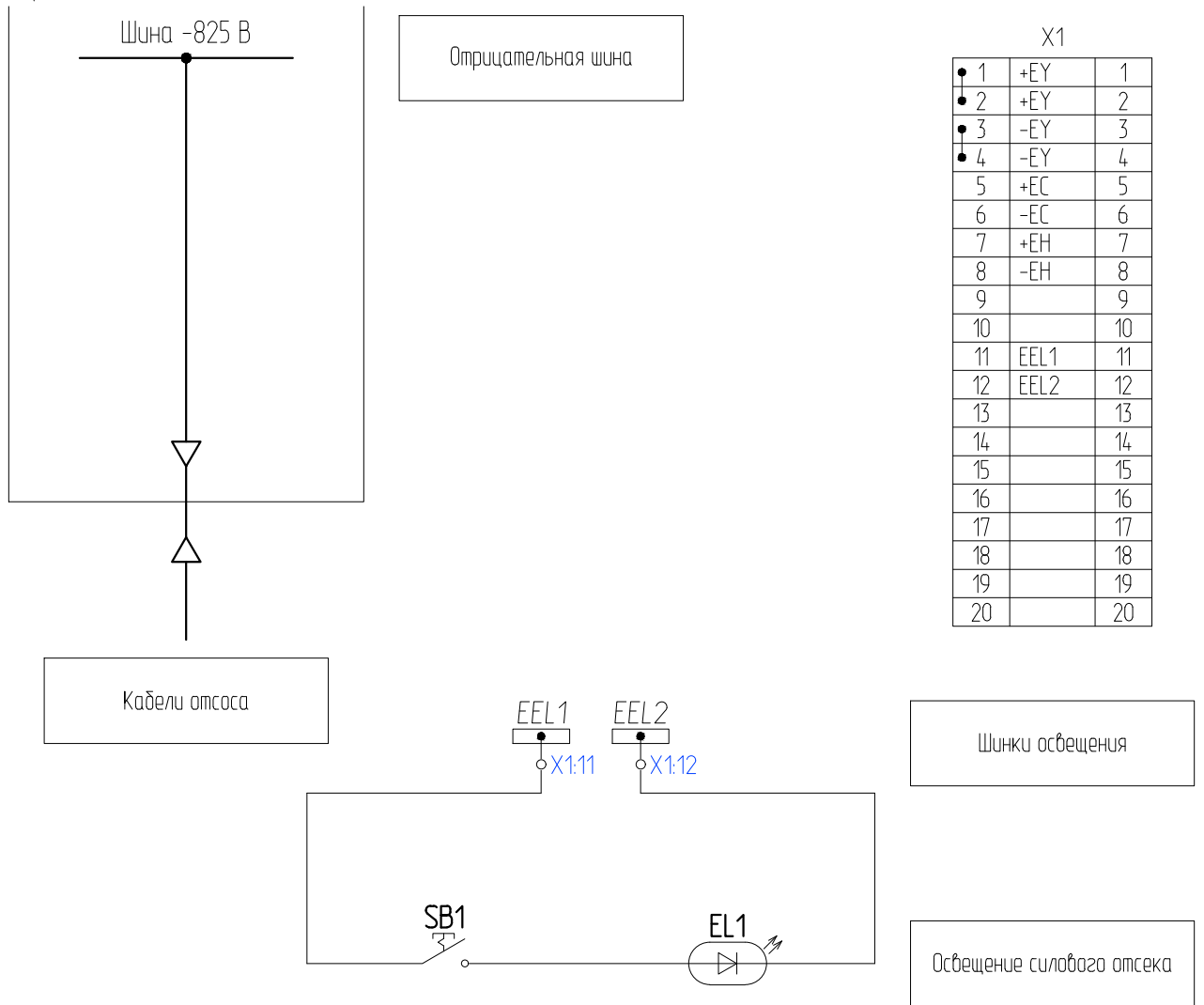


Рисунок 6.44. РУ ОШ. Шкаф минусового разъединителя. Типовая электрическая схема, типовое заполнение клеммников, типовой перечень элементов.



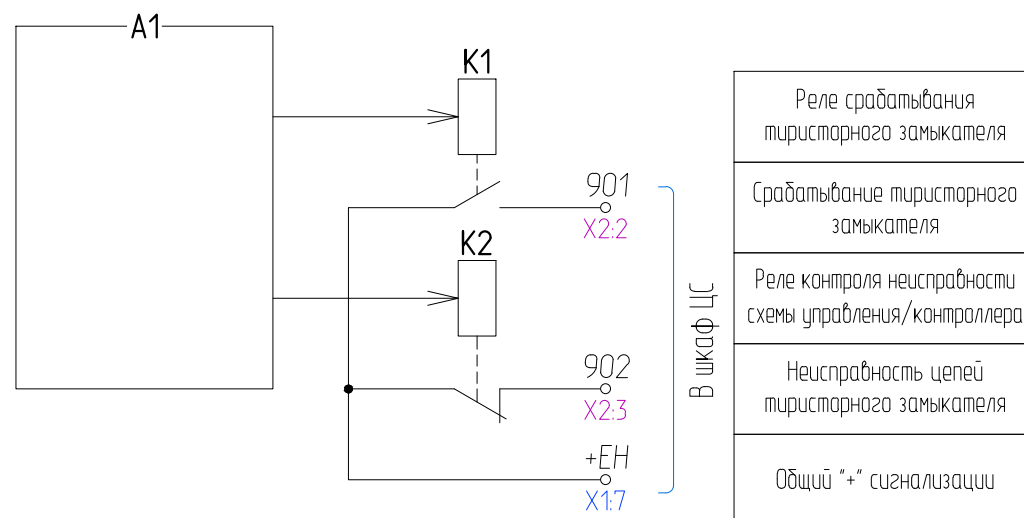
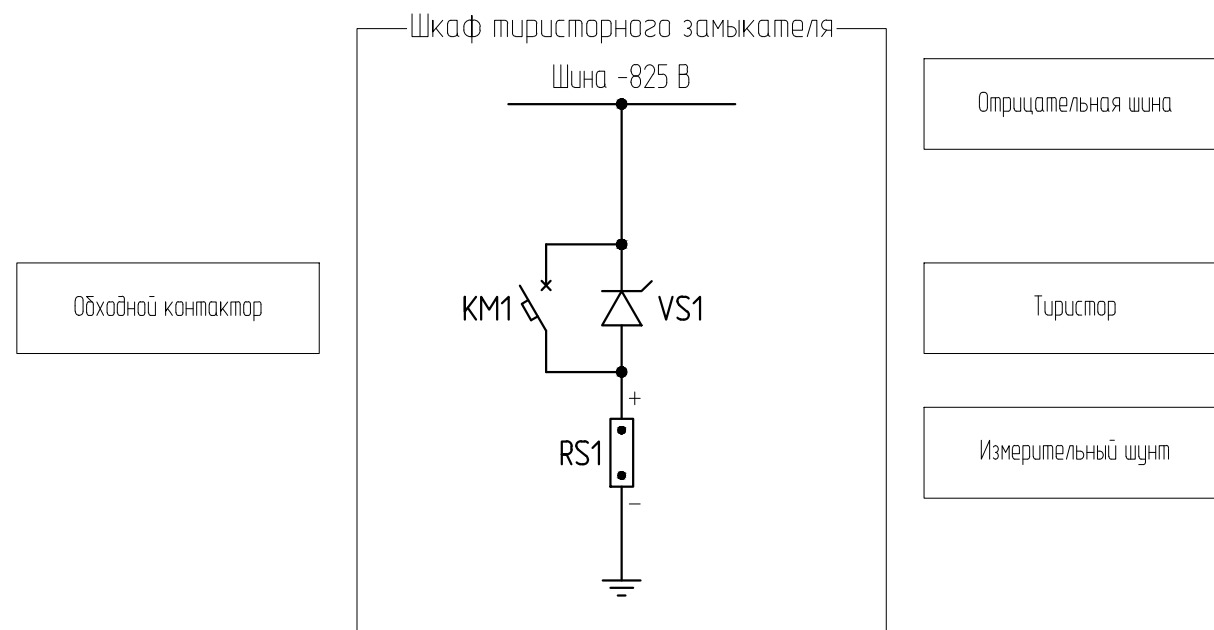
## Шкаф РУ ОШ подключения кабелей



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
EL1	Светильник полупроводниковый, ~220 В	1	
SB1	Кнопка, черная, с фиксацией, 1НО	1	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	20	

Рисунок 6.45. РУ ОШ. Шкаф подключения кабелей.

Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов, типовое заполнение клеммников.



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Система управления и мониторинга с возможностью записи параметров и осциллограмм, осуществляющая контроль за величиной длжающихся токов, измерение переменного и постоянного напряжения между контуром заземления и шиной -825В	1	
K1, K2	Реле промежуточное, 2 ПК, 6 А	2	
KM1	Шунтирующий контактор, 1,5 кА (ном.), 80 кА (250 мс)	1	
RS1	Шунт измерительный	1	
VS1	Тиристор	1	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	20	
X2	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера	10	

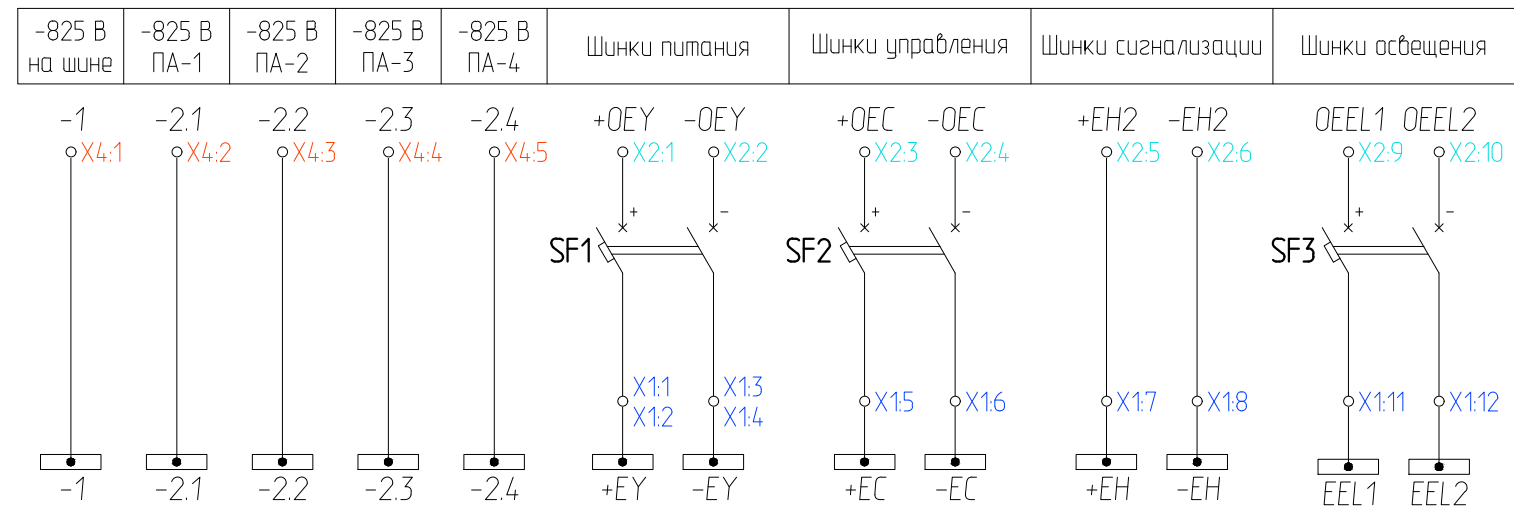
X1

1	+EY	1
2	+EY	2
3	-EY	3
4	-EY	4
5	+EC	5
6	-EC	6
7	+EH	7
8	-EH	8
9		9
10		10
11	EEL1	11
12	EEL2	12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18		18
19		19
20		20

X2

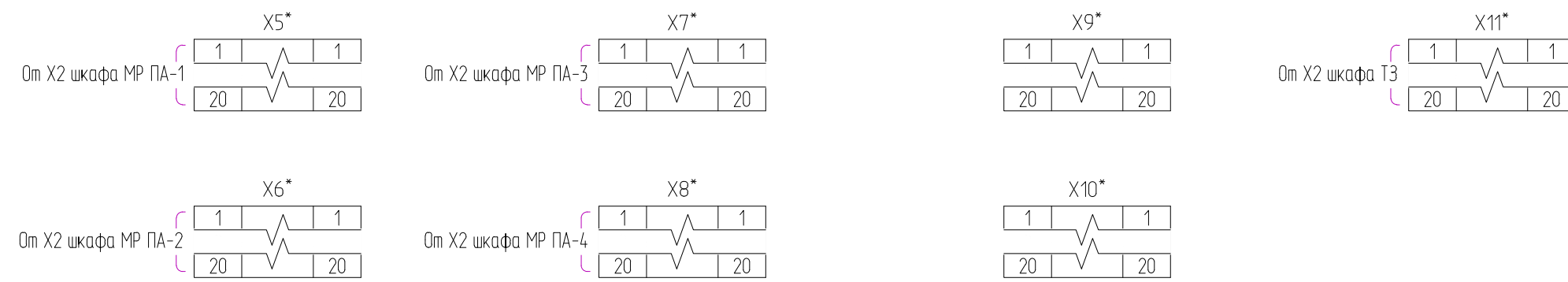
1	901	1
2	902	2
3		3
20		20

Рисунок 6.46. РУ ОШ. Шкаф тиристорного замыкателя. Типовая общая схема, типовое заполнение клеммников, типовой перечень элементов.



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 6 А, характеристика С	1	
SF2	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 3 А, характеристика С	1	
SF3	Выключатель автоматический, для переменного тока, 2П, 3 А, характеристика С	1	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	20	
X2	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	10	
X3	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	70	
X4	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 16 мм <sup>2</sup> , 3 контакта, 1000 В	7	
X5 - X11	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера	70	

Центральная монтажная панель



\* - заполнение клеммников X5 - X11 аналогично заполнению клеммников X2 в соответствующей ячейке

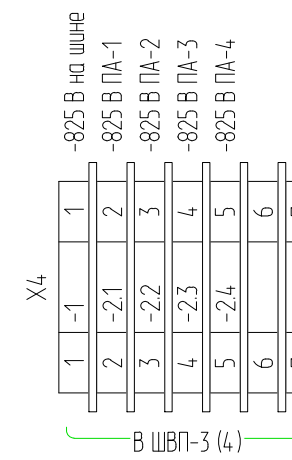
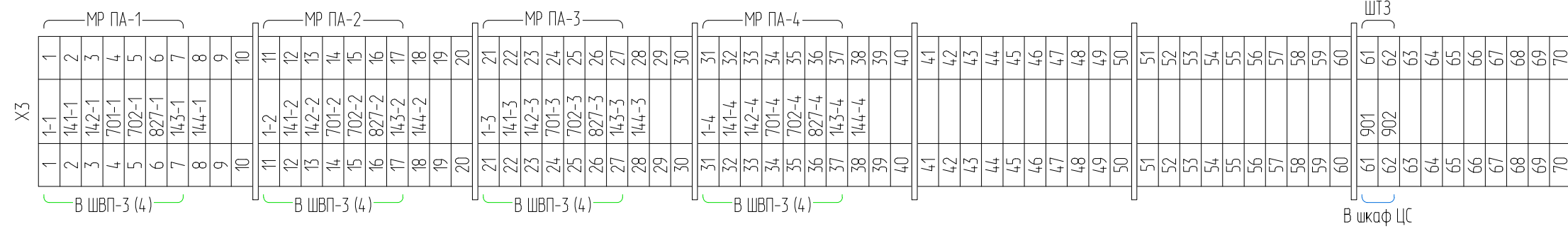
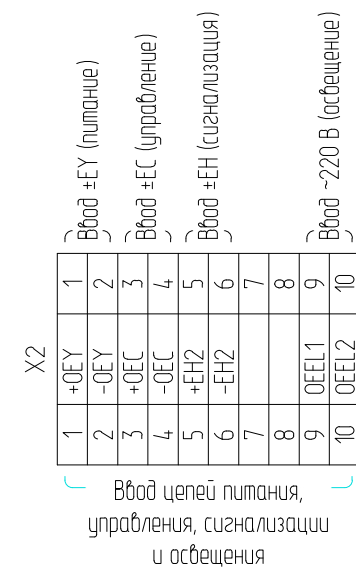
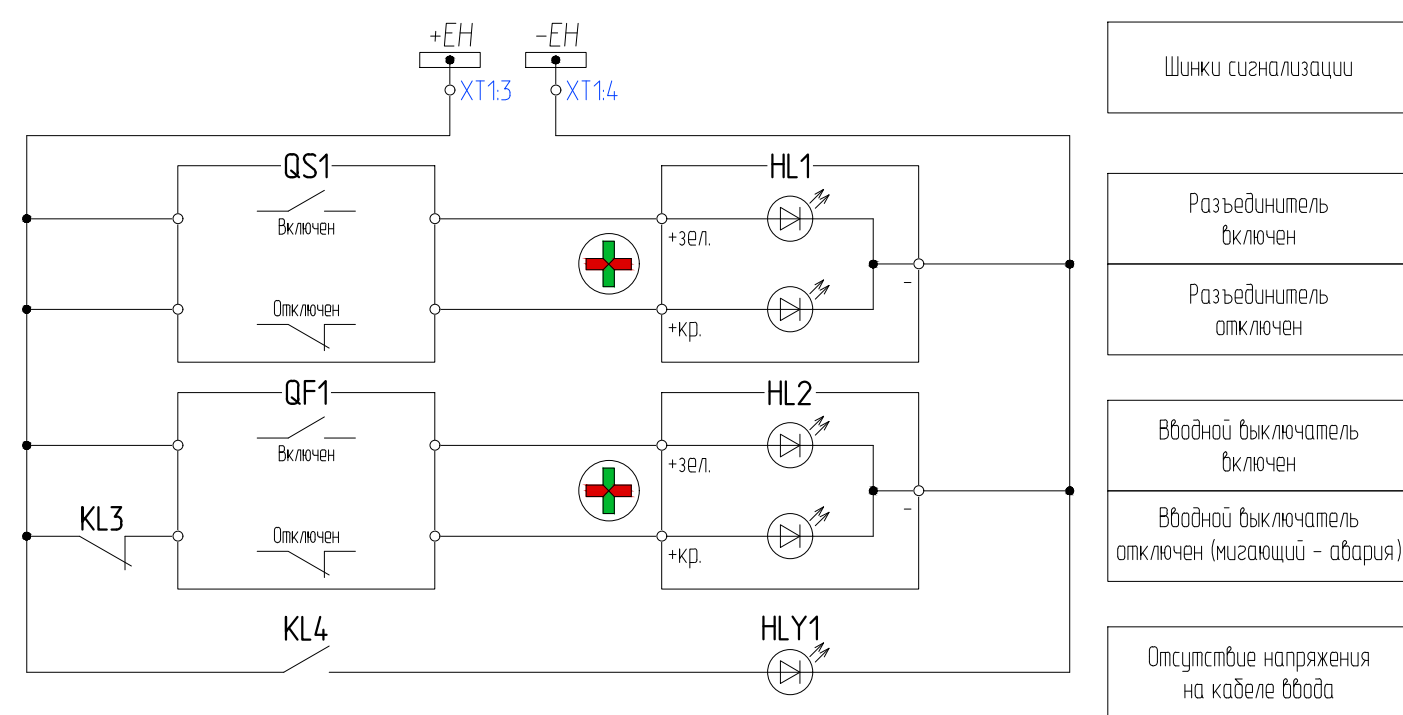
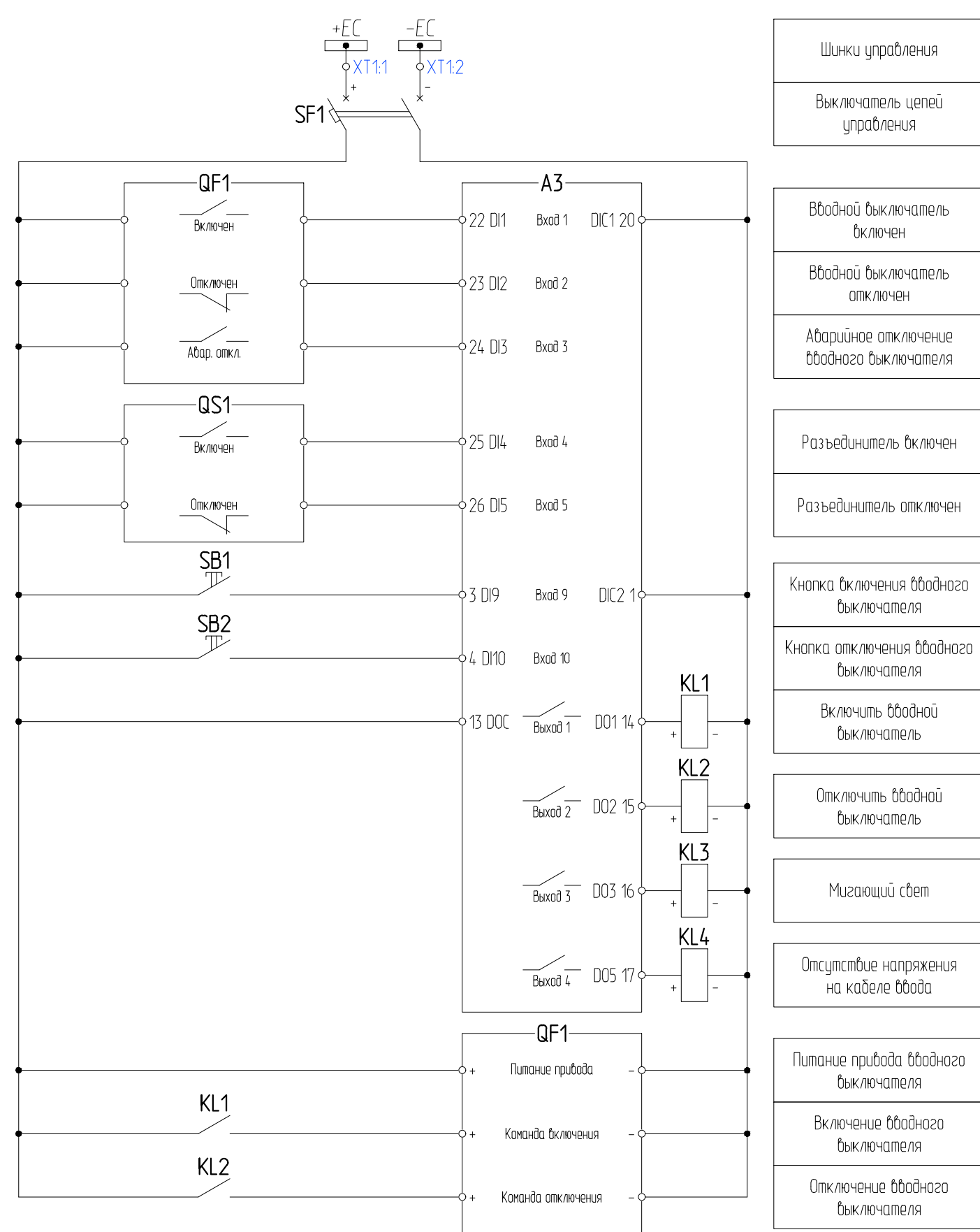
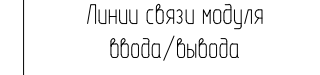
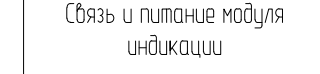
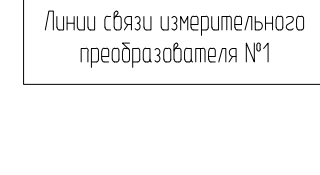
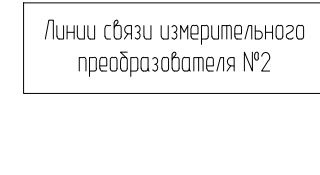
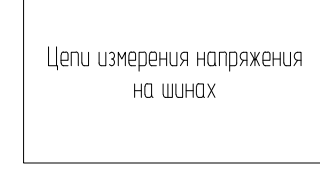
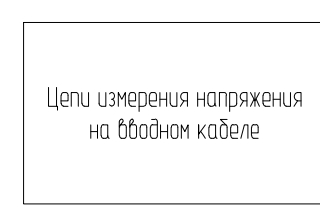
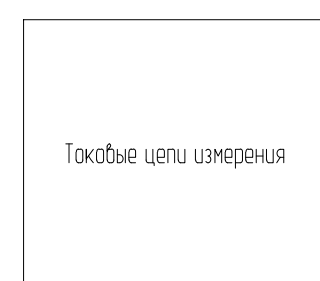
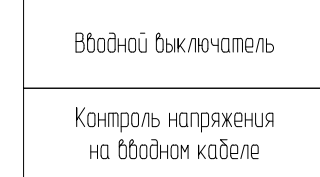
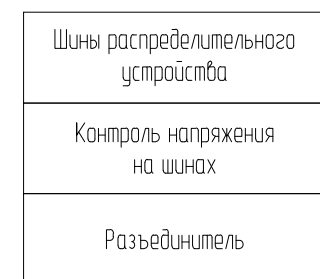
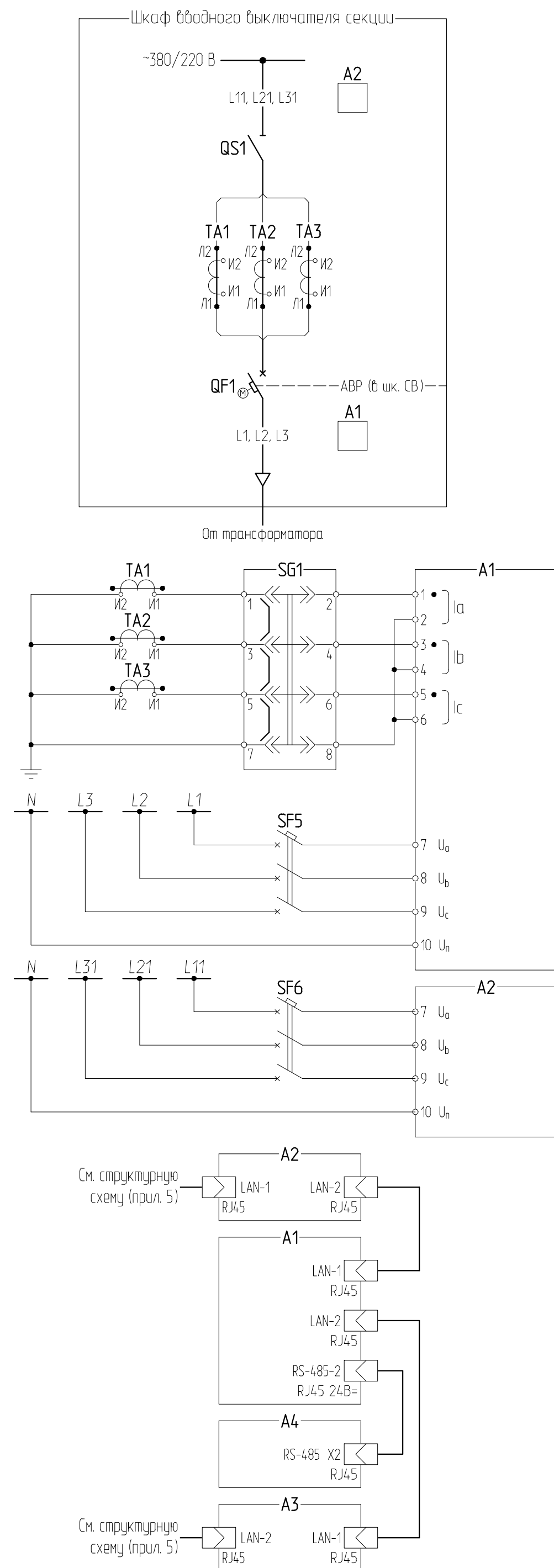


