ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ЭНЕРГОСЕРВИСПРОЕКТ»

Заказчик – Филиал Электрические сети
Еврейской автономной области

Проектная документация

Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 «Центр» – до «ЦРП-3»

Раздел 3

Технические и конструктивные решения

317 – 01.ЭС-2-Т2.3-ТКР

Том 2.3

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2020

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ЭНЕРГОСЕРВИСПРОЕКТ»

Заказчик – Филиал Электрические сети
Еврейской автономной области

Проектная документация

Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 «Центр» – до «ЦРП-3»

Раздел 3

Технические и конструктивные решения

317 – 01.ЭС-2-Т2.3-ТКР

Том 2.3

Главный инженер проекта: **Майстренок М.С.**

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Согласовано

Подп. и дата

2020

Содержание тома

Обозначение	*Наименование*	*Стр.*
317 – 01.ЭС-2-Т2.3-ТКР	***Содержание тома***	
317 – 01.ЭС-2-СП	***Состав проекта***	
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ТКР	***Раздел 3. Технические и конструктивные решения***	*4*
	3.1.Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метрологических и климатических условиях	*4*
	3.2. Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании	*5*
	3.3. Сведения об уровне грунтовых вод	*5*
	3.4. Сведения о категории и классе линейного объекта	*6*
	3.5.Сведения о проектной мощности	*6*
	3.6.Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта	*6*
	3.7. Перечень мероприятий по энергосбережению	*15*
	3.8 Обоснование количества и типа оборудования	*15*
	3.8.1. ВЛЗ-6 кВ	*15*
	3.8.1.1. Опоры на базе вибрированных стоек СВ-110-5, СВ-164-12	*15*
	3.8.1.2 Опоры металлические	*17*
	3.8.1.3 Фундаменты опор	*18*
	3.8.1.4 Провода, грозотрос	*19*
	3.8.1.5 Изоляторы и линейная арматура	*32*
	3.8.2 КЛ-6 кВ	*34*
	3.8.3 Комплектное распределительное устройство КРН-IV-10	*35*
	3.8.4 КСО-393 в отдельном модуле	*40*
	3.8.4 Заземляющее устройство и защита от перенапряжения	*40*
	3.9. Организация эксплуатации.	*41*
	3.10 Требования по охране труда в процессе эксплуатации	*41*
	3.11 Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдения требований охраны труда в процессе эксплуатации	*42*
	Графическая часть	
1.10-20.МИ.15.ПЗ	*Таблица 5.Расчетные пролеты*	*43*
1.10-20.МИ.15.ПЗ	*Таблица 21. Монтажные таблицы защищенных проводов СИП-3*	*44*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-01	*Монтажные таблицы защищенных проводов и грозотроса на переходе через р. Бира*	*45*
1.10-20.МИ.15-11	*Анкерная (концевая) опора А-10-20.МИ-4Ш (2 листа)*	*46*
1.10-20.МИ.15-19	*Угловая анкерная опора УА-10-20.МИ-4Ш (2 листа)*	*48*
3.407.1-143.5.8	*Переходная промежуточная опора ПП-10-6*	*50*
3.407-119 КМ-24	*Анкерно-угловая опора У-35-2Т-ТС+5. Монтажная схема*	*51*

Согласовано

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	*317 – 01.ЭС-2-Т2.3-ТКР*		
Разработал		Чернова			02.09.20	*Содержание тома*	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Мелехина			02.09.20		П		2
ГИП		Майстренок			02.09.20		ООО «Энергосервиспроект»		
Н. контр.		Яковлева			02.09.20				

3.407-119 КМ-30	*Анкерно-угловая опора У-35-2Т-ТС+5. Расчетный лист*	*52*
3.407-115	*Обзорный лист фундаментов*	*53*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-02	*Установка фундаментов*	*54*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-03	*Закрепление ж/б опор в грунте ВЛЗ-6 кВ на стойках СВ-110-5, СВ-164-12*	*55*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-04	*Заземляющее устройство для опор на стойках СВ-110-5 СВ-164-12*	*56*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-05	*Поясняющая схема электроснабжения*	*57*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-06	*Принципиальная электрическая схема ПС-35/6 «Центр»*	*58*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-07	*Принципиальная электрическая схема РЗА. Отходящая линия 6 кВ. (6 листов)*	*59*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-08	*Принципиальная электрическая схема ЦРП-3*	*65*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-09	*Внешний вид и габаритные размеры КРН-IV-6*	*66*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-10	*Установка КРН-IV-6 на фундамент*	*67*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-11	*Внешний вид и габаритные размеры модуля с ячейкой КСО-393*	*68*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-12	*Установка модуля 6 кВ ЦРП-3 на фундамент*	*69*
317 – 02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-13	*Прокладка КЛ-6 кВ в траншее (6 листов)*	*70*

Согласованно

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Состав проектной документации

№ тома	*Обозначение*	*Наименование*	*Примечание*
2.1	*317 – 01.ЭС-2-Т2.1-ПЗ*	*Раздел 1. Пояснительная записка*	
2.2	*317 – 01.ЭС-2-Т2.2-ППО*	*Раздел 2. Проект полосы отвода*	
2.3	*317 – 01.ЭС-2-Т2.3-ТКР*	*Раздел 3. Технологические и конструктивные решения*	
2.4	*317 – 01.ЭС-2-Т2.4-ПОС*	*Раздел 4. Проект организации строительства*	
2.5	*317 – 01.ЭС-2-Т2.5-ООС*	*Раздел 5.Мероприятия по охране окружающей среды*	
2.6	*317 – 01.ЭС-2-Т2.6-ПБ*	*Раздел 6. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности*	
2.7	*317 – 01.ЭС-2-Т2.7-РД*	*Рабочая документация*	
2.8	*317 – 01.ЭС-2-Т2.8-СД*	*Сметная документация*	

Согласовано

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
Разработал					31.08.20
Проверил					31.08.20
ГИП					31.08.20
Н. контр.					31.08.20

317 – 01.ЭС-2-СП

Состав проектной документации

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

ООО «Энергосервиспроект»

Раздел 3. Технологические и конструктивные решения

3.1. Сведения о климатической, географической и инженерно-геологической характеристике района строительства.

Район строительства находится в Еврейской автономной области в городе Биробиджан. Биробиджан является областным центром Еврейской автономной области.

Река Бира делит город на две части, связанные между собой автомобильными и железнодорожными мостами. На левобережье расположен основной жилой массив и ведущие промышленные предприятия.

Проектируемая ВЛЗ-6кВ располагается в слабо застроенной юго-восточной, правобережной окраинной части города.

Проектируемая КЛ-6кВ располагается в центральной части города на левом берегу р. Бира.

***Климат** – муссонный, зима малоснежная и холодная, лето влажное и тёплое. Средняя температура января минус 24 °С, июля — плюс 20 °С. Среднегодовая температура воздуха — −0,1 °С. На теплый период года приходится 85% осадков. Среднегодовое количество осадков распределяется в разных районах области неравномерно (от 644 до 758 мм). Из- за небольшого снежного покрова и низких температур промерзание почвы достигает 150- 200 см.*

Климатическая характеристика

Таблица 1.1

Ветровой район	*II*
Нормативный скоростной напор, Па	*500*
Максимальная скорость ветра, м/с	*29*
Район по гололеду	*II*
-толщина стенки гололеда 1 раз в 25 лет, мм	*До 15*
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	*-49*
Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	*+ 40*
Среднегодовая температура воздуха, °С	*- 0,1*
Район по весу снегового покрова	*II*
Средняя высота снежного покрова, см	35
Число грозочасов	*40*
Нормативная глубина промерзания грунтов, м	*2,18-2,75*
Сейсмичность района	*7 баллов*

Согласовано

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
Разработал					31.08.20
Проверил					31.08.20
ГИП					31.08.20
Н. контр.					31.08.20

317 – 01.ЭС-2-Т2.3-ТКР

Филиал Электрические сети Еврейской автономной области

Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 «Центр» – до «ЦРП-3»

Стадия	Лист	Листов
П	1	39

Технологические и конструктивные решения

ООО «Энергосервиспроект»

3.2. Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании

В геологическом отношении, площадка сложена осадочными породами среднечетвертичного звена, третьей надпойменной террасы р. Бира – суглинками (Q_{II}). Породы покрыты техногенным грунтом (песчано-гравийно-галечниковыми породами) мощностью от 0,5 до 1,5 м.

Верхняя часть разреза площадки представлена техногенным насыпным грунтом гравийно-галечникового состава с песчаным заполнителем (t Q_{IV}). Грунт имеет площадное распространение и отмечается во всех скважинах. Мощность насыпного грунта 0,5 – 1,5 м.

