



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЭННОВА»

Инжиниринговая компания по проектированию, наладке и комплектации энергетических объектов.

Саморегулируемая организация 01-П-2009

Регистрационный номер 01-П №142 от 25.11.2009 г.

Заказчик - ПАО "Фортум"

**"Строительство КТП с подключением от ГРУ-10кВ ЧТЭЦ-1 и
переподключением от РП 100 ЧГЭС"**

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения

Основной комплект рабочих чертежей

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП

| Изм. | № док. | Подп. | Дата |
|------|--------|-------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЭННОВА»

Инжиниринговая компания по проектированию, наладке и комплектации энергетических объектов.

Саморегулируемая организация 01-П-2009

Регистрационный номер 01-П №142 от 25.11.2009 г.

Заказчик - ПАО "Фортум"

**"Строительство КТП с подключением от ГРУ-10кВ ЧТЭЦ-1 и
переподключением от РП 100 ЧГЭС"**

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения

Основной комплект рабочих чертежей

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП

| | | |
|--------------|--------|--|
| Согласовано | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Взам. инв. № | | |
| Подп. и дата | | |
| Инв. № подл. | 210305 | |

Главный инженер проекта

_____ Д.В.Никулин

Согласовано

Взам. инв. N

Подп. и дата

Инв. N подл.

210305

| Ведомость основных комплектов | | |
|-------------------------------|--|------------|
| Обозначение | Наименование | Примечание |
| 277-193/ПИР-0-22-ЭС1 | Кабельная линия 10 кВ | |
| 277-193/ПИР-0-22-ЭС2 | Кабельные линии 0,4 кВ питания потребителей собственных нужд | |
| 277-193/ПИР-0-22-ЭС3 | Кабельные линии 0,4 кВ питания коммерческих потребителей | |
| 277-193/ПИР-0-22-ЭП | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | |
| 277-193/ПИР-0-22-АС | БКТП-10/0,4 кВ. Архитектурно-строительные решения | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

| Ведомость рабочих чертежей основного комплекта | | |
|--|--------------------------------------|------------|
| Лист | Наименование | Примечание |
| 1 | Общие данные | 2 листа |
| 2 | Однолинейная схема ВН | |
| 3 | Однолинейная схема НН | |
| 4 | План посадки БКТП | |
| 5 | Схема питания собственных нужд | |
| 6 | Схема ящика собственных нужд ЯСН-ТАЗ | |
| 7 | План расположения оборудования | |
| 8 | Раскладка кабелей собственных нужд | |
| 9 | Освещение | |
| 10 | Отопление | |
| 11 | Раскладка контрольных кабелей | |
| 12 | Раскладка кабелей РЗ | |
| 13 | Раскладка силовых кабелей | 2 листа |
| 14 | Внутренний контур заземления | 2 листа |
| 15 | Кабельный журнал | 2 листа |

| Ведомость ссылочных и прилагаемых документов | | |
|--|---|------------|
| Обозначение | Наименование | Примечание |
| 277-193/ПИР-0-22-ИГИ | Инженерно-геологические изыскания | |
| 277-193/ПИР-0-22-ИГДИ | Инженерно-геодезические изыскания | |
| | | |
| | Прилагаемые документы | |
| | | |
| 277-193/ПИР-0-22-ЭПСО | Спецификация оборудования, изделий и материалов | 2 листа |
| 277-193/ПИР-0-22-ЭПОЛ | Опросный лист для заказа элегазового КРУ "RM6" | |
| 277-193/ПИР-0-22-ЭППР | Расчет уставок РЗА БКТП | |
| 277-193/ПИР-0-22-ЭПСМ | Сметный расчет | |

Общие указания


Рабочая документация выполнена на основании технического задания, данных инженерных изысканий 277-193/ПИР-0-22-ИГИ "Инженерно-геологические изыскания", 277-193/ПИР-0-22-ИГДИ "Инженерно-геодезические изыскания" выполненных ООО "Власта" в декабре 2020 г. и данных, полученных в результате обследования объекта.

Блочная комплектная трансформаторная подстанция в железобетонном корпусе служит для приема электрической энергии трехфазного тока частотой 50 Гц номинальным первичным напряжением 10 кВ и последующим преобразованием и распределением электрической энергии номинальным напряжением 0,4 кВ частотой 50 Гц.

Условия эксплуатации приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Условия эксплуатации

| Наименование параметра | Показатель |
|---|---------------------------------|
| Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69 | У1 |
| Высота над уровнем моря, м | до 1000 |
| Температура окружающего воздуха, °С | от -45 до +40 |
| Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69 | У1 |
| Тип атмосферы | I и II |
| | (условно-чистая и промышленная) |

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|---|--|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | | | |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | Р | 1 | 15 |
| | | | | | | Общие данные |  АО «ЭННОВА» | | |
| Нач. отд. | Асянин | | | | 02.02.21 | | | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | | | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | |

| Наименование параметра | Значение |
|--|------------------|
| Мощность силового трансформатора, кВА | 630 |
| Номинальное напряжение на стороне ВН, кВ | 10 |
| Пиковое рабочее напряжение на стороне ВН, кВ | 12 |
| Номинальное напряжение на стороне НН, кВ | 0,4 |
| Номинальный ток сборных шин на стороне НН, А | 630...4000 |
| Ток термической стойкости в течении 1 сек. на стороне ВН, кА | 21 |
| на стороне НН, кА | до 25 |
| Ток электродинамической стойкости на стороне ВН, кА | 51 |
| Уровень изоляции РУВН по ГОСТ 1516.3 | 2 кВ/1 мин. |
| Уровень изоляции РУНН по ГОСТ 51321.1 | для Уном = 600 В |
| Сопротивление изоляции цепей на стороне ВН, МОм | ≥ 1000 |
| на стороне НН, МОм | ≥ 1 |
| Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В | ≈ 220 |
| Степень защиты БКТП по ГОСТ 14254 | IP43 |

Общие технические требования

Подстанция БКТП состоит из четырех модулей-блоков в комплекте с двумя металлическими маслосборниками.

Подземно-цокольная часть представляет собой два монолитных кабельных полуподвала, предназначенных для ввода кабельных линий и прокладки соединительных кабельных перемычек.

Надземная часть БКТП состоит из устанавливаемых на кабельный подвал железобетонных блоков.

Уровень ответственности железобетонной конструкции – II (ГОСТ 27751-2014).

Железобетонные конструкции БКТП выпускаются по ГОСТ 13015-2012 и конструкторской документации.

Железобетонные конструкции БКТП изготавливаются из тяжёлого бетона М300 (В22,5) плотностью не менее 2400 кг/м³ с подвижностью ПЗ, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 26633-2012.

БКТП изготавливаются в виде отдельных бетонных блоков заводской готовности, укомплектованных оборудованием и обеспечивающих минимальный объем строительных и монтажных работ при их установке у потребителя.

БКТП включают в себя оборудование полной заводской готовности:

- распределительные устройства высокого напряжения (РУВН), состоящие из распределительных устройств высокого напряжения с воздушной или элегазовой изоляцией;
- силовые трансформаторы соответствующей мощности (данным проектом не поставляются);
- распределительные устройства низкого напряжения (РУНН), состоящие из распределительных шкафов низкого напряжения в соответствии с проектом;
- ящики собственных нужд (ЯСН);
- устройство внутреннего освещения;
- шкафы учёта электроэнергии (ШУ) ;
- другие шкафы вспомогательного назначения;
- соединительные высоковольтные и/или низковольтные кабели, провода и шины.

Высоковольтный кабельный ввод/вывод в РУВН осуществляется трехжильными кабелями 10 кВ через кабельный блок непосредственно через штатные разъемы РУВН.

Для распределения электроэнергии по линиям 0,4 кВ применены шкафы распределительные низкого напряжения с неизолированными шинами, укомплектованные стационарными автоматическими выключателями.

Двери в отсек РУВН и РУНН обеспечивают возможность установки или замену РУВН и РУНН. Двери должны поворачиваться плавно, без заеданий на угол не менее 95 градусов.

Двери должны иметь вентиляционные жалюзи и фиксироваться в крайних положениях.

Замки дверей помещений БКТП должны запираться ключами с секретами. Дополнительно на дверях должна иметься возможность установки навесных замков.

Полы облочеч блоков должны выполняться из бетона класса В22,5 с последующей окраской для исключения образования цементной пыли.

Оболочка БКТП должна иметь вентиляционные жалюзи.

Для обеспечения доступа в кабельный блок БКТП, должны быть предусмотрены люки с металлической лестницей и съёмными металлическими крышками.

Конструкция БКТП должна обеспечивать возможность замены силового трансформатора без демонтажа РУНН.

Номинальные токи вводов ВН и сборных шин НН должны быть не менее номинальных токов силового трансформатора (до 1250 кВА). PEN шина в РУНН должна соответствовать 50%-му значению номинального тока силового трансформатора. По заказу потребителя допускается применять нулевые шины, соответствующие 75%-му значению номинального тока.

Герметизированные КРУ с элегазовой изоляцией, входящие в состав РУВН, должны быть оборудованы максимальной токовой защитой трансформатора и соответствовать нормативно-технической документации производителя и ГОСТ 14693-90 в части требований безопасности.

Указания по эксплуатации.

Операции с коммутационными аппаратами персонал производит, находясь внутри помещения БКТП при открытых дверях. Осмотр работающих трансформаторов во всех случаях производится через смотровое окно или через открытые ворота без захода в камеру трансформатора.

Обслуживание РУВН и РУНН должно производиться в соответствии с Руководствами по эксплуатации на данное оборудование.

Выкапывание силового трансформатора из камеры в процессе эксплуатации проводится персоналом эксплуатирующей организации самостоятельно или с привлечением специализированного предприятия.

Эксплуатация БКТП должна производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами охраны труда» и «Руководством по эксплуатации БКТП».

Охрана труда и техника безопасности

Организация эксплуатации электроустановок включает в себя ряд требований и правил, цель которых обеспечение надёжной, безопасной и рациональной эксплуатации электроустановок.

Обслуживающий персонал должен ясно и четко представлять технологические особенности эксплуатируемого электрооборудования, знать и применять на практике основные аспекты охраны труда, техники безопасности при эксплуатации электроустановок, правил оказания первой доврачебной помощи.

Для обеспечения соответствия условий надёжной и безопасной эксплуатации электроустановок заводом-изготовителем предусмотрены следующие мероприятия по технике безопасности:

- Для предотвращения неправильных операций с оборудованием предусмотрены механические блокировки в каждой ячейке КРУ с мнемосхемой указания подключений. Дополнительно имеется возможность запираияя приводов навесными замками;

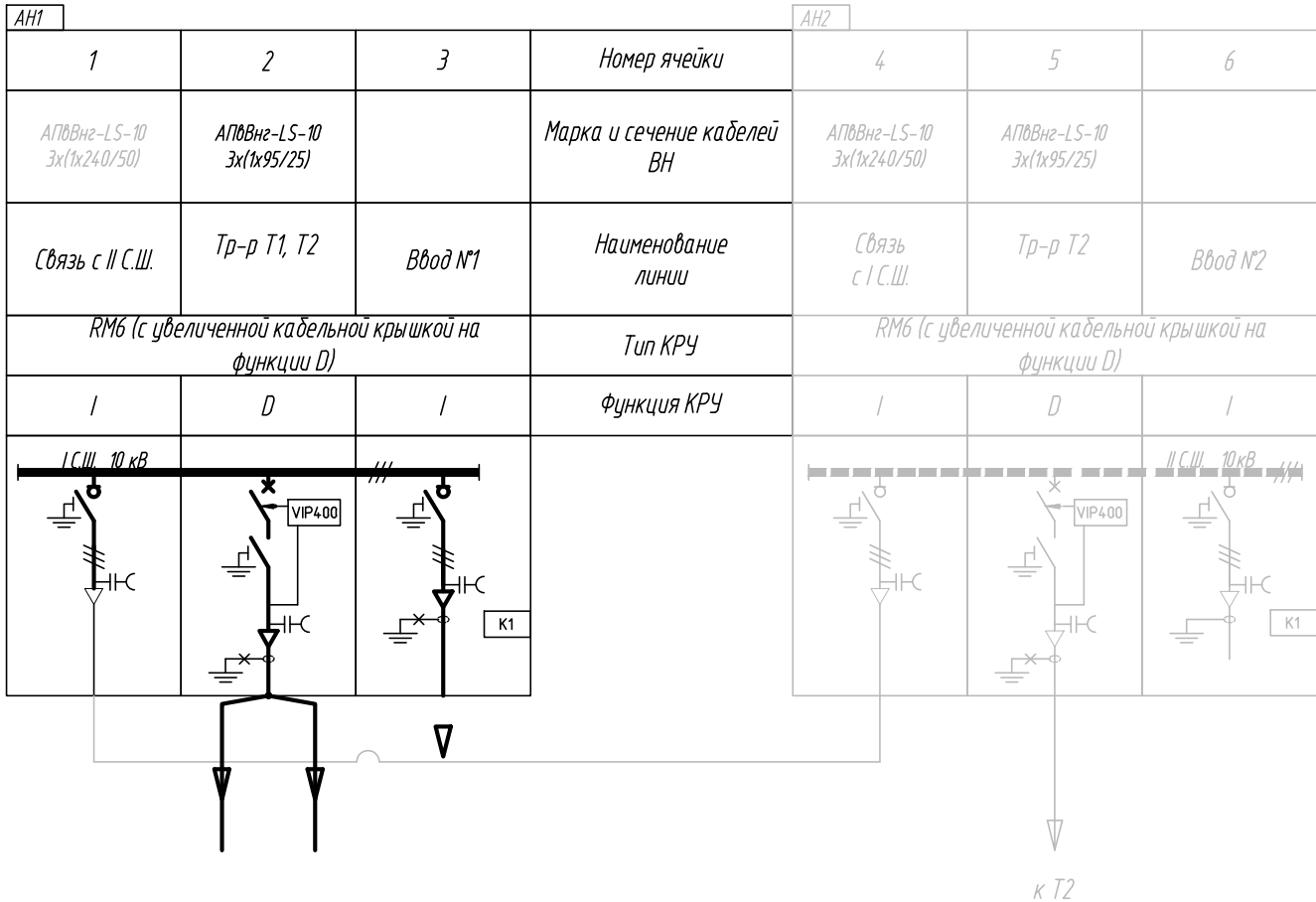
Для обеспечения соответствия условий надёжной и безопасной эксплуатации электроустановок заводом-изготовителем предусмотрены следующие мероприятия по пожарной безопасности:

- камеры и отсеки каждой БКТП разделены между собой сплошной перегородкой из негорючих материалов с пределом огнестойкости 45 минут;
- все отверстия в перекрытиях, панелях и кабельных блоках, предназначенных для прокладки кабелей (проводов), и отверстия, предназначенные для временного электроснабжения, заглушены негорючими материалами;
- в сооружении БКТП предусматриваются выходы, двери и ворота которые открываются наружу;
- помещения комплектуются противопожарными средствами и инвентарем;
- электрооборудование и токораспределительные сети защищены аппаратами обеспечивающими немедленное отключение поврежденных участков с учетом селективности;
- выбраны соответствующие сечения токопроводящих частей оборудования и способы их прокладки;
- выбраны соответствующие марки кабелей для силовой и осветительной сети не распространяющих горение, с оболочкой марки “нг”.

Запрещается:

- подключать электрическую нагрузку сверх разрешенной в технических условиях, а так же увеличивать номинальное значение токов плавких вставок, предохранителей и других защитных аппаратов и устройств, определенных документацией;
- изменять электрические схемы и осуществлять замену аппаратов защиты на другие с более высоким номинальным током уставки или селективности;
- включать в сеть заведомо неисправные приборы или приборы с нарушенной изоляцией.

| | | | | | |
|--------------|--------------|--|--------------|--|--|
| Согласовано | | | Взам. инв. N | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Инв. N подл. | Подп. и дата | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 210305 | | | | | |



I – выключатель нагрузки 630А.
D – элегазовый выключатель 200 А.


VIP400 – Блок защиты трансформатора.

—II—C – Емкостная система проверки наличия напряжения VPIS.

K1 – Указатель прохождения тока КЗ Alpha-M.

— Разземленный экран из термоусаживаемой изолирующей перчатки вывести и прикрепить к телу кабеля тремя кабельными ремешками устойчивыми к световым, температурным и др. воздействиям (экраны разных фаз не соединять друг с другом, разземленный экран не должен прикасаться и приближаться к заземленным конструкциям).

— — — — — предусмотрена возможность установки оборудования.