Рисунок 6.47. РУ ОШ. Шкаф внешних подключений ШВП-5. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов, типовое заполнение клеммников.



Поз обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1, A2	Измерительный преобразователь ЭНИП-2-45/380-220-A2E4x2-21(220)	2	
A3	Модуль ввода/вывода ЭНМВ-1-16(220)/6-220-A2E4x2	1	
A4	Модуль индикации ЭНМИ-5-24-2	1	
HL1, HL2	Светодиодный индикатор положения, красный - зеленый, ~220 В	2	
HLY1	Лампа светодиодная сигнальная желтая, ~220 В	1	
KL1 - KL4	Реле промежуточное, 2 ПК, 6 А, ~220 В	4	
QF1	Выключатель с моторным приводом	1	
QS1	Разъединитель	1	
SB1	Кнопка, черная, без фиксации, 1НО	1	
SB2	Кнопка, красная, без фиксации, 1НО	1	
SG1	Испытательный блок, 5-контактный, FAME 6/4+1	1	
	Рабочая крышка блока, FAME-WP 4+1	1	
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, ***А, С	1	*** - в соответствии с характеристиками моторных приводов выключателей
SF2 - SF4	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 2 А, С	3	
SF5, SF6	Выключатель автоматический, для переменного тока, 3П, 1 А, С	2	
XT1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	10	

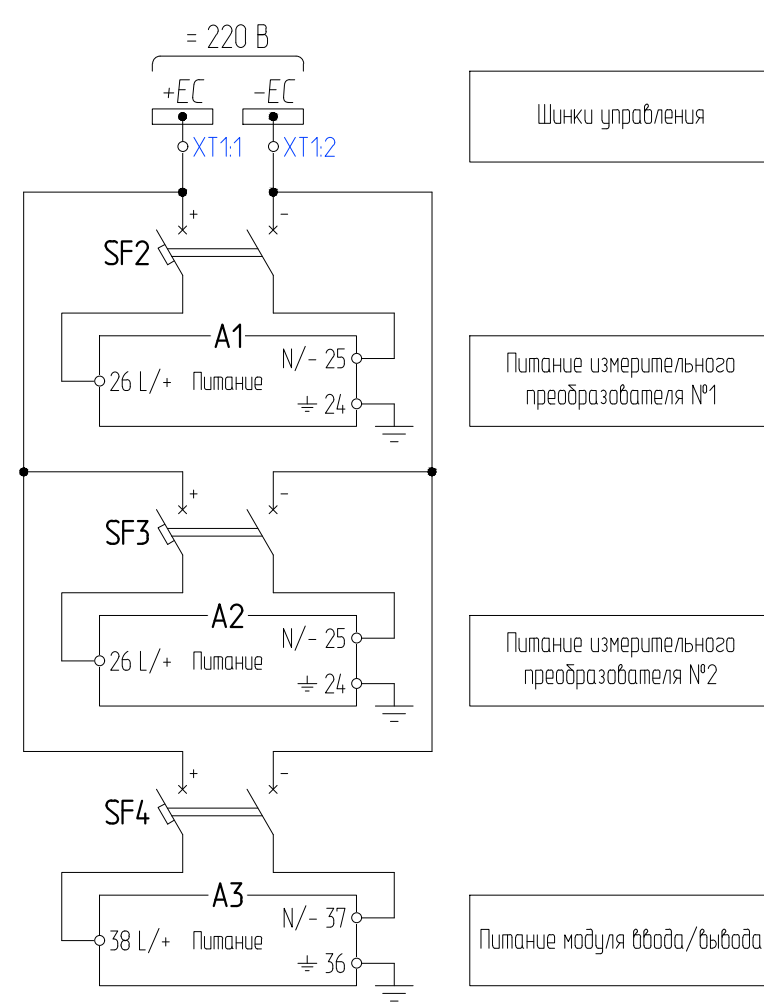
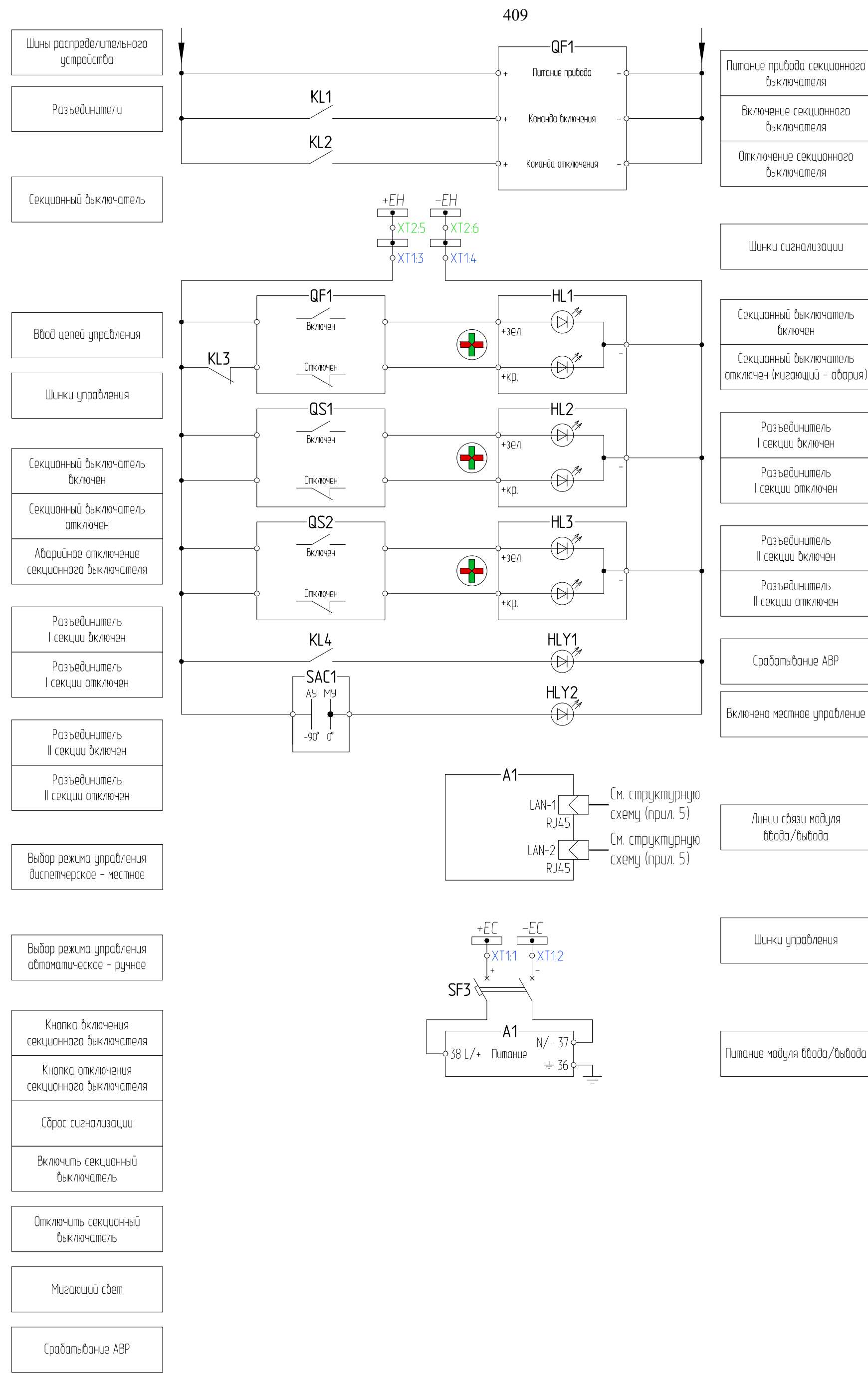
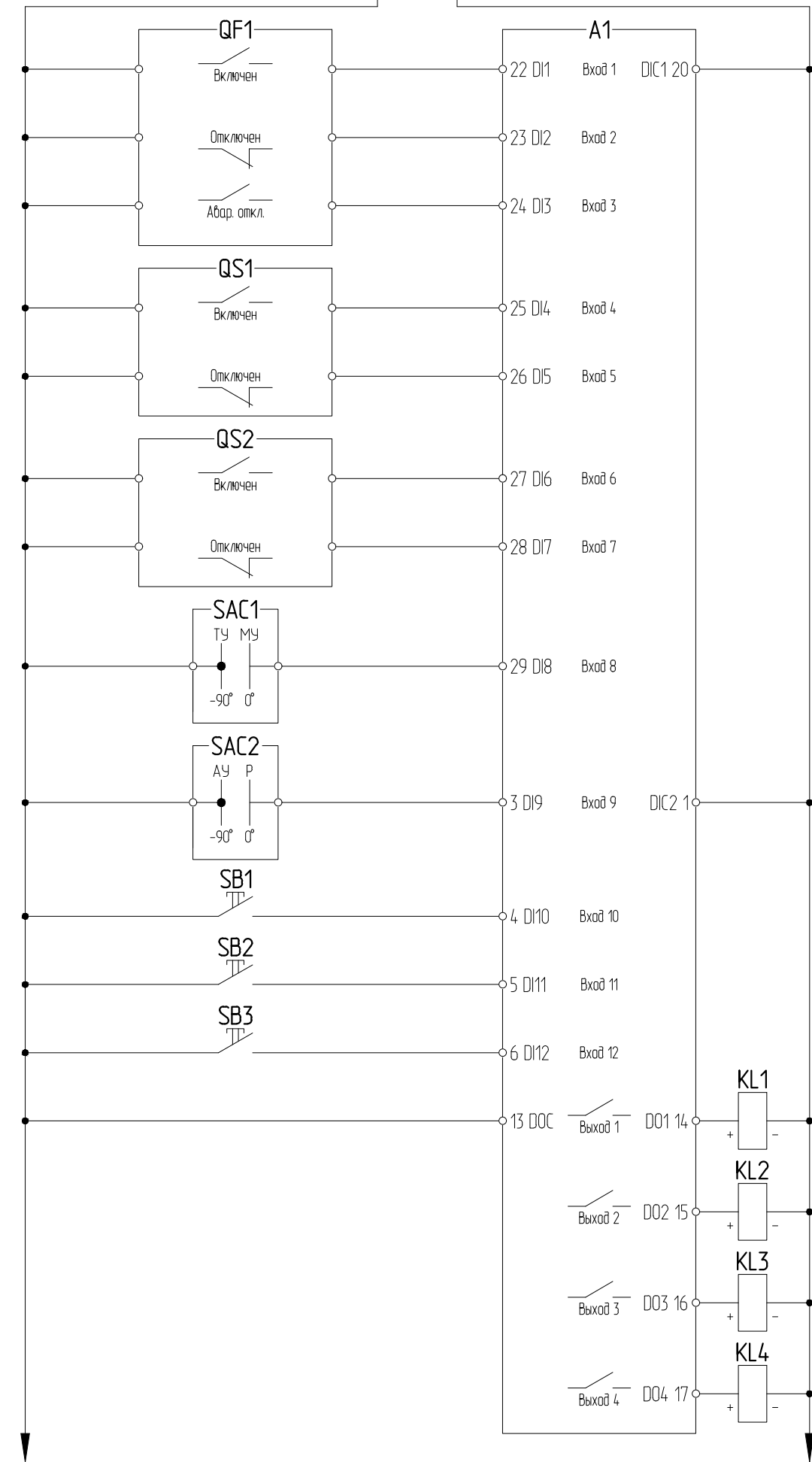
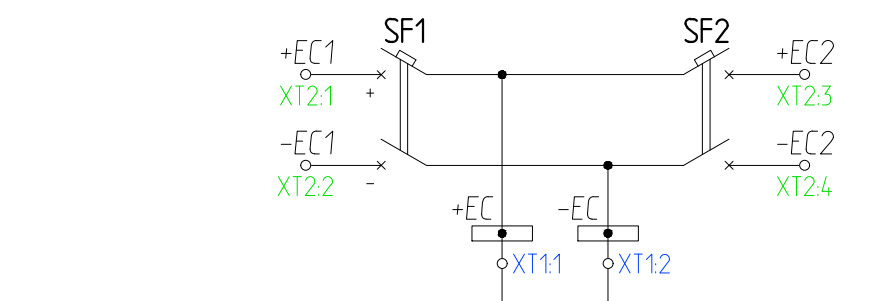
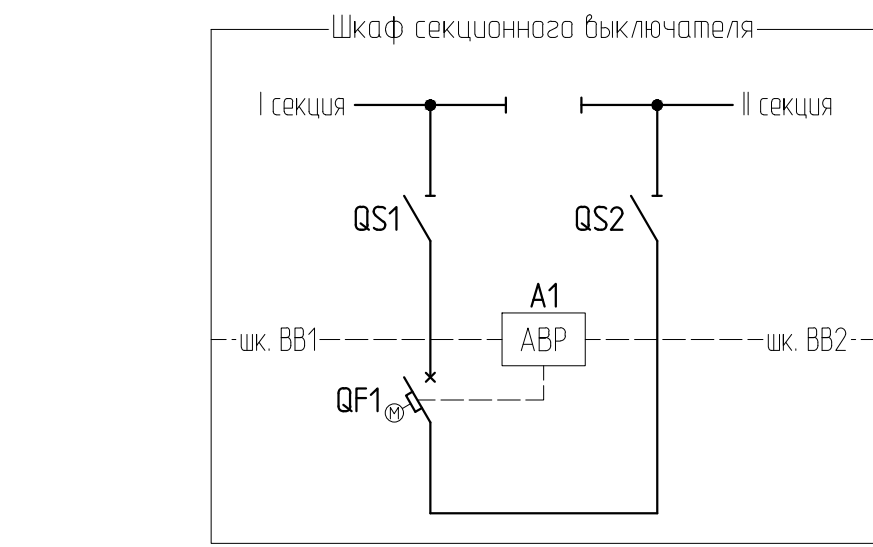
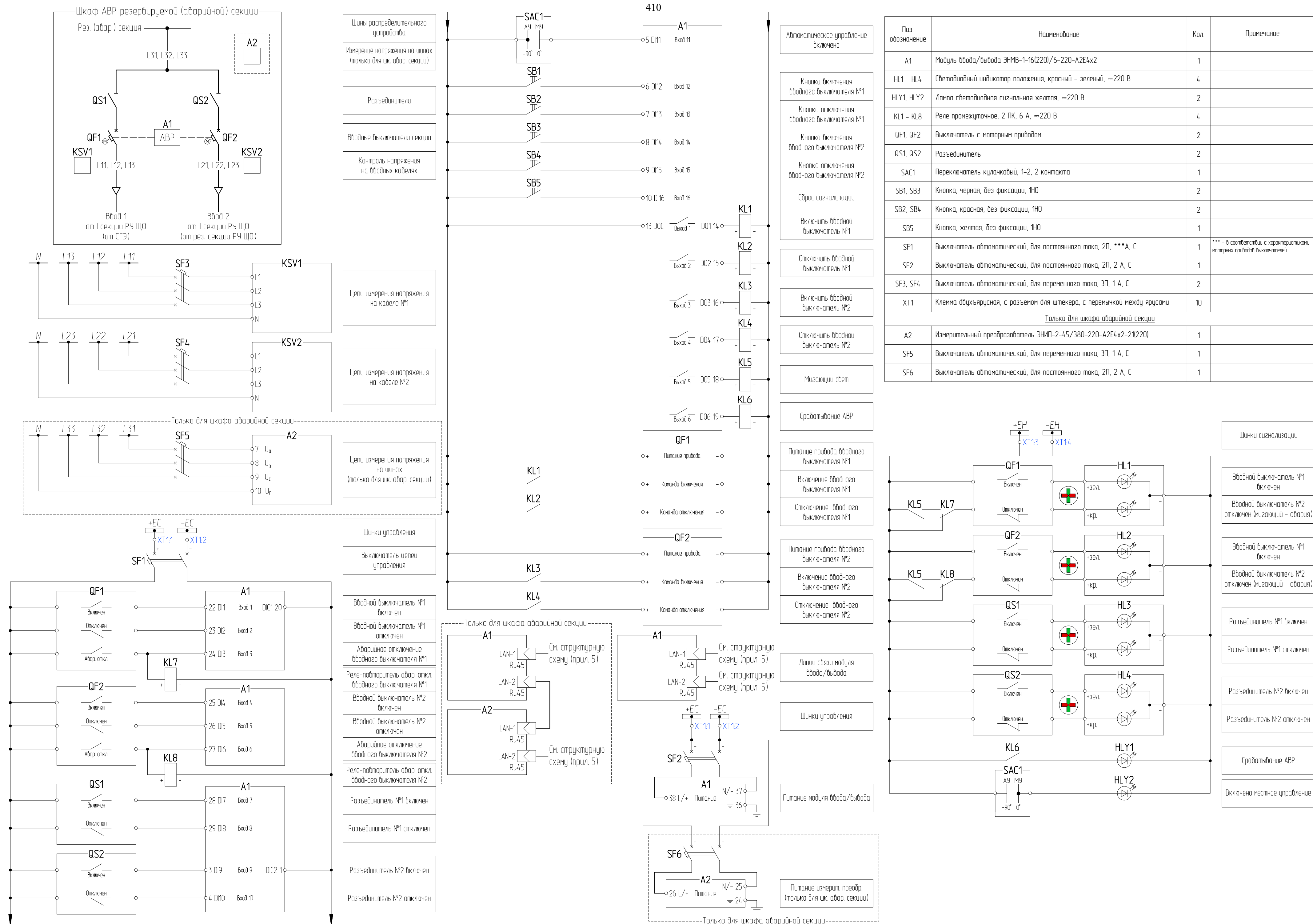


Рисунок 6.48. Низковольтные РУ. Шкаф вводного выключателя секции. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.