Под насыпным слоем залегает мощный слой суглинков, представленного двумя видами образований:

- суглинок с дресвой и мелкими обломками андезитов и их туфов. Суглинок тяжелый тугопластичный песчанистый и дресвяный (ИГЭ-2а). Размер обломков достигает 5 мм. Мощность этих грунтов более 6 м

- суглинок тяжелый тугопластичный, полутвердый, твердый (ИГЭ-2), представленный во всех скважинах. Суглинок бурого цвета с шоколадным оттенком. Мощность суглинков более 6 м.

Сверху отложения перекрыты почвенно-растительным слоем и насыпным грунтом.

Согласно ГОСТ 25100-2011 и ГОСТ 25522-2012ГОСТ 20522-96 по результатам статистической обработки выделено 3 инженерно-геологических элемента:

ИГЭ-1 - техногенные грунты слоем 0,5-1,5м;

ИГЭ-2 - суглинистые твердые, полутвердые, тугопластичные грунты слоем 6,0м;

ИГЭ-2а - твердые, полутвердые, тугопластичные дресвянистые грунты залегают на глубине более 6,0м..

Грунтовые воды, приуроченные к современным аллювиальным отложениям, залегают на глубине от 5,4 до 7,0 м и устанавливаются на абсолютных отметках от 47,28 м до 47,91м. Воды обладают местным напором, величина которого колеблется от 0,2 м до 1,40м

Грунты на участке работ слабопучинистые.

Согласно СНиП 2.03.11-85, исследуемые грунты по отношению к бетону и железобетонным конструкциям - неагрессивные. Коррозионная активность грунтов по отношению к углеродистой стали согласно ГОСТ 9.602-2005 колеблется от средней до высокой, по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочкам – от низкой до средней.*

3.3. Сведения об уровне грунтовых вод

Водоносных грунтов на площадкестроительства не установлено. Скважины, пробуренные до глубины 7 м не встретили никаких признаков присутствия воды, за исключением наличия малой степени увлажнения техногенных грунтов (ИГЭ-1).

Геологическими исследованиями прошлых лет установлено наличие в поле развития меловых эффузивных пород горизонта трещинно-грунтовых вод.

Глубина залегания горизонта подземных вод зависит от рельефа местности и мощности зоны повышенной трещиноватости. Применительно к условиям описываемого района она колеблется от 10 до 80 м.

В весенне-летний период, при оттаивании сезонно-мерзлого слоя и после выпадения обильных дождевых осадков возможно появление верховодки.

3.4. Сведения о категории и классе линейного объекта

Проектируемая ЛЭП-6 кВ от ПС-35/6 кВ «Центр» до «ЦРП-3» предназначена для повышения надежности электроснабжения потребителей от «ЦРП-3».

Категория нагрузки линейного объекта - третья.

3.5. Сведения о проектной мощности

Данные о проектируемом объекте:

Таблица 3.3

№ п.п.	*Наименование показателя*	*Ед. изм.*	*Величина*
1	*Планируемая передаваемая нагрузка по ЛЭП-6 кВ:*	*I, А*	*300*
2	*Коэффициент мощности*	*Cos φ*	*0,9*
3	*Планируемая передаваемая нагрузка по ЛЭП-6 кВ:*	*Р,кВт*	*2943*
4	*Класс напряжения*	*U,кВ*	*6,3*
5	*Количество цепей ВЛ-6 кВ*	*шт*	*1*
6	*Количество кабелей КЛ-6 кВ*	*шт*	*2 (взаимно резервируемые)*
7	*Количество дополнительных ячеек КРУН-6 кВ ПС 35/6 кВ «Центр»*	*шт*	*1*
8	*Количество дополнительных ячеек КСО-393 в отдельном модуле РП-6 «ЦОФ-3»*	*шт*	*1*

3.6. Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта.

Начальной точкой подключения ЛЭП-6 кВ от ПС-35/6 кВ « Центр» до «ЦРП-3» является вновь устанавливаемая ячейка КРУН 6 кВ « Центр» типа КРН-IV-6 с воздушным вводом.

Проектируемая ЛЭП-6кВ питает «ЦРП-3».

Для подключения к проектируемой ЛЭП-6 кВ в «ЦРП-3» необходимо в «ЦРП-3» установить дополнительную ячейку типа КСО-393 с кабельным вводом. Ячейка устанавливается в отдельном дополнительном модуле, пристроенным к существующему РП-6 кВ «ЦРП-3».

ЛЭП-6 кВ состоит из трех участков:

- ВЛЗ-6 кВ от ПС-35/6 кВ «Центр» до перехода через р. Бира;

- переход через р. Бира . На переходе проектируемой ВЛЗ-6 кВ через р. Бира применены двухцепные металлические опоры для совместной подвески проектируемой ВЛЗ-6 кВ и существующей ВЛЗ-6кВ ф-285.Опоры устанавливаются на существующие фундаменты демонтируемых одноцепных опор ВЛЗ-6кВ ф-285(Провода ВЛЗ-6 кВ Ф-285 подлежат замене);

- кабельной линии КЛ-6 кВ от переходной опоры до «ЦРП-3».

КЛ-6 кВ выполнена кабелем АВБбШв-6 3х240в две нитки (для резервирования кабеля).

ВЛЗ-6 кВ выполнена изолированным проводом СИП-3 1х120 на железобетонных опорах (стойки СВ-110-5)

В месте перехода ВЛЗ-6 кВ в КЛ-6 кВ на концевой опоре №8 устанавливается линейный

разъединитель с двумя ЗН.

Переход через р. Бира выполнен на металлических двухцепных опорах для ВЛ-35 кВ.

Для защиты от грозовых перенапряжений на переходе через р. Бира применяется грозозащитный трос.

Воздушная линия ВЛЗ-6 кВ

ВЛЗ-6 кВ выполнена изолированным проводом СИП-3 1х120 на железобетонных опорах СВ-110-5 по типовой серии 1.10.20.МИ.15 «Одноцепные железобетонные опоры ВЛЗ 6-20 кВ». На переходе через дамбу применяются переходные опоры по типовой серии3.407.1-143. « Железобетонные опоры ВЛ-10 кВ. Выпуск 5.Железобетонные опоры для пересечения с инженерными сооружениями».

На переходе проектируемой ВЛЗ-6 кВ через р. Бира запроектированы двухцепные металлические опоры по типовой серии 3.407-119 «Унифицированные опоры 35-150 кВ с применением горячекатаных тонкостенных угловых профилей».

На опоры проектируемой ЛЭП-6 кВ необходимо нанести информационные знаки и плакаты безопасности в соответствии с п.2.5.23 ПУЭ седьмого издания

Стойки СВ-110-5, СВ-164-12

*Сегодня стойки СВ 110-5 и СВ-164-12, имеющие расчетный изгибающий момент 50 кН*м и 120 кН*м, соответственно, представляют собой довольно распространенный вид опор линий электропередач.*

Изделия этой группы выпускаются в соответствии с требованиями ТУ5663-007-00113557-94.

Стойки СВ 110-5 и СВ-164 могут быть использованы при низких температурах до -55°С.

Изделия устанавливают в сейсмически активных зонах.

Стойки СВ 110-5 и СВ 164-12 не боятся воздействия агрессивной среды и имеют продолжительный эксплуатационный срок.

Технические характеристики стойки СВ110-5 и СВ164-12

Таблица 3.4

Обозначение	Длина, м	Объем, $м^3$	Масса, т	Изгибающий момент, тс*м	Морозо-стойкость	Водонепро-ницаемость	Класс бетона
СВ 110-5	11,5	0,45	1,125	5	F200	W6-8	В30
СВ 164-12	16,4	1,42	3,55	12	F200	W6-8	В30

Опоры стальные анкерно-угловые У35-2Т-ТС+5

На пересечении ВЛЗ-6кВ с р. Бира, устанавливаются анкерно-угловые опоры У35-2Т—ТС+5 с тросостойкой по типовой серии 3.407-119 «Унифицированные опоры ВЛ 35-150 кВ с применением горячекатаных тонкостенных уголковых профилей».

Опоры предназначены для I – IVрайонов по гололеду и I – III районов по ветровой нагрузке с температурой воздуха до -65^{0}С.

Для крепления грозозащитных тросов на двухцепных анкерно-угловых опорах тросы крепятся на фасонки с отверстиями для скобы СК-7. В поясах тросостоек предусмотрены отверстия для крепления заземляющих зажимов типа ЗПС.

Для болтовых соединений применяются болты класса прочности 5.8 (ГОСТ 1759.4-87), гайки класса прочности 4 (ГОСТ 1759.5-87), степ-болты класса прочности 4.6 (ГОСТ 1769.4-87).

В качестве антивандальных мероприятий произвести обварку болтовых соединений металлических опор на высоту до 5 м.

Технические характеристики металлических опоры

Таблица 3.5

Характеристика	***У35-2Т-ТС+5***
База, м	*5,7*
Высота до низа траверсы, м	*15,5*
Масса без цинкового покрытия, кг	*6178*
Масса с цинковым покрытием, кг	*6419*
Метизы, кг	*543*

На проектируемой линии применить опоры с цинковым покрытием.