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|---|--|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | | Р | 2 | |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | Однолинейная схема ВН |  АО «ЭННОВА» | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | |

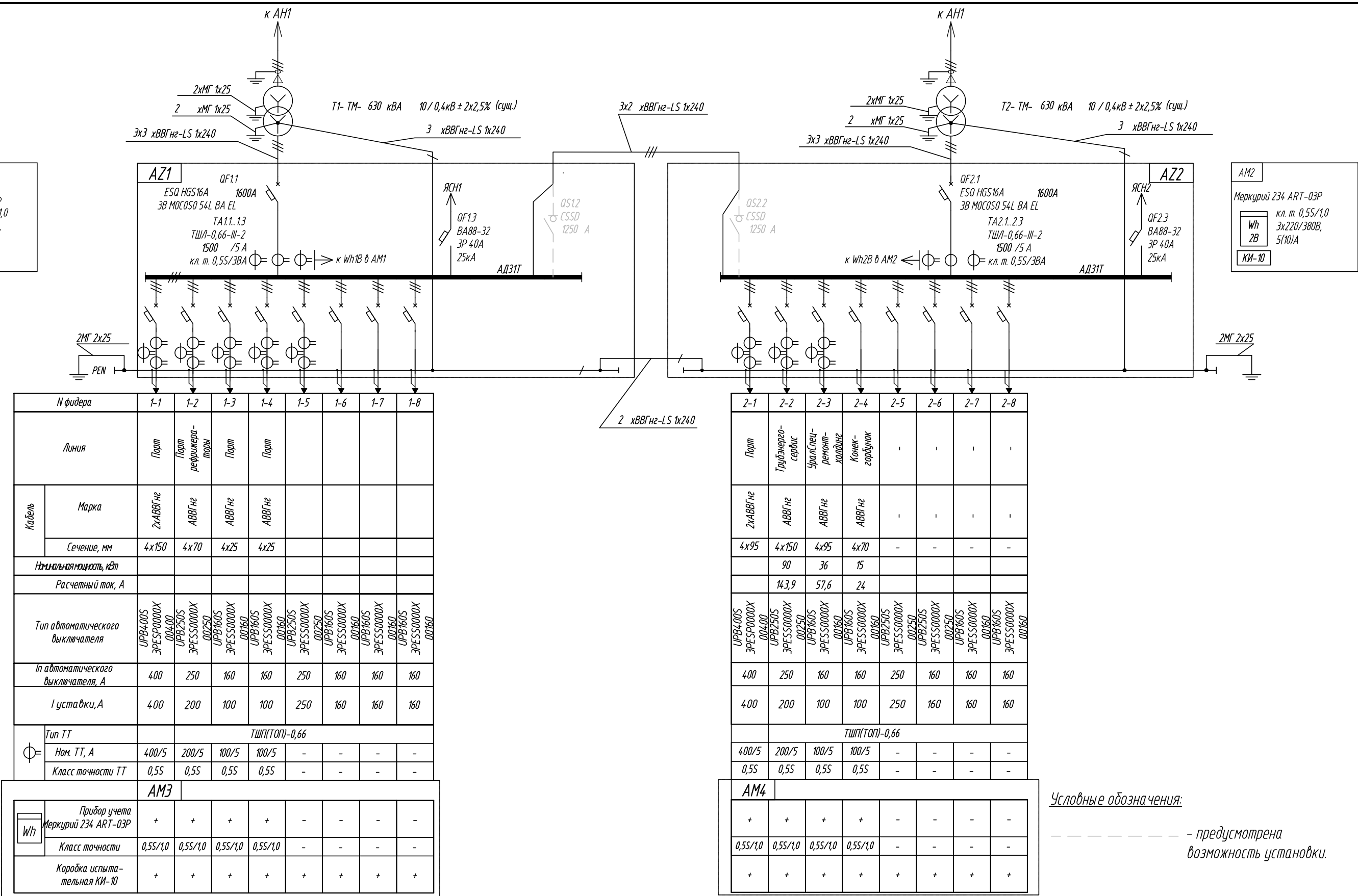


Таблица 1. Выбор номинала коммутационных аппаратов и кол-ва перемычек

| Мощность силового трансформатора | Коммутационный аппарат | | Кол-во перемычек ВВГнг-LS 1х240 | | | |
|----------------------------------|------------------------|--------|---------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | ввод | секция | вводная фазная | вводная нулевая | секцион. фазная | секцион. нулевая |
| 630 кВА | 1600А | 1250А | 3х3 | 3 | 3х2 | 2 |

| | | | | | | | |
|--|-----------|------|--------|-------|-------------|-----------|--------|
| 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | | | | | |
| Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переключением от РП-100 ЧГЭС | | | | | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | | |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | |
| БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | | | | | Стадия Р | Лист 3 | Листов |
| Однолинейная схема НН | | | | | | | |

Согласовано

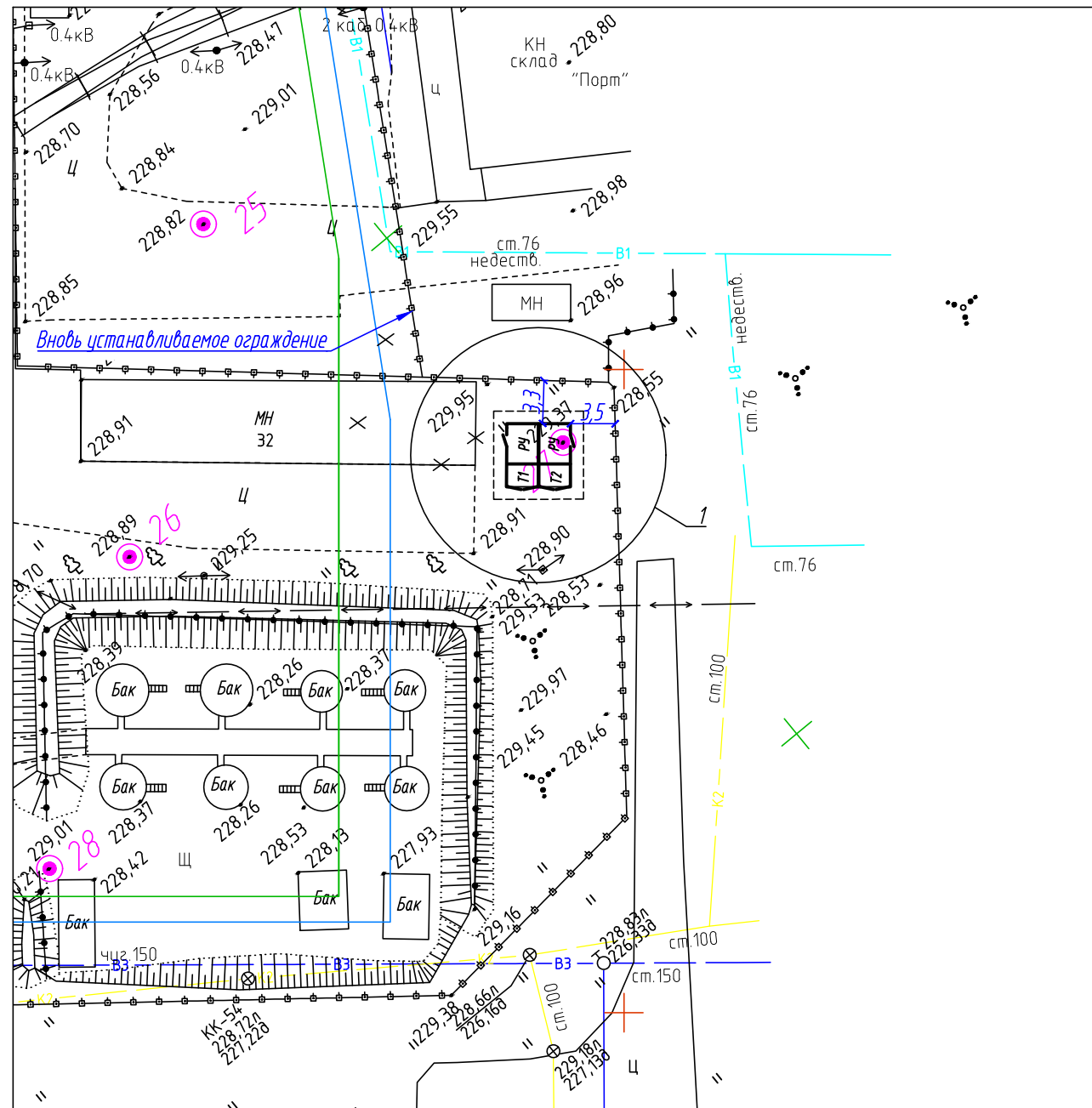
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

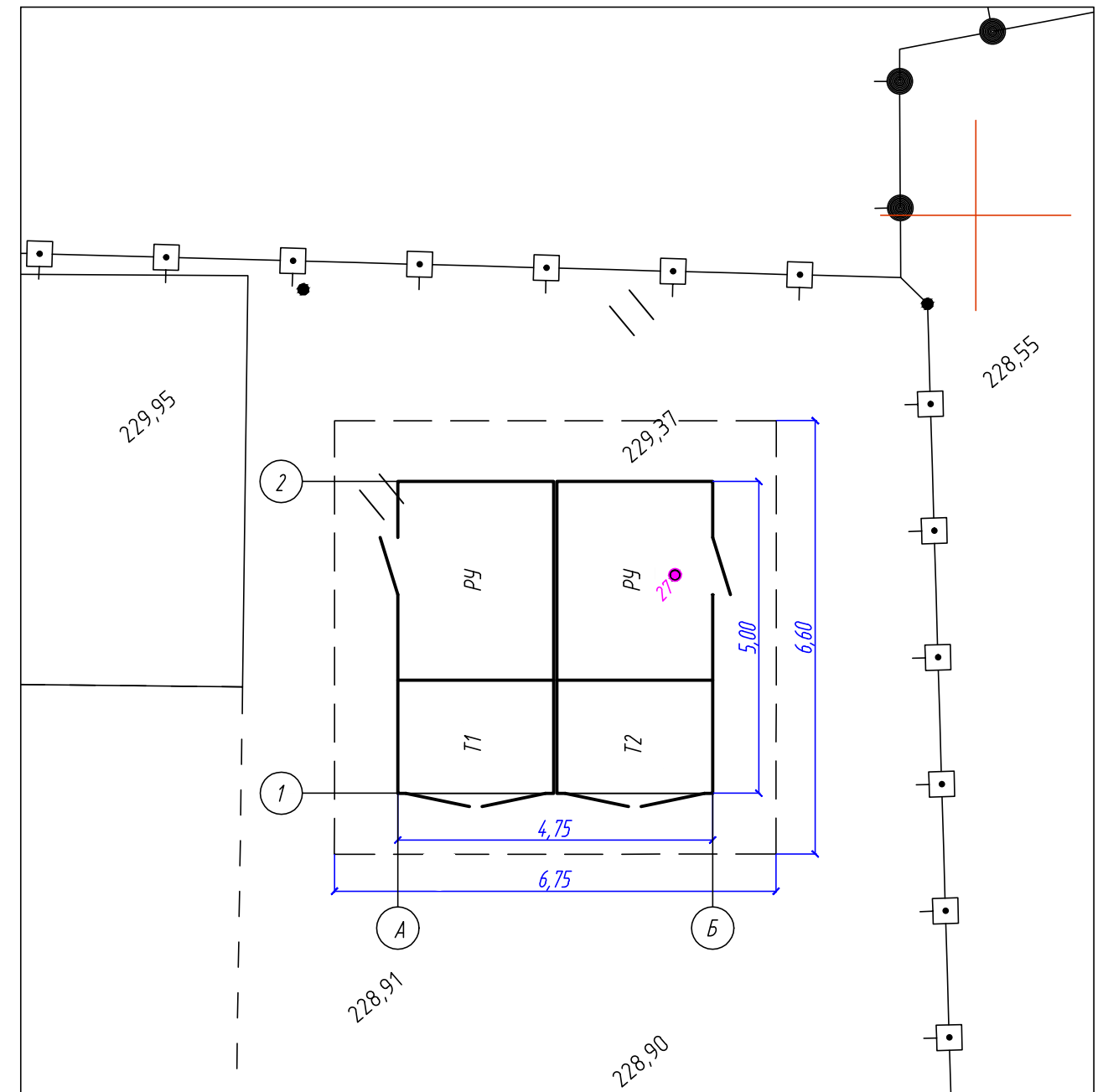
210305

M 1:500



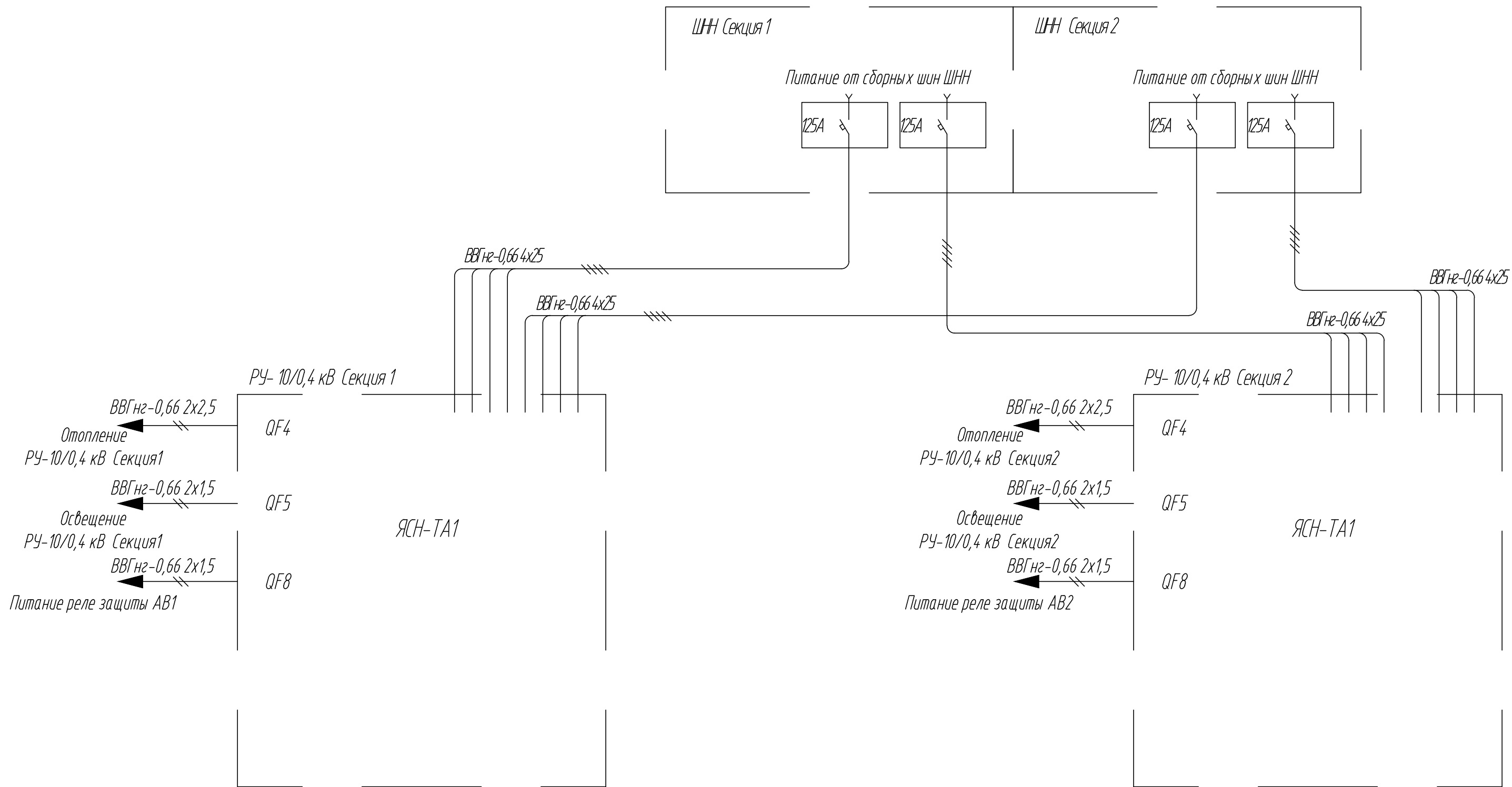
1


M 1:100



| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|--|--|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | Кабельные линии 0,4 кВ питания коммерческих потребителей | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | | Р | 4 | |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | План посадки БКТП |  АО «ЭННОВА» | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | |

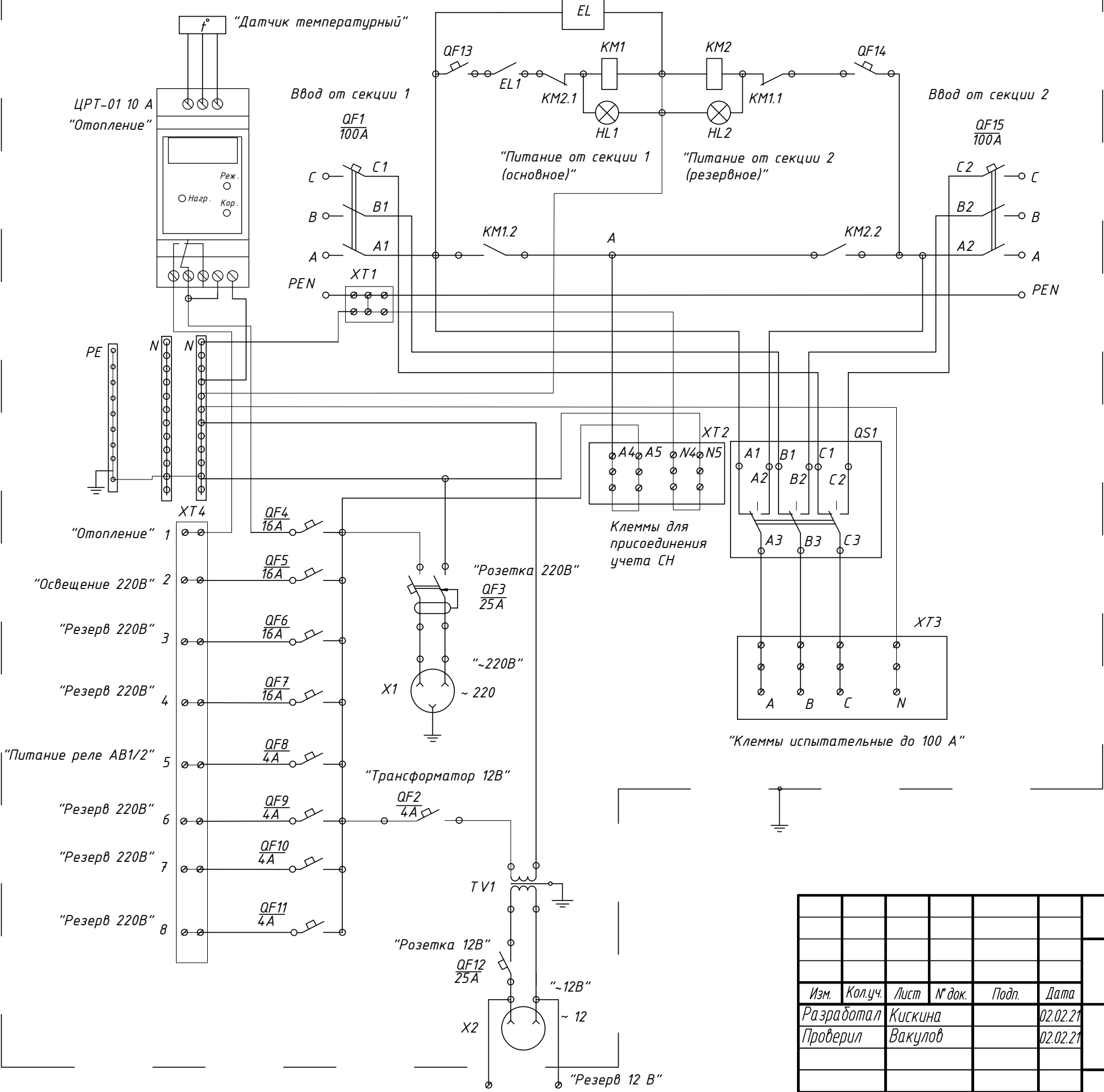
| | | | | | |
|--------------|--------|--------------|--------------|-------------|--|
| Инф. N подл. | 210305 | Подп. и дата | Взам. инф. N | Согласовано | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |




| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|--|--|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | | Р | 5 | |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | Схема питания собственных нужд |  АО «ЭННОВА» | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | |

| | | | | | |
|--------------|--------|--|--|--|--|
| Согласовано | | | | | |
| Взам. инв. N | | | | | |
| Подп. и дата | | | | | |
| Инв. N подл. | 210305 | | | | |

ЯСН-ТА1 РУ-10/0,4 кВ



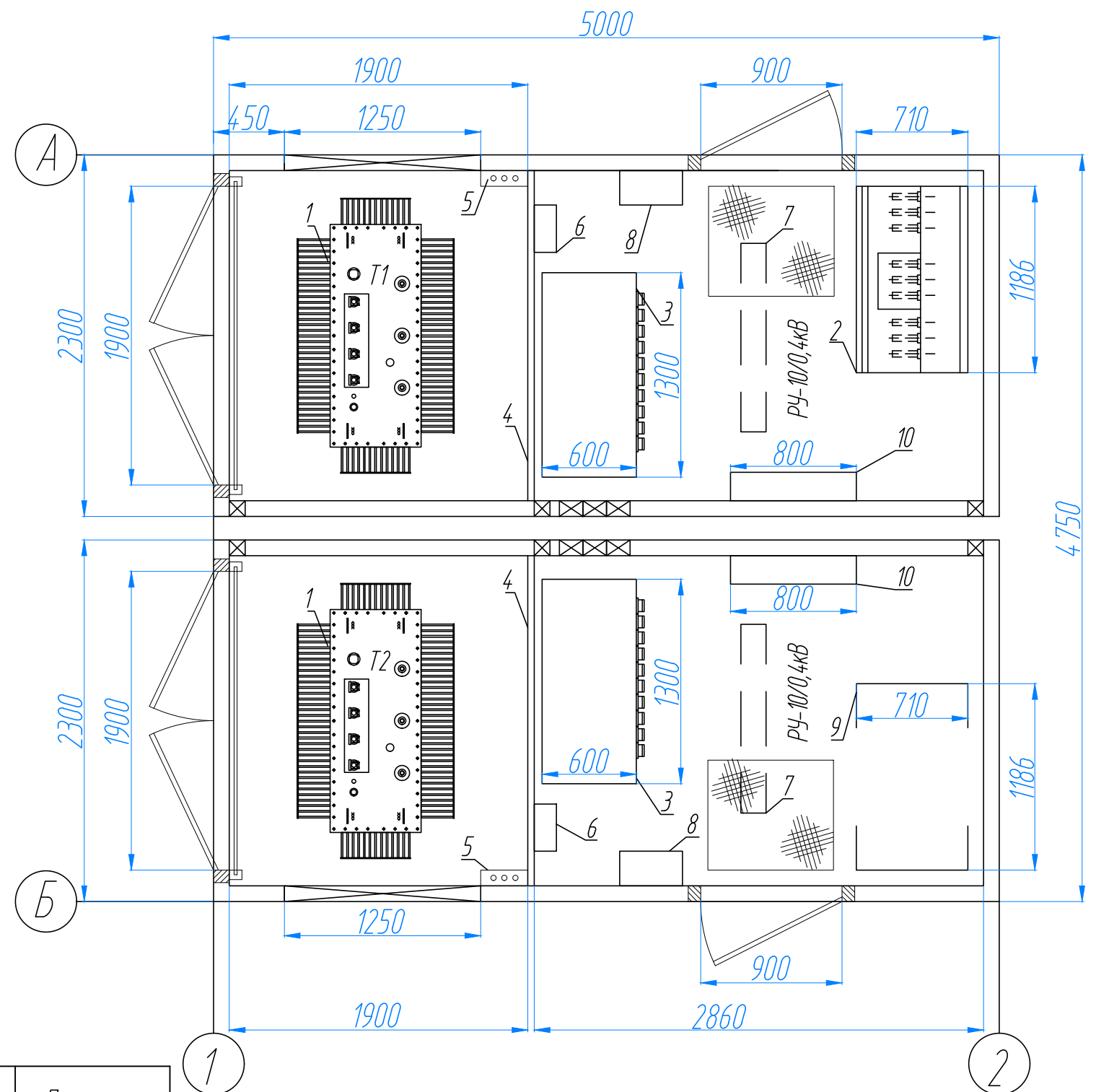
| Спецификация элементов | | | |
|---------------------------------------|--|------------|---|
| Позиция | Наименования | Количество | Тип |
| EL | Устройство контроля наличия напряжения | 1 | Реле РЭК 77/4 10А 230В АС |
| KM1, KM2 | Магнитные пускатели 63 А | 2 | NCH8-63/11 63А 1нз+1нр АС 220/230В контактор |
| QF1, QF15 | Автоматический выключатель 100 А | 2 | ВА 125-29 DZ158-100 3P 100А |
| QF2, QF8, QF9, QF10, QF11, QF13, QF14 | Автоматический выключатель 4 А | 7 | ВА 88-29 DZ47-60 1P 4А, С |
| QF3 | Диф. автомат 25 А | 1 | NB1L 1P+N C25A 30mA тип АС 10kA |
| QF4, QF5, QF6, QF7 | Автоматический выключатель 16 А | 4 | ВА 88-29 DZ47-60 1P 16А, С |
| PE | шина "РЕ" на 9 отв. | 1 | |
| N | шина "N" на изоляторах 12 отв. | 2 | |
| QF12 | Автоматический выключатель 25 А | 1 | ВА 88-29 DZ47-60 1P 25А, С |
| QS1 | Переключатель на два направления 100 А три положения | 1 | ППЗ-160/H2 исп.3 220В-160А 380В-100А |
| XT1, XT2, XT3 | Клемные колодки (зажим наборный) | 10 | ЗНИ-35мм2 TDM (с перемычками) |
| XT4 | Клемные колодки (зажим наборный) | 8 | ЗНИ-4мм2 TDM |
| X1 | Розетка штепсельная TS 40 2P+25A 250 V | 1 | Роз. Din-рейку 1мест. заз РАР10-3-ОП (250В, 10/16А) |
| X2 | Розетка штепсельная РП2Б ~10А +вилка У87 РБ 10А | 1 | Роз. откр. 1мест. РШ 4.2В (РП-2Б-4.2В) |
| TV1 | Трансформатор понижающий ОСО-0,25-220/12В | 1 | ОСО-0,25-220/12 0,25 кВА 220/12В |
| ЦРТ | Терморегулятор ЦРТ-01 10 А | 1 | ЦРТ-01 10А (НПР от -50 / ВПРдо +125) 220В |
| HL1, HL2 | Сигнальные лампы | 2 | ND16-220S/4 АС 230В зеленый индикатор (CHINT) |

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|--|--|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | | Р | 6 | |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | Схема ящика собственных нужд ЯСН-ТАЗ |  АО «ЭННОВА» | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | |


| | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|-------------|--|--|--|
| Инв. N подл. | Подп. и дата | Взам. инв. N | Согласовано | | | |
| 210305 | | | | | | |

Примечание:

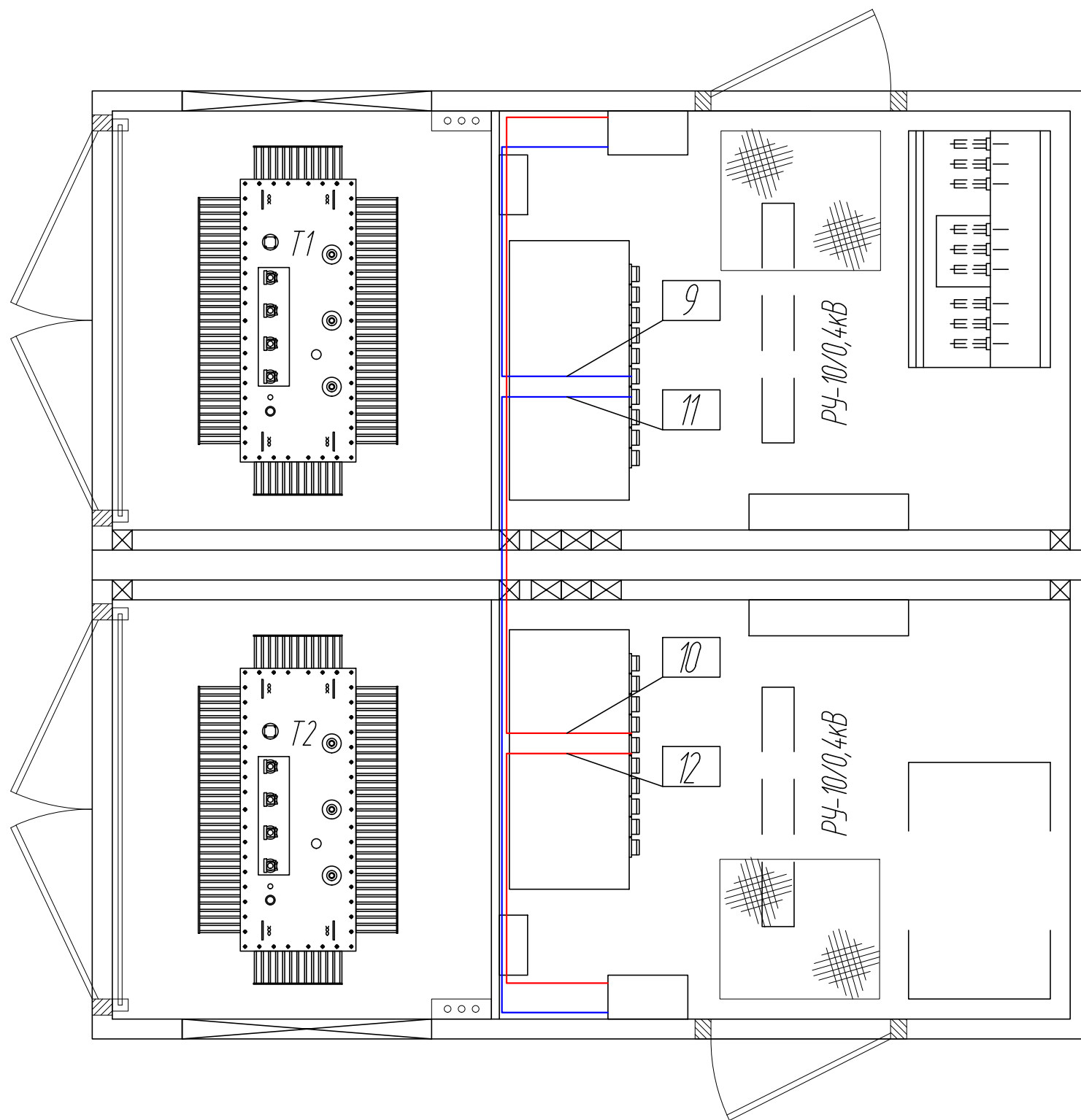
1. Габариты трансформаторной подстанции даны при размерах ТМ 1950х1750х1275 (ВхШхГ).
2. БКТП выполнена в габаритах под трансформаторы до 1250 кВА.
3. Расстояния до стен и дверей нормируются п.4.2.203 ПУЭ 7-е изд.




| Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|------|--------------------|--|------|------------------|
| 1 | ТМ- 630/10/0,4 кВ | Место для трансформатора масляного | 2 | Не входит в БКТП |
| 2 | RM6 IDI NE, VIP400 | РУ-10 кВ на моноблоках RM6 | 1 | |
| 3 | НКУ-8-1600() | РУ-0,4 кВ | 2 | |
| 4 | КТГБ 058.00.00.000 | Перегородка | 2 | |
| 5 | КТГБ 017.02.00.000 | Кожух высоковольтного кабеля | 2 | |
| 6 | ШСБ | Шкаф средств безопасности | 2 | |
| 7 | ИК-1.1 | Печь инфракрасная | 2 | |
| 8 | ЯСН-ТА1 | Ящик собственных нужд с АВР | 2 | |
| 9 | | Место для моноблока IDI РУ-10 кВ | 1 | |
| 10 | ШУ-9 | Шкаф учета на 9 счетчиков (Меркурий 234 ART-03Р - 6/4 шт.) | 2 | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|---|--|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | | | |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | Р | 7 | |
| | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | План расположения оборудования |  АО «ЭННОВА» | | |
| ГИП | Никитин | | | | 02.02.21 | | | | |

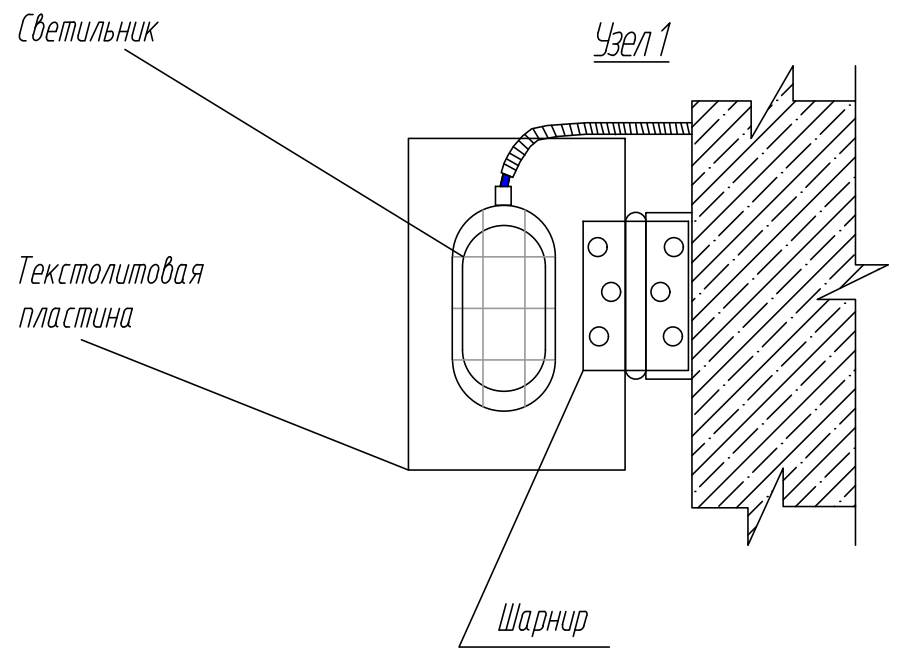
| | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|-------------|--|--|--|
| Инв. N подл. | Подп. и дата | Взам. инв. N | Согласовано | | | |
| 210305 | | | | | | |