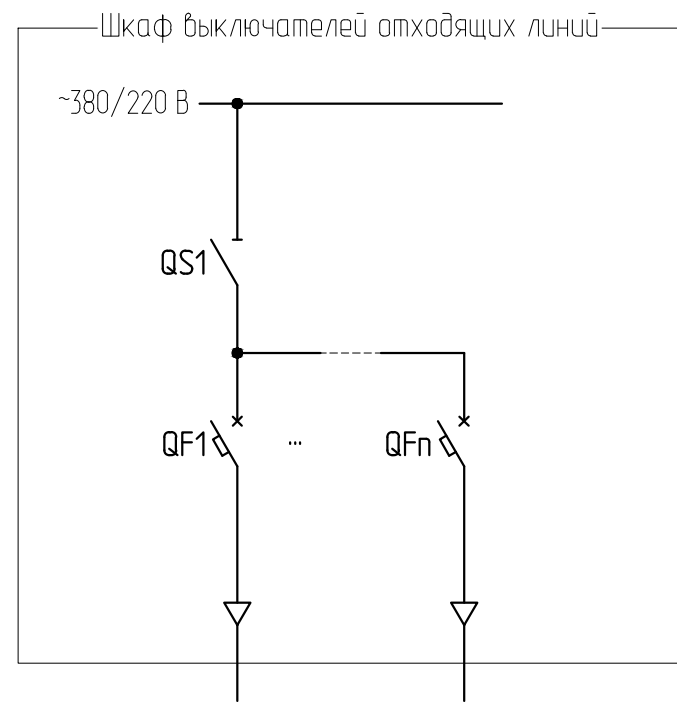
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Модуль ввода/вывода ЭНМВ-1-16(220)/6-220-A2E4x2	1	
HL1 - HL3	Светодиодный индикатор положения, красный - зеленый, ~220 В	3	
HLY1, HLY2	Лампа светодиодная сигнальная желтая, ~220 В	2	
KL1 - KL4	Реле промежуточное, 2 ПК, 6 А, ~220 В	4	
QF1	Выключатель с моторным приводом	1	
QS1, QS2	Разъединитель	2	
SAC1, SAC2	Переключатель кулачковый, 1-2, 2 контакта	2	
SB1	Кнопка, черная, без фиксации, 1НО	1	
SB2	Кнопка, красная, без фиксации, 1НО	1	
SB3	Кнопка, желтая, без фиксации, 1НО	1	
SF1, SF2	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, ***А, С	2	*** - в соответствии с характеристиками моторных приводов выключателей
SF3	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 2 А, С	1	
XT1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	10	
XT2	Клемма винтовая для проводов сечением до 4 мм <sup>2</sup> , 2 контакта	10	

Рисунок 6.49. Низковольтные РУ. Шкаф секционного выключателя. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Модуль ввода/вывода ЭНМВ-1-16(220)/6-220-A2E4x2	1	
HL1 - HL4	Светодиодный индикатор положения, красный - зеленый, =220 В	4	
HLY1, HLY2	Лампа светодиодная сигнальная желтая, =220 В	2	
KL1 - KL8	Реле промежуточное, 2 ПК, 6 А, =220 В	4	
QF1, QF2	Выключатель с моторным приводом	2	
QS1, QS2	Разъединитель	2	
SAC1	Переключатель кулачковый, 1-2, 2 контакта	1	
SB1, SB3	Кнопка, черная, без фиксации, 1НО	2	
SB2, SB4	Кнопка, красная, без фиксации, 1НО	2	
SB5	Кнопка, желтая, без фиксации, 1НО	1	
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, ***А, С	1	*** - в соответствии с характеристиками моторных приводов выключателей
SF2	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 2 А, С	1	
SF3, SF4	Выключатель автоматический, для переменного тока, 3П, 1 А, С	2	
XT1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	10	
Только для шкафа аварийной секции			
A2	Измерительный преобразователь ЭНИП-2-45/380-220-A2E4x2-21(220)	1	
SF5	Выключатель автоматический, для переменного тока, 3П, 1 А, С	1	
SF6	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 2 А, С	1	

Рисунок 6.50. Низковольтные РУ. Шкаф АВР резервируемой (аварийной) секции. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.

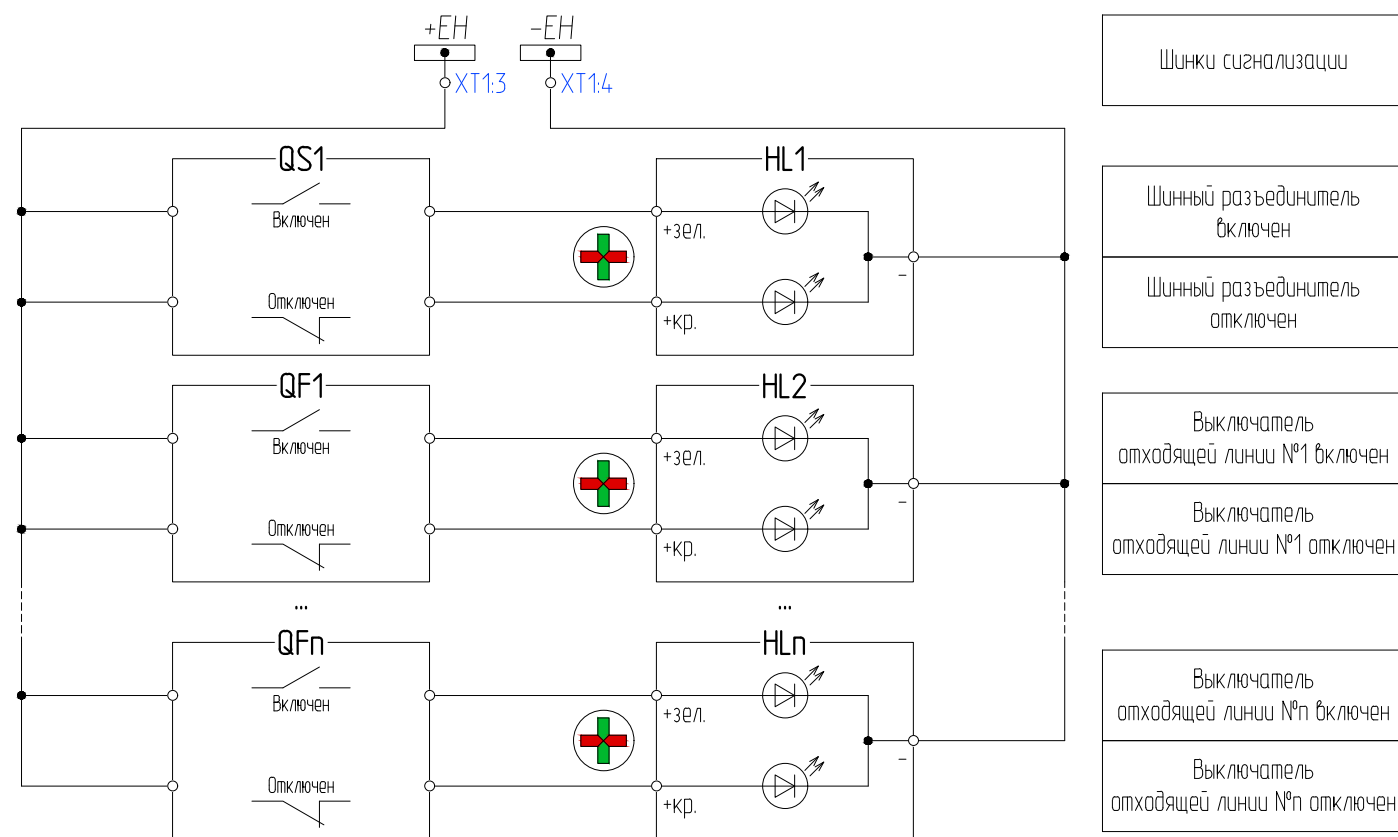


Шины распределительного устройства

Шинный разъединитель

Выключатели отходящих линий

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
HL1 - HLn	Светодиодный индикатор положения, красный - зеленый, =220 В	***	*** - в соответствии с опросным листом
QF1 - QFn	Выключатель	***	*** - в соответствии с опросным листом
XT1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	10	



Шинки сигнализации

Шинный разъединитель  
включен

Шинный разъединитель  
отключен

Выключатель  
отходящей линии №1 включен

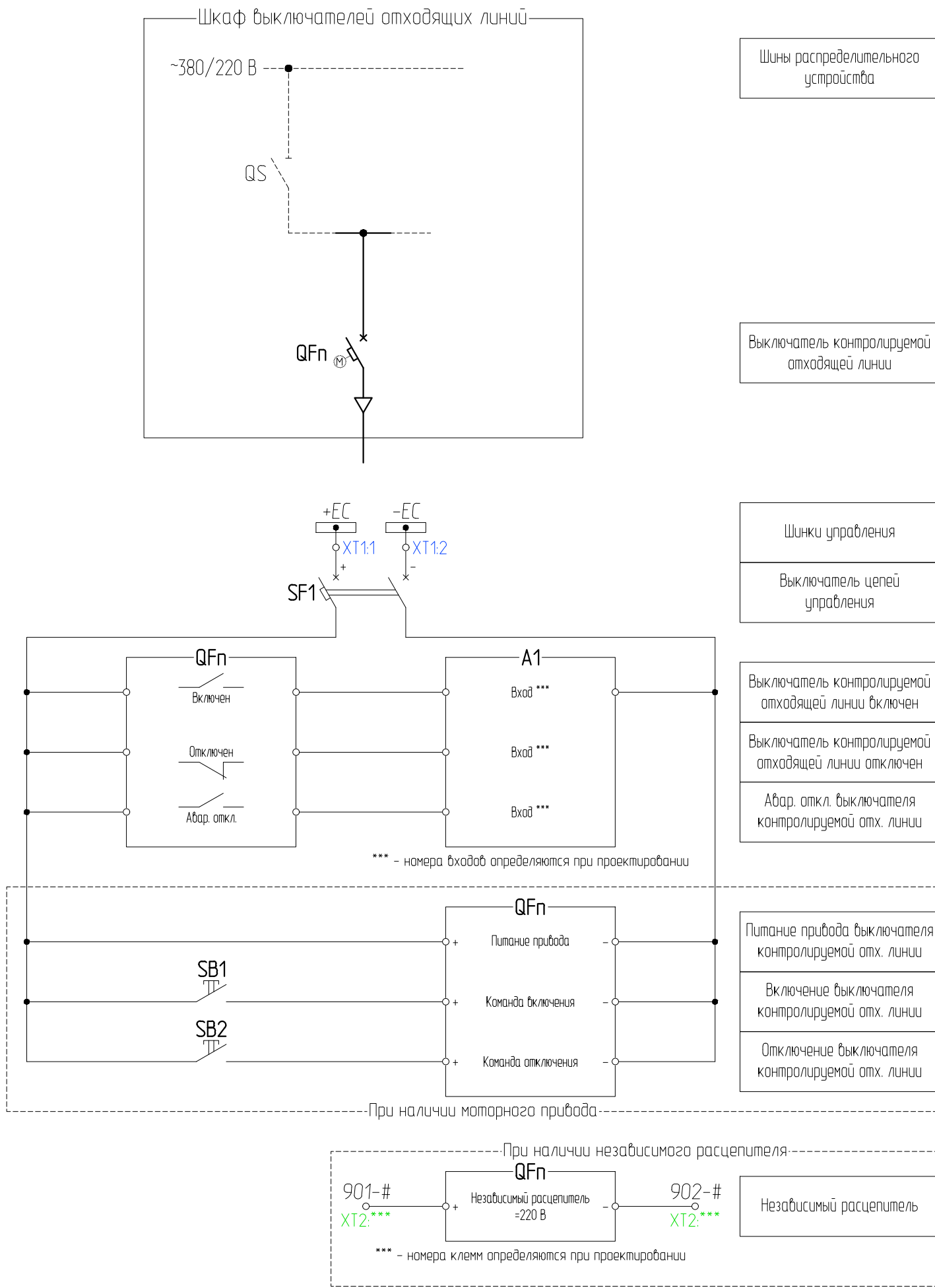
Выключатель  
отходящей линии №1 отключен

Выключатель  
отходящей линии №n включен

Выключатель  
отходящей линии №n отключен

Рисунок 6.51. Низковольтные РУ. Шкаф выключателей отходящих линий. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.





Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Модуль ввода/вывода ЭНМВ-1-16(220)/6-220-A2E4x2	1	
HLn	Светодиодный индикатор положения, красный - зеленый, =220 В	***	*** - в соответствии с опросным листом
QFn	Выключатель (с моторным приводом***), (с независимым расцепителем***)	***	*** - в соответствии с опросным листом
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, ***А, С	1	*** - в соответствии с характеристиками моторных приводов выключателей
SF2	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 2 А, С	1	
XT1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	10	
XT2	Клемма винтовая для проводов сечением до 4 мм <sup>2</sup> , 2 контакта	n	

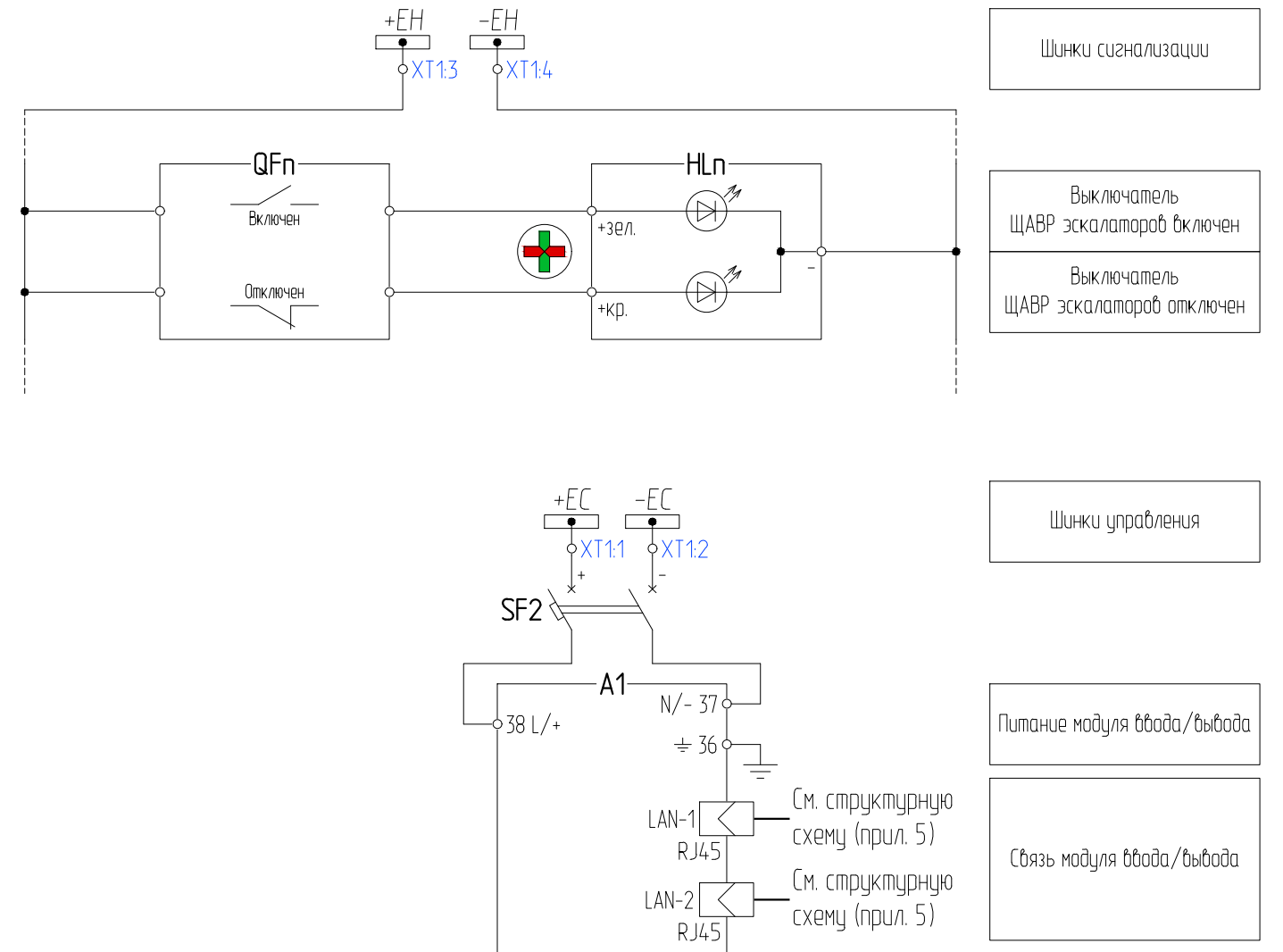
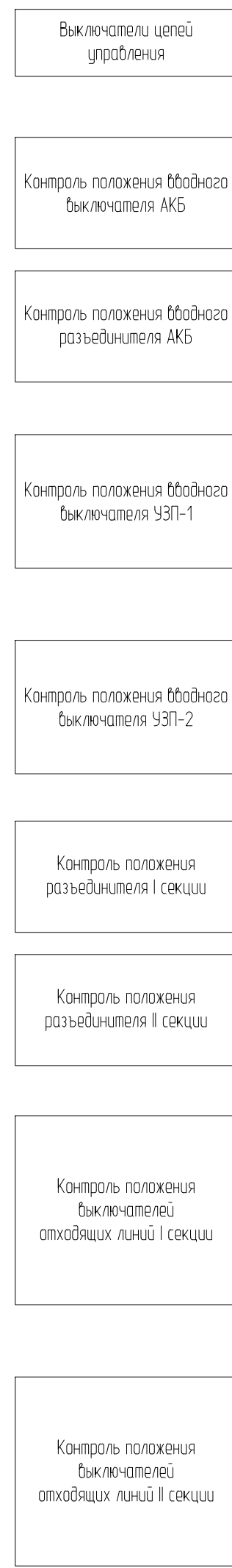
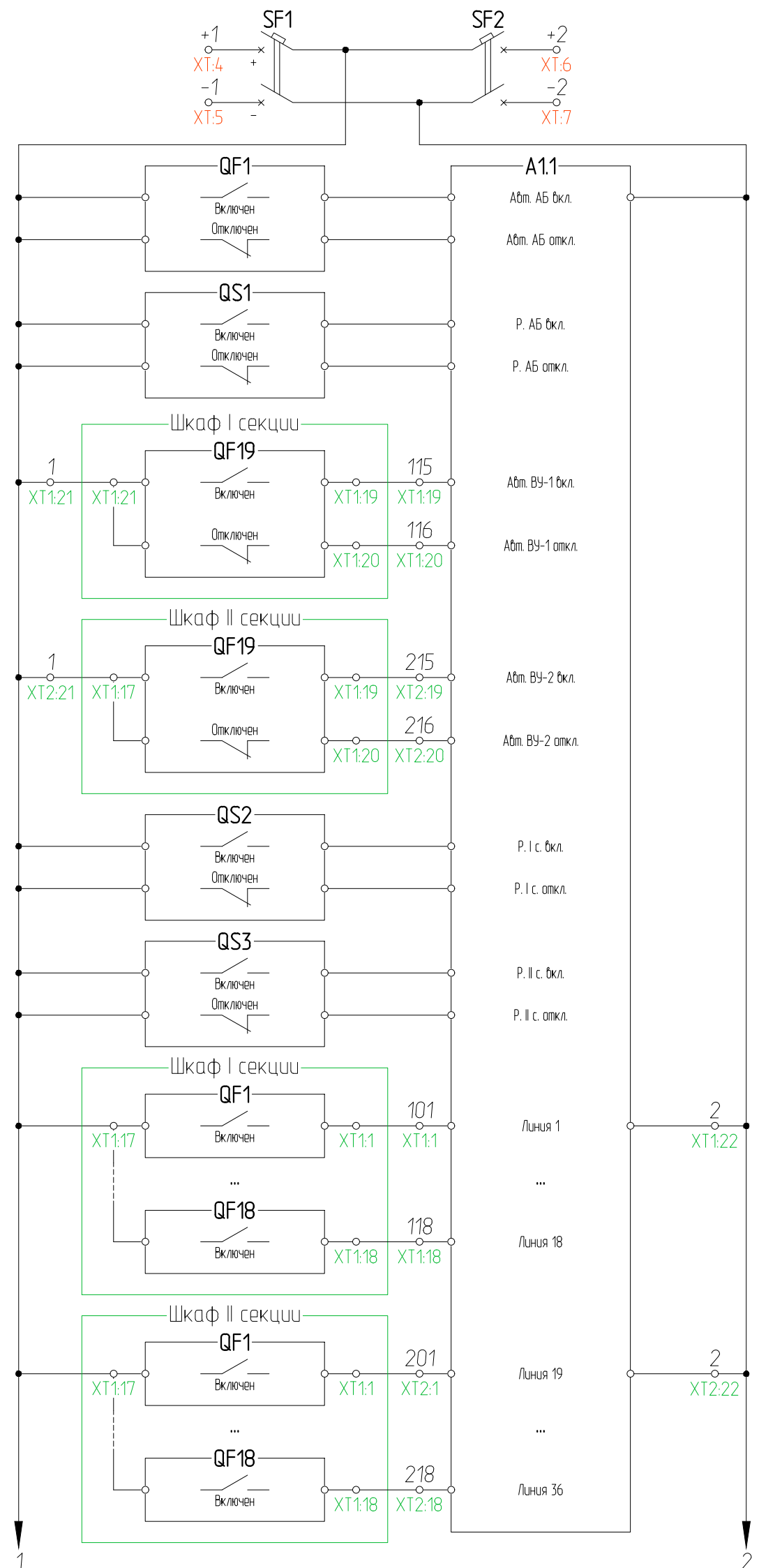
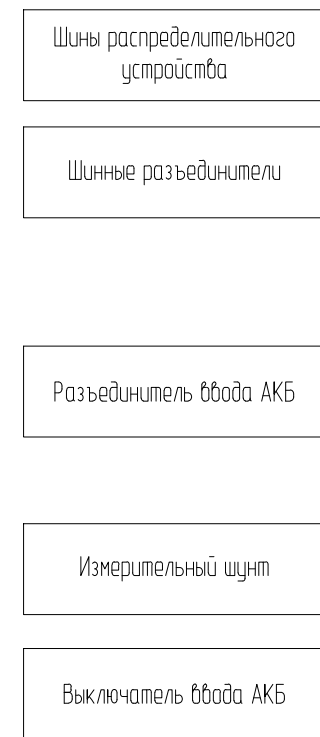
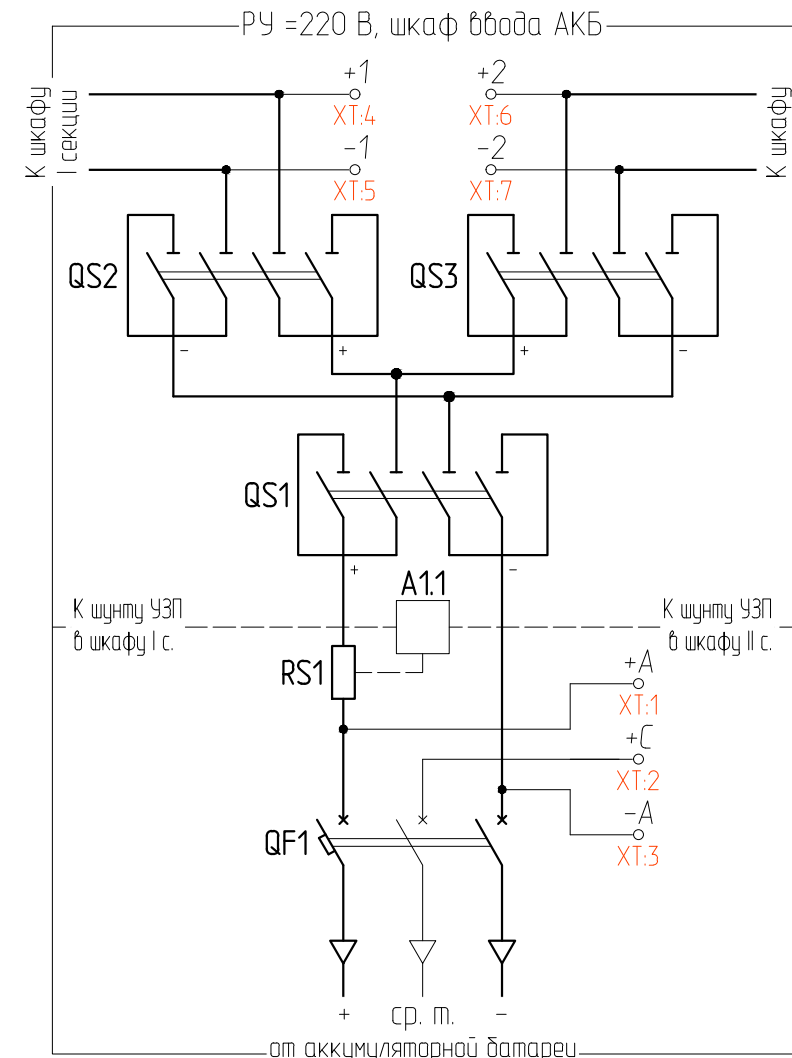