Провод СИП 3 1х120

Воздушная линия 6 кВ выполнена изолированным проводом СИП3 1х 120 с защитной изоляцией на 20 кВ.

Провод по конструктивному исполнению, техническим характеристикам и эксплуатационным свойствам соответствует национальному стандарту Российской федерации ГОСТ Р 52373-2005. Вид климатического исполнения провода В, категории размещения 1, 2 и 3 по ГОСТ 15150-69.

Технические характеристики СИП3 1х 120:

- *Температура окружающей среды при эксплуатации кабеля от -60°С до +50°С;*
- *Минимальная температура прокладки кабеля без предварительного подогрева -20°С;*
- *Предельная длительно допустимая рабочая температура жил 90°С;*
- *Предельно допустимая температура нагрева жил кабелей в аварийном режиме или режиме перегрузки 130°С;*
- *Максимальная температура нагрева жил при коротком замыкании 250°С;*
- *Срок службы, не менее 40 лет;*
- *Гарантийный срок эксплуатации кабеля 3 года;*
- *Расчетный наружный диаметр, масса проводов марки СИП-3 1х 120 20кВ – 18 мм;*
- *Расчетная масса проводов марки СИП-3 1х 120 20кВ - 527 кг/км;*
- *Допустимые токовые нагрузки проводов марки СИП-3 1х 120 20кВ -430 А;*
- *Допустимый ток односекундного короткого замыкания не более - 10,3 кА;*
- *Электрическое сопротивление токопроводящих жил на длине 1 км не более 0,288Ом.*

Грозотрос МЗ-8-В-ОЖ-Н-Р

Применение грозозащитного троса типа МЗ-В-ОЖ-Н-Р обязательно при новом строительстве и реконструкции ВЛ, при капитальном ремонте.

Грозотрос МЗ, выполненный в соответствии с техническими условиями СТО 71915393-ТУ 062-2008, специально предназначен для защиты воздушных линий электропередач от прямых ударов молнии, изготавливается диаметрами от 8 до 22.5 мм и группой прочности в диапазоне от 1770 н/мм2 до 1970 н/мм2 оцинкованные по группе «ОЖ» с +5% допуском.

Технические характеристики грозотроса МЗ-9,2-В-ОЖ-Н-Р

Таблица 3.6

Наименование характеристики:	***Показатели***
Диаметр наружный	*8 мм*
Расчетная площадь сечения	*47,3 мм^2*
Расчетная масса	*417 кг/км*
Усилие на разрыв	*100916 дН*
Механическое напряжение для наибольшей нагрузки	*177 даН/мм^2*

Фундаменты

Надежная установка металлических опор ЛЭП невозможна без качественного фундамента. Для промежуточных опор и анкерно-углового типа были разработаны фундаменты серии 3.407-115 «Унифицированные фундаментные конструкции ВЛ 35-500 кВ». Все эти изделия предназначены для эксплуатации при определенных условиях: типе грунта, массой опоры, и действующих на нее (следовательно и на фундамент) вертикальных нагрузок и пр.

Проектируемые двухцепные металлические опоры устанавливаются на существующие фундаменты в замен одноцепных опор.

Фундаменты представляют собой массивную монолитную конструкцию грибовидной формы. Подробные данные по габаритам размерам фундаментов указаны в таблице.

Основные габаритные размеры:

- высота конструкции (от основания подошвы до окончания стойки);

- высота подошвы;

- площадь подошвы.

Изготавливаются железобетонные фундаменты в неразъемных металлических опалубках. При их изготовлении используется тяжелый бетон (марка которого определяется в зависимости от заданных условий: морозостойкость, влагонепроницаемость), а также высококачественная арматура (изготовленная из стали согласно ГОСТ5781-61, точная марка стали определяется в зависимости от температурных условий, в которых будут эксплуатироваться изделия).

Фундаменты обеспечены необходимыми закладными элементами для обеспечения монтажа металлических опор ЛЭП.

Технические характеристики фундаментов

Таблица 3.7

Наименование	*Размеры основания, м*	*Глубина заложения, м*	*Высота фундамента, м*	*Вес стали, кг*	*Объем бетона, м^3*	*Класс бетона*
Ф-1А	*1,5х1,5*	*3*	*3,2*	*293*	*1,0*	*В25*

Согласовано

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

КЛ-6кВ

Началом трассы проектируемой кабельной линии является переходная опора на правом берегу».

Конечным пунктом проектируемой линии является «ЦРП-3».

Прокладку кабеля выполнить в траншее по типовой серии А5-92 «Прокладка силовых кабелей до 35 кВ в траншеях». Для механической защиты кабелей на всем их протяжении применяются жесткие двустенные гофрированные трубы ПНД-110.

Расстояние между кабелями проложенными параллельно, должно быть не менее 100 мм.

На поворотах трассы изгиб силового кабеля не должен превышать 15 наружных диаметров кабеля.

Глубина заложения кабеля в земле принята не менее 0,7 м до верха кабеля.

Выход кабельной линии на опору защитить стальным коробом на высоту от земли не менее 3 метров.

Для оконцевания кабелей 6 кВ в «ЦРП» и на опоре применяются концевые муфты 3ПКВТП-6 внутренней установки и 3ПКНТП-6 наружной установки.

Муфты концевые предназначены для оконцевания 3-х жильных кабелей на напряжение 6кВ, частотой 50Гц, с ПВХ изоляцией.

Муфты комплектуются всеми необходимыми материалами для монтажа. Проволоки экрана отгибаются на наружную оболочку кабеля и утапливаются в заранее подмотанную ленту герметика. С помощью металлической пружины проволоки экрана присоединяются к бронелентам. Для выравнивания напряженности в области среза полупроводящего экрана подматывается специальная лента и усаживается трубка выравнивания напряженности электрического поля. На жилы усаживаются трекингостойкие трубки. Герметизация корешка муфты выполняется с помощью специальной ленты и термоусаживаемой перчатки с клеевым подслоем. На токоведущие жилы устанавливаются двухболтовые наконечники со срывными головками гарантирующие надежный электрический контакт. Проволоки медного экрана сплетаются и присоединяются через опрессованный наконечник к шине заземления. Монтаж муфты осуществляется с помощью газовой горелки или технического фена.

Для соединения кабеля 6 кВ применяются муфты соединительные 3ПСТП-6.

Муфты соединительные термоусаживаемые типа 3ПСТП-6 предназначены для соединения

3-х жильных кабелей на напряжение 6кВ, частотой 50Гц, с ПВХ изоляцией, с алюминиевыми или медными жилами сечением от 25 до 400мм.

Муфты комплектуются всеми необходимыми материалами для монтажа. Для выравнивания напряженности в области срезов полупроводящего экрана подматывается специальная лента и усаживаются трубки выравнивания напряженности электрического поля. Соединение жил и надежный электрический контакт обеспечивается с помощью четырехболтовых соединителей со срывными головками. Далее вокруг соединителей оборачиваются пластины выравнивания напряженности электрического поля. Многослойные термоусаживаемые трубки создают прочную электрическую изоляцию. Межфазное пространство заполняется специальной термоплавкой мастикой. Медные проволоки экрана соединяются на бронелентах с помощью металлических пружин. Экранирование муфты выполняется медной луженой сеткой. Наружный термоусаживаемый кожух обеспечивает надежную герметизацию и механическую защиту. Монтаж муфты осуществляется с помощью газовой горелки или технического фена.

Для кабельной линий 6 кВ выбран кабель марки 2хАВБбШВ-6 3х240 - кабель силовой бронированный с 3 алюминиевыми жилами сечением 240 миллиметров квадратных, в изоляции и оболочке из поливинилхлоридного пластиката.

Силовые кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках на номинальное переменное напряжение 6,0 кВ частоты 50Гц. . Кабели изготавливаются для эксплуатации в районах с умеренным, холодным и тропическим климатом.

Кабели предназначены для эксплуатации на суше, реках и озерах на высотах до 4300 м. над уровнем моря.

Кабели применяются для прокладки:

- в земле (траншеях) с низкой, средней или высокой коррозионной активностью, с наличием или отсутствием блуждающих токов, и если в процессе эксплуатации кабели не подвергаются значительным растягивающим усилиям;

- в воздухе при наличии опасности механических повреждений в ходе эксплуатации;

- для прокладки в сухих или сырых помещениях (туннелях), каналах, кабельных полуэтажах, шахтах, коллекторах, производственных помещениях, частично затапливаемых сооружениях при наличии среды со слабой, средней и высокой коррозионной активностью;

- для прокладки в пожароопасных помещениях;

- для прокладки во взрывоопасных зонах класса В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIа.

Кабели предназначены для наклонных и горизонтальных трасс.

Кабели не распространяют горение при одиночной прокладке (нормы МЭК 60332-1).

.