Все кабели прокладывать по стене в коробах ПВХ.
Все кабели должны иметь маркировку (бирки) с обоих концов.
Смотреть кабельный журнал лист.
Провод и кабель резать после проверки длин по месту

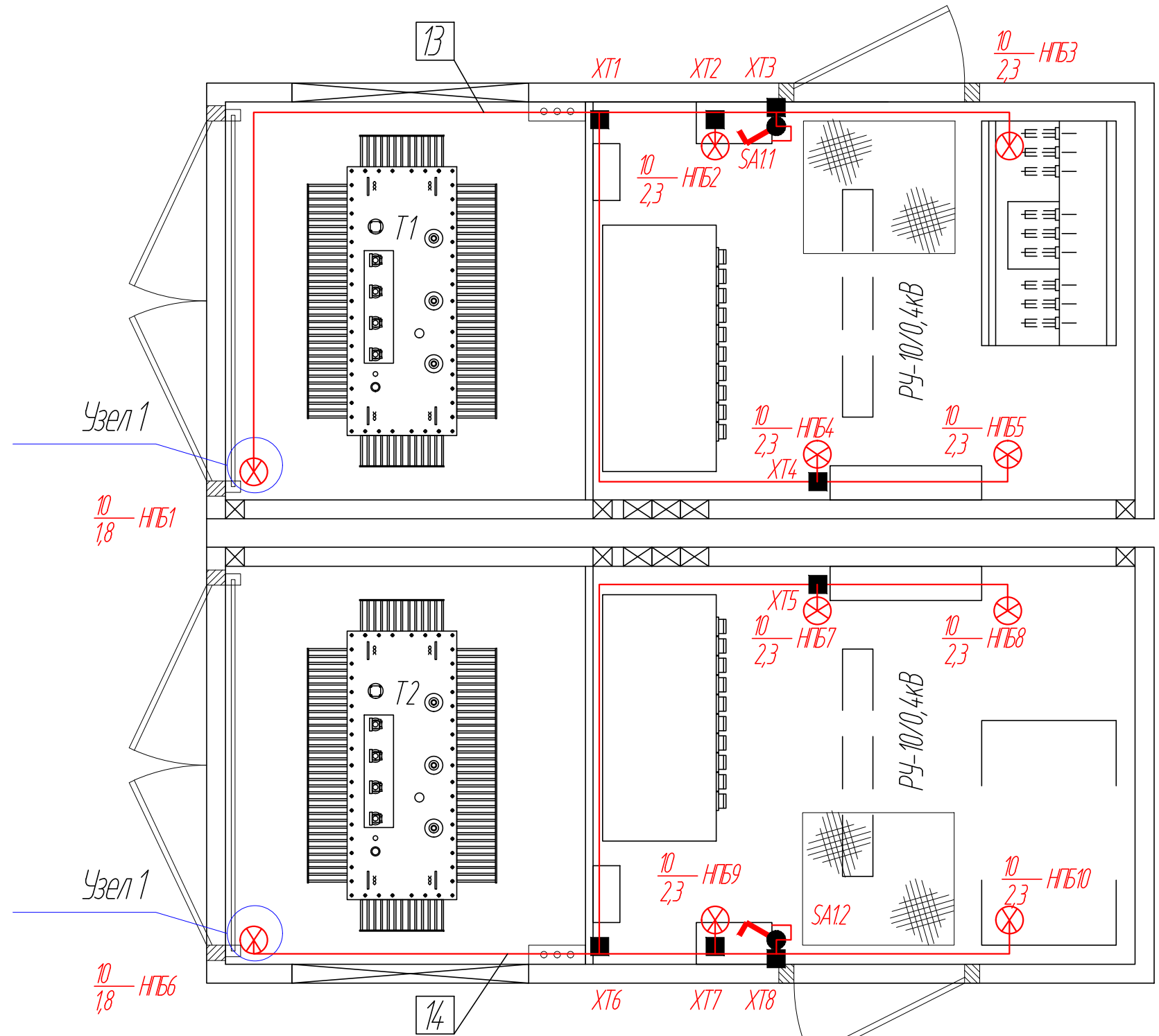
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|---------------------|-------------------|---|-------------|---------------------|-----------|------|--------|-------|----------|--|--|--|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | | | | | | | | |
| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | | | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | | |
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | | | | |
| 9 | РУ-0,4 кВ секция 1 НКУ | РУ-0,4 кВ ЯСН-ТА1С1 | ВВГнг | 4х25 | 5,5 | Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | | Стадия | Лист | Листов |
| 10 | РУ-0,4 кВ секция 2 НКУ | РУ-0,4 кВ ЯСН-ТА1С1 | ВВГнг | 4х25 | 7,5 | Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | | Р | 8 | |
| 11 | РУ-0,4 кВ секция 1 НКУ | РУ-0,4 кВ ЯСН-ТА1С2 | ВВГнг | 4х25 | 7,5 | | | | | | | Раскладка кабелей собственных нужд | |  АО «ЭННОВА» | | |
| 12 | РУ-0,4 кВ секция 2 НКУ | РУ-0,4 кВ ЯСН-ТА1С2 | ВВГнг | 4х25 | 5,5 | Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | | | | | |
| | | | | | | ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | | |

| | | | | | |
|--------------|--------|--------------|--------------|-------------|--|
| Инф. N подл. | 210305 | Подп. и дата | Взам. инв. N | Согласовано | |
| | | | | | |
| | | | | | |



| Наименование | Кол. |
|---------------------|------|
| Светильник НРБ-60 | 10 |
| Выключатель SA1 | 2 |
| Клеммная коробка XT | 8 |

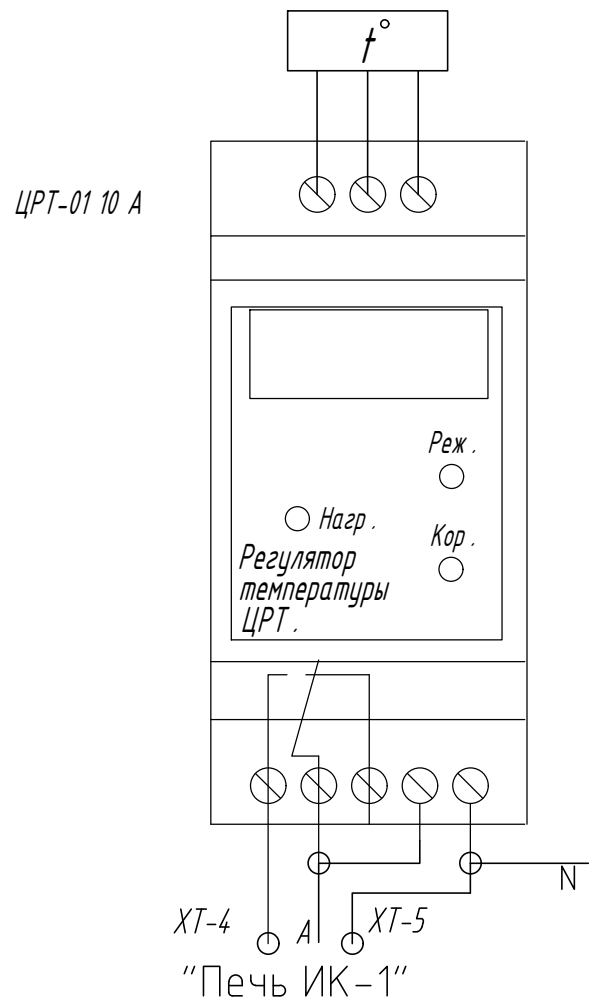
- ⊗ - светильник НРБ
● - выключатель SA1
■ - клеммная коробка
10 - мощность ламп (светодиодные), Вт
2,3 - высота установки патрона над полом, м



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|--|-------------|------------|-----------|------|--------|----------|-----------|--|--------|------|--------|
| | | | | | | | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м | Разработал | Кискина | | | 02.02.21 | Р | | 9 | | |
| | | | | | | Проверил | Вакулов | | | 02.02.21 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | РУ-10/0,4 кВ С1 ЯСН-ТА1 QF5 | Освещение РУ-10/0,4 кВ С1, Т1 | ВВГнг | 2х1,5 | 15,0 | Н. контр. | Куртикова | | | 02.02.21 | Освещение |  АО «ЭННОВА» | | | |
| 14 | РУ-10/0,4 кВ С2 ЯСН-ТА1 QF5 | Освещение РУ-10/0,4 кВ С2, Т2 | ВВГнг | 2х1,5 | 13,5 | ГИП | Никулин | | | 02.02.21 | | | | | |

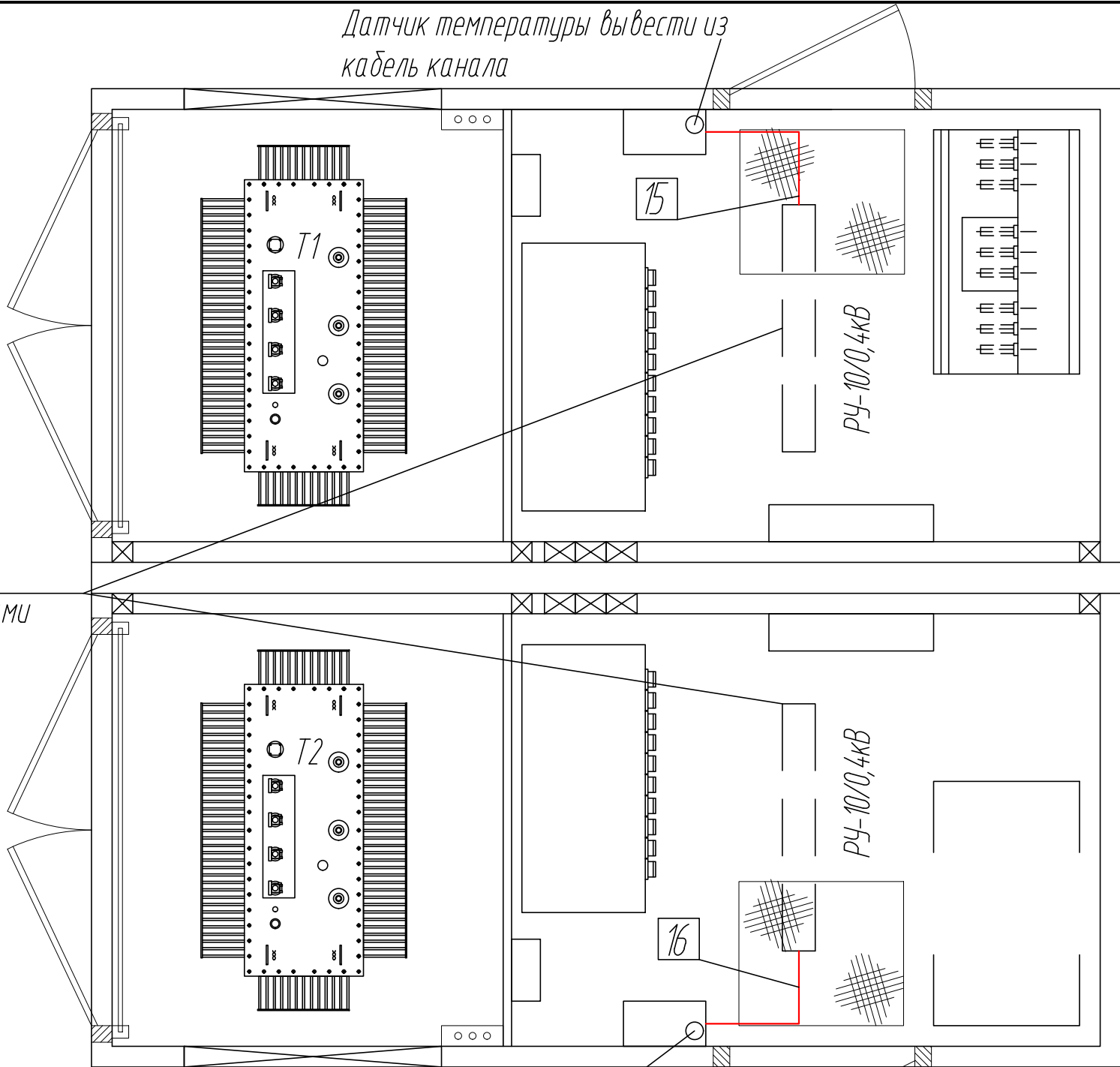
| | | | | | |
|--------------|--------|--------------|--------------|-------------|--|
| Инв. № подл. | 210305 | Подп. и дата | Взам. инв. № | Согласовано | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Схема подключения
терморегулятора (встроен в ЯСН)



| Наименование | Кол. |
|------------------------|------|
| Печь инфракрасная ИК-1 | 2 |
| | |
| | |

Печи крепить к
потолу кронштейнами

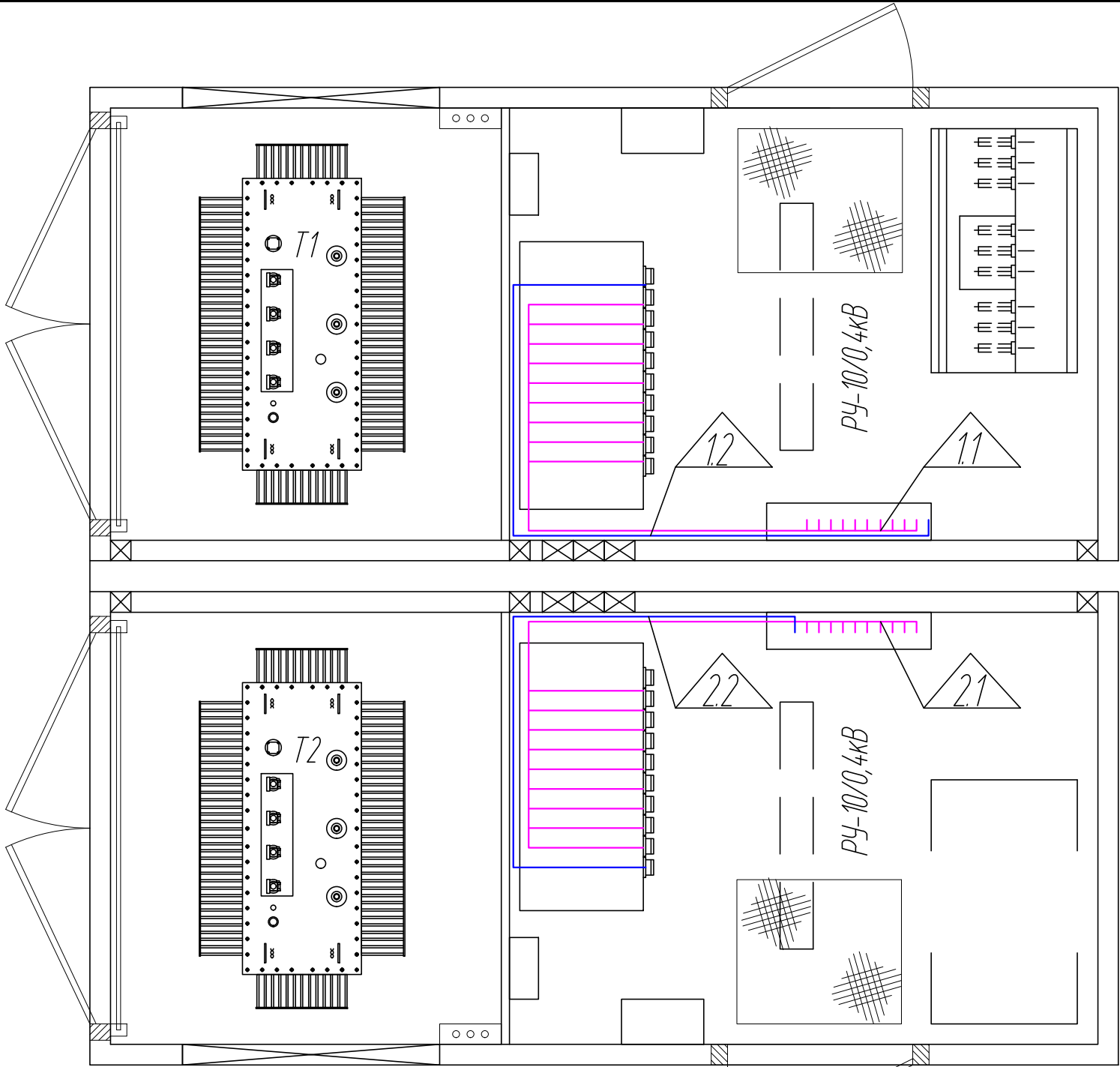


Датчик температуры вывести из
кабель канала

Все кабели прокладывать по стене в коробах ПВХ.
Все кабели должны иметь маркировку (бирки) с обоих концов.
Смотреть кабельный журнал лист.
Провод и кабель резать после проверки длин по месту