Рисунок 6.52. Низковольтные РУ. Выключатель контролируемой отходящей линии. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.





Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A11	Микропроцессорное устройство мониторинга системы постоянного оперативного тока Сирус-2-ММ-КИ-И5-TX	1	
A12	Модуль датчика температуры ТЕМПМТ	1	Комплектно с А11
A13 - A15	Модуль тока ТОКМТ	3	Комплектно с А11
HL1 - HL4	Светодиодный индикатор положения, красный - зеленый, =220 В	4	
HLY1, HLY2	Лампа светодиодная сигнальная желтая, =220 В	2	
QF1	Выключатель	1	
QS1 - QS3	Разъединитель	3	
R1 - R3	Резистор, 10 кОм	3	
RS1	Шунт *** А/75мВ	1	*** - номинальный ток - по опросному листу
SF1, SF2	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 10 А, С	1	
SF2	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 2 А, С	1	
X01	Оптический кросс	1	
XT	Клемма винтовая для проводов сечением до 4 мм², 2 контакта	10	
XT1	Клемма с разъемом для штекера	20	
XT2	Клемма с разъемом для штекера	20	

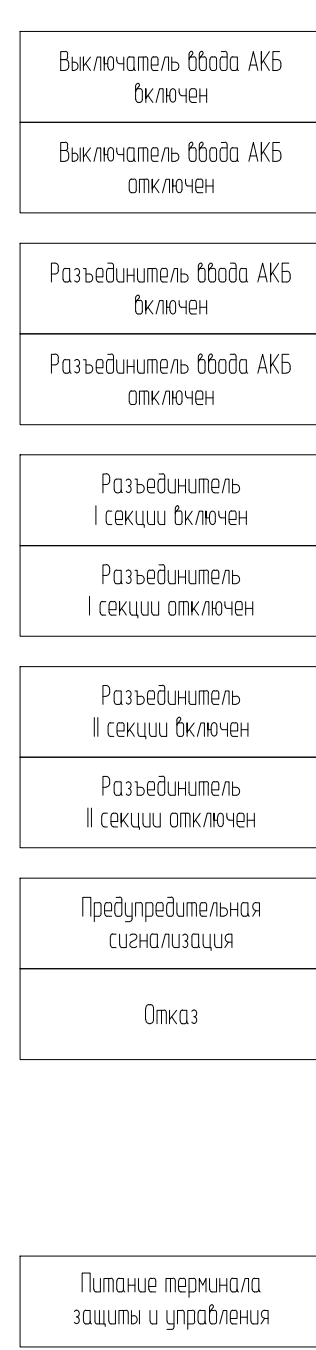
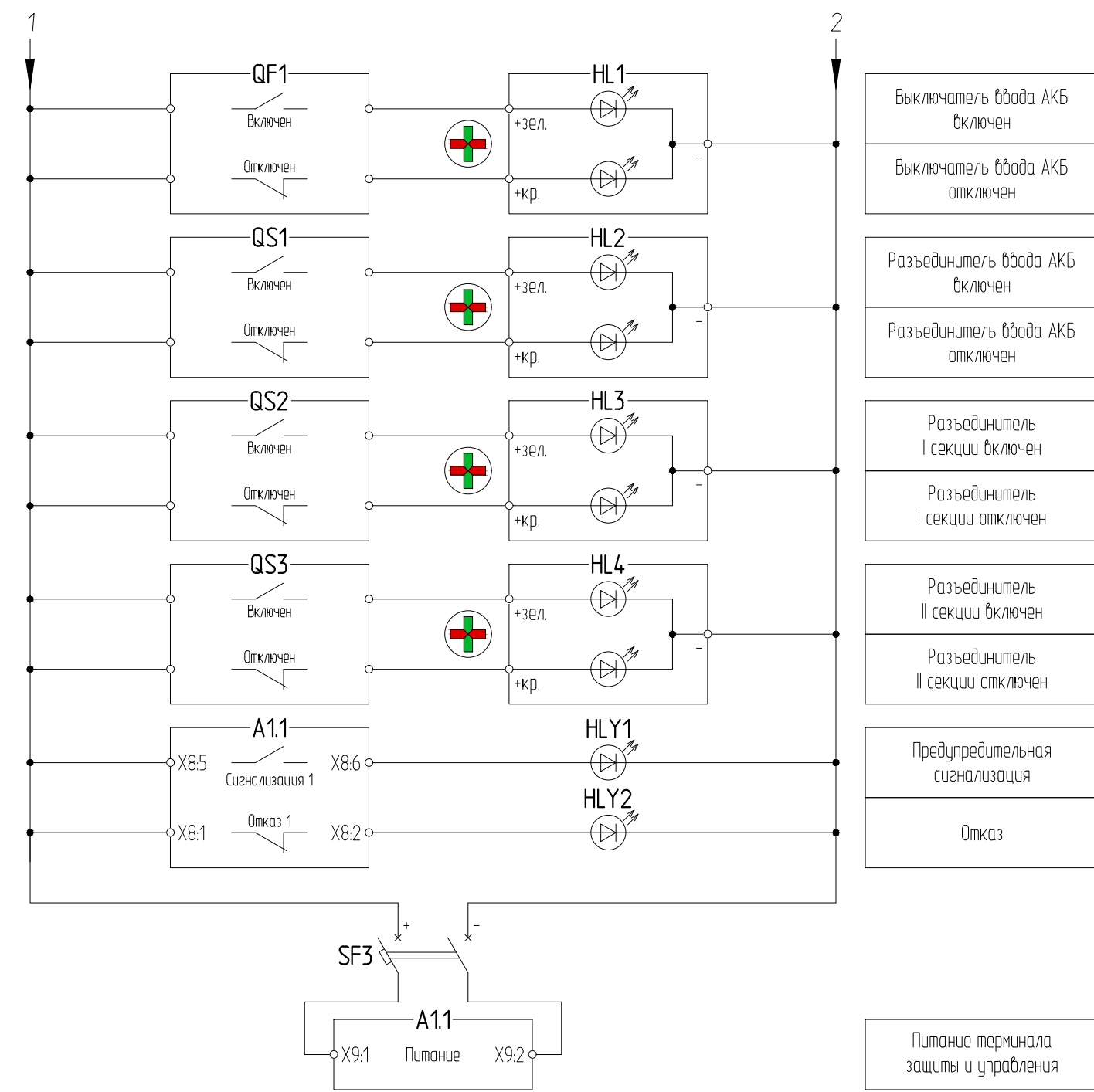
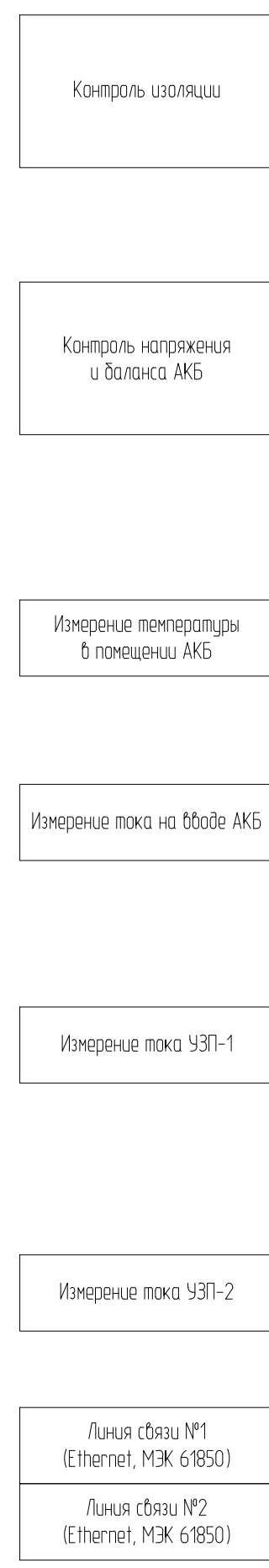
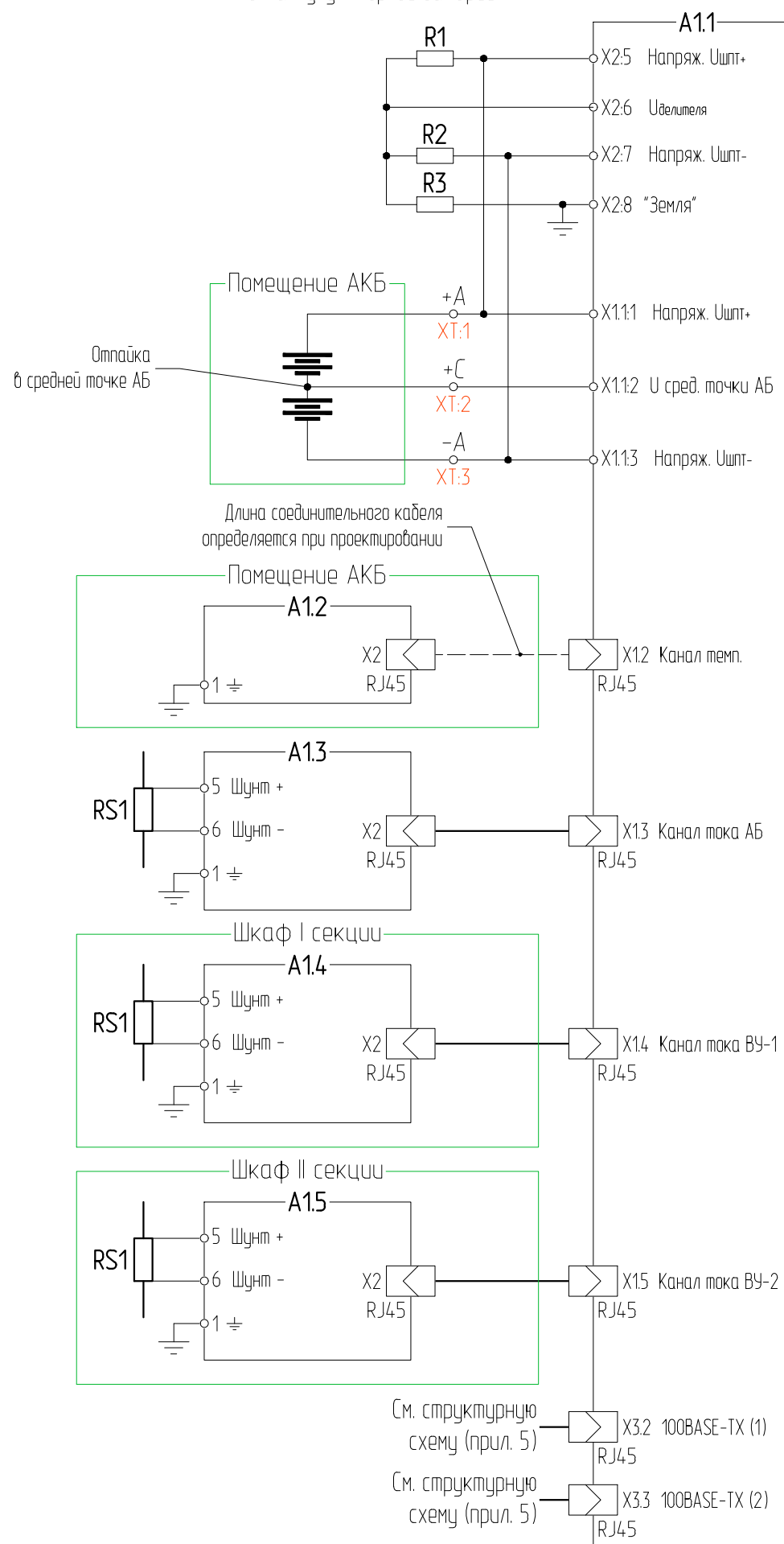
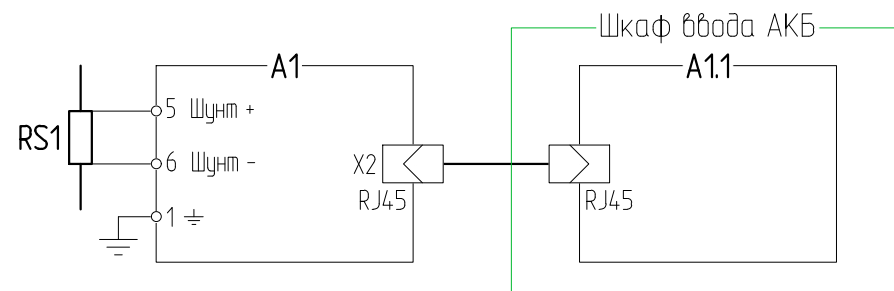
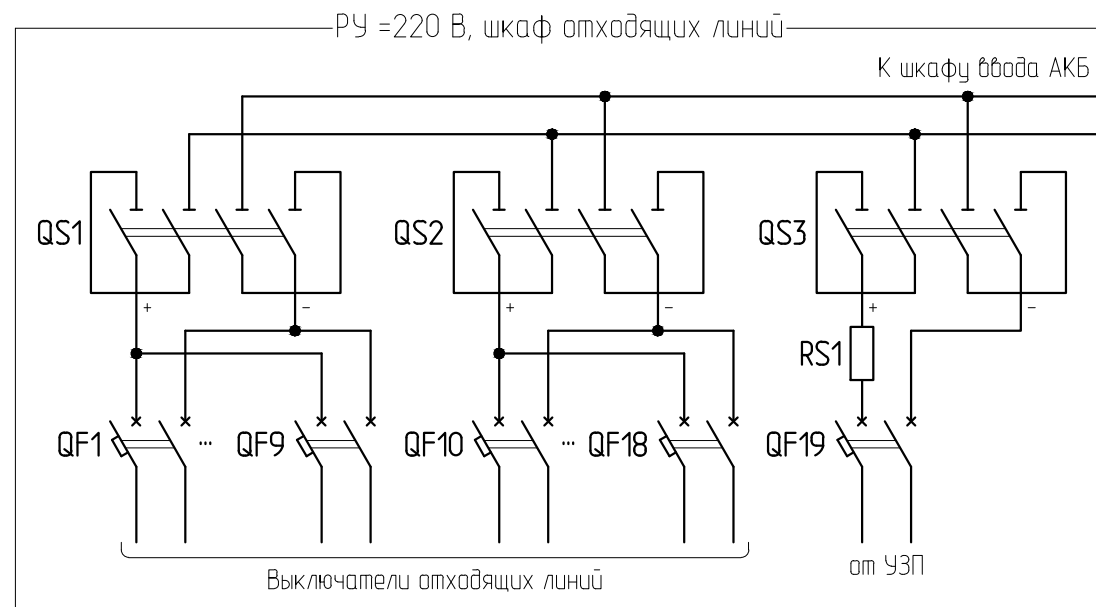


Рисунок 6.53. Низковольтные РУ. Шкаф ввода аккумуляторной батареи. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.