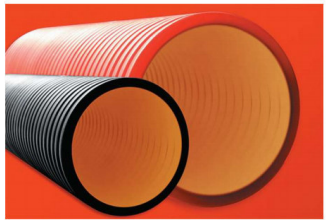
Технические характеристики кабеля АВБбШв -6 3х240

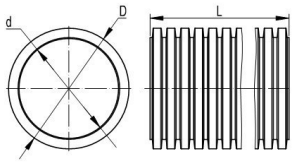
Таблица 3.5

Наименование параметра	***Показатель***
Вес, [кг/км]	*5498*
Диаметр, [мм]	*61*
Влажность воздуха при 35° С [%]	*98*
Испытательное переменное напряжение частотой 50 Гц, 5 мин. [кВ]	*15*
Максимальная рабочая температура жилы при перегрузке [°С]	*80*
Максимальная рабочая температура жилы [°С]	*70*
Монтаж при температуре, не ниже [°С]	*0*
Номинальное переменное напряжение частотой 50 Гц [кВ]	*6*
Допустимая токовая нагрузка при прокладке в земле [А]	*355*
Диапазон рабочих температур [°С]	*-50…+50*
Разность уровней, не более [м]	*7,5*
*Электрическое сопротивление изоляции, не менее [МОм*км]*	*50*
Срок службы	*30 лет*

Труба ПНД-110 для прокладки в земле

Жесткие двустенные гофрированные трубы





Характеристики трубы ПНД-110

Материал	ПНД (полиэтилен низкого давления)
Технические условия	ТУ 2248-019-47022248-2008
Климатическое исполнение	для прокладки в невоздушной среде (грунт, бетон) по ГОСТ 15150-69
Степень защиты	IP44/55/67 по ГОСТ 14254-96
Температура монтажа	от –40 до + 90 °С
Температура эксплуатации	от –40 до + 90 °С
Цвет	внешняя стенка – красная, черная (код с буквой – "А") внутренняя стенка – желтая

Наружный диаметр D, мм	Внутренний диаметр d, мм	Толщина внутренней стенки, мм (не менее)	Кольцевая жесткость**, кПа	Длина отрезков L, м	Кол-во в упаковке, м		Нормы упаковки		Нормы загрузки паллетами, пог. м***	Код*	
					красный	черный	кол-во в паллете, м	параметры паллеты, м	еврофура 82 м³	красный	черный
110	94	0,8	12	6	6	18	630	6,2x1,2x1,2	5040	160911	160911A
125	107	0,9	10	6	6	18	432	6,2x1,2x1,2	3456	160912	160912A
160	137	1	6	6	6	18	252	6,2x1,2x1,2	2016	160916-6K	160916A-6K
			8	6	6	18	252	6,2x1,2x1,2	2016	160916-8K	160916A-8K

УПЛОТНИТЕЛИ КАБЕЛЬНЫХ ПРОХОДОВ

УКП-1



Применяется для герметизации выходов кабеля из трубы ПНД-110.

Характеристики уплотнителей кабельных проходов

Марка	Применение	D мм	d мм	L мм
УКП-1-130/36-400 - КАМА	одиночное	130	36	400
УКП-1-160/40-400 - КАМА	одиночное	160	40	400
УКП-1-200/60-400 - КАМА	одиночное	200	60	400
УКП-1-235/65-400 - КАМА	одиночное	235	65	400

Согласовано

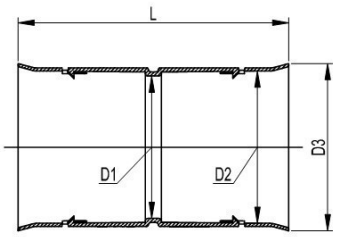
Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Муфта соединительная





Назначение:
• механическое неразъемное соединение гибких, жестких, дренажных гофрированных двустенных труб одного диаметра.
Характеристики:
• материал – полиэтилен;
• температура эксплуатации – от –40 до +90 °С;
• степень защиты IP40 без уплотнителей и IP55 с уплотнительным кольцом;
• механические замки, повышающие надежность соединения.

Применяется для соединения труб ПНД-110.

Характеристики муфт

Диаметр, мм	Геометрические размеры, мм				Вес, г	Упаковка, шт.	Код
	Ø D1	Ø D2	Ø D3	L			
50	45	51	60	95	25	6	015050
63	58	64	72	104	35	6	015063
75	72	76	82	150	49	6	015075
90	86	92	102	148	68	6	015090
110	105	111	123	200	164	8	015110
125	120	126	135	200	175	6	015125
140	118	141	150	200	272	6	015140
160	154	164	172	200	274	6	015160
200	188	202	214	242	405	2	015200

Комплектное распределительное устройство наружной установки КРН-IV-6 с воздушным вводом

Подключение проектируемой ВЛЗ-6 кВ к КРУН-6 кВ ПС «Центр» запроектировано от вновь установленной ячейки наружной установки-КРН- IV -6.

Ячейка монтируется на существующую раму КРУН -6 кВ и подключается к шинному мосту 6 кВ КРУН. Ввод в ячейку выполнить в воздушном исполнении.

Комплектные распределительные устройства наружной установки КРУН-6(10) серии КРН-IV-6 предназначены для приёма, распределения и учёта электрической энергии в сетях переменного тока частотой 50 Гц напряжением 6 (10) кВ. Шкафы КРН-IV-6 используются для комплектации вновь вводимых и расширения существующих понижающих подстанций 35/6(10) кВ.

Конструкция КРУН типа КРН-IV-6 обеспечивает механические и электрические блокировки, не допускающие:

- оперирование заземляющими ножами линейного и шинного разъединителей при включенном вакуумном выключателе;

- включение заземлителей при включенном положении ножей разъединителей;

- включение разъединителей при включенных заземляющих ножах;

- открывание дверей отсеков ВН камеры КРН-IV-6 при включенных разъединителях и вакуумном выключателе.

Технические характеристики КРН-IV-6

Таблица3.6

Номинальное напряжение (линейное), кВ	*6,3*
Максимальное рабочее напряжение (линейное), кВ	*7,2*
Номинальный ток главных цепей, А	*630*
Номинальная частота, Гц	*50*
Номинальный ток отключения, кА	*20*
Номинальный ток термической стойкости, кА	*20*
Номинальный ток электродинамической стойкости, кА	*51*
Номинальное напряжение питания вспомогательных цепей, В	*220*
Вид изоляции	*Воздушная*
Уровень изоляции по ГОСТ 1516.3-96	*Нормальная*
Наличие изоляции токоведущих элементов	*Неизолированные шины*
Условия обслуживания	*Двухстороннее*
Вид управления	*Местное, Дистанционное*
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69	*УХЛ1*
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	*IP34*
Влажность при температуре 20 ^{0}С	*<90%*
Высота установки над уровнем моря, м	*<1000*
Ресурс по коммутационной способности *при номинальном рабочем токе, не менее циклов ВО* *при номинальном токе отключения, не менее*	 *50 000* *70*
Класс точности трансформаторов тока	*0,5*
Тип выключателя	*Вакуумный*

<u>КСО-393 в модульном исполнении</u>

Для подключения к проектируемой ЛЭП-6 кВ в «ЦРП-3» необходимо в «ЦРП-3» установить дополнительную ячейку типа КСО-393 с кабельным вводом. Ячейка устанавливается в отдельном дополнительном модуле, пристроенным к существующему РП-6 кВ «ЦРП-3».

Камеры сборные одностороннего обслуживания серии КСО-393 предназначены для приема и распределения электроэнергии трехфазного переменного тока частотой 50 и 60 Гц, напряжением 6 и 10 кВ.

КСО применяются в составе распределительных устройств (РУ) напряжением 6 и 10 кВ при новом строительстве, расширении, реконструкции, техническом перевооружении

Согласовано

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

317 – 01.ЭС-2-Т2.3-ТКР

Лист 11

распределительных и трансформаторных подстанций городских электрических сетей, распределительных подстанций промышленных предприятий, понизительных подстанций 35-110/6-10 кВ и 6-10/0,4 кВ распределительных сетей.

Климатические условия работы камер КСО соответствуют третьей категории размещения при умеренном климате по ГОСТ 15150.

Основные параметры и характеристики камер КСО-393

Таблица 3.7

Показатель	***Значение***
Наибольшее рабочее напряжение (линейное), кВ	*7,2*
Номинальный ток главных цепей камер КСО с выключателями нагрузки, А	*630*
Номинальный ток трансформаторов тока, А	*300*
Номинальный ток сборных шин, А	*630*
Время протекания тока термич. стойкости для камер с выключателями нагрузки, С	*1*
Ток электродинамической стойкости, кА	*51*
Ток термической стойкости, кА	*20*

3.7. Перечень мероприятий по энергосбережению

Применение кабелей и проводов расчетного сечения.
Применение современных технологий по соединению проводов и кабелей.
Применение сертифицированного оборудования и материалов заводского изготовления.