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------|-------------------|--|-------------|------------|-----------|------|--------|----------|-----------|---|--------|------|--------|
| | | | | | | | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м | Разработал | Кискина | | | 02.02.21 | Р | | 10 | | |
| | | | | | | Проверил | Вакулов | | | 02.02.21 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | РУ-10/0,4 кВ С1 ЯСН-ТА1 ЦРТ | Печь ИК-1 | ВВГнг | 3х1,5 | 2,5 | Н. контр. | Куртикова | | | 02.02.21 | Отопление |  АО «ЭНОВА» | | | |
| 16 | РУ-10/0,4 кВ С2 ЯСН-ТА1 ЦРТ | Печь ИК-1 | ВВГнг | 3х1,5 | 2,5 | ГИП | Никулин | | | 02.02.21 | | | | | |


| | | | | | |
|--------------|--------|--------------|--------------|-------------|--|
| Инф. N подл. | 210305 | Подп. и дата | Взам. инв. N | Согласовано | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



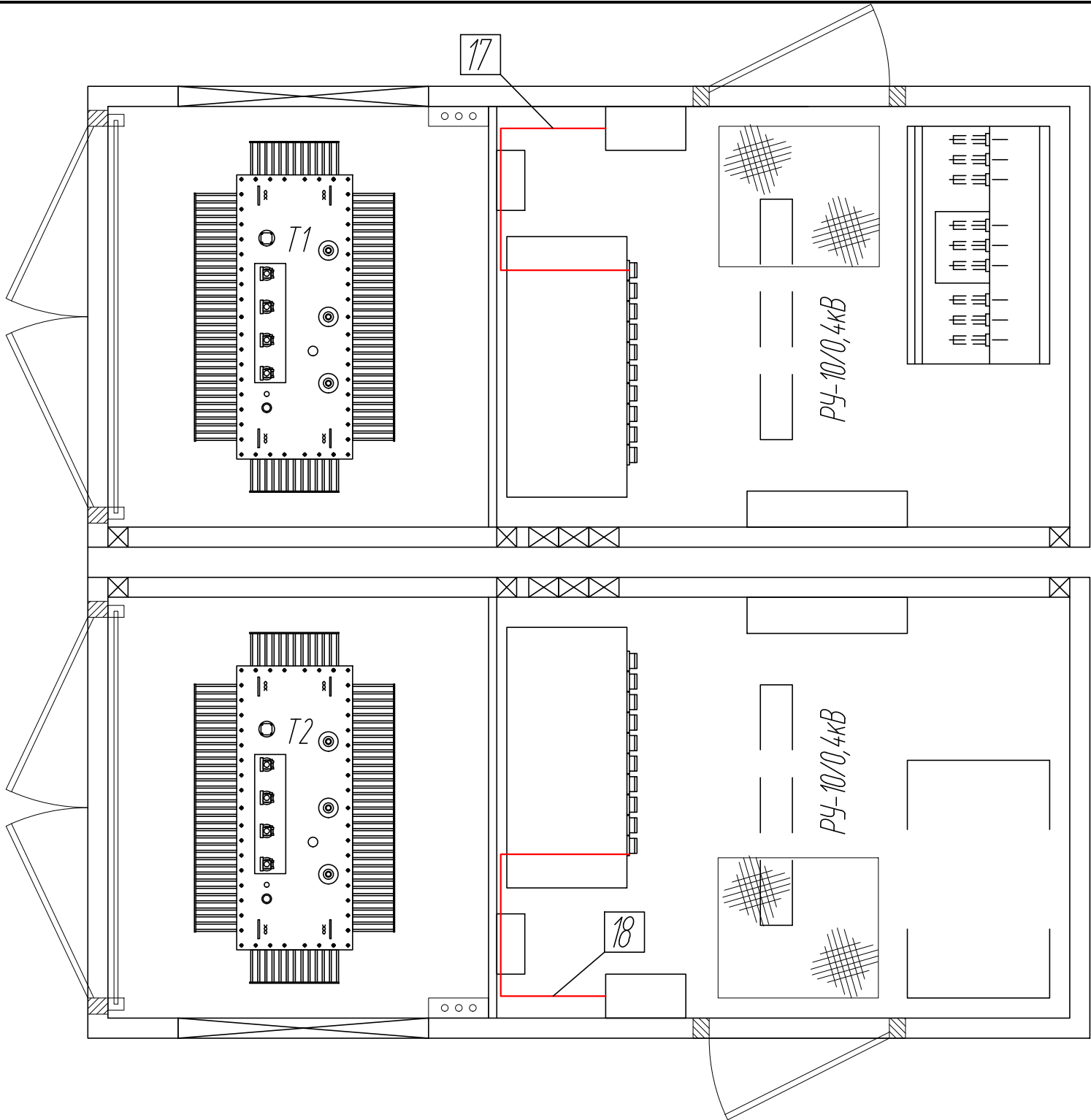
Примечание:
1. Разветвители интерфейса монтировать в шкафах учета!
2. Выполнить подготовку для учета на всех отходящих линиях.

Все кабели прокладывать по стене в коробах ПВХ.
Все кабели должны иметь маркировку (бирки) с обоих концов.
Смотреть кабельный журнал лист.
Провод и кабель резать после проверки длин по месту

| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------|--|-------------|
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м |
| 11 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фидеры | Шкаф ШУ-9 С1 Меркурий 234 | КВВГнг | 8х10х2,5 | 7,5 |
| 12 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 ввод | Шкаф ШУ-9 С1 Меркурий 234 | КВВГнг | 1х10х2,5 | 7,5 |
| 21 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фидеры | Шкаф ШУ-9 С2 Меркурий 234 | КВВГнг | 8х10х2,5 | 7,5 |
| 22 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 ввод | Шкаф ШУ-9 С2 Меркурий 234 | КВВГнг | 1х10х2,5 | 6,5 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|-----------|--------|-------|----------|--|--|--|--|------|--------|
| | | | | | | 277-19Э/ПИР-0-22-ЭП | | | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | | | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | | Кискина | | | 02.02.21 | | | | Р | 11 | |
| Проверил | | Вакулов | | | 02.02.21 | Раскладка контрольных кабелей | | |  АО «ЭННОВА» | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | | Куртикова | | | 02.02.21 | | | | | | |
| ГИП | | Никулин | | | 02.02.21 | | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------|--|--------------|--------------|-------------|--|
| Инв. № подл. 210305 | | Подп. и дата | Взам. инв. № | Согласовано | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



Примечание:
1Кабели 18, 19 монтировать в случае отсутствия внутреннего питания реле UPR/GPR.

Все кабели прокладывать по стене в коробах ПВХ.
Все кабели должны иметь маркировку (бирки) с обоих концов.
Смотреть кабельный журнал лист.
Провод и кабель резать после проверки длин по месту

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|---|-------------|------------|-----------|------|--------|----------|----------------------|---|--|--------|------|--------|
| | | | | | | | | | | | | 277-19Э/ПИР-0-22-ЭП | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | | |
| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | | Стадия | Лист | Листов |
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м | Разработал | Кискина | | | 02.02.21 | Р | | | 12 | | |
| | | | | | | Проверил | Вакулов | | | 02.02.21 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | РУ-10/0,4 кВ С1 ЯСН-ТА1QF8 | РУ-0,4 кВ UPR/GPR С1 | ВВГнг | 2х1,5 | 5,0 | Н. контр. | Куртикова | | | 02.02.21 | Раскладка кабелей РЗ | |  АО «ЭННОВА» | | | |
| 18 | РУ-10/0,4 кВ С2 ЯСН-ТА1QF8 | РУ-0,4 кВ UPR/GPR С2 | ВВГнг | 2х1,5 | 5,0 | ГИП | Никулин | | | 02.02.21 | | | | | | |

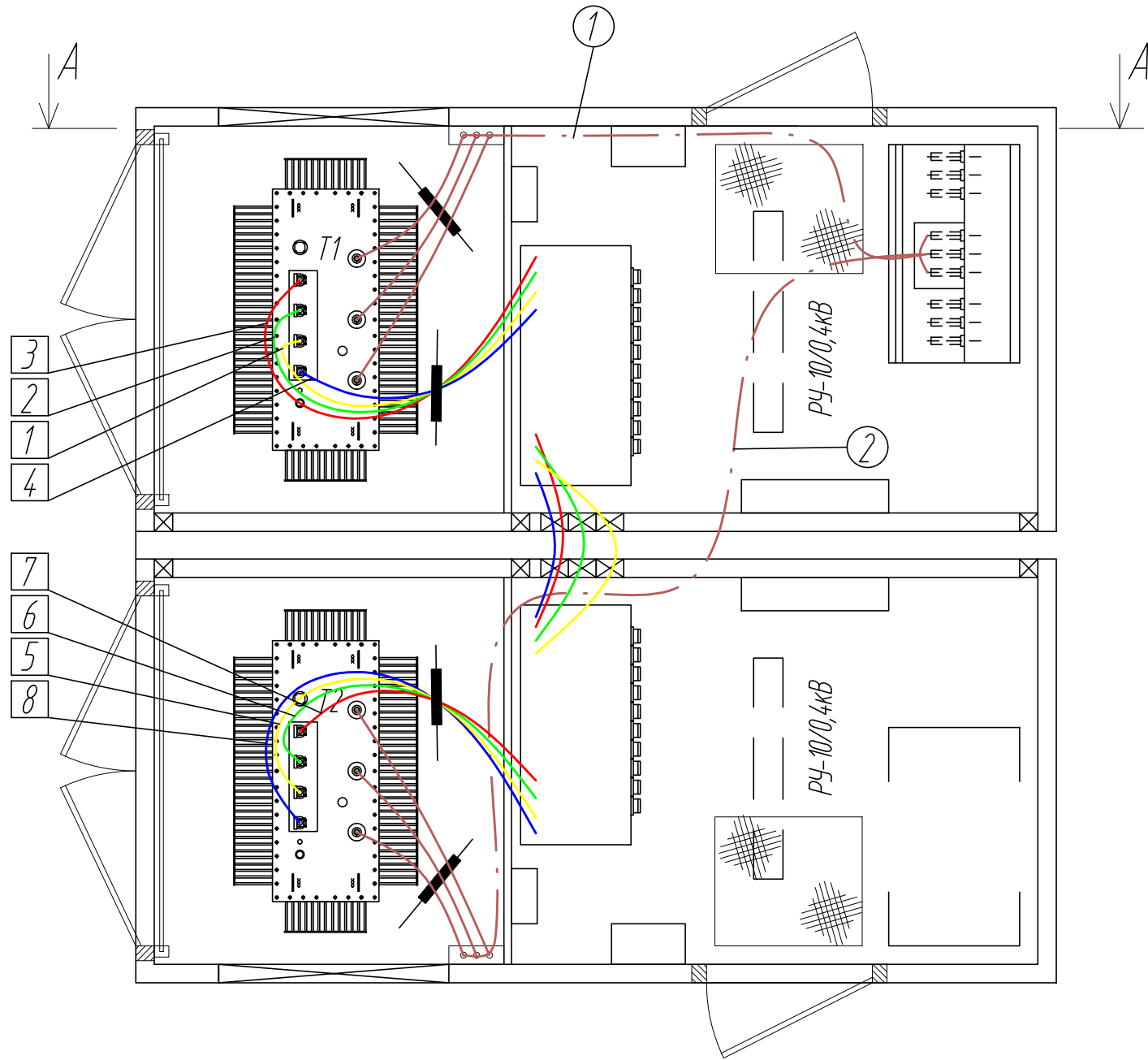
Кабельный журнал кабелей 10 кВ


| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | |
|----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--|-------------|
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м |
| ① | РУ-10 кВ С1RM-6 D | Трансформатор "Т1" | АПВВнгLS | 3х(1х95)/25-10 | 14,0 |
| ② | РУ-10 кВ С1RM-6 D | Трансформатор "Т2" | АПВВнгLS | 3х(1х95)/25-10 | 16,5 |

Кабельный журнал кабелей 0,4 кВ

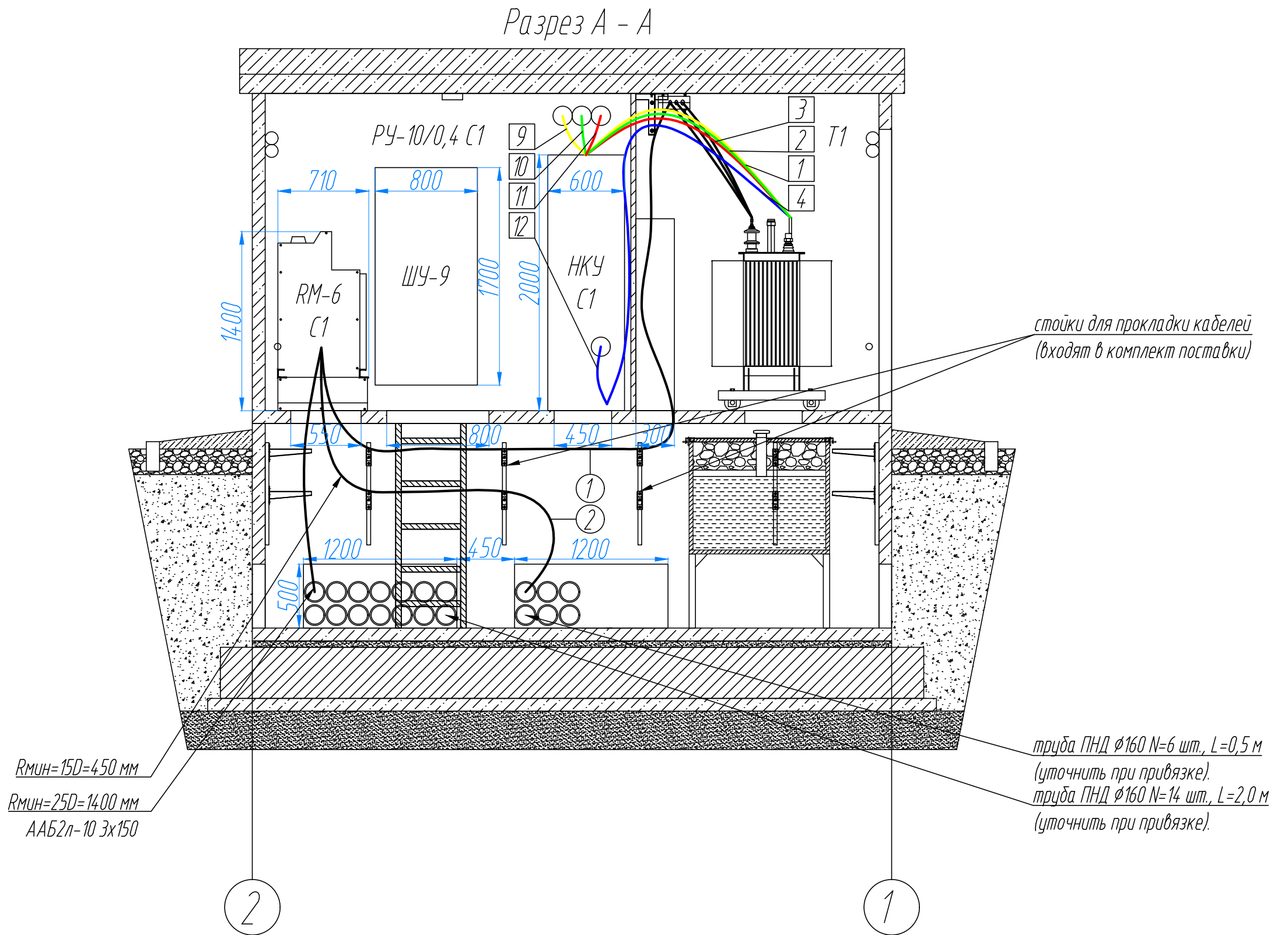
| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|--|-------------|
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м |
| 1 | Трансформатор "Т1" фаза "А" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "А" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 |
| 2 | Трансформатор "Т1" фаза "В" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "В" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 |
| 3 | Трансформатор "Т1" фаза "С" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "С" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 |
| 4 | Трансформатор "Т1" нейтраль | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 нейтраль | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 5,5 |
| 5 | Трансформатор "Т2" фаза "А" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "А" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 |
| 6 | Трансформатор "Т2" фаза "В" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "В" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 |
| 7 | Трансформатор "Т2" фаза "С" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "С" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 |
| 8 | Трансформатор "Т2" нейтраль | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 нейтраль | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 5,5 |
| 9 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "А" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "А" | ВВГнг | 2х(1х240)-0,66 | 2,5 |
| 10 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "В" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "В" | ВВГнг | 2х(1х240)-0,66 | 2,5 |
| 11 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "С" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "С" | ВВГнг | 2х(1х240)-0,66 | 2,5 |
| 12 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 нейтраль | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 нейтраль | ВВГнг | 2х(1х240)-0,66 | 2,5 |