Шины распределительного устройства

Разъединители

Измерительный шунт

Выключатели

Измерение тока УЗП

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Модуль тока ТОКМПТ	3	учтен в перечне элементов шкафа ввода АКБ
HL1 - HL22	Светодиодный индикатор положения, красный - зеленый, =220 В	22	
QF1 - QF19	Выключатель	15	
QS1 - QS3	Разъединитель	3	
RS1	Шунт *** А/75мВ	1	*** - номинальный ток - по опросному листу
XT1	Клемма с разъемом для штекера	30	

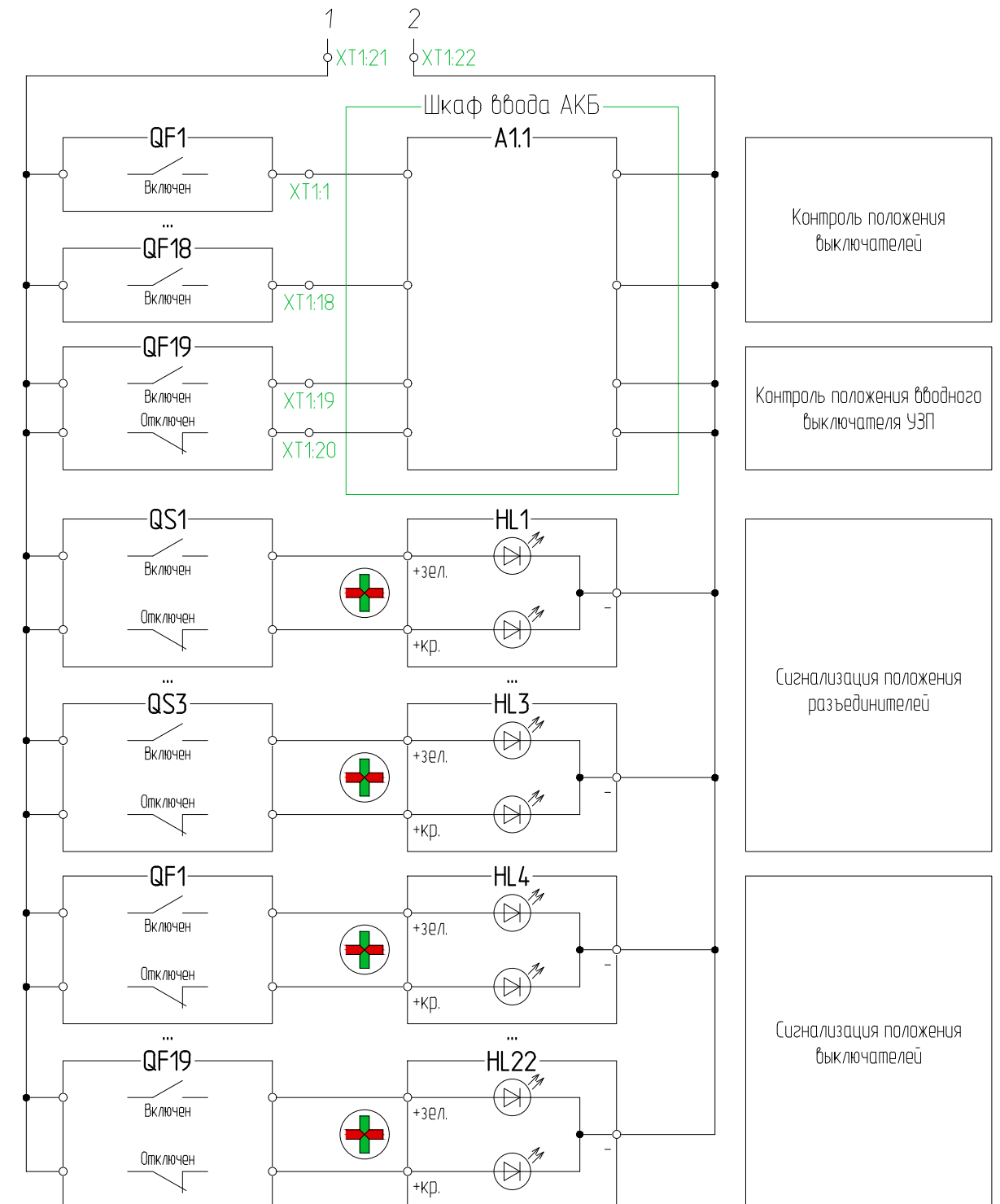


Рисунок 6.54. Низковольтные РУ. Шкаф отходящих линий РУ постоянного тока. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов.

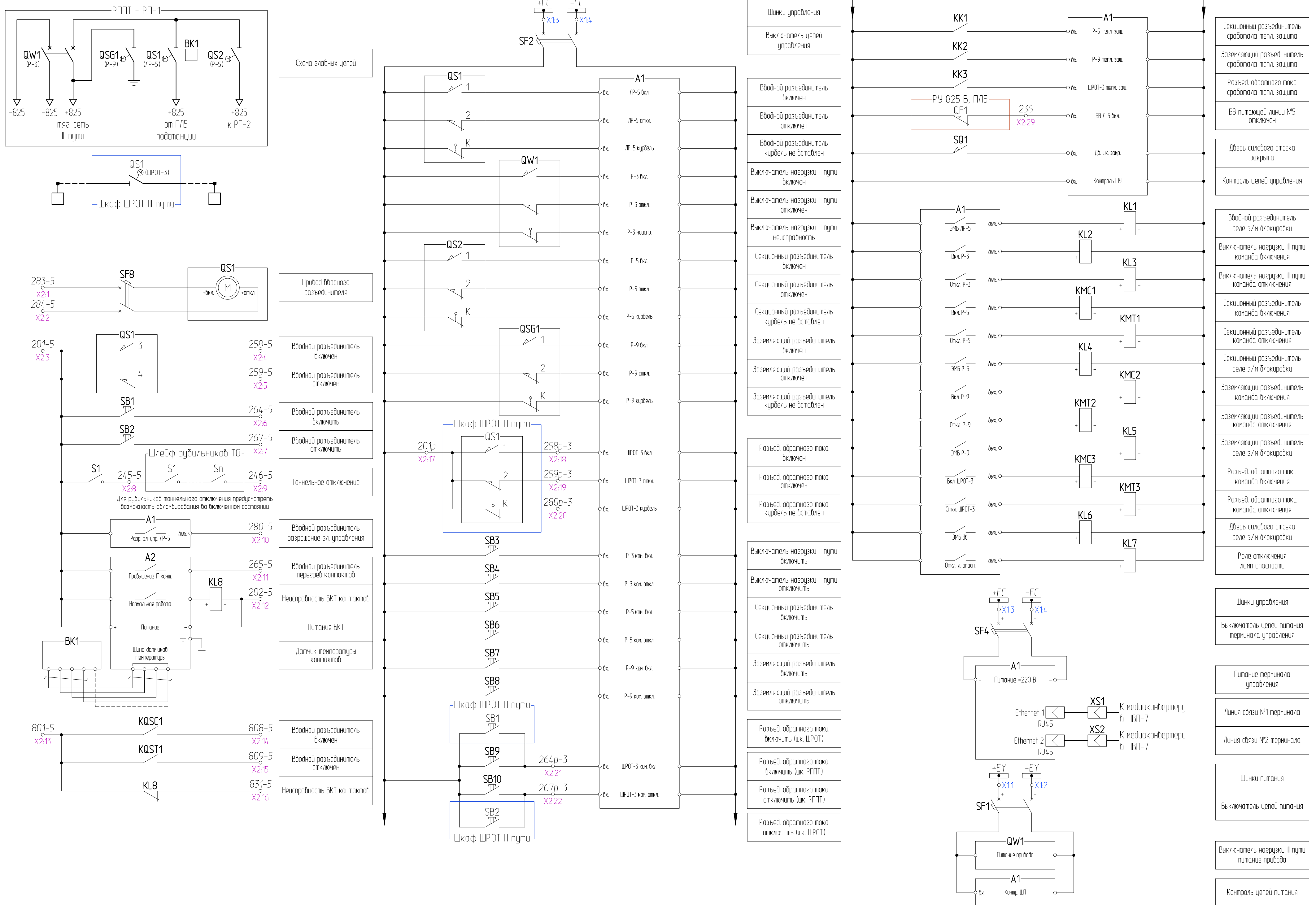
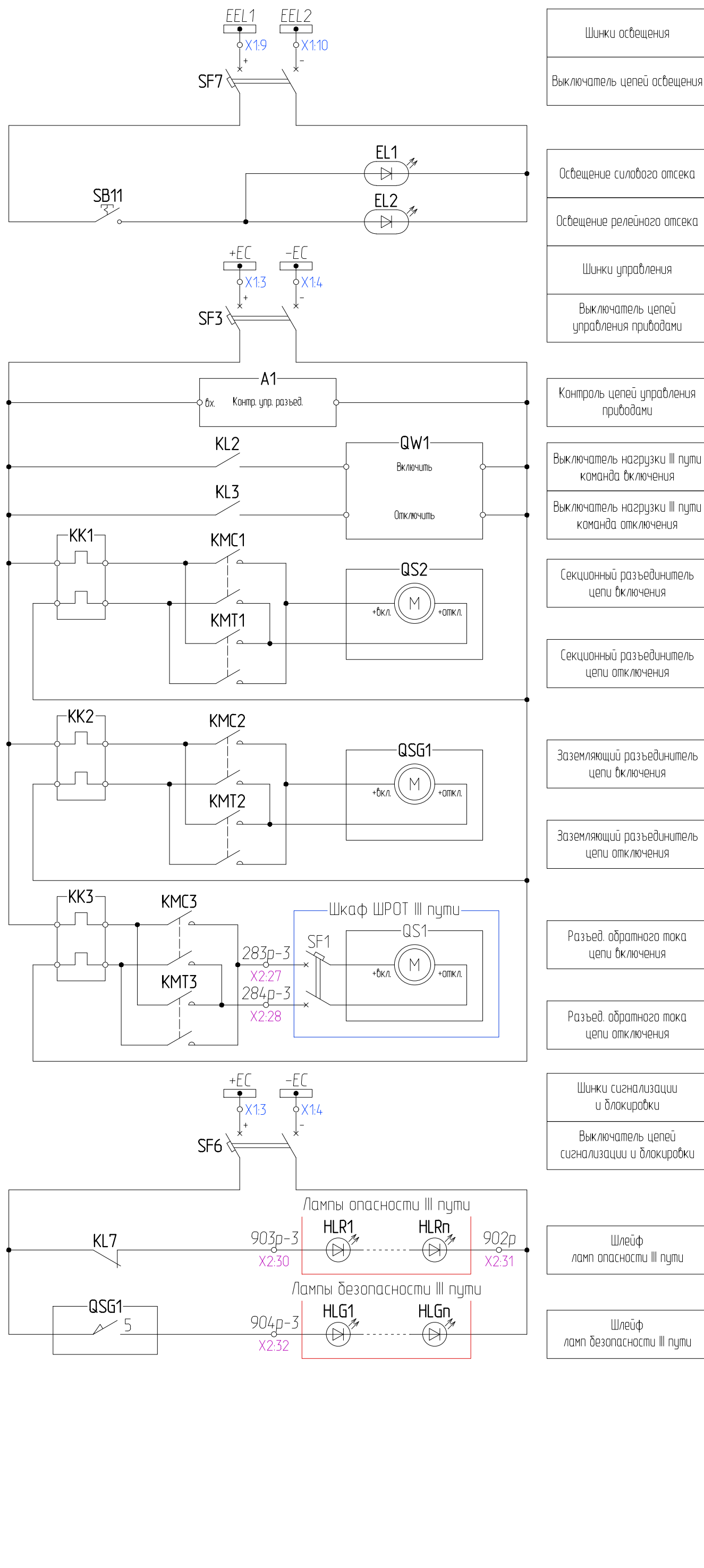
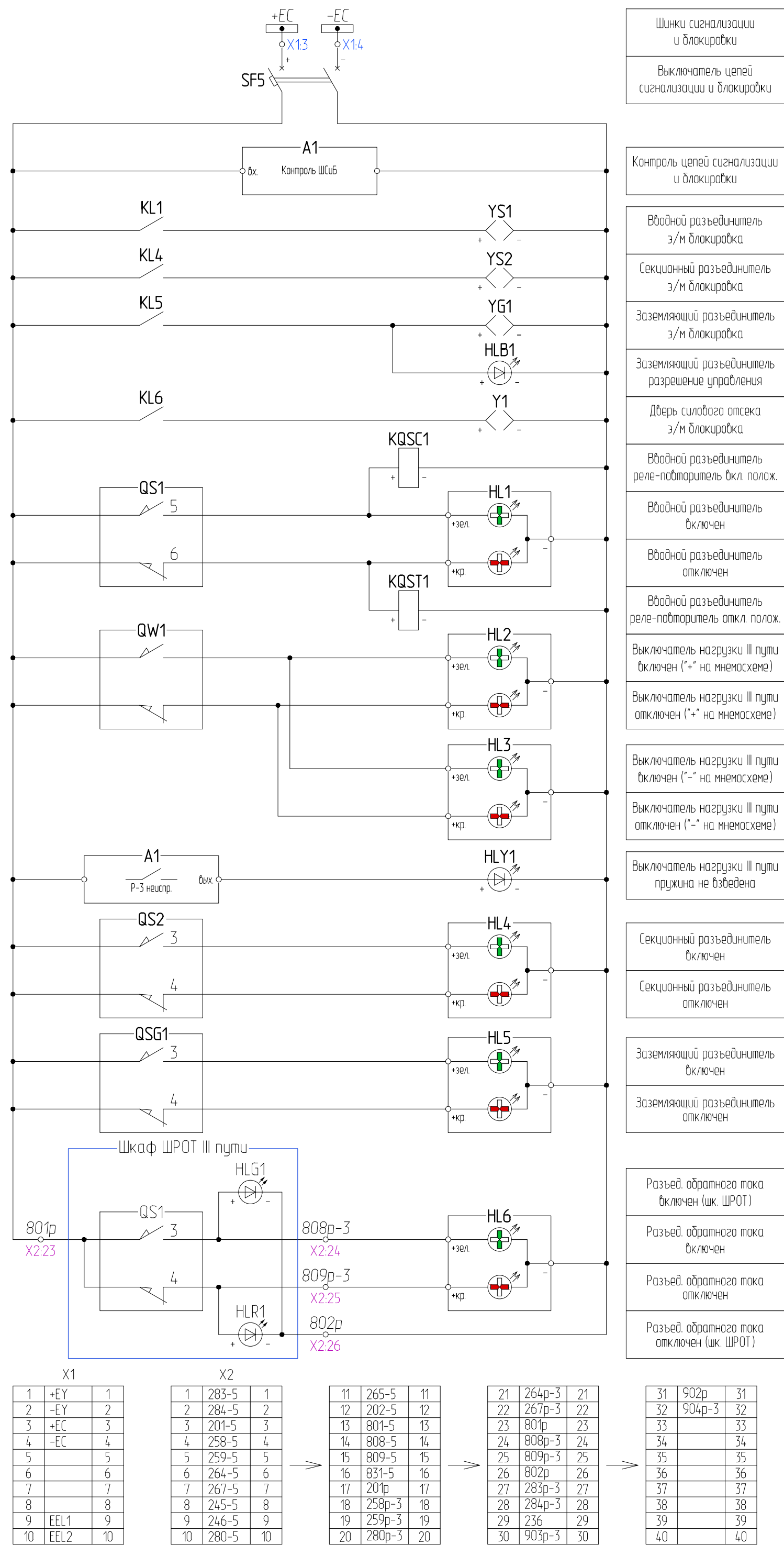


Рисунок 6.55. Тоннельное оборудование. Распределительный пункт питания тупиков. Шкаф РП-1. Типовая электрическая схема.



Поз обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Цифровой терминал управления разъединителями ИнТер-825	1	
A2	Блок контроля температуры контактов	1	
BK1	Датчик температуры, бесконтактный	1	
EL1, EL2	Светильник полупроводниковый, ~220 В	2	
HL1 – HL6	Светодиодный индикатор положения, красный – зеленый, ~220 В	6	
HLB1	Лампа светодиодная сигнальная синяя, ~220 В	1	
HLY1	Лампа светодиодная сигнальная желтая, ~220 В	1	
KK1 – KK3	Тепловое реле перегрузки	3	Номинал в соотв. с характеристиками приводов разъединителей
KL1 – KL6,	Реле промежуточное, 4 ПК, 6 А, ~220 В	7	
KL8			
KL7	Реле промежуточное, 1 ПК, 16 А, ~220 В	1	
KMC1 – KMC3,	Контактор, 3Р, 12 А, 5,5 кВт, ~220 В	6	
KMT1 – KMT3			
KQSC1, KQST1	Контактор вспомогательный, 4НО, ~220 В	2	
	Дополнительный контакт положения, 2НО-2НЗ	2	
QS1, QSG1,	Разъединитель	3	
QS2			
QW1	Выключатель нагрузки	1	
SB1, SB3, SB5,	Кнопка, черная, без фиксации, 1НО	5	
SB7, SB9			
SB2, SB4, SB6,	Кнопка, красная, без фиксации, 1НО	5	
SB8, SB10			
SB11	Кнопка, черная, с фиксацией, 1НО	1	
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 6 А, С	1	
SF2, SF5	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 3 А, С	2	
SF3	Автоматический выключатель, для постоянного тока, 2П, С	1	Номинал в соотв. с характеристиками приводов разъединителей
SF4	Автоматический выключатель, для постоянного тока, 2П, 1 А, С	1	
SF6	Автоматический выключатель, для постоянного тока, 2П, 10 А, С	1	
SF7	Автоматический выключатель, для переменного тока, 2П, 10 А, С	1	
SF8	Автоматический выключатель, для постоянного тока, 2П, С	1	Номинал в соотв. с характеристиками приводов разъединителей
SQ1	Концевой выключатель, 1НО+1НЗ	1	
X1	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, перемычка между ярусами, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	10	
X2	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	20	
XS1, XS2	Модуль распределительный на DIN-рейку с разъемом RJ-45	2	
YS1, YS2,	Замок электромагнитной блокировки с электромагнитным ключом, ~220 В	4	
YG1, Y1			

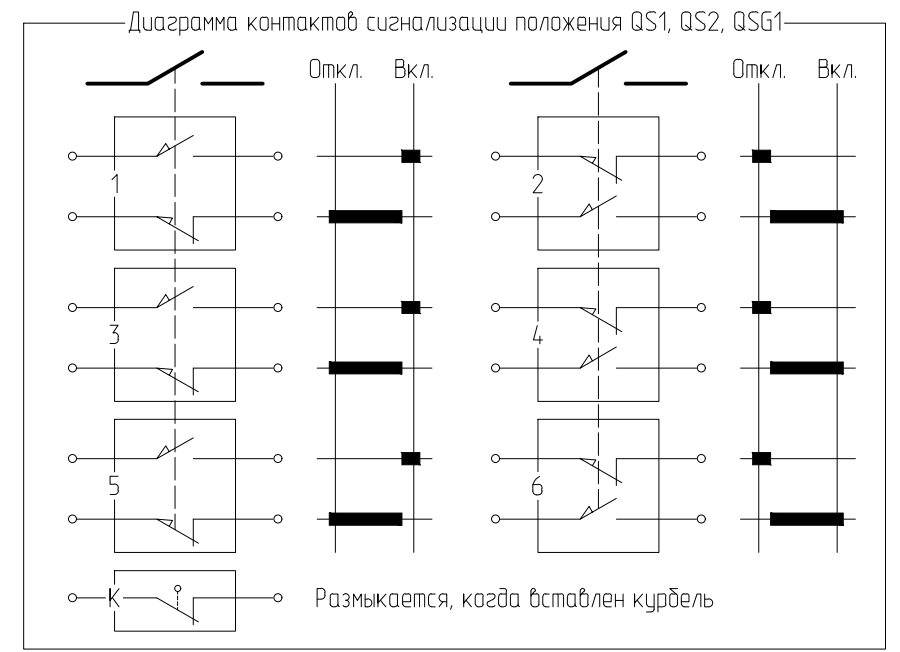


Рисунок 6.56. Тоннельное оборудование. Распределительный пункт питания тупиков. Шкаф РП-1. Типовая электрическая схема, типовый перечень элементов, типовое заполнение клеммников.