3.8. Обоснование количества и типа оборудования

3.8.1. ВЛЗ-6 кВ

3.8.1.1 Опоры на базе вибрированных стоек СВ-110-5, СВ-164-12

Типы опор ВЛЗ-6 кВ, их закрепление в грунте выбраны по типовой серии 1.10.20.МИ.15 «Одноцепные железобетонные опоры ВЛЗ 6-20 кВ». На переходе через дамбу применяются переходные опоры по типовой серии3.407.1-143. « Железобетонные опоры ВЛ-10 кВ. Выпуск 5.Железобетонные опоры для пересечения с инженерными сооружениями».

Тип опор, потребность в стойках

Таблица 3.6

Тип опоры	*Тип стойки*	*Количество, шт*		*Примечание*
		опор	*стоек*	
ВЛЗ-10 кВ				
Анкерная (концевая) А10-20-МИ-4Ш	*СВ-110-5*	*3*	*6*	*типовая серия 1.10-20.МИ.15*
Угловая анкерная опора УА10-20МИ-4Ш	*СВ-110-5*	*1*	*3*	*типовая серия 1.10-20.МИ.15*
Переходная промежуточная опора П-10-6	*СВ-164-12*	*2*	*2*	*типовая серия 3.407.1-143.5*
ВСЕГО				

Промежуточные опоры разработаны в виде одностоечных свободностоящих конструкций. На анкерных и концевых опорах устанавливается один подкос, на анкерных угловых - два.

Способы закрепления опор в песчаных и глинистых грунтах в пробуренных котлованах диаметром 350-400 мм. При этом для засыпки пазух используется местный грунт.

Номера опор указаны на чертежах в графической части.

Проверка и выбор способа закрепления одностоечных опор в грунте выполнены по типовой серия 3.407.1-143 «Железобетонные опоры ВЛ-10 кВ ».

Проверка закрепления промежуточной опоры ВЛЗ-6 кВ в грунте

Таблица 3.7

Тип опоры	*Расчетный изгибающий момент на опору, кНм*	*Несущая способность грунтов*	*Заключение*
П-10-6	*97*	*110*	*Заглубление опор -2,5 м, без ригеля*

Опоры подкосной конструкции по типовой серии 1.10-20.МИ15 «Одноцепные железобетонные опоры ВЛЗ 6-20 кВ» с защищенными проводами, устанавливаются в котлованы глубиной 2,5 метра

Согласовано

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Закрепление анкерных опор ВЛЗ-6 кВ на стойках СВ-110-5 в грунте

Таблица 3.8

Тип опоры	*Нагрузки на опору*						*Заключение*
	Сжимающие усилия, кН			*Выдергивающие усилия, кН*			
	Стойка	*Подкос 1*	*Подкос 2*	*Стойка*	*Подкос 1*	*Подкос 2*	
УА-20-3Н 60°	*35*	*64*	*22*	*33*	*-*	*36*	*Заглубление опор -2,5 м*
УА-20-3Н 20°	*48*	*40*	*38*	*30*	*-*	*35*	*Заглубление опор -2,5 м*
А-20-3Н	*54*	*43*	*-*	*13*	*30*	*-*	*Заглубление опор -2,5 м*
А-20-3Н (концевая)	*-*	*60*	*-*	*27*	*-*	*-*	*Заглубление опор -2,5 м*

Опоры ВЛЗ-6 кВ на стойках СВ-110-5 обваловываются привозным скальным грунтом из расчета 13м^3 на опору. Опоры ВЛЗ-6 кВ на стойках СВ-164-12 - 26 м^3 на стойку.

3.8.1.2 Опоры металлические

На переходе проектируемой ВЛЗ-6 кВ через р. Бира запроектированы двухцепные металлические опоры по типовой серии 3.407-119 «Унифицированные опоры 35-150 кВ с применением горячекатаных тонкостенных угловых профилей».

Расчетные нагрузки на анкерно-угловую опору У35-2Т-ТС+5

Таблица 3.9

Нагрузка	*Длина пролета*	*Нормальный режим I, провода и трос не оборваны и свободны от гололеда, ветер направлен вдоль оси траверс*	*Нормальный режим II, провода и трос не оборваны покрыты гололедом, ветер направлен вдоль оси траверс*	*Режим IIк Концевая опора, Наибольшая нагрузка*
Давление ветра на пролет провода, кгс	*230*	*1160*	*997*	*-*
Давление ветра на пролет троса, кгс	*230*	*547*	*1434*	*-*
Вес провода, кгс	*230*	*104*	*190*	*-*

Вес грозотроса, кгс	*230*	*95*	*237*	*-*
Вес гирлянды, кгс	*-*	*9*	*9*	*-*
Тяжение провода, кгс	*230*	*-*	*-*	*1408*
Тяжение троса, кгс	*230*	*-*	*-*	*1660*

Расчетные проектные значения нагрузок на опору не превышают расчетных нагрузок применяемой опоры У35-2Т-ТС-5 по типовой серии 3.407-119 «Унифицированные опоры 35-150 кВ с применением горячекатаных тонкостенных угловых профилей».

Опоры устанавливаются на существующие фундаменты.

3.8.1.3 Фундаменты опор

Существующие фундаменты изготовлены по серии 3.407-115 «Унифицированные фундаментные конструкции ВЛ 35-500 кВ».

Тип фундаментов Ф-1А.

Проверка фундамента выполнена для установки двухцепной опоры У35-2Т-ТС+5 на существующие фундаменты Ф-1А

Исходные данные

Тип фундамента Ф1-А
Высота -3,2 метра
Размер основания - 1,5х1,5 м²
Вес – 2,5 тонны

Проверка фундамента на сжатие

$$\delta_{ср} \le R, \ даН*10^3 / м^2$$
$$\delta_{ср} = N^н_с / F + \Upsilon_э * h_{п,}$$

- $\delta_{ср}$ - среднее давление на основание, $даН*10^3 / м^2$
- R – расчетное давление на основание, $даН*10^3 / м^2$
- $\Upsilon_э$ - вырывающая нагрузка при ручном трамбовании
- $\Upsilon_э = 1,55 \ даН*10^3 / м^3$
- $h_п$ – Высота фундамента, $h_п = 3,2$ м
- F – площадь основания фундамента, $F = 1,5х1,5 = 2,25 \ м^2$
- R - для суглинков, опоры с базой 5 метров $R = 38,5 \ даН*10^3 / м^2$

$\delta_{ср} = N^н_с / F + \Upsilon_э * h_п = 5,6/2,25 + 1,55*3,2 = 7,32 \ даН*10^3 / м^2$

7,32 ≤ 38,5 условие выполнено

Проверка фундамента на вырывание

$$N^н_в \le m * R_з * F_0 + G_ф$$

- m - коэффициент условий работы, $m=1,2$
- $R_з$ – расчетное давление, $R_з = 5 \ даН*10^3 / м^2$
- F_0 – проекция основания фундамента, $F_0 = 1,5*1,5 = 2,25 \ м^2$
- $G_ф$ – вес фундамента, $G_ф = 2,5$ тонн

2,5 ≤ 1,2* 5*2,25 + 2,5 = 16

Установленные фундаменты позволяют установку на них двухцепной опоры.

3.8.1.4 Провод, грозотрос

ВЛЗ- 10 кВ выполнена изолированным проводом СИП-3 1х120.

Расчетные пролеты и монтажные стрелы провеса применить согласно типовой серии 1.10.20.МИ.15 «Одноцепные железобетонные опоры ВЛЗ 6-20 кВ».

Расчетные пролеты, монтажные стрелы провеса для провода и грозотроса на металлических опор на переходе через р. Бира, расчеты выполнены программой «ЛЭП ПРО».