- 1.Кабели 10 кВ прокладывать по кабельным подвалам открыто по полкам.
2.Кабели 0,4 кВ прокладывать по кабельным лоткам подстанции с закреплением в клицах.
3.Кабели резать после проверки длин по месту.
4.В кабельные подвалы установлены полки и стойки.



| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|--|--|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | | Р | 13 | |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | Раскладка силовых кабелей |  АО «ЭННОВА» | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | |

| | |
|--------------|--------|
| Инв. № подл. | 210305 |
| Подп. и дата | |
| Взам. инв. № | |
| Согласовано | |



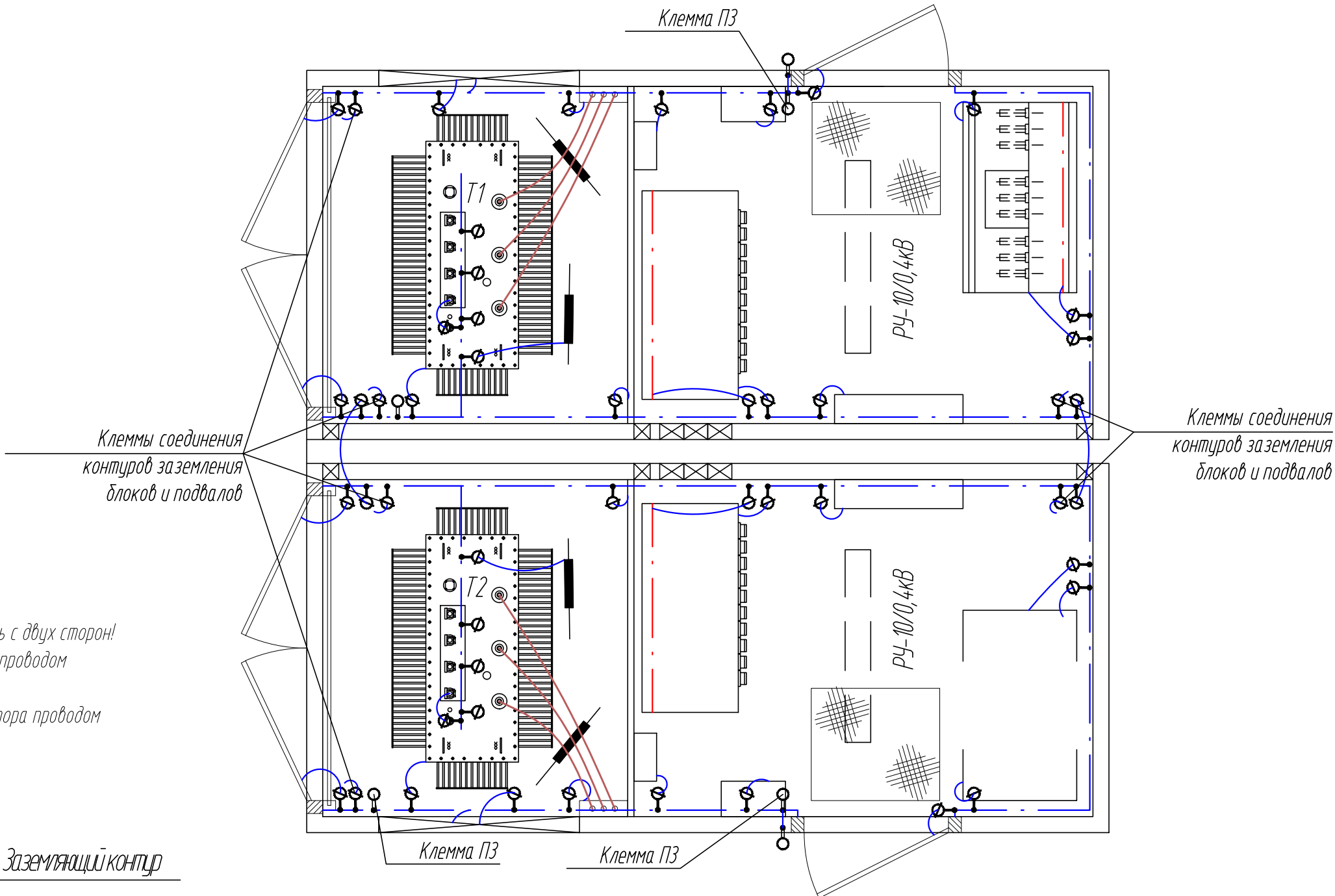
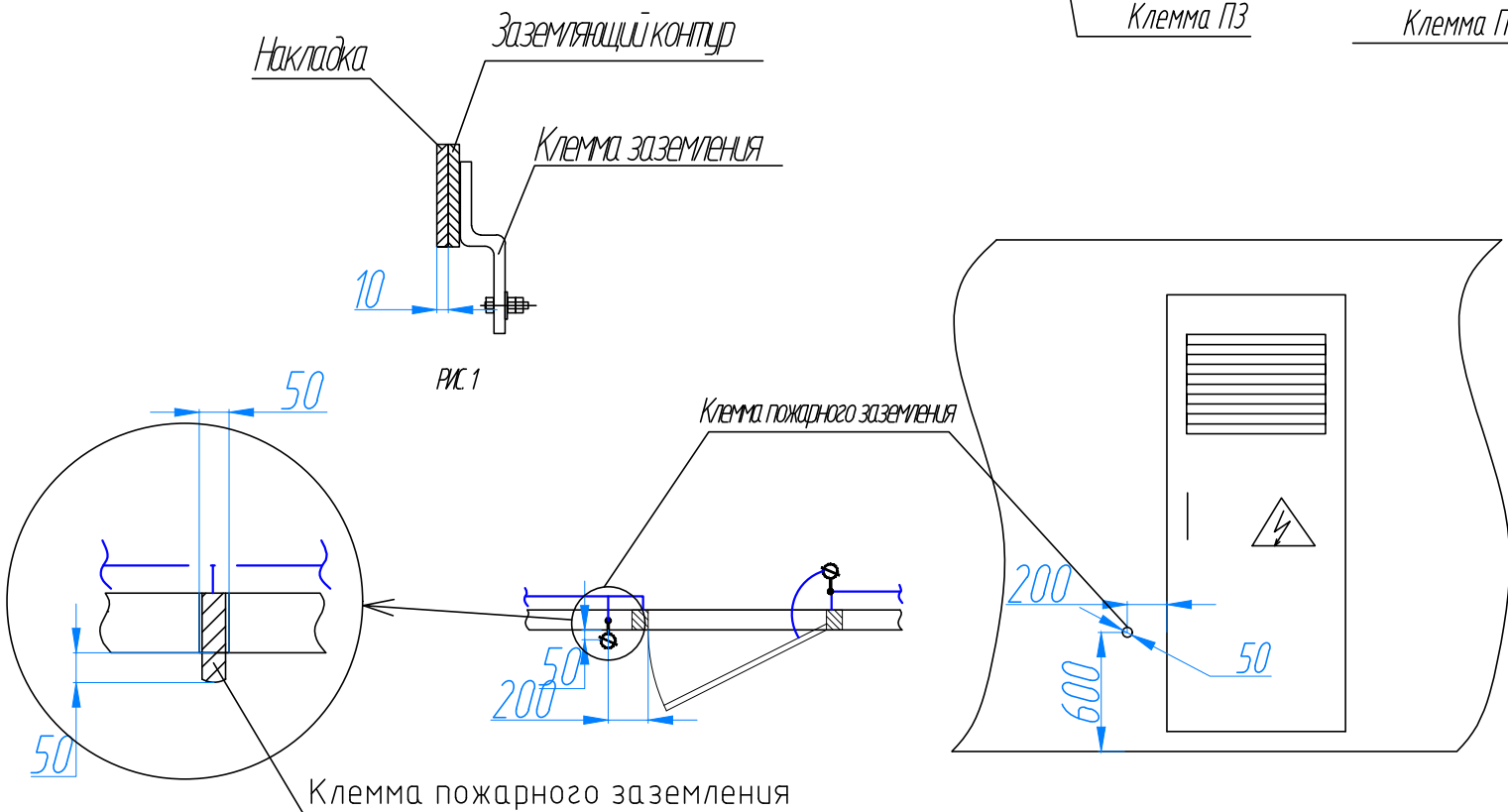
Примечания:

- Полиэтиленовые трубы проложить с уклоном 5% от здания БКТП.
- Резервные трубы кабельных линий заделать цементным раствором.
- Для герметизации входов кабелей из труб использовать уплотнители.
- Трубы должны выходить за отмостку не менее чем на 0,6 м.
- Отверстия между трубами заделать бетоном и покрыть мастикой.
- Форма жалюзи - "Елочка", без сетки рабица, с управлением закрытия на зимнее время.
- За отметку 0.0 принята отметка чистого пола подстанции.
- Выполнить гидроизоляцию наружных стен и швов, покрасив их горячим битумом по холодному основанию за два раза.
- Минимальный радиус изгиба кабеля АПВВнгLS-1х95/25-10 равен 15 внешним диаметрам, D=30 мм, R=450 мм.
- Данный лист смотреть вместе с листом 13 данного раздела.


| | | | | | | | |
|------|---------|------|--------|-------|------|---------------------|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | Лист |
| | | | | | | | 13.2 |

| | | | | | |
|--------------|--------|--|--|--|--|
| Согласовано | | | | | |
| Взам. инв. N | | | | | |
| Подп. и дата | | | | | |
| Инв. N подл. | 210305 | | | | |

1. Экраны кабелей ВН с СПЗ заземлить с двух сторон!
2. Заземление бака трансформатора проводом сечением МГ-2(1х25) мм.
3. Заземление нейтрали трансформатора проводом сечением МГ-2(1х25) мм.



Заземление выполнить в соответствии со СНиП 3.05.06-96.
 Все металлические части, должны быть присоединены к контуру заземления сваркой.
 Все соединения заземляющего контура выполнять электродной сваркой внахлестку.
 Заземление нейтрали трансформаторов не должно касаться бака.
 Внутренний контур заземления выполнить на высоте 0,4м от пола; покрасить кузбас-лаком, а в местах отпаяк (клемм заземления) полосами желто-зеленого цвета.
 Внутренний контур заземления выполнить с отступом на 10мм от стены (Рис. 1).
 Заземление дверей и ворот выполнить проводом МГ 1х25 в прозрачной термоусаживаемой трубке.

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|--|---|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | | Р | 14 | |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | Внутренний контур заземления |  | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | |

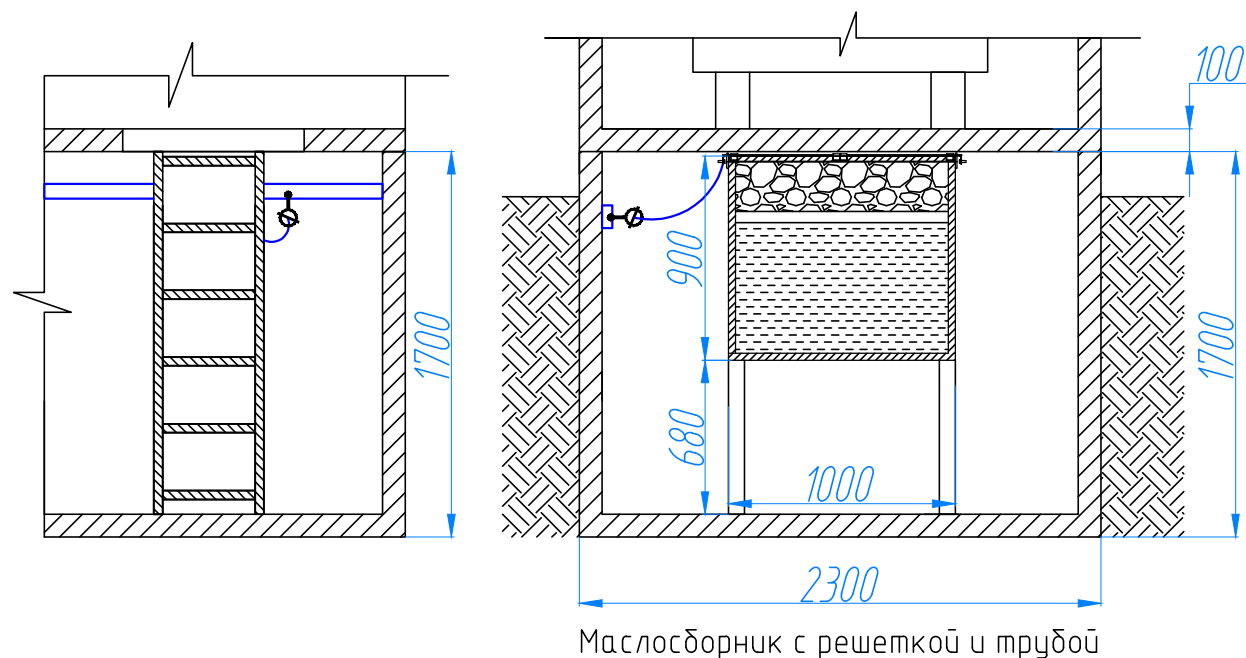
| | | | | |
|------------------------|--------------|--------------|-------------|--|
| Инв. № подл. 210305 | Подп. и дата | Взам. инв. № | Согласовано | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

В каждом подвале установить
12 таких комплектов.

Стойка к1153 - 1 шт.
Полка к1163 - 2 шт.
Скоба к1157Р - 2 шт.

Клеммы соединения
контуров заземления
блоков и подвалов

Клеммы соединения
контуров заземления
блоков и подвалов



Заземление выполнить в соответствии со СНиП 3.05.06-96.
Все металлические части, должны быть присоединены к контуру заземления сваркой.
Все соединения заземляющего контура выполнить электродной сваркой внахлестку.
Внутренний контур заземления выполнить на высоте 1,1м от пола; покрасить кузбас-лаком, а в местах
отпаек (клемм заземления) полосами желто-зеленого цвета.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|---------------------|--------------|
| Изм. | Колуч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | Лист 14.2 |
|------|--------|------|--------|-------|------|---------------------|--------------|

| | | |
|--------------|--------|--|
| Согласовано | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Взам. инв. № | | |
| | | |
| Подп. и дата | | |
| | | |
| Инв. № подл. | | |
| | 210305 | |


Кабельный журнал кабелей 10 кВ

| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | | Концевые муфты | | Адаптор | |
|----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--|-------------|---------------------|---------|----------|---------|
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м | Тип | Кол-во | Тип | Кол-во |
| ① | РУ-10 кВ С1RM-6 D | Трансформатор "Т1" | АПВВнгLS | 3х(1х95)/25-10 | 14,0 | POL T-12D/1X1-L 16A | 2 комп. | RICS5133 | 1 комп. |
| ② | РУ-10 кВ С1RM-6 D | Трансформатор "Т2" | АПВВнгLS | 3х(1х95)/25-10 | 16,5 | POL T-12D/1X1-L 16A | 2 комп. | RICS5137 | 1 комп. |

Кабельный журнал кабелей 0,4кВ

| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | | Наконечники, концевые муфты | | Примечание |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|--|-------------|-----------------------------|--------|------------|
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м | Тип | Кол-во | |
| 1 | Трансформатор "Т1" фаза "А" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "А" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 | TM 185-16-21 | 3 шт | желтый |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 3 шт | |
| 2 | Трансформатор "Т1" фаза "В" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "В" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 | TM 185-16-21 | 3 шт | зеленый |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 3 шт | |
| 3 | Трансформатор "Т1" фаза "С" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "С" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 | TM 185-16-21 | 3 шт | красный |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 3 шт | |
| 4 | Трансформатор "Т1" нейтраль | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 нейтраль | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 5,5 | TM 185-16-21 | 3 шт | голубой |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 3 шт | |
| 5 | Трансформатор "Т2" фаза "А" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "А" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 | TM 185-16-21 | 3 шт | желтый |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 3 шт | |
| 6 | Трансформатор "Т2" фаза "В" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "В" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 | TM 185-16-21 | 3 шт | зеленый |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 3 шт | |
| 7 | Трансформатор "Т2" фаза "С" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "С" | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 3,5 | TM 185-16-21 | 3 шт | красный |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 3 шт | |
| 8 | Трансформатор "Т2" нейтраль | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 нейтраль | ВВГнг | 3х(1х240)-0,66 | 5,5 | TM 185-16-21 | 3 шт | голубой |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 3 шт | |
| 9 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "А" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "А" | ВВГнг | 2х(1х240)-0,66 | 2,5 | TM 185-16-21 | 2 шт | желтый |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 2 шт | |
| 10 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "В" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "В" | ВВГнг | 2х(1х240)-0,66 | 2,5 | TM 185-16-21 | 2 шт | зеленый |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 2 шт | |
| 11 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фаза "С" | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фаза "С" | ВВГнг | 2х(1х240)-0,66 | 2,5 | TM 185-16-21 | 2 шт | красный |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 2 шт | |
| 12 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 нейтраль | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 нейтраль | ВВГнг | 2х(1х240)-0,66 | 2,5 | TM 185-16-21 | 2 шт | голубой |
| | | | | | | TM 185-16-21 | 2 шт | |

- 1.Кабели 10 кВ прокладывать по кабельным подвалам открыто по полкам.
2.Кабели 0,4 кВ прокладывать по кабельным лоткам подстанции с закреплением в клицах.
3.Кабели резать после проверки длин по месту.
4.В кабельные подвалы установлены полки и стойки.
5.Кабели монтируемые в цеху резать после проверки длин по месту.