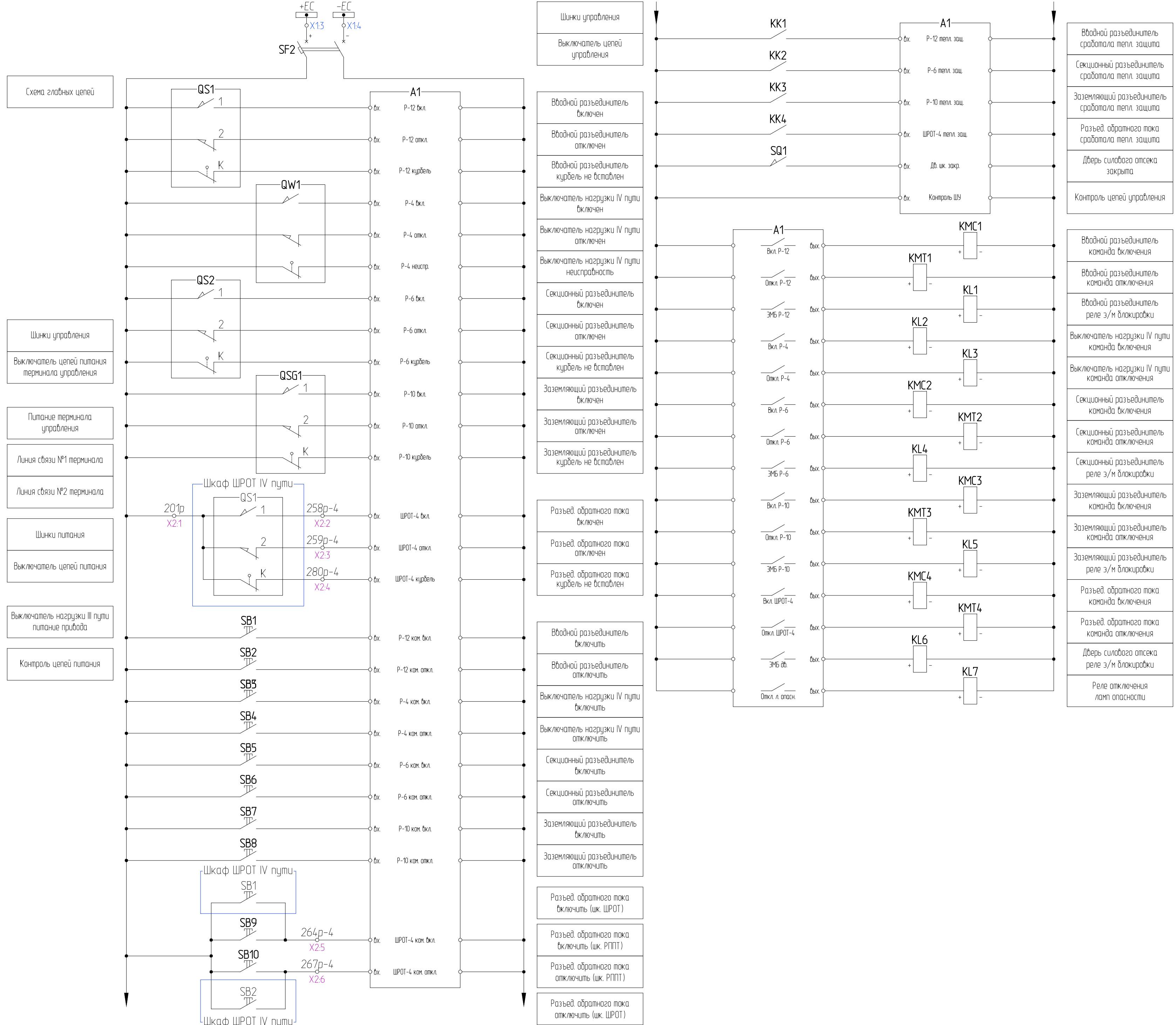
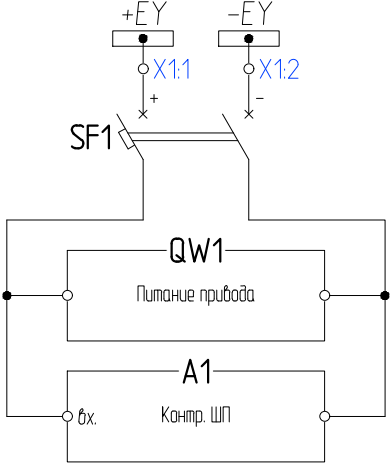
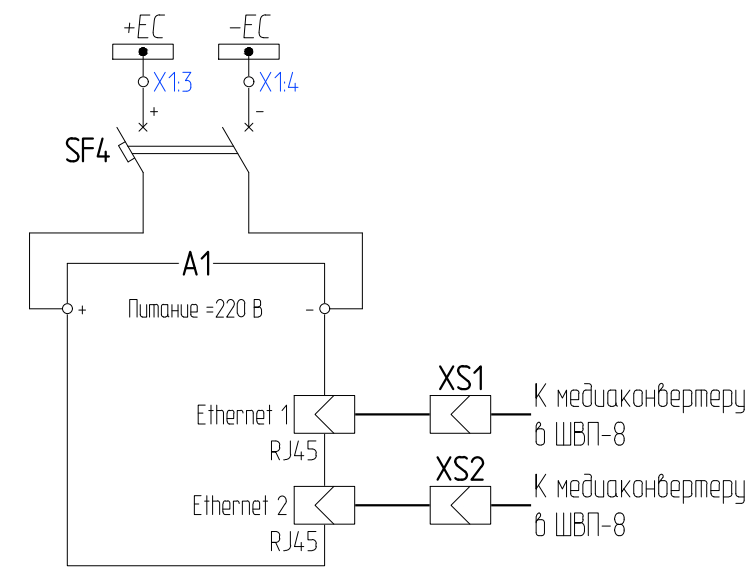
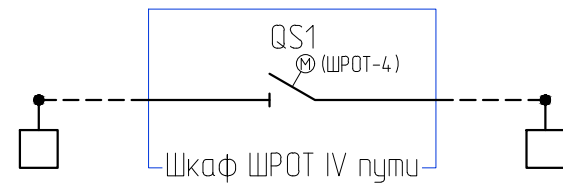
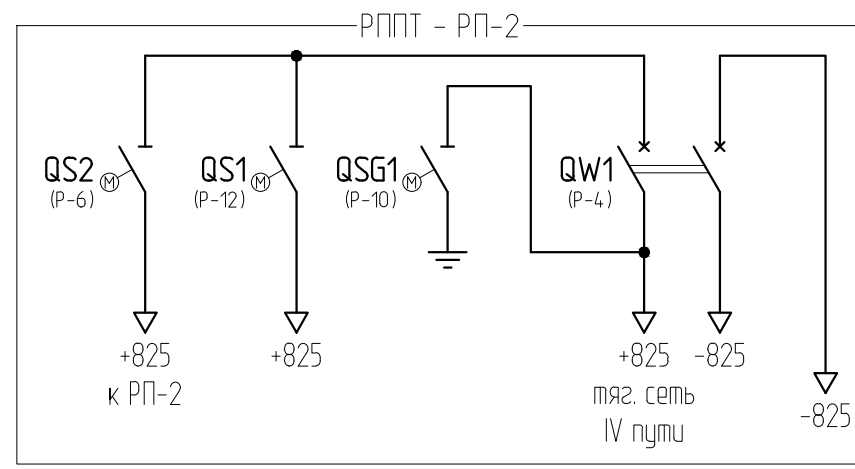
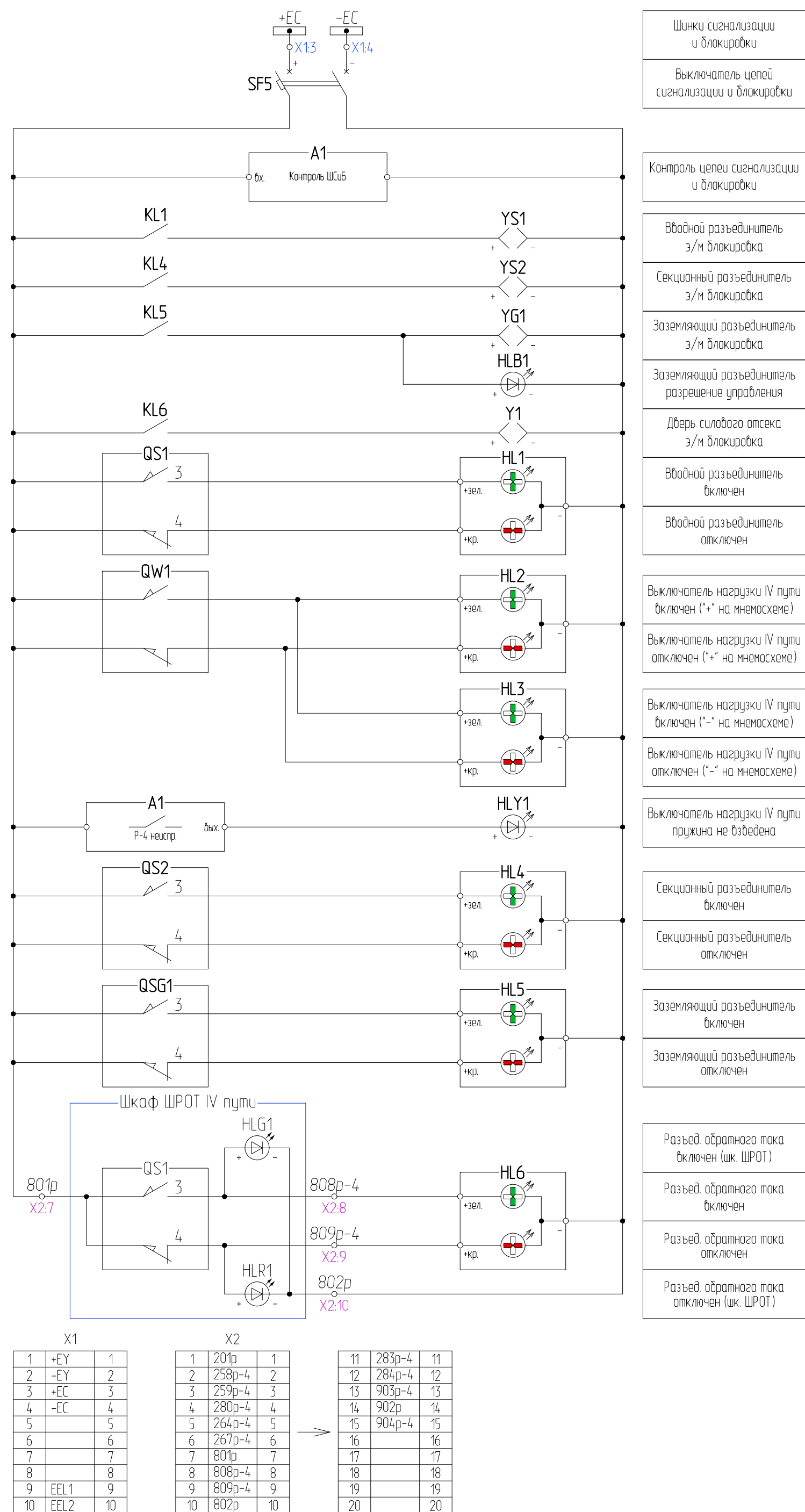
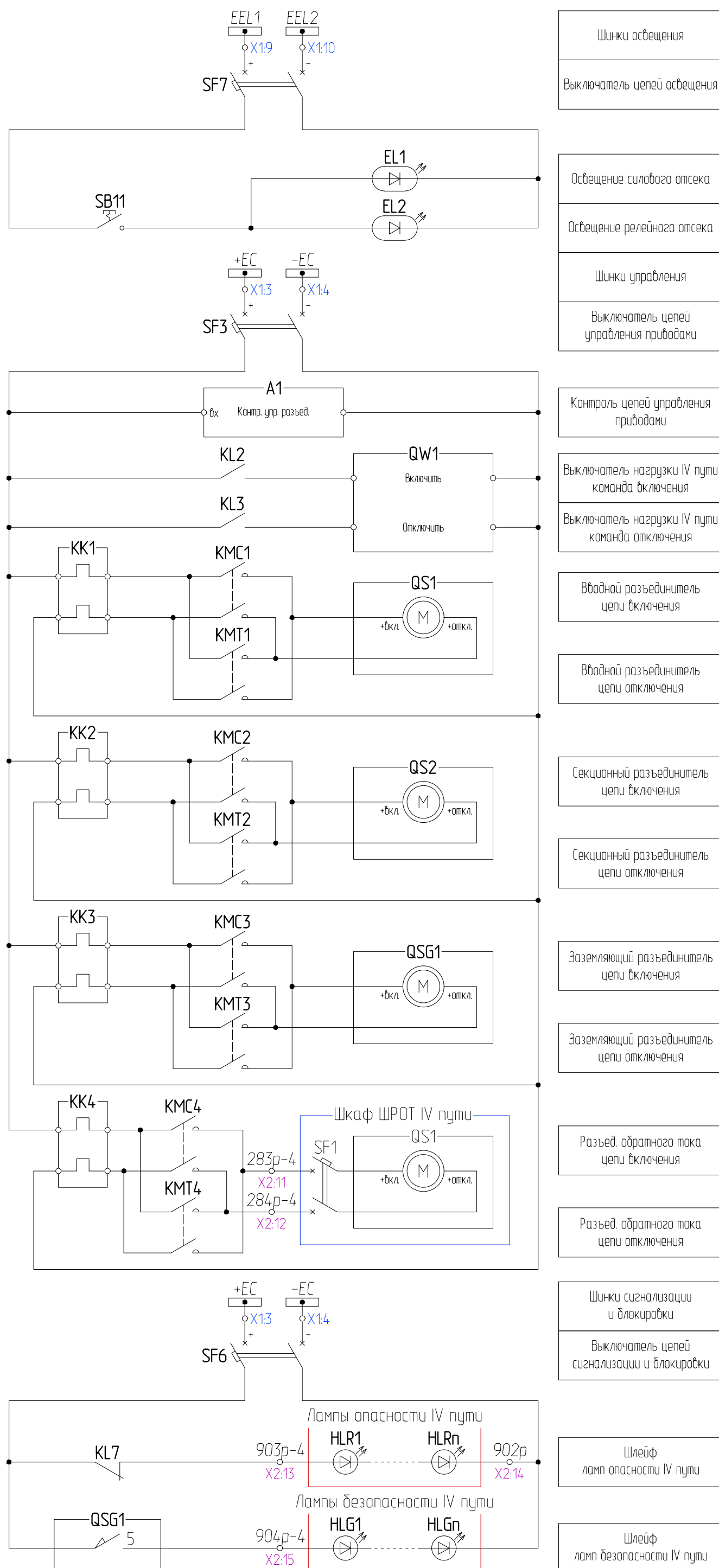


Рисунок 6.57. Тоннельное оборудование. Распределительный пункт питания тупиков. Шкаф РП-2. Типовая электрическая схема.



X1			X2		
1	+EY	1	1	201p	1
2	-EY	2	2	258p-4	2
3	+EC	3	3	259p-4	3
4	-EC	4	4	280p-4	4
5		5	5	264p-4	5
6		6	6	267p-4	6
7		7	7	801p	7
8		8	8	808p-4	8
9	EEL1	9	9	809p-4	9
10	EEL2	10	10	802p	10

- Шинки сигнализации и блокировки
- Выключатель цепей сигнализации и блокировки
- Контроль цепей сигнализации и блокировки
- Вводной разъединитель э/м блокировка
- Секционный разъединитель э/м блокировка
- Заземляющий разъединитель э/м блокировка
- Заземляющий разъединитель разрешение управления
- Дверь силового отсека э/м блокировка
- Вводной разъединитель включен
- Вводной разъединитель отключен
- Выключатель нагрузки IV пути включен ("+" на мнемосхеме)
- Выключатель нагрузки IV пути отключен ("+" на мнемосхеме)
- Выключатель нагрузки IV пути включен ("- на мнемосхеме)
- Выключатель нагрузки IV пути отключен ("- на мнемосхеме)
- Выключатель нагрузки IV пути пружина не взведена
- Секционный разъединитель включен
- Секционный разъединитель отключен
- Заземляющий разъединитель включен
- Заземляющий разъединитель отключен
- Разъед. обратного тока включен (шк. ШРОТ)
- Разъед. обратного тока включен
- Разъед. обратного тока отключен
- Разъед. обратного тока отключен (шк. ШРОТ)



- Шинки освещения
- Выключатель цепей освещения
- Освещение силового отсека
- Освещение релейного отсека
- Шинки управления
- Выключатель цепей управления приборами
- Контроль цепей управления приборами
- Выключатель нагрузки IV пути команда включения
- Выключатель нагрузки IV пути команда отключения
- Вводной разъединитель цепи включения
- Вводной разъединитель цепи отключения
- Секционный разъединитель цепи включения
- Секционный разъединитель цепи отключения
- Заземляющий разъединитель цепи включения
- Заземляющий разъединитель цепи отключения
- Разъед. обратного тока цепи включения
- Разъед. обратного тока цепи отключения
- Шинки сигнализации и блокировки
- Выключатель цепей сигнализации и блокировки
- Шлейф ламп опасности IV пути
- Шлейф ламп безопасности IV пути

Поз обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Цифровой терминал управления разъединителями ИнТер-825	1	
EL1, EL2	Светильник полупроводниковый, ~220 В	2	
HL1 - HL6	Светодиодный индикатор положения, красный - зеленый, ~220 В	6	
HLB1	Лампа светодиодная сигнальная синяя, ~220 В	1	
HLY1	Лампа светодиодная сигнальная желтая, ~220 В	1	
KK1 - KK4	Тепловое реле перегрузки	4	Номинал в соотв. с характеристиками приборов разъединителей
KL1 - KL6	Реле промежуточное, 4 ПК, 6 А, ~220 В	6	
KL7	Реле промежуточное, 1 ПК, 16 А, ~220 В	1	
KMC1 - KMC4	Контактор, 3Р, 12 А, 5,5 кВт, ~220 В	8	
KMT1 - KMT4			
QSG1, QSG1	Разъединитель	3	
QS2			
QW1	Выключатель нагрузки	1	
SB1, SB3, SB5	Кнопка, черная, без фиксации, 1Н0	5	
SB7, SB9			
SB2, SB4, SB6	Кнопка, красная, без фиксации, 1Н0	5	
SB8, SB10			
SB11	Кнопка, черная, с фиксацией, 1Н0	1	
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 6 А, С	1	
SF2, SF5	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 3 А, С	2	
SF3	Автоматический выключатель, для постоянного тока, 2П, С	1	Номинал в соотв. с характеристиками приборов разъединителей
SF4	Автоматический выключатель, для постоянного тока, 2П, 1 А, С	1	
SF6	Автоматический выключатель, для постоянного тока, 2П, 10 А, С	1	
SF7	Автоматический выключатель, для переменного тока, 2П, 10 А, С	1	
X1	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, перемычка между ярусами, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	10	
X2	Клемма наборная, штекерная, двухъярусная, 2 контакта + 2 штекерных гнезда, провод сечением до 4 мм <sup>2</sup>	10	
XS1, XS2	Модуль распределительный на DIN-рейку с разъемом RJ-45	2	
YS1, YS2	Замок электромагнитной блокировки с электромагнитным ключом, ~220 В	4	
YG1, Y1			

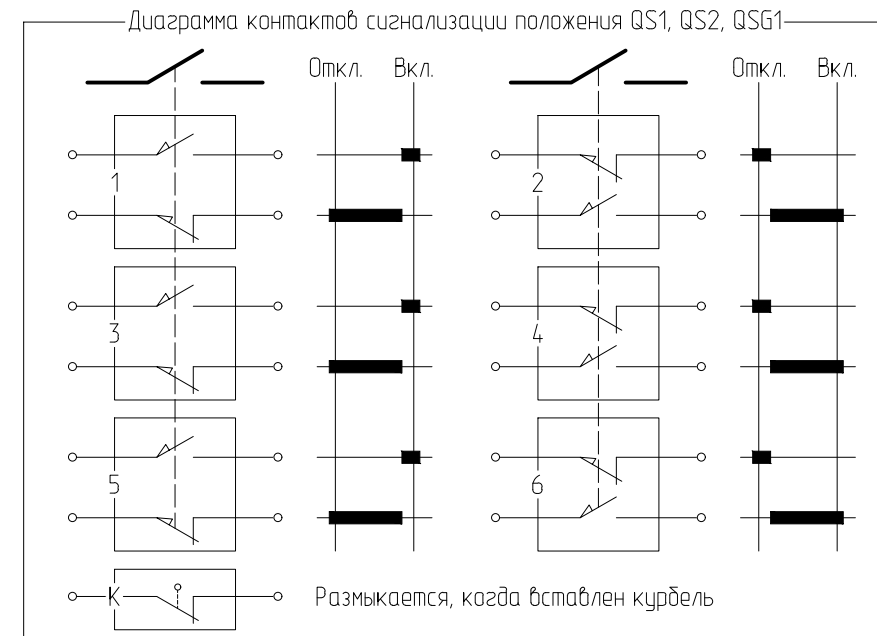
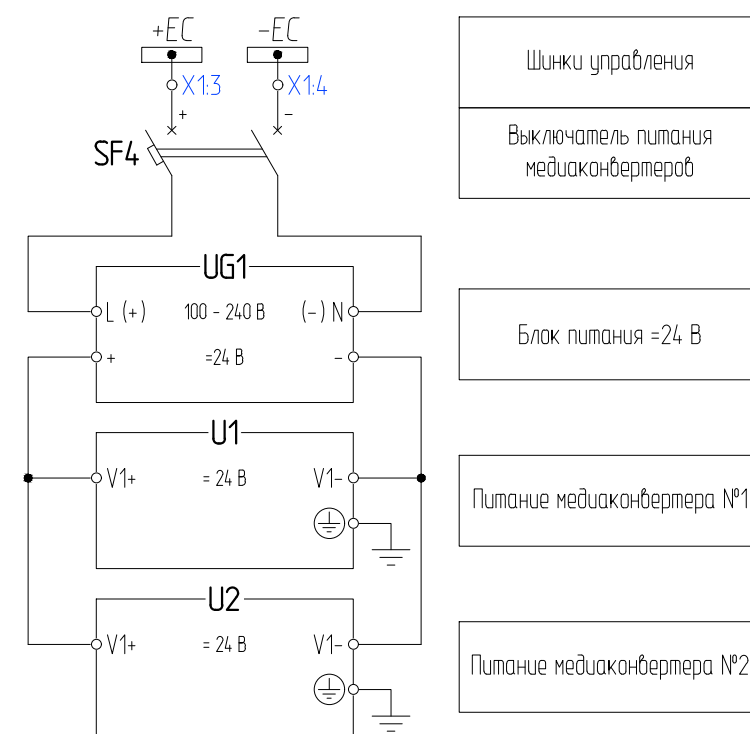
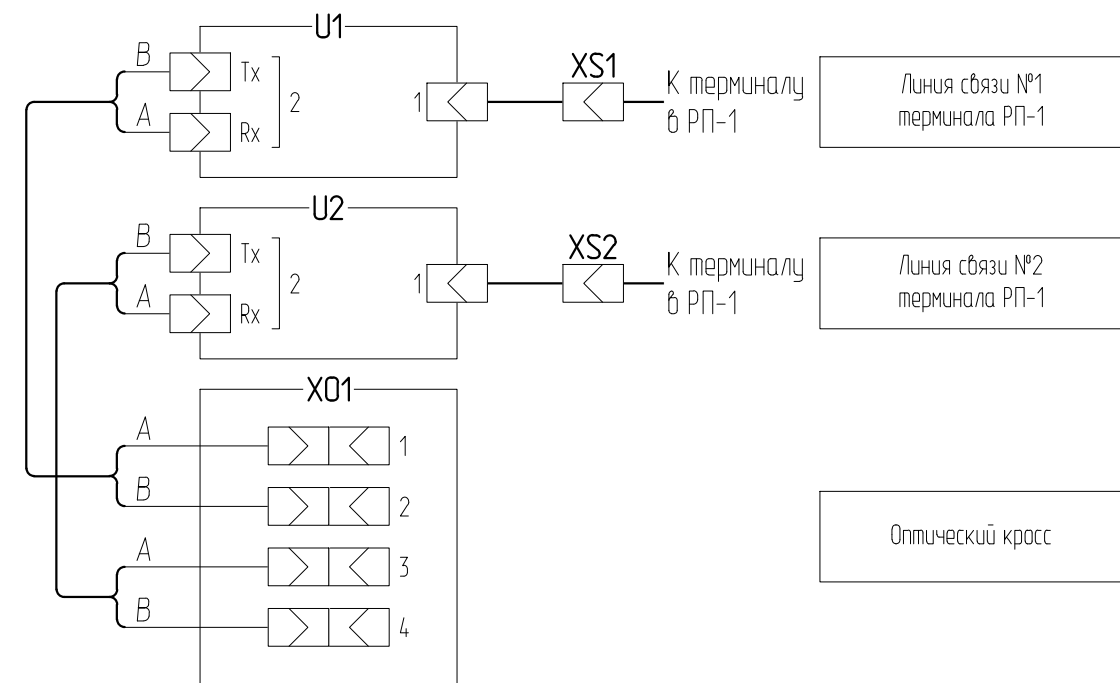
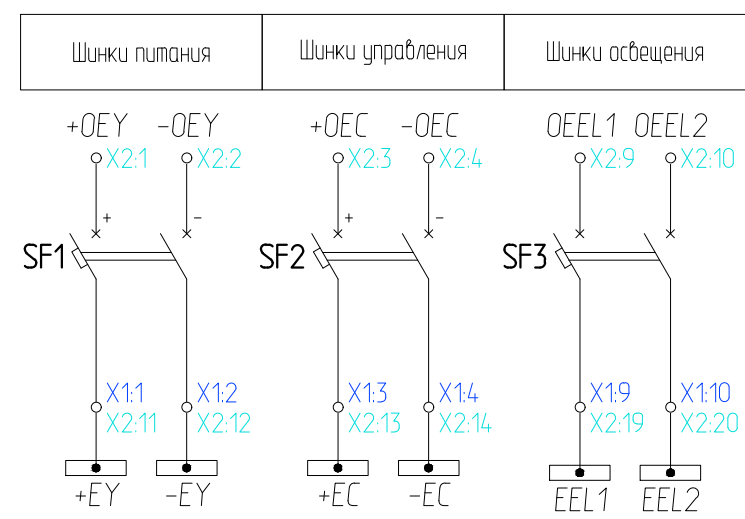
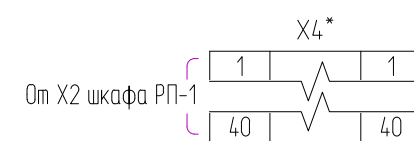
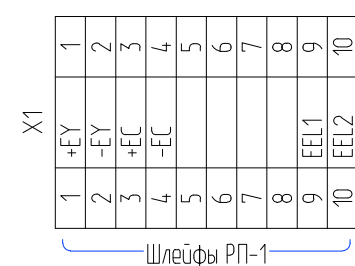


Рисунок 6.58. Тоннельное оборудование. Распределительный пункт питания тупиков. Шкаф РП-2. Типовая электрическая схема, типовый перечень элементов, типовое заполнение клеммников.