Механический расчет провода СИП-3 1х120 на переходе через р. Бира

Таблица 3.10

	Исходные данные	***Значение***
-	*Тип местности (ПУЭ, п.2.5.6)*	*В*
-	*Регион*	*Биробиджан*
-	*Район по ветру (ПУЭ, табл.2.5.1)*	*II*
-	*Район по гололёду (ПУЭ, табл.2.5.3)*	*II*
W_0	*Нормативное ветровое давление, Па*	*500*
v_0	*Скорость ветра, м/с*	*29*
$b_э$	*Нормативная толщина стенки гололеда, мм*	*15*
t_{max}	*Максимальная температура воздуха, °С*	*40*
t_{min}	*Минимальная температура воздуха, °С*	*-40*
$t_{ср}$	*Среднегодовая температура воздуха, °С*	*-0,1*
$t_г$	*Температура гололёда, °С*	*-5*
$t_в$	*Температура при максимальном ветре, °С*	*-5*
-	*Марка провода*	*СИП-3 1х120*
m	*Масса провода, кг/км*	*445*
d	*Наружный диаметр провода, мм*	*18*
F	*Фактическое сечение провода, мм^2*	*120*
E	*Модуль упругости (ПУЭ, табл.2.5.8), Н/мм^2*	*63000*
α	*Температурный коэффициент линейного расширения (ПУЭ, табл.2.5.8), 1/°С*	*0,000023*
σ_{max}, σ_{min}	*Предельное напряжение провода при наибольшей нагрузке и минимальной температуре, Н/мм^2*	*117,33*
$\sigma_{ср}$	*Предельное напряжение провода при среднегодовой температуре, Н/мм^2*	*88,00*
G	*Минимальное расстояние от провода до земли, м*	*6*
$l_р$	*Расчетная длина пролета ВЛ, м*	*233*
k_{n2}	*Коэффициент надежности по ответственности (ветер)*	*1*
k_{p2}	*Коэффициент региональный по ветру*	*1*
k_{f2}	*Коэффициент надежности по ветровой нагрузке*	*1*
k_{n1}	*Коэффициент надежности по ответственности (гололёд)*	*1*
k_{p1}	*Коэффициент региональный для гололеда*	*1*
k_{f1}	*Коэффициент надежности по гололедной нагрузке*	*1*

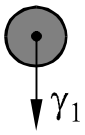
k_d	*Коэффициент условий работы*	*1*

Расчет удельных нагрузок на провод.

При выполнении механического расчёта проводов и тросов используется понятие удельных нагрузок – это нагрузки, действующие на провод или трос, отнесённые к единице длины и поперечного сечения провода. Провода и тросы ВЛ испытывают действие нагрузок – вертикальных (вес провода и гололёда) и горизонтальных (давление ветра). В результате этих нагрузок в металле проводов возникают растягивающие напряжения. При расчетах на механическую прочность пользуются удельными нагрузками на провода и тросы. Под удельной нагрузкой понимают равномерно распределенную вдоль провода механическую нагрузку, отнесенную к единице длины и поперечного сечения. Как правило, удельные нагрузки выражаются в Ньютонах, отнесенные к 1 м длины провода и к 1 мм^2 сечения: Н/(м·мм^2).

1. *Удельная нагрузка от собственного веса провода, Н/(м·мм^2):*

$$\gamma_1 = \frac{G_П}{F} = \frac{m \cdot g \cdot 10^{-3}}{F} = 0{,}0364$$



где:
$G_П$ – вес одного метра провода, Н;
g – ускорение свободного падения, g=9,81 м/с^2;
F – фактическое сечение провода, мм^2.

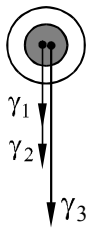
2. *Удельная нагрузка от веса гололёда на проводе, Н/(м·мм^2). Определяется исходя из условия, что гололедные отложения имеют цилиндрическую форму плотностью $g_0=9\cdot10^{-3}$:*

$$\gamma_2 = \frac{g_0 \cdot \pi \cdot b_э \cdot k_i \cdot k_d \cdot (d + b_э \cdot k_i \cdot k_d) \cdot k_{n1} \cdot k_{p1} \cdot k_{f1} \cdot k_d}{F} = 0{,}0324$$

где:
k_i и k_d – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололёда по высоте и в зависимости от диаметра провода. При высоте расположения приведенного центра тяжести провода до 25 м, коэффициенты равны 1 (ПУЭ, табл. 2.5.4);
k_{n1} – коэффициент надежности по ответственности для гололёда, (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные, для ВЛ до 220кВ принимаем равным 1);
k_{p1} – региональный коэффициент для гололёда (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные, указывается в задании на проектирования);
k_{f1} – коэффициент надежности по гололёдной нагрузке (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные);
k_d – коэффициент условий работы (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные, равен 0,5);

3. *Удельная нагрузка от собственного веса провода и веса гололёда, Н/(м·мм^2):*

$$\gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_2 = 0{,}0687$$

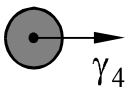


4. *Удельная нагрузка давления ветра, действующего перпендикулярно проводу при отсутствии гололёда, Н/(м·мм^2):*

$$\gamma_4 = \frac{a_w \cdot k_l \cdot k_w \cdot C_x \cdot W_{max} \cdot d \cdot k_{n2} \cdot k_{p2} \cdot k_{f2}}{F} = 0{,}0420$$

где:

a_w – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ (ПУЭ, п.2.5.52), a_w = 0,71;

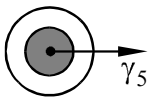


k_l – коэффициент, учитывающий влияние длины пролёта на ветровую нагрузку (ПУЭ, п.2.5.52), k_l = 1,01;
k_w – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности (ПУЭ, п.2.5.52 и т.2.5.2), k_w = 0,65;
C_x – коэффициент лобового сопротивления (ПУЭ, п.2.5.52), C_x = 1,20;
W_{max} – нормативное ветровое давление, Па (ПУЭ, п.2.5.52 и т.2.5.1, W_{max}= W_0).
k_{n2} – коэффициент надежности по ответственности для ветра, (ПУЭ, п.2.5.54 и исходные данные, для ВЛ до 220кВ принимаем равным 1);
k_{p2} – региональный коэффициент по ветру (ПУЭ, п.2.5.54 и исходные данные, указывается в задании на проектирования);
k_{f2} – коэффициент надежности по ветровой нагрузке (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные, k_{f2}=1,1).

5. *Удельная нагрузка от давления ветра, действующего перпендикулярно, при наличии гололёда, Н/(м·мм^2):*

$$\gamma_5 = \frac{a_w \cdot k_l \cdot k_w \cdot C_x \cdot W_г \cdot (d+2 \cdot b_э \cdot k_i \cdot k_d) \cdot k_{n2} \cdot k_{p2} \cdot k_{f2}}{F} = 0{,}0354$$

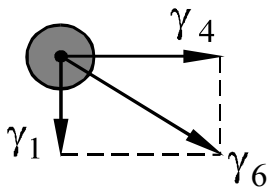
где:



$W_Г$–ветровое давление при гололёде, Па (ПУЭ, п.2.5.52 и т.2.5.1, $W_Г$=0,25 · W_0, должно приниматься не менее 200 Па для ВЛ до 220кВ).

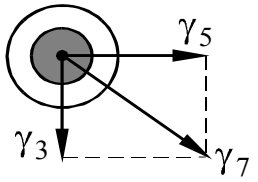
6. *Удельная нагрузка от давления ветра и веса провода без гололёда, Н/(м·мм^2):*

$$\gamma_6 = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_4^2} = 0{,}0555$$



7. *Удельная нагрузка от давления ветра и веса провода, покрытого гололёдом, Н/(м·мм^2):*

$$\gamma_7 = \sqrt{\gamma_3^2 + \gamma_5^2} = 0{,}0773$$



Расчет критических пролётов и определение исходного режима.

При выполнении механического расчёта провода очень важным моментом является определение исходного режима. Исходным режимом называется такой режим, при котором известны три параметра: механическое напряжение в проводе, температура и удельная нагрузка. При механическом расчёте проводов в качестве исходного режима принято принимать наиболее тяжёлый режим, при котором напряжение в проводе достигает допустимого значения. Для выбора исходного режима используется понятие критических пролётов. Критическим называется граничный пролёт, при котором влияние температуры и нагрузки на напряжения в проводе оказывается равноопасным.

Условия ограничения напряжения в проводе или тросе в трех указанных выше режимах определяют три критических пролета.

Первый критический пролет $(l_{к1})$ *– это пролёт, при котором напряжение в проводе в режиме среднегодовой температуры равно допустимому при среднегодовой температуре, а в режиме низшей температуры – допустимому напряжению при низшей температуре, м:*

$$l_{k1} = \frac{2 \cdot \sigma_{ср}}{\gamma_1} \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot \left[\frac{1}{E} \cdot (\sigma_{ср} - \sigma_{min}) + \alpha \cdot (t_{ср} - t_{min})\right]}{1 - \left(\frac{\sigma_{ср}}{\sigma_{min}}\right)^2}} = 380{,}98$$

где:

$\sigma_{ср}$ *– предельное напряжение провода при среднегодовой температуре (ПУЭ, т.2.5.7 и исходные данные), Н/мм²;*

σ_{min} *– предельное напряжение провода при низшей температуре (ПУЭ, т.2.5.7 и исходные данные), Н/мм²;*

Второй критический пролёт $(l_{к2})$ *– это пролёт, при котором напряжение в проводе при наибольшей нагрузке равно допустимому напряжению при наибольшей нагрузке, а в режиме низшей температуры – допустимому напряжению при низшей температуре, м:*

$$l_{k2} = \frac{2 \cdot \sigma_{max}}{\gamma_1} \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot \alpha \cdot (t - t_{min})}{\left(\frac{\gamma_{max}}{\gamma_1}\right)^2 - 1}} = 238{,}99$$

где:

σ_{max} *– предельное напряжение провода при наибольшей нагрузке (ПУЭ, т.2.5.7 и исходные данные), Н/мм²;*

γ_{max} *– наибольшая удельная нагрузка,* $\gamma_{max} = 0{,}08$ *Н/(м·мм²);*

$t = t_г$ *при* $\gamma_7 > \gamma_6$ *или* $t = t_в$ *при* $\gamma_7 < \gamma_6$*, в итоге* $t = -5{,}00$ *°С.*

Третий критический пролёт $(l_{к3})$ *– это пролёт, при котором напряжение в проводе в режиме среднегодовой температуры равно допустимом у при среднегодовой температуре, а в режиме наибольшей нагрузки – допустимому напряжению при наибольшей нагрузке, м.*

$$l_{k3} = \frac{2 \cdot \sigma_{max}}{\gamma_1} \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot \left[\frac{1}{E} \cdot (\sigma_{max} - \sigma_{ср}) + \alpha \cdot (t - t_{ср})\right]}{\left(\frac{\gamma_{max}}{\gamma_1}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{ср}}\right)^2}} = 179{,}28$$

Для определения исходного режима по соотношению критических и расчетного пролетов можно воспользоваться следующей таблицей:

Таблица 3.10

Соотношение l_{k1}, l_{k2}, l_{k3}	***Соотношение l и l_k***	***Параметры исходного режима***
$l_{k1} < l_{k2} < l_{k3}$	$l < l_{k1}$	σ_{min}, γ_1, t_{min}
	$l_{k1} < l < l_{k3}$	$\sigma_{ср}$, γ_1, $t_{ср}$
	$l > l_{k3}$	σ_{max}, γ_{max}, t
$l_{k1} > l_{k2} > l_{k3}$	$l < l_{k2}$	σ_{min}, γ_1, t_{min}
	$l > l_{k2}$	σ_{max}, γ_{max}, t
l_{k1} *– мнимая*	$l < l_{k3}$	$\sigma_{ср}$, γ_1, $t_{ср}$
	$l > l_{k3}$	σ_{max}, γ_{max}, t
l_{k3} *– мнимая*	$l < l_{k1}$	σ_{min}, γ_1, t_{min}
	$l > l_{k1}$	$\sigma_{ср}$, γ_1, $t_{ср}$

l_{k1} и l_{k3} – мнимые	-	$\sigma_{ср}$, γ_1, $t_{ср}$

Таким образом, исходным является режим «минимальной t» с параметрами:
$t_и$ = -40,00 °C;
$\sigma_и$ = 117,33 Н/мм^2;
$\gamma_и$ = 0,04 Н/(м·мм^2).

Расчет напряжений в проводе и стрел провеса.

При расчетах проводов ВЛ на механическую прочность необходимо определять напряжения в проводах и стрелы провесов при всех возможных эксплуатационных сочетаниях климатических условий. Поскольку таких сочетаний может быть большое количество, то ПУЭ устанавливают следующие расчетные сочетания климатических условий (режимов):

1. *температура при гололёде ($t_г$), провод покрыт гололедом, напор ветра 25% от максимального, удельная нагрузка – γ_7 (режим наибольшей нагрузки – при гололёде);*
2. *высшая температура (t_{max}), ветер и гололед отсутствуют, удельная нагрузка – γ_1 (режим высшей температуры);*
3. *низшая температура (t_{min}), ветер и гололед отсутствуют, удельная нагрузка – γ_1 (режим низшей температуры);*
4. *среднегодовая температура ($t_{ср}$), ветер и гололед отсутствуют, удельная нагрузка – γ_1 (режим среднегодовой температуры);*
5. *температура гололёда ($t_г$), ветер отсутствует, провода покрыты гололёдом, удельная нагрузка – γ_3 (режим гололёда без ветра);*
6. *температура при максимальном ветре ($t_в$), максимальный напор ветра, гололед отсутствуют, удельная нагрузка – γ_6 (режим наибольшей нагрузки – при ветре).*

Расчет проводов ВЛ на механическую прочность включает в себя определение напряжений при различных условиях работы. При изменении климатических условий меняются удельные нагрузки, температура провода и напряжение в его материале. Для определения напряжений в материале провода при разных климатических условиях используют уравнение состояния провода, которое имеет следующий вид:

$$\sigma_р - \frac{\gamma_р^2 \cdot l_р^2 \cdot E}{24 \cdot \sigma_р^2} = \sigma_и - \frac{\gamma_и^2 \cdot l_и^2 \cdot E}{24 \cdot \sigma_и^2} - \alpha \cdot E \cdot (t_р - t_и)$$

где:

$\sigma_р$, $\gamma_р$, $t_р$ – напряжение в проводе, удельная нагрузка и температура в рассчитываемом режиме.

Относительно неизвестной величины $\sigma_р$, уравнение состояние провода является неполным кубическим уравнением вида:

$$\sigma_р^3 \pm B \cdot \sigma_р^2 - D = 0$$

где:

B и D – числовые коэффициенты, полученные в результате подстановки в уравнение состояния всех известных параметров.

Решение полученного уравнения выполняется итерационным методом касательных. Для определения стрелы провеса провода в рассчитываемом режиме используем формулу:

$$f_р = \frac{\gamma_р \cdot l_р^2}{8 \cdot \sigma_р}$$

Результаты расчета напряжений и стрел провеса провода сведены в таблицу:

Таблица 3.12

Режим	*Удельная нагрузка, Н/(м·мм²)*	*Температура, °С*	*Напряжение, Н/мм²*	*Стрела провеса, м*
№1	*0,036 - γ1*	*40*	*53,140*	*4,53*
№2	*0,036 - γ1*	*-40*	*117,330*	*2,05*
№3	*0,036 - γ1*	*-0,1*	*77,089*	*3,12*
№4	*0,077 - γ7*	*-5*	*115,506*	*В=3,94; Г=2,03*
№5	*0,055 - γ6*	*-5*	*97,919*	*В=2,46; Г=2,83*
№6	*0,069 - γ3*	*-5*	*108,747*	*4,18*
№7	*0,036 - γ1*	*15*	*66,209*	*3,63*

Из таблицы видно, что напряжения в проводе в режиме минимальной температуры, средней температуры, максимальной нагрузки, меньше допустимых, — значит, механическая прочность проводов будет достаточной для условий проектируемой линии. Также выполняется проверка требуемых расстояний от низшей точки провисания провода до земли в режимах гололеда без ветра и максимальной температуры.

Режим максимальной стрелы провеса определяется из анализа результатов механического расчета провода. Он может быть также определен вычислением критической температуры, при которой стрела провеса провода при отсутствии гололеда и ветра достигает такого же значения, как и при гололеде без ветра:

$$t_k = t_г + \frac{\sigma_г}{\alpha \cdot E} \cdot (1 - \frac{\gamma_1}{\gamma_з}) = 30{,}33\ °C$$

Если $t_{max} > t_к$, то наибольшая стрела провеса будет возникать при максимальной температуре, иначе – при гололёде без ветра. В результате максимальная стрела провеса провода – $f_{max} = 4{,}53$ м.

Расчет монтажных стрел провеса провода.

Правильное определение величин стрел провеса провода для условий монтажа является важной задачей, т.к. если при этом стрела провеса будет занижена, то напряжение в ряде режимов может превысить допустимое. Завышение стрелы провеса вызовет нарушение габарита.

Результатами монтажных расчетов являются зависимости напряжения, тяжения и стрелы провеса в пролете известной длины от температуры окружающей среды в диапазоне от t_{min} до t_{max} (если задана минимально допустимая температура монтажа, то она является минимальной для монтажной таблицы) t_{minm} = -//- °С.

Учитывая то, что монтаж проводов проводится в отсутствие ветра и гололеда, но при любой температуре воздуха, монтажный расчет, в отличие от механического расчета провода, проводится для режимов, которые характеризуются удельной нагрузкой – γ_1 и температурой монтажа – t_m.