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|--|--|------|--------|
| | | | | | | 277-19Э/ПИР-0-22-ЭП | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Кускина | | | | 02.02.21 | | Р | 15 | |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | | | |
| | | | | | | Кабельный журнал |  АО «ЭННОВА» | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | | | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | |

Кабельный журнал кабелей 0,4кВ

| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | | Наконечники, концевые муфты | | Примечание |
|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|--|-------------|-----------------------------|--------|------------|
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м | Тип | Кол-во | |
| 9 | РУ-0,4 кВ секция 1 НКУ | РУ-0,4 кВ ЯСН-ТА1С1 | ВВГнг | 4х25 | 5,5 | ТМ 25-8-8 | 4 шт | |
| 10 | РУ-0,4 кВ секция 2 НКУ | РУ-0,4 кВ ЯСН-ТА1С1 | ВВГнг | 4х25 | 7,5 | ТМ 25-8-8 | 4 шт | |
| 11 | РУ-0,4 кВ секция 1 НКУ | РУ-0,4 кВ ЯСН-ТА1С2 | ВВГнг | 4х25 | 7,5 | ТМ 25-8-8 | 4 шт | |
| 12 | РУ-0,4 кВ секция 2 НКУ | РУ-0,4 кВ ЯСН-ТА1С2 | ВВГнг | 4х25 | 5,5 | ТМ 25-8-8 | 4 шт | |
| 13 | РУ-10/0,4 кВ С1 ЯСН-ТА1QF5 | Освещение РУ-10/0,4 кВ С1, Т1 | ВВГнг | 2х1,5 | 15,0 | | | |
| 14 | РУ-10/0,4 кВ С2 ЯСН-ТА1QF5 | Освещение РУ-10/0,4 кВ С2, Т2 | ВВГнг | 2х1,5 | 13,5 | | | |
| 15 | РУ-10/0,4 кВ С1 ЯСН-ТА1ЦРТ | Печь ИК-1 | ВВГнг | 3х1,5 | 2,5 | | | |
| 16 | РУ-10/0,4 кВ С2 ЯСН-ТА1ЦРТ | Печь ИК-1 | ВВГнг | 3х1,5 | 2,5 | | | |
| 17 | РУ-10/0,4 кВ С1 ЯСН-ТА1QF8 | РУ-0,4 кВ UPR/GPR С1 | ВВГнг | 2х1,5 | 5,0 | | | |
| 18 | РУ-10/0,4 кВ С2 ЯСН-ТА1QF8 | РУ-0,4 кВ UPR/GPR С2 | ВВГнг | 2х1,5 | 5,0 | | | |

Кабельный журнал контрольных кабелей

| Маркировка кабеля | Трасса | | Кабель по проекту | | |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------|--|-------------|
| | Начало | Конец | Марка | Кол-во кабелей и сечение жил, напряжение | Длина, м |
| 11 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 фидеры | Шкаф ШУ-9 С1 Меркурий 234 | КВВГнг | 8х10х2,5 | 7,5 |
| 12 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 1 ввод | Шкаф ШУ-9 С1 Меркурий 234 | КВВГнг | 1х10х2,5 | 7,5 |
| 21 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 фидеры | Шкаф ШУ-9 С2 Меркурий 234 | КВВГнг | 8х10х2,5 | 7,5 |
| 22 | РУ-0,4 кВ НКУ секция 2 ввод | Шкаф ШУ-9 С2 Меркурий 234 | КВВГнг | 1х10х2,5 | 6,5 |

- 1.Кабели 10 кВ прокладывать по кабельным подвалам открыто.
- 2.Кабели 0,4 кВ прокладывать по кабельным лоткам подстанции с закреплением в клицах.
- 3.Кабели резать после проверки длин по месту.
- 4.В кабельные подвалы установлены полки и стойки.
- 5.Кабели монтируемые в цеху резать после проверки длин по месту.

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. N подл. | Взам. инв. N |
| 210305 | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | | | |
|------|---------|------|--------|-------|------|---------------------|------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП | Лист |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | N док. | Подп. | Дата | | 15.2 |

| | | Позиция | Наименование и техническая характеристика | Тип, марка, обозначение документа, опросного листа | Код оборудования, изделия, материала | Завод-изготовитель | Единица измерения | Количество | Масса единицы, кг | Примечание | |
|------------------------|--------------|--|--|--|--------------------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|------------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Инв. № подл. 210305 | Взам. инв. № | 1.19 | Жалюзи 950х1250 | | | | шт. | 4 | | | |
| | | 1.20 | Стойка кабельная | K1153 | | | шт. | 24 | | | |
| | | 1.21 | Полка кабельная | K1163 | | | шт. | 48 | | | |
| | | 1.22 | Скоба с отверстием для болтового соединения | K1157P | | | шт. | 48 | | | |
| | | 1.23 | Светильник с лампой светодиодной 10 Вт, E27 | ПСХ 60 | | | шт. | 10 | | | |
| | | 1.24 | Выключатель одноклавишный | | | | шт. | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | Комплектация | | | | | | | | |
| | | 2.1 | Устройство для фазировки (в комплекте с RM6) | VPIS | | Schneider Electric | шт. | 1 | | | |
| | | 2.2 | Галоши резиновые диэлектрические | | | | пара | 2 | | | |
| | | 2.3 | Перчатки резиновые диэлектрические | | | | пара | 2 | | | |
| | | 2.4 | Ковер резиновый диэлектрический | | | | шт. | 4 | | | |
| | Подп. и дата | 2.5 | Штанга оперативная универсальная ШОУ-15 | | | | шт. | 2 | | | |
| | | 2.6 | Комплект нащельников | | | | компл | 1 | | | |
| | | 2.7 | Клища 10 кВ | | | ООО "Трансформер Урал" | шт. | 4 | | | |
| | | 2.8 | Кабельная перемычка 10 кВ (1) с опрессовкой | АПВнгLS 3[(1х95)/25-10 | | | м | 14 | | | |
| | | 2.9 | Кабельная перемычка 10 кВ (2 с опрессовкой | АПВнгLS 3[(1х95)/25-10 | | | м | 16,5 | | | |
| | | 2.10 | Наконечник ТМ 185-16-21 | | | | шт. | 8 | | | |
| | | 2.11 | Комплект плакатов | | | | компл | 1 | | | |
| | | 2.12 | Деревянная подставка для обслуживания оборудования | | | | шт. | 2 | | | |
| | | 2.13 | Кабельная перемычка 0,4 кВ (5) с опрессовкой с одной стороны | ВВГнг 2х(1х240)-0,66 | | | м | 2,5 | | | |
| | | 2.14 | Кабельная перемычка 0,4 кВ (6) с опрессовкой с одной стороны | ВВГнг 2х(1х240)-0,66 | | | м | 2,5 | | | |
| | | 2.15 | Кабельная перемычка 0,4 кВ (7) с опрессовкой с одной стороны | ВВГнг 2х(1х240)-0,66 | | | м | 2,5 | | | |
| | | 2.16 | Кабельная перемычка 0,4 кВ (8) с опрессовкой с одной стороны | ВВГнг 2х(1х240)-0,66 | | | м | 2,5 | | | |
| | | 2.17 | Барьер | | | ООО "Трансформер Урал" | шт. | 2 | | | |
| | | 2.18 | Адаптер RICS | RICS 5133 | | Raychem | компл | 1 | | | |
| | | 2.19 | Адаптер RICS | RICS 5137 | | Raychem | компл | 1 | | | |
| | | Материалы и оборудование для выполнения внешнего контура заземления и фундаментного основания для установки ЗБКТП по комплекту АС. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП.СО | | | Лист |
| | | | | | | | | | | | 2 |
| | | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | | | |

| | | |
|--------------|--------|--|
| Согласовано | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Взам. инв. N | | |
| | | |
| Подп. и дата | | |
| | | |
| Инв. N подл. | | |
| | 210305 | |

Характеристики сети

Рабочее напряжение: 10 кВ
Номинальный ток сборных шин: 630 А
Частота: 50 Гц
Характеристики ячейки: RM6 NE 1 D I 20 кА- 24 кВ
Количество: 1 шт
Высота точки подсоединения для I, D, B, мм: 963 (цоколь 260)
Тип реле защиты, функции D,B: VIP-400

Характеристики функциональных частей1 с.ш.

| Номер функциональной части (заводская нумерация справа налево) | 3 | 2 | 1 |
|--|------------------|--------|--------|
| Наименование функциональной части (I,D) | I | D | I |
| Указатель тока короткого замыкания Alpha-E (ф.Хорстман) | | | + |
| Тип кабеля: однофазный (1Ф) / трехфазный (3Ф) | 3ф | 3ф | 3ф |
| Тип изоляции кабеля (бумажная/сухая) | δ | δ | δ |
| Нагревательный элемент (подогрев) | | | |
| Моторедуктор и контакты положения, 220 В 50 Гц (2НО+2НЗ) | | | |
| Контакты положения (2НО+2НЗ) | | | |
| Контакт сигнализации аварийного отключения | | | |
| Контакт запрета включения после аварийного отключения | | | |
| Независимый расцепитель, 220 В 50 Гц с контактами (2НО+2НЗ) | | | |
| Индикатор напряжения на функциональных частях | + | + | + |
| Блокировка RONIS | | | |
| Контроллер HVD RTU3 | | | |
| Обозначение на пластроне | CBH | BЭ | ЛВH |
| Назначение функциональной части | Связь ТБ1-ТБ2 | Тр-р 1 | Ввод 1 |

Дополнительные принадлежности:


| Наименование | Тип | Кол-во |
|---|-----|--------|
| Прибор для фазировки | MG | 1 |
| Прибор VAP6 для проверки реле VIP | MG | - |
| Комплект стержней для испытаний кабелей (всегда в комплекте с каждой RM6) | МКС | 1 |
| Ручка управления (входит в комплект RM6) | | Да |

Примечание: моноблок RM-6 с увеличенной кабельной крышкой на функции DI

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|-------|----------|---|--|------|--------|
| | | | | | | 277-193/ПИР-0-22-ЭП.0Л | | | |
| | | | | | | Строительство КТП с подключением от ГРУ-10 кВ Челябинской ТЭЦ-1 и переподключением от РП-100 ЧГЭС | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | БКТП-10/0,4 кВ. Электротехнические решения | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Кискина | | | | 02.02.21 | | Р | | 1 |
| Проверил | Вакулов | | | | 02.02.21 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Куртикова | | | | 02.02.21 | Опросный лист для заказа элегазового КРУ "RM6" |  АО «ЭННОВА» | | |
| ГИП | Никулин | | | | 02.02.21 | | | | |

Содержание

| | |
|--|----|
| 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ | 3 |
| 2 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ | 5 |
| 3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СРАБАТЫВАНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ..... | 6 |
| 3.1 Расчет уставок токовой отсечки (ТО) ($I_{>>>}$) | 6 |
| 3.2 Расчет уставок максимальной токовой защиты (МТЗ) ($I_{>>}$)..... | 6 |
| 3.3 Расчет уставок защиты от симметричных перегрузок ($I_{>}$)..... | 8 |
| 4 СВОДНАЯ ТАБЛИЦА УСТАВОК РЗА..... | 9 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 10 |
| Приложение А. Поясняющая схема..... | 11 |
| Приложение Б. Схема замещения сети | 12 |

| | | | | | | | | |
|-------------|--------|---------|--------|-------|----------|---|--------------|------------------------|
| Согласовано | | | | | | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. 210305 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | 277-19Э/ПНР-0-22-ЭП.РР | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата | Расчет уставок РЗА ТП-5 | | |
| Разработал | | Лебедев | | | 02.02.21 | | | |
| Проверил | | Шмелёва | | | 02.02.21 | | | |
| Нач. отд. | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | |
| ГИП | | Никулин | | | 02.02.21 | | | |
| | | | | | | Стадия | Лист | Листов |
| | | | | | | П | 1 | 12 |
| | | | | | |  | | |

Проектная документация разработана в соответствии с градостроительным планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, документами об использовании земельного участка для строительства, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, и с соблюдением технических условий.

Главный инженер проекта

Д.В. Никулин

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| 210305 | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата |

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР

Лист

2

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1.1 – Реактансы и токи трехфазного КЗ на шинах 1СШ, 2СШ ГРУ 10 кВ ЧТЭЦ-1

| Наименован. узла | Напряжение, кВ (макс. /мин.) | Реактансы, Ом | | Ток $I_{\text{КЗ}}^{(3)}$, кА | |
|---------------------|------------------------------------|----------------|--------------|--------------------------------|---------------|
| | | Макс. режим | Мин. режим | Макс. режим | Мин. режим |
| 1СШ-10 | 12.44/10.95 | 0.00 + j0.12 | 0.01 + j0.16 | 59,794 | 39,636 |
| 2СШ-10 | 12.44/10.95 | 0.00 + j0.12 | 0.01 + j0.16 | 59,794 | 39,636 |

Таблица 1.2- Технические данные реактора РБА-10-1500-8

| Тип реактора | Номинальное напряжение, кВ | Номинальный ток, А | X_p , Ом |
|---------------|-------------------------------|-----------------------|------------|
| РБА-10-1500-8 | 10 | 1500 | 0,308 |

Индуктивное сопротивление реакторов определяется по формуле

$$X_p = \frac{X_{p\%}}{100} \cdot \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{НОМ}}}$$

Сопротивления трансформатора определяются по формулам:

Полное сопротивление трансформатора:

$$Z_{\text{тр.}} = \frac{U_k}{100} \cdot \frac{U_{\text{НОМ.}}^2}{S_{\text{НОМ.тр.}}};$$

Активное сопротивление трансформатора:

$$R_{\text{тр.}} = \frac{P_k \cdot U_{\text{НОМ.}}^2}{S_{\text{НОМ.тр.}}^2};$$

Индуктивное сопротивление трансформатора:

$$X_{\text{тр.}} = \sqrt{Z_{\text{тр.}}^2 - R_{\text{тр.}}^2};$$

Таблица 1.3 - Технические данные ТМ-630/10/0,4 кВ

| Тип | Ном. мощность, кВА | U_k , % | Ток, А | | Сопротивление, отнесенное к 10 кВ, Ом | | |
|--------|--------------------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | $I_{\text{НОМ.ВН}}$ | $I_{\text{НОМ.НН}}$ | $R_{\text{тр}}$ | $X_{\text{тр}}$ | $Z_{\text{тр}}$ |
| ТМ 630 | 630 | 5.5 | 36,4 | 910 | 1,9 | 8,5 | 8,73 |

Расчет сопротивлений кабельной линии выполняется согласно выражениям:

$$R_{\text{КЛ}} = L_{\text{КЛ}} \cdot R_{\text{уд}}; \quad X_{\text{КЛ}} = L_{\text{КЛ}} \cdot X_{\text{уд}}$$

где $L_{\text{КЛ}}$ – длина кабельной линии.

| | |
|--------------|--------|
| Взам. инв. № | |
| Подп. и дата | |
| Инв. № подл. | 210305 |

| | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата |

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР

Лист

3

Таблица 1.4 – Параметры КЛ 10 кВ

| Направление | | Марка кабеля | Удельные сопротивления кабеля, Ом/км | | Сопротивления линии, Ом | | Длина, км |
|-----------------------|------|-------------------|---|-----------------|----------------------------|-----------------|--------------|
| | | | R _{уд} | X _{уд} | R _{кл} | X _{кл} | |
| ГРУ 10 кВ, яч. №13 | ТП-5 | ААБ2л-10 3х185 | 0,169 | 0,077 | 0,047 | 0,0215 | 0,279 |
| | | ААБ2л-10 3х150 | 0,208 | 0,079 | 0,073 | 0,0277 | 0,351 |
| Итого: | | | | | 0,12 | 0,0492 | 0,63 |

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| 210305 | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата |

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР

Лист

4

2 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Минимальный ток 2-хфазного КЗ на шинах 10 кВ ТП-5 (точка К₂):

$$I_{\text{КЗ.мин}}^{(2)} = \frac{U_{\text{расч}}}{2 \cdot \sqrt{(R_{\text{с.мин}} + R_{\text{КЛС}})^2 + (X_{\text{с.мин}} + X_{\text{р}} + X_{\text{КЛС}})^2}} =$$

$$= \frac{10500}{2 \cdot \sqrt{(0,01 + 0,12)^2 + (0,16 + 0,308 + 0,0492)^2}} = 9845 \text{ (А)}$$

Максимальный ток 3-хфазного КЗ на шинах 0,4 кВ, приведенный к стороне 10 кВ (точка К₃ и К₄):

$$I_{\text{КЗ.макс}}^{(3)} = \frac{U_{\text{расч}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{\left(R_{\text{с.макс}} + R_{\text{КЛС}} + \frac{R_{\text{тр}}}{2}\right)^2 + \left(X_{\text{с.макс}} + X_{\text{р}} + X_{\text{КЛС}} + \frac{X_{\text{тр}}}{2}\right)^2}} =$$

$$= \frac{10500}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{\left(0 + 0,12 + \frac{1,9}{2}\right)^2 + \left(0,12 + 0,308 + 0,0492 + \frac{8,5}{2}\right)^2}} = 1251 \text{ (А)}$$

Минимальный ток 2-хфазного КЗ на шинах 0,4 кВ, приведенный к стороне 10 кВ (точки К₃ и К₄):

$$I_{\text{КЗ.мин}}^{(2)} = \frac{U_{\text{расч}}}{2 \cdot \sqrt{\left(R_{\text{с.мин}} + R_{\text{КЛС}} + \frac{R_{\text{тр}}}{2}\right)^2 + \left(X_{\text{с.мин}} + X_{\text{р}} + X_{\text{КЛС}} + \frac{X_{\text{тр}}}{2}\right)^2}} =$$

$$= \frac{10500}{2 \cdot \sqrt{\left(0,01 + 0,12 + \frac{1,9}{2}\right)^2 + \left(0,16 + 0,308 + 0,0492 + \frac{8,5}{2}\right)^2}} = 1074 \text{ (А)}$$

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| 210305 | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата |

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР

Лист

5

3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СРАБАТЫВАНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Защита трансформаторов от междуфазных КЗ и перегрузок выполняется на реле VIP 400 Schneider Electric.