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 10 А, С	1	
SF2	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 6 А, С	1	
SF3	Выключатель автоматический, для переменного тока, 2П, 16 А, С	1	
SF4	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 1 А, С	1	
U1, U2	Промышленный конвертер Ethernet 10/100BaseTX & 100BaseFX, MM, ST	2	
UG1	Источник питания, ~110-250 В/=-24 В, 2 А	1	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	10	
X2	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	20	
X3	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	40	
X4	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера	20	
X01	Кросс оптический, 4 проходных адаптера ST-ST	1	
XS1, XS2	Модуль распределительный на DIN-рейку с разъемом RJ-45	2	

Центральная монтажная панель



\* - заполнение клеммника X4 аналогично заполнению клеммника X2 в шкафу РП-1

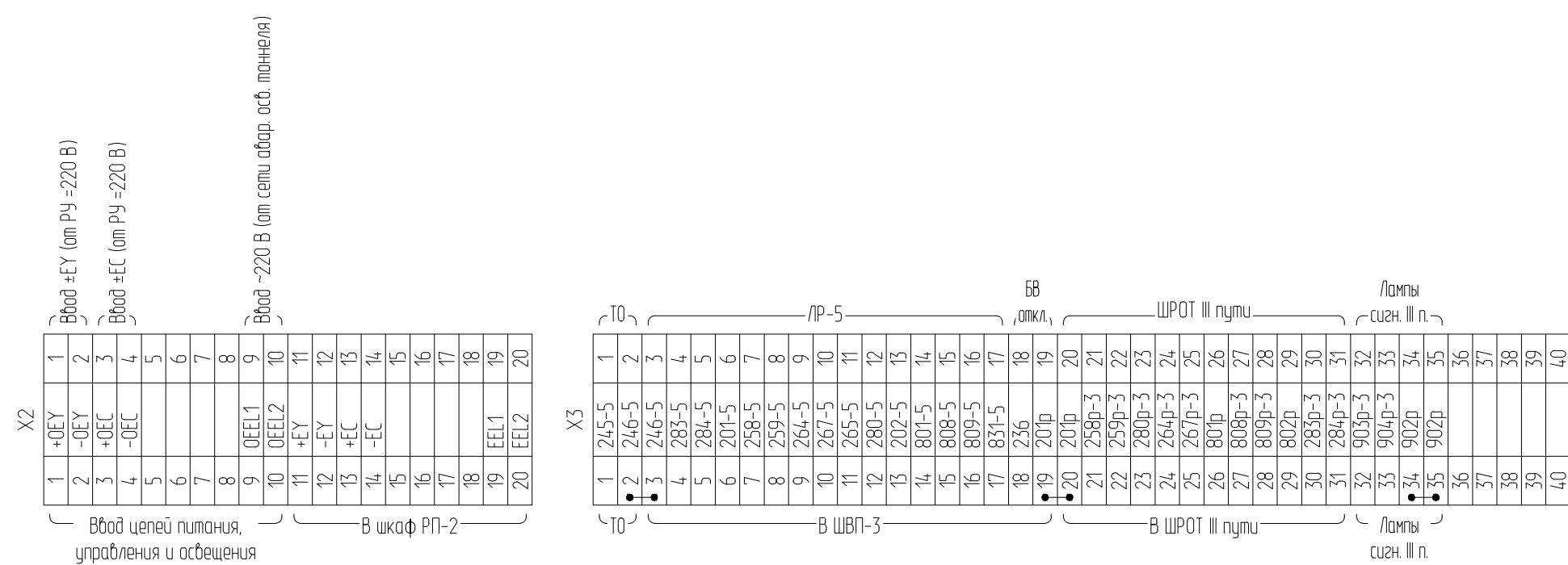
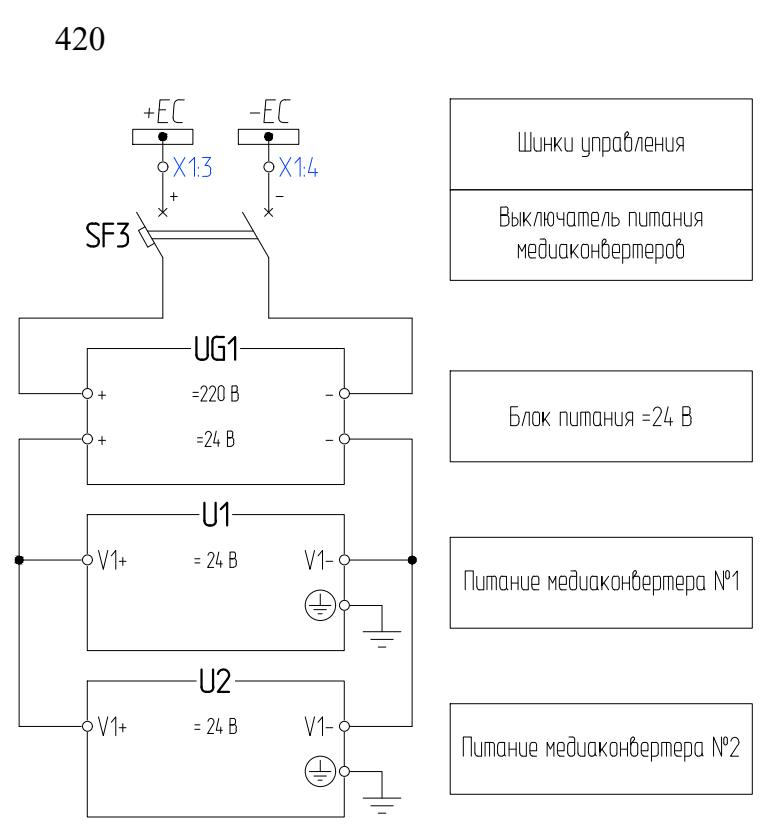
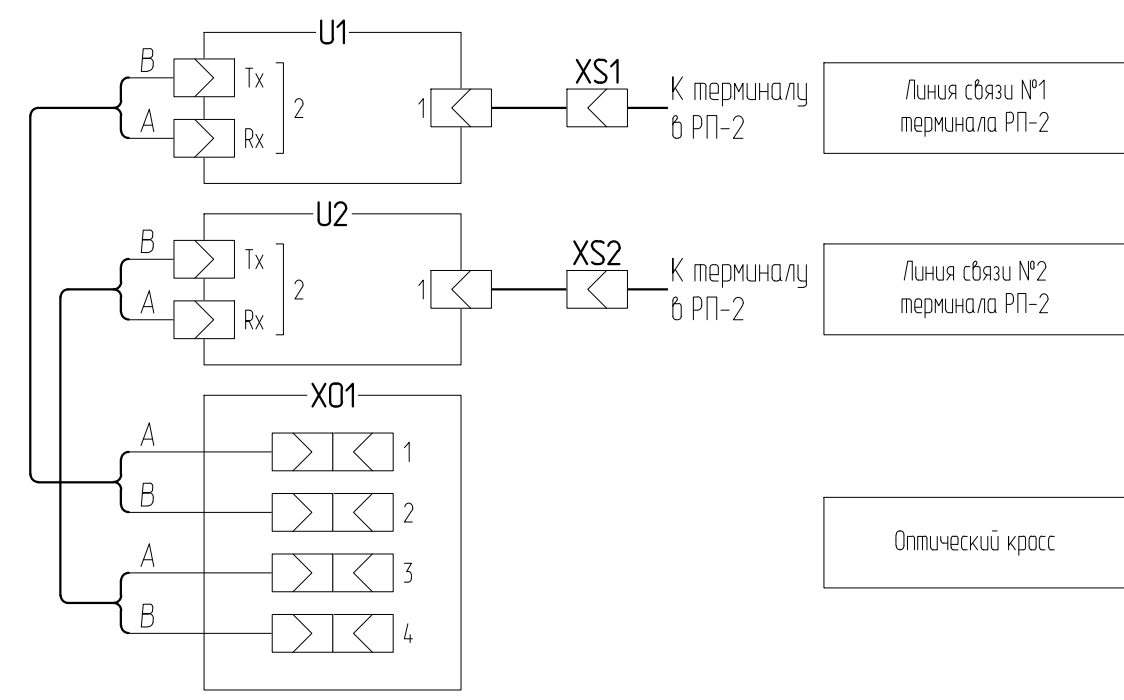
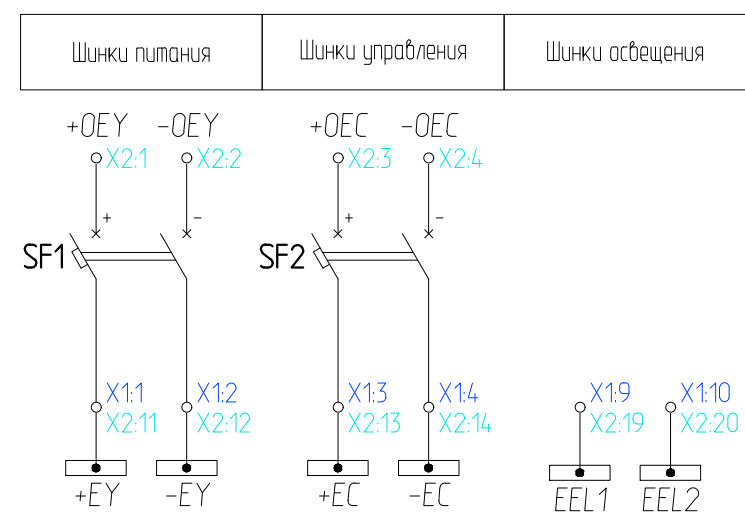
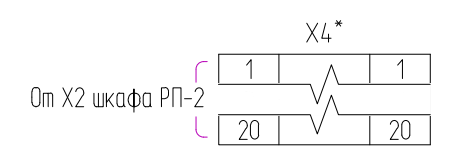
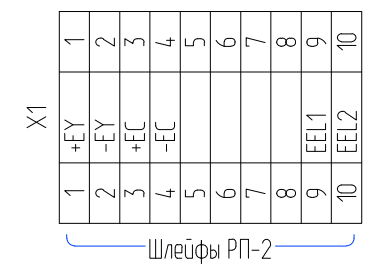


Рисунок 6.59. Тоннельное оборудование. Распределительный пункт питания тупиков. Шкаф внешних подключений ШВП-7. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов, типовое заполнение клеммников.



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
SF1	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 10 А, С	1	
SF2	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 6 А, С	1	
SF3	Выключатель автоматический, для постоянного тока, 2П, 1 А, С	1	
U1, U2	Промышленный конвертер Ethernet 10/100BaseTX в 100BaseFX, MM, ST	2	
UG1	Источник питания, ~110-250 В/—24 В, 2 А	1	
X1	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера, с перемычкой между ярусами	10	
X2	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	20	
X3	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	20	
X4	Клемма двухъярусная, с разъемом для штекера	10	
XO1	Кросс оптический, 4 проходных адаптера ST-ST	1	
XS1, XS2	Модуль распределительный на DIN-рейку с разъемом RJ-45	2	

Центральная монтажная панель



\* - заполнение клемника X4 аналогично заполнению клемника X2 в шкафу РП-2

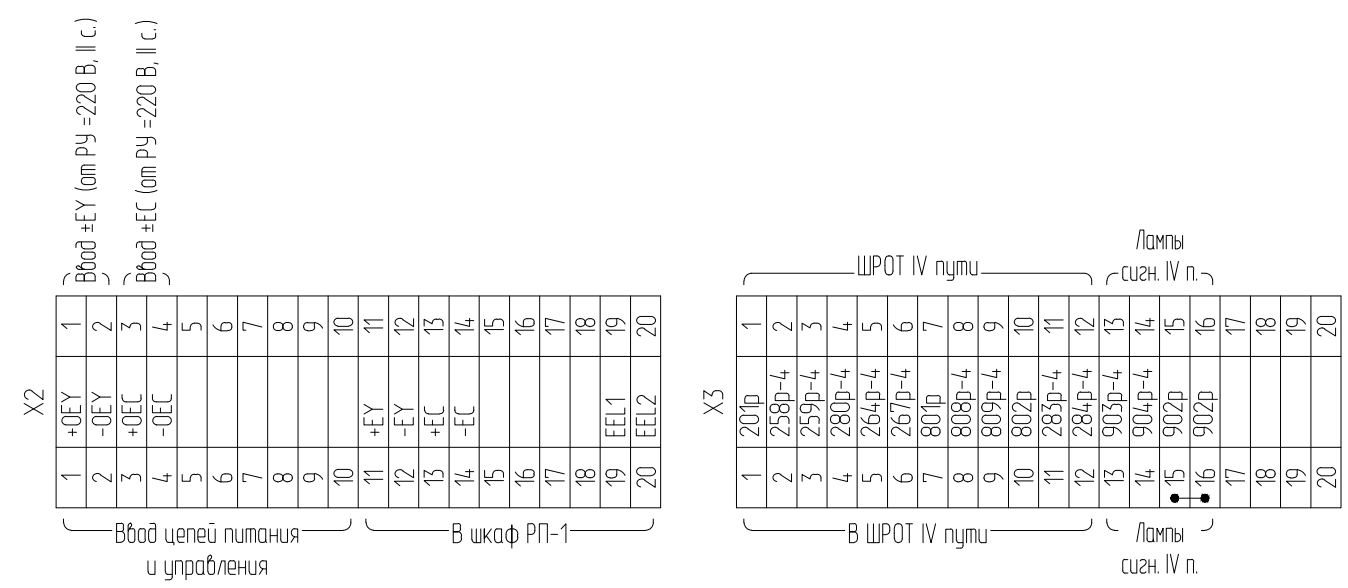
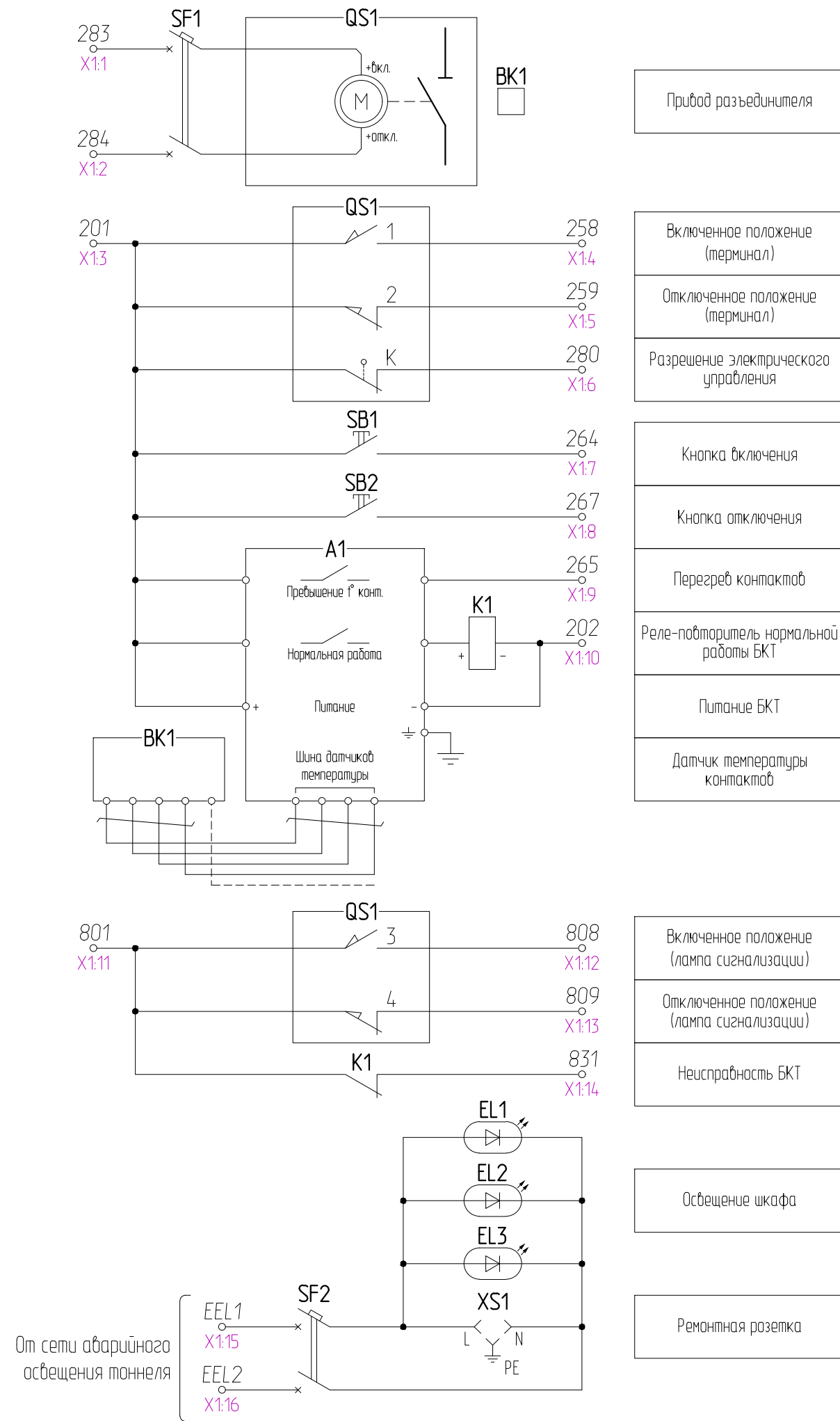


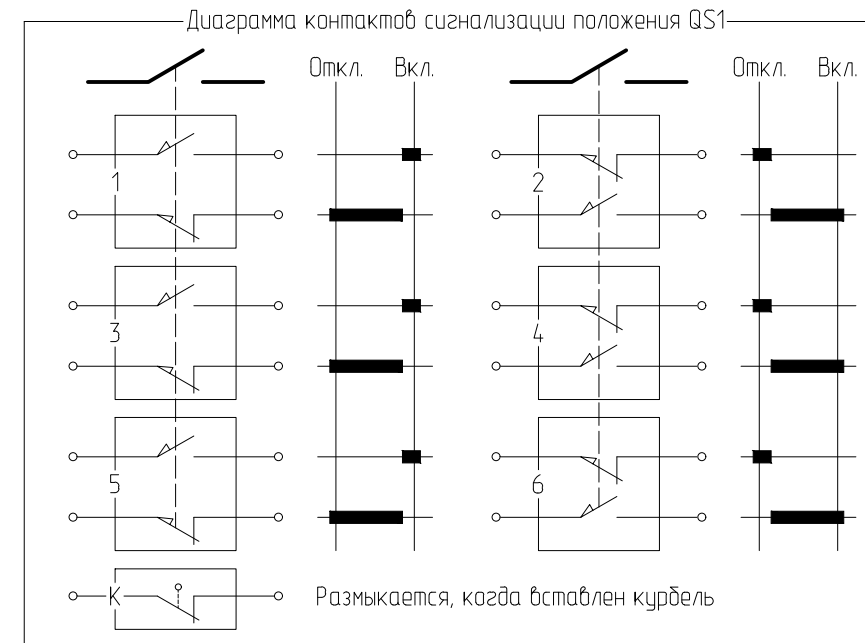
Рисунок 6.60. Тоннельное оборудование. Распределительный пункт питания тупиков. Шкаф внешних подключений ШВП-8. Типовая электрическая схема, типовой перечень элементов, типовое заполнение клеммников.