3.1 Расчет уставок токовой отсечки (ТО) ($I >>>$)

Токовая отсечка выполняется без выдержки времени и предназначена для защиты от коротких замыканий на наружных вводах 10 кВ трансформатора и в части обмотки ВН.

Ток срабатывания выбирается из следующих условий:

а) Отстройка от максимального тока трёхфазного КЗ на выводах 0,4 кВ трансформатора (точки К₃ и К₄).

Первичный ток срабатывания отсечки:

$$I_{\text{ТО.СЗ}} \geq k_{\text{отс}} \cdot I_{\text{КЗ.макс}}^{(3)} = 1,1 \cdot 1251 = 1376,1 \text{ (А)},$$

где $k_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки, для VIP 400 принимается равным 1,1;

б) Отстройка от броска тока намагничивания трансформатора:

$$I_{\text{ТО.СЗ}} \geq k_{\text{отс}} \cdot k_{\text{бр.намагн}} \cdot 2 \cdot I_{\text{ном.тр}} = 1,1 \cdot 5 \cdot \sqrt{2} \cdot 2 \cdot 36,4 = 566 \text{ (А)},$$

где $k_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки, для VIP 400 принимается равным 1,1;

$k_{\text{бр.намагн}}$ – коэффициент броска тока намагничивания, принимается равным $5\sqrt{2}$.

За расчетный ток срабатывания отсечки принимаем наибольший ток

$$I_{\text{ТО.СЗ}} = 1400 \text{ А}$$

Уставка времени срабатывания токовой отсечки $t_{\text{ТО}} = 0 \text{ с}$.

Коэффициент чувствительности ТО

При выполнении функции защиты при 2-хфазном КЗ на выводах ВН трансформаторов ТП-5 (точка К₂) в минимальном режиме:

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{КЗ.мин}}^{(2)}}{I_{\text{ТО.СЗ}}} = \frac{9845}{1400} = 7,03 \geq 2$$

Коэффициент чувствительности удовлетворяет нормативным требованиям.

3.2 Расчет уставок максимальной токовой защиты (МТЗ) ($I >>$)

Ток срабатывания МТЗ

Первичный расчетный ток срабатывания защиты определяется по условию отстройки от максимального тока нагрузки.

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{\text{МТЗ.СЗ}} \geq \frac{k_{\text{отс}} \cdot k_{\text{сз}} \cdot I_{\text{раб.макс}}}{k_{\text{в}}},$$

где: $k_{\text{отс}} = 1,1$ – коэффициент отстройки;

$k_{\text{сз}} = 1,3$ – коэффициент самозапуска. Для защиты трансформатора 10/0,4 кВ с временем срабатывания более 0,3 с принимают 1,1-1,3.

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| 210305 | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|------------------------|------|
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата | 277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР | Лист |
| | | | | | | | 6 |

$k_b = 0,92$ – коэффициент возврата реле (для VIP400 k_b равен $0,95 \pm 0,03$, соответственно в расчетах принимается минимальное значение).

Максимальный рабочий ток для двух трансформаторов ТП-5:

$$I_{\text{раб.макс}} = 2 \cdot 1,05 \cdot I_{\text{ном.тр.}} = 2 \cdot 1,05 \cdot 36,4 = 76,44 \text{ (А)}.$$

$$I_{\text{МТЗ.СЗ}} \geq \frac{1,1 \cdot 1,3 \cdot 76,44}{0,92} = 118,8 \text{ (А)}$$

Коэффициент чувствительности МТЗ

- 1) При выполнении функции основной защиты при 2-хфазном КЗ на шинах 0,4 кВ ТП-5 (точки К₃ и К₄) в минимальном режиме:

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{КЗ.мин}}^{(2)}}{I_{\text{МТЗ.СЗ}}} = \frac{1074}{118,8} = 9,0 \geq 1,5$$

Коэффициент чувствительности удовлетворяет нормативным требованиям.

- 1) При выполнении функции основной защиты при 1-фазном КЗ на шинах 0,4 кВ ТП-5. Ток 1-фазного КЗ на шинах 0,4 кВ (точки К₃ и К₄) при параллельно работающих трансформаторах:

$$I_{\text{КЗ.0,4}}^{(1)} = \frac{U_{\text{ф.0,4}}}{\left(\frac{1}{3} \cdot Z_{\text{тр.}}^{(1)}\right) / 2}$$

где: $U_{\text{ф.0,4}} = 230 \text{ В}$ – фазное напряжение сети;

$\frac{1}{3} \cdot Z_{\text{тр.}}^{(1)} = 43 \text{ мОм}$ – полное сопротивление трансформатора при 1-фазном КЗ [5].

$$I_{\text{КЗ.0,4}}^{(1)} = \frac{230}{\left(43 \cdot 10^{-3}\right) / 2} = 10698 \text{ (А)}$$

Ток на стороне ВН трансформатора при 1-фазном КЗ на шинах 0,4 кВ (точки К₃ и К₄):

$$I_{\text{КЗ.10}}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{I_{\text{КЗ.0,4}}^{(1)}}{n_{\text{тр.}}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{10698}{10/0,4} = 247 \text{ (А)}$$

где: $n_{\text{тр.}}$ – коэффициент трансформации силового трансформатора.

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{КЗ.10}}^{(1)}}{I_{\text{МТЗ.СЗ}}} = \frac{247}{118,8} = 2,1 \geq 1,5$$

Коэффициент чувствительности удовлетворяет нормативным требованиям.

Время срабатывания МТЗ

$$t_{\text{МТЗ.тр}} = t_{\text{МТЗ.яч.13}} - \Delta t = 0,8 - 0,4 = 0,4 \text{ (с)}$$

где: $t_{\text{МТЗ.яч.13}}$ – время срабатывания МТЗ в ГРУ-10 кВ, ячейка №13;

Δt – ступень селективности.

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| 210305 | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата |
| | | | | | |

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР

Лист

7

3.3 Расчет уставок защиты от симметричных перегрузок ($I>$)

В соответствии с ТУ №60-ТУ-11066 от 24.11.2020 г. и требованием заказчика защита от перегрузки должна обеспечивать отключение потребителя при превышении потребляемой мощности в 654 кВт с коэффициентом $\text{tg}\varphi \leq 0,4$.

$$\cos \varphi = \sqrt{\frac{1}{1 + \text{tg}^2 \varphi}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 0,4^2}} = 0,9285$$

Максимальный ток перегрузки:

$$I_{\text{пер.СЗ}} = \frac{P_{\text{макс}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{654}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,9285} = 40,67 \text{ (A)};$$

Ток срабатывания $I_s = 40,67 \text{ A}$.

Уставку времени срабатывания защиты от перегрузки принимаем $t_{\text{пер.}} = 10 \text{ с}$.

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| 210305 | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата |

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР

Лист

4 СВОДНАЯ ТАБЛИЦА УСТАВОК РЗА

| Защита | Первичное значение тока и время срабатывания | | Проверка чувствительности | | Реле защиты |
|--------------------------------------|---|--------------|------------------------------|---------|----------------|
| | $I_{сз}$, А | $t_{сз}$, с | I , А | $K_{ч}$ | |
| ТО ($I >>>$) | 1400 | 0 | $I_{K2.мин}^{(2)} = 9845$ | 7,03 | VIP 400 |
| МТЗ($I >>$) | 118,8 | 0,4 | $I_{K3.мин}^{(2)} = 1075$ | 9,0 | |
| Защита от перегрузки ($I >$) | 40,67 | 10 | - | - | |

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| 210305 | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата |

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР

Лист

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования/Под ред. Б.Н. Неклепаева. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. –152 с.
2. Расчеты релейной защиты распределительных сетей: Монография./ М. А. Шабад. – СПб.: ПЭИПК, 2003. – 4 изд., перераб. и доп.
3. Правила устройства электроустановок. - 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
4. Правила устройства электроустановок. - 7-е изд. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002-2004.
5. Шабад М.А.; Защита трансформаторов 10 кВ. - М.: Энергоатомиздат, 1989 - 144 с.: ил.
6. Методика расчета уставок реле VIP 400(410) для защиты силовых трансформаторов 6-20кВ

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| 210305 | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата |

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР

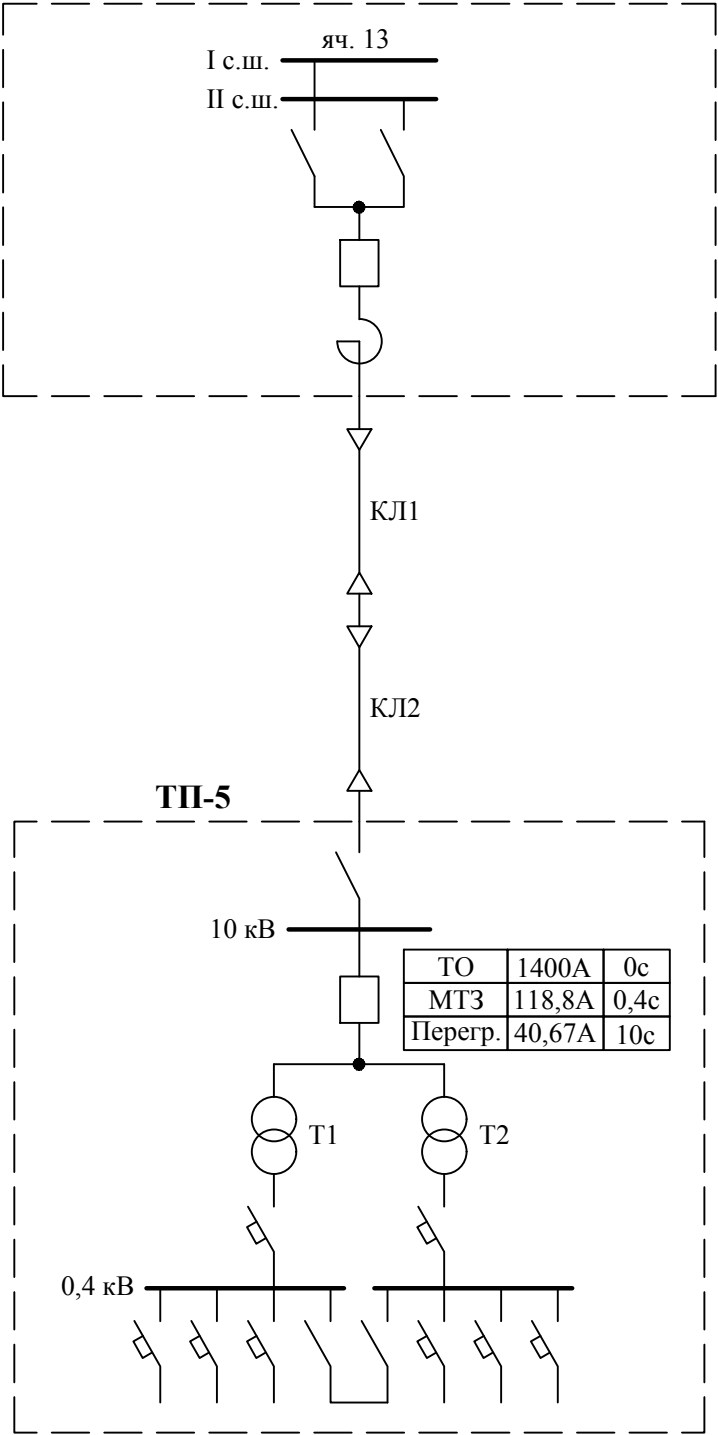
Лист

10

Приложение А

Поясняющая схема

Челябинская ТЭЦ-1. ГРУ-10 кВ



Взам. инв. №

Подп. и дата

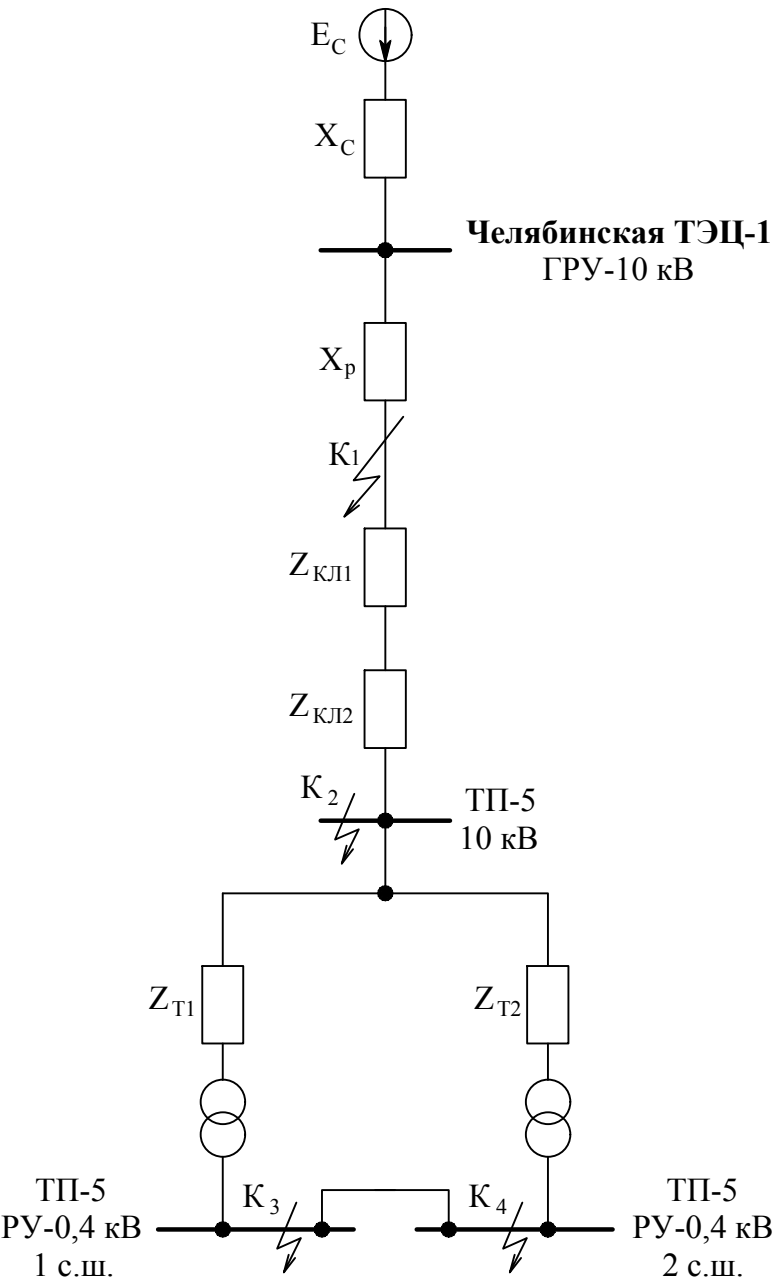
Инв. № подл.

| | | | | | |
|------|----------|------|--------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

277-19Э/ПИР-0-22-ЭП.РР

Приложение Б

Схема замещения сети



| | | |
|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
| | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист |
| | | |
| № док. | Подп. | Дата |
| | | |