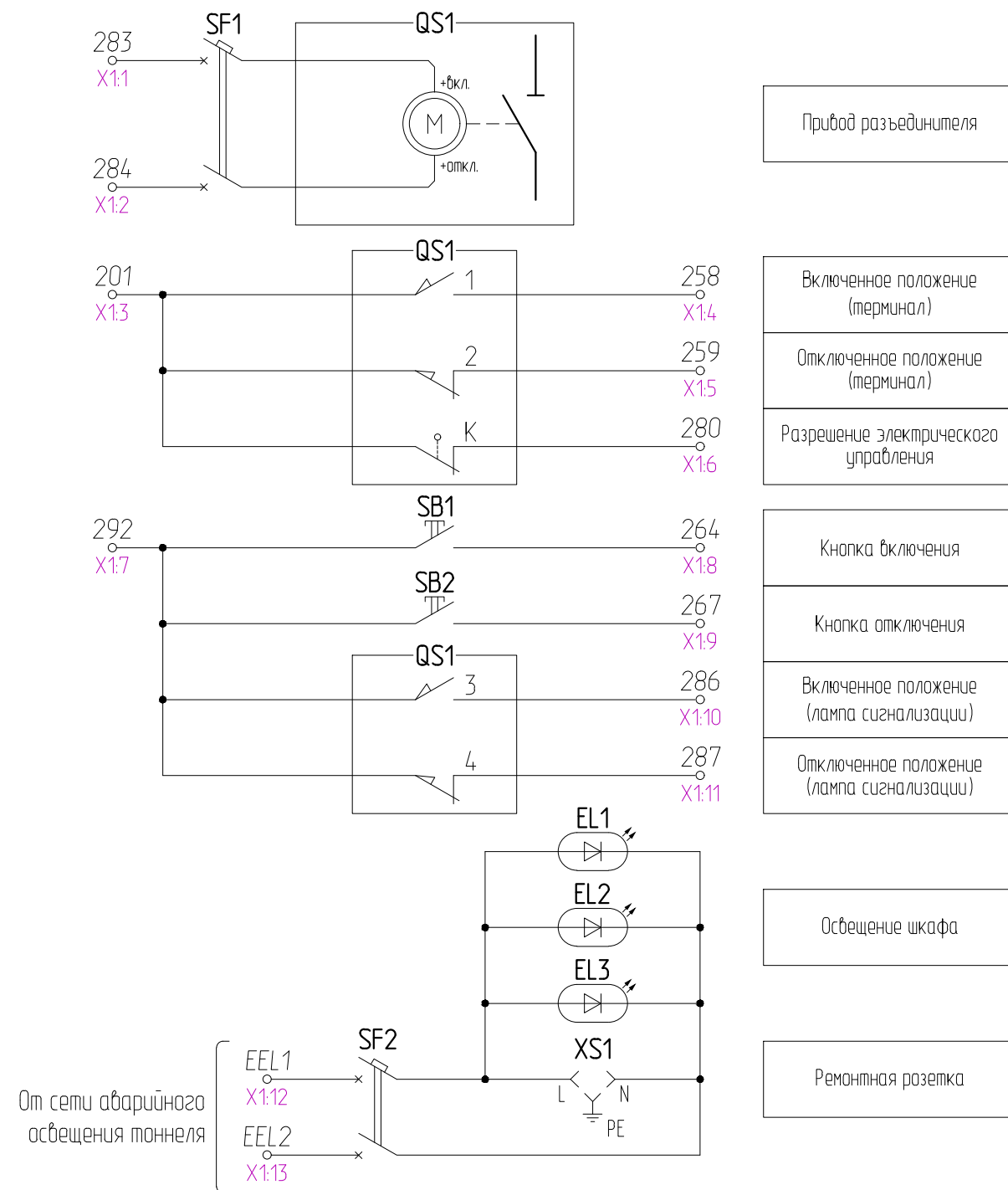


Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Блок контроля температуры контактов	1	
BK1	Датчик температуры, бесконтактный	1	
EL1 – EL3	Светильник полупроводниковый, ~220 В	3	
K1	Реле промежуточное, 4 ПК, 6 А, ~220 В	1	
QS1	Разъединитель	1	
SB1	Кнопка, черная, без фиксации, 1НО	1	
SB2	Кнопка, красная, без фиксации, 1НО	1	
SF1	Автоматический выключатель, 2П, С	1	Номинал в соотв. с характеристиками приводов разъединителя
SF2	Выключатель автоматический, 6 А, С	1	
X1	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	20	
XS1	Розетка щитовая на DIN-рейку, 2П+3	1	

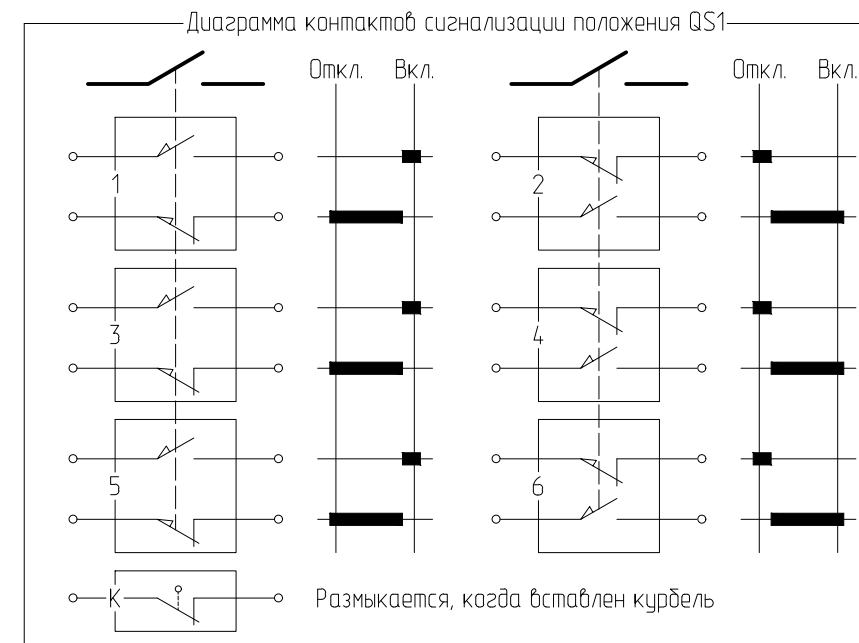


X2		
1	283	1
2	284	2
3	201	3
4	258	4
5	259	5
6	280	6
7	264	7
8	267	8
9	265	9
10	202	10
11	801	11
12	808	12
13	809	13
14	831	14
15	EEL1	15
16	EEL2	16
17		17
18		18
19		19
20		20

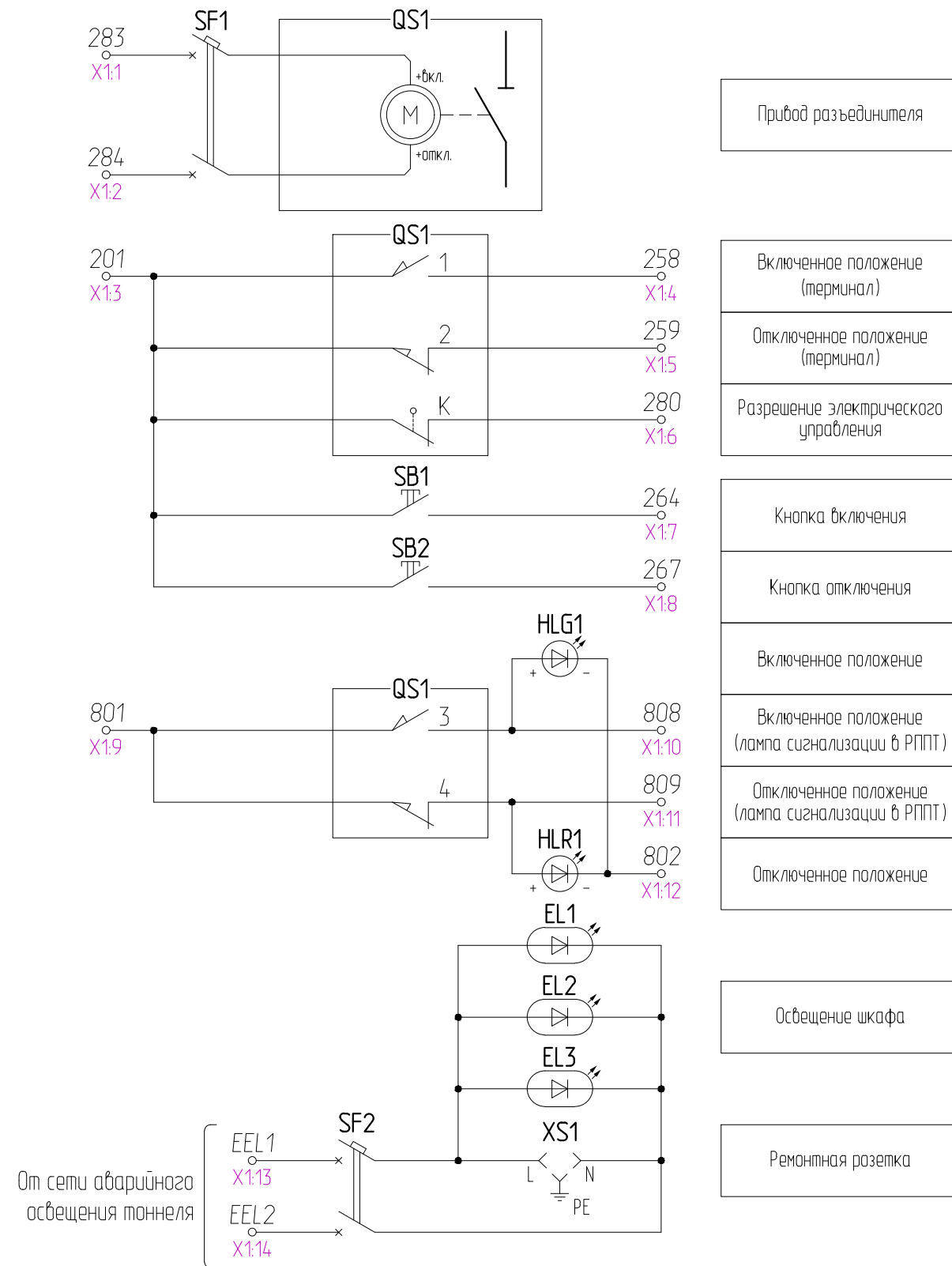
Рисунок 6.62. Тоннельное оборудование. Шкаф линейного (резервного) разъединителя фидера (ПП). Типовая электрическая схема, типовое заполнение клеммников, типовой перечень элементов.



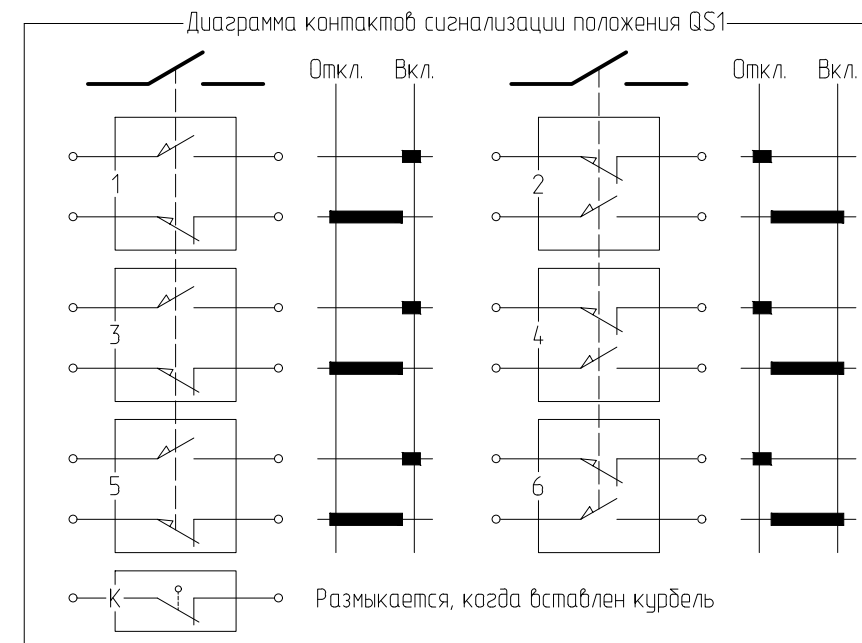
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
EL1 - EL3	Светильник полупроводниковый, ~220 В	3	
QS1	Разъединитель	1	
SB1	Кнопка, черная, без фиксации, 1НО	1	
SB2	Кнопка, красная, без фиксации, 1НО	1	
SF1	Автоматический выключатель, 2П, С	1	Номинал в соотв. с характеристиками приводов разъединителя
SF2	Выключатель автоматический, 6 А, С	1	
X1	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	20	
XS1	Розетка щитовая на DIN-рейку, 2П+3	1	



X2		
1	283	1
2	284	2
3	201	3
4	258	4
5	259	5
6	280	6
7	292	7
8	264	8
9	267	9
10	286	10
11	287	11
12	EEL1	12
13	EEL2	13
14		14
15		15
16		16
17		17
18		18
19		19
20		20



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
EL1 - EL3	Светильник полупроводниковый, ~220 В	3	
HLG1	Лампа светодиодная сигнальная зеленая, ~220 В	1	
HLR1	Лампа светодиодная сигнальная красная, ~220 В	1	
QS1	Разъединитель	1	
SB1	Кнопка, черная, без фиксации, 1НО	1	
SB2	Кнопка, красная, без фиксации, 1НО	1	
SF1	Автоматический выключатель, 2П, С	1	Номинал в соотв. с характеристиками приводов разъединителя
SF2	Выключатель автоматический, 6 А, С	1	
X1	Клемма наборная, зажим "push-in", провод сечением до 6 мм <sup>2</sup> , 4 контакта	20	
XS1	Розетка щитовая на DIN-рейку, 2П+3	1	



X2			
1	283	1	
2	284	2	
3	201	3	
4	258	4	
5	259	5	
6	280	6	
7	264	7	
8	267	8	
9	801	9	
10	808	10	
11	809	11	
12	802	12	
13	EEL1	13	
14	EEL2	14	
15		15	
16		16	
17		17	
18		18	
19		19	
20		20	

Рисунок 6.64. Тоннельное оборудование. Шкаф разъединителя обратного тока (ШРОТ). Типовая электрическая схема, типовое заполнение клеммников, типовой перечень элементов.



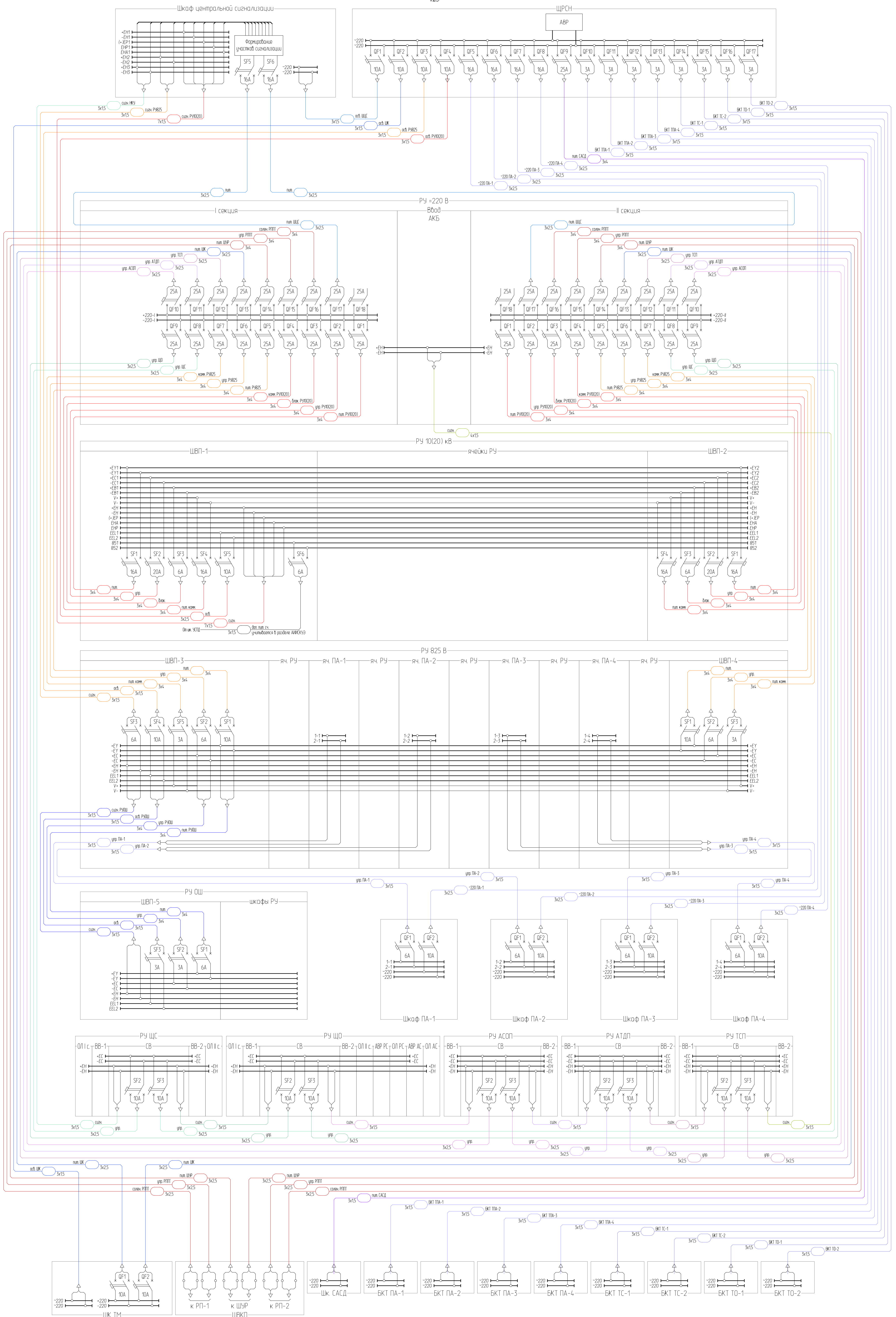


Рисунок 6.65. Питание устройств автоматики и управления оперативным током (ППЭ). Типовая электрическая схема.

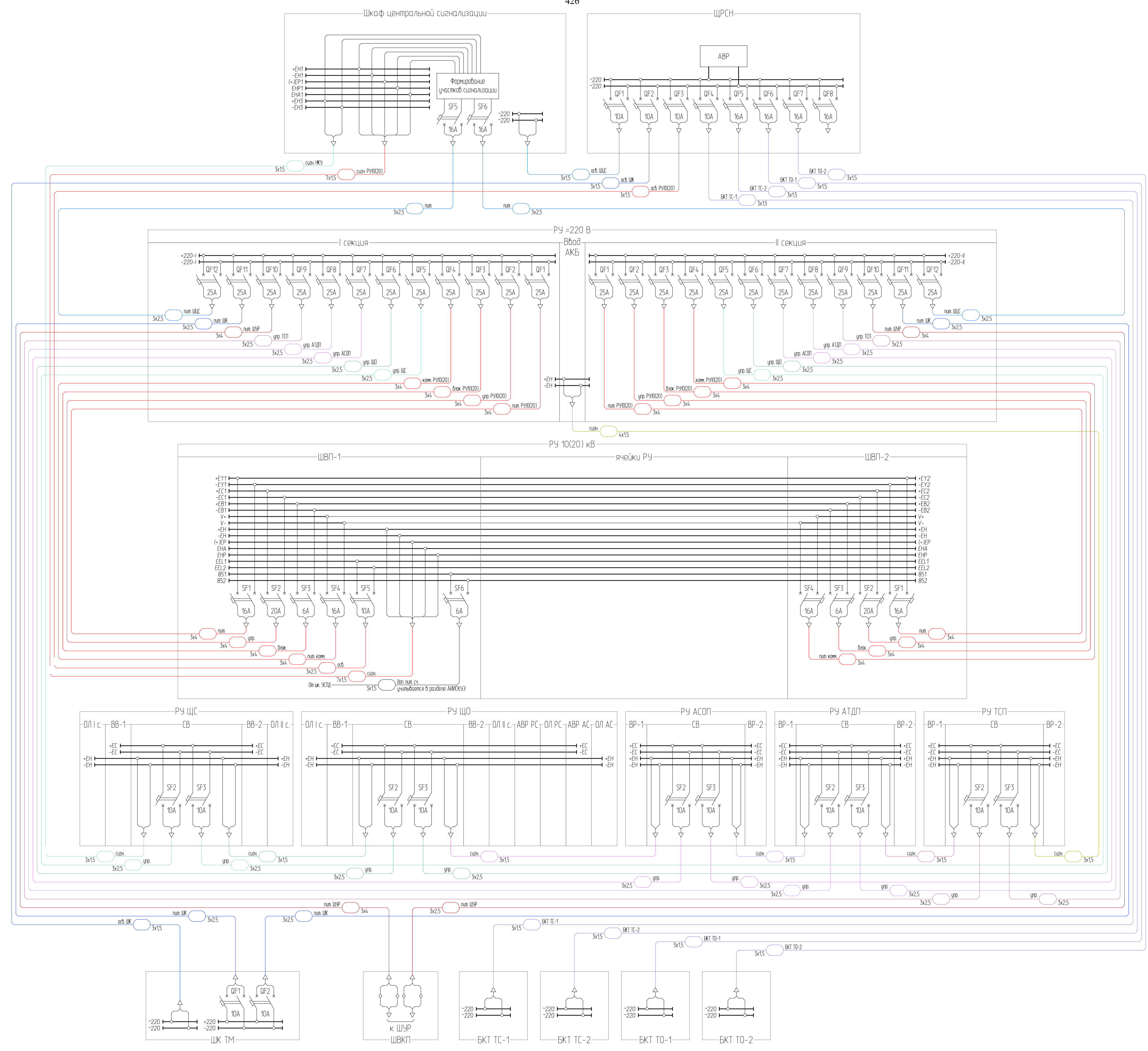


Рисунок 6.66. Питание устройств автоматики и управления оперативным током (ПП). Типовая электрическая схема.