Тяжение в проводе для расчётного (визируемого) пролёта рассчитывается по формуле:

$$T_m = \sigma_m \cdot F$$

Таблица 3.13

Температура, °С	*Напряжение, Н/мм²*	*Тяжение, кН*	*Стрела провеса, м*
-40	*117,33*	*14079,60*	*2,05*
-30	*105,88*	*12705,91*	*2,27*

-20	*95,25*	*11430,54*	*2,53*
-10	*85,59*	*10271,31*	*2,81*
0	*77,01*	*9241,07*	*3,12*
10	*69,54*	*8344,40*	*3,46*
20	*63,14*	*7576,68*	*3,81*
30	*57,72*	*6926,03*	*4,17*
40	*53,14*	*6376,77*	*4,53*

Механический расчет грозотроса МЗ-8-В-ОЖ-Н-Р на переходе через р. Бира

Таблица 3.14

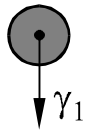
	Исходные данные	***Значение***
-	*Тип местности (ПУЭ, п.2.5.6)*	*В*
-	*Регион*	*Биробиджан*
-	*Район по ветру (ПУЭ, табл.2.5.1)*	*II*
-	*Район по гололёду (ПУЭ, табл.2.5.3)*	*II*
W_0	*Нормативное ветровое давление, Па*	*500*
v_0	*Скорость ветра, м/с*	*29*
$b_э$	*Нормативная толщина стенки гололеда, мм*	*15*
t_{max}	*Максимальная температура воздуха, °С*	*40*
t_{min}	*Минимальная температура воздуха, °С*	*-49*
$t_{ср}$	*Среднегодовая температура воздуха, °С*	*-0,1*
$t_г$	*Температура гололёда, °С*	*-5*
$t_в$	*Температура при максимальном ветре, °С*	*-5*
-	*Марка грозотроса*	*МЗ-8-В-ОЖ-Н-Р*
m	*Масса грозотроса, кг/км*	*417,5*
d	*Наружный диаметр грозотроса, мм*	*8*
F	*Фактическое сечение провода, мм^2*	*47,3*
E	*Модуль упругости (ПУЭ, табл.2.5.8), Н/мм^2*	*200000*
α	*Температурный коэффициент линейного расширения (ПУЭ, табл.2.5.8), 1/°С*	*0,000012*
σ_{max}, σ_{min}	*Предельное напряжение провода при наибольшей нагрузке и минимальной температуре, Н/мм^2*	*350*
$\sigma_{ср}$	*Предельное напряжение провода при среднегодовой температуре, Н/мм^2*	*170*
$l_р$	*Расчетная длина пролета ВЛ, м*	*233*
k_{n2}	*Коэффициент надежности по ответственности (ветер)*	*1*
k_{p2}	*Коэффициент региональный по ветру*	*1*
k_{f2}	*Коэффициент надежности по ветровой нагрузке*	*1*
k_{n1}	*Коэффициент надежности по ответственности (гололёд)*	*1*
k_{p1}	*Коэффициент региональный для гололеда*	*1*
k_{f1}	*Коэффициент надежности по гололедной нагрузке*	*1,3*
k_d	*Коэффициент условий работы*	*1*

Расчет удельных нагрузок на грозотрос

При выполнении механического расчёта проводов и тросов используется понятие удельных нагрузок – это нагрузки, действующие на провод или трос, отнесённые к единице длины и поперечного сечения провода. Провода и тросы ВЛ испытывают действие нагрузок – вертикальных (вес провода и гололёда) и горизонтальных (давление ветра). В результате этих нагрузок в металле проводов возникают растягивающие напряжения. При расчетах на механическую прочность пользуются удельными нагрузками на провода и тросы. Под удельной нагрузкой понимают равномерно распределенную вдоль провода механическую нагрузку, отнесенную к единице длины и поперечного сечения. Как правило, удельные нагрузки выражаются в Ньютонах, отнесенные к 1 м длины провода и к 1 мм^2 сечения: Н/(м·мм^2).

1. Удельная нагрузка от собственного веса троса, Н/(м·мм^2):

$$\gamma_1 = \frac{G_П}{F} = \frac{m \cdot g \cdot 10^{-3}}{F} = 0{,}0819$$



где:
$G_П$ – вес одного метра провода, Н;
g – ускорение свободного падения, g=9,81 м/с^2;
F – фактическое сечение провода, мм^2.

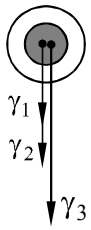
2. Удельная нагрузка от веса гололёда на тросе, Н/(м·мм^2). Определяется исходя из условия, что гололедные отложения имеют цилиндрическую форму плотностью g_0=9·10^{-3}:

$$\gamma_2 = \frac{g_0 \cdot \pi \cdot b_э \cdot k_i \cdot k_d \cdot (d + b_э \cdot k_i \cdot k_d) \cdot k_{n1} \cdot k_{p1} \cdot k_{f1} \cdot k_d}{F} = 0{,}1244$$

где:
k_i и k_d – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололёда по высоте и в зависимости от диаметра провода. При высоте расположения приведенного центра тяжести провода до 25 м, коэффициенты равны 1 (ПУЭ, табл. 2.5.4);
k_{n1} – коэффициент надежности по ответственности для гололёда, (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные, для ВЛ до 220кВ принимаем равным 1);
k_{p1} – региональный коэффициент для гололёда (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные, указывается в задании на проектирования);
k_{f1} – коэффициент надежности по гололёдной нагрузке (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные);
k_d – коэффициент условий работы (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные, равен 0,5);

3. Удельная нагрузка от собственного веса троса и веса гололёда, Н/(м·мм^2):

$$\gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_2 = 0{,}2063$$

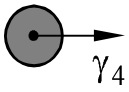


4. Удельная нагрузка давления ветра, действующего перпендикулярно тросу при отсутствии гололёда, Н/(м·мм^2):

$$\gamma_4 = \frac{a_w \cdot k_l \cdot k_w \cdot C_x \cdot W_{max} \cdot d \cdot k_{n2} \cdot k_{p2} \cdot k_{f2}}{F} = 0{,}0656$$

где:

a_w – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ (ПУЭ, п.2.5.52), a_w = 0,71;



k_l – коэффициент, учитывающий влияние длины пролёта на ветровую нагрузку (ПУЭ, п.2.5.52), k_l = 1,01;

k_w – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности (ПУЭ, п.2.5.52 и т.2.5.2), k_w = 0,87;

C_x – коэффициент лобового сопротивления (ПУЭ, п.2.5.52), C_x = 1,20;

W_{max} – нормативное ветровое давление, Па (ПУЭ, п.2.5.52 и т.2.5.1, W_{max}= W_0).

k_{n2} – коэффициент надежности по ответственности для ветра, (ПУЭ, п.2.5.54 и исходные данные, для ВЛ до 220кВ принимаем равным 1);

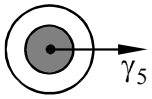
k_{p2} – региональный коэффициент по ветру (ПУЭ, п.2.5.54 и исходные данные, указывается в задании на проектирования);

k_{f2} – коэффициент надежности по ветровой нагрузке (ПУЭ, п.2.5.55 и исходные данные, k_{f2}=1,1).

5. Удельная нагрузка от давления ветра, действующего перпендикулярно, при наличии гололёда, Н/(м·мм^2):

$$\gamma_5 = \frac{a_w \cdot k_l \cdot k_w \cdot C_x \cdot W_г \cdot (d+2 \cdot b_э \cdot k_i \cdot k_d) \cdot k_{n2} \cdot k_{p2} \cdot k_{f2}}{F} = 0{,}1247$$

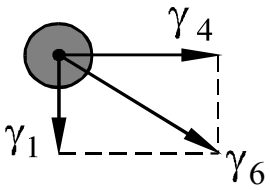
где:



$W_Г$–ветровое давление при гололёде, Па (ПУЭ, п.2.5.52 и т.2.5.1, $W_Г$=0,25 · W_0, должно приниматься не менее 200 Па для ВЛ до 220кВ).

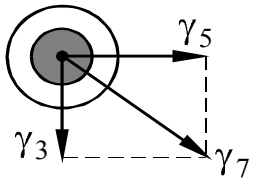
6. Удельная нагрузка от давления ветра и веса троса без гололёда, Н/(м·мм^2):

$$\gamma_6 = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_4^2} = 0{,}1005$$



7. Удельная нагрузка от давления ветра и веса троса, покрытого гололёдом, Н/(м·мм^2):

$$\gamma_7 = \sqrt{\gamma_3^2 + \gamma_5^2} = 0{,}2411$$



Расчет критических пролётов и определение исходного режима.

При выполнении механического расчёта провода очень важным моментом является определение исходного режима. Исходным режимом называется такой режим, при котором известны три параметра: механическое напряжение в проводе, температура и удельная нагрузка. При механическом расчёте проводов в качестве исходного режима принято принимать наиболее тяжёлый режим, при котором напряжение в проводе достигает допустимого значения. Для выбора исходного режима используется понятие критических пролётов. Критическим называется граничный пролёт, при котором влияние температуры и нагрузки на напряжения в проводе оказывается равноопасным.

Условия ограничения напряжения в проводе или тросе в трех указанных выше режимах определяют три критических пролета.

Первый критический пролет $(l_{к1})$ *– это пролёт, при котором напряжение в проводе в режиме среднегодовой температуры равно допустимому при среднегодовой температуре, а в режиме низшей температуры – допустимому напряжению при низшей температуре, м:*

$$l_{k1} = \frac{2 \cdot \sigma_{ср}}{\gamma_1} \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot \left[\frac{1}{E} \cdot (\sigma_{ср} - \sigma_{min}) + \alpha \cdot (t_{ср} - t_{min})\right]}{1 - \left(\frac{\sigma_{ср}}{\sigma_{min}}\right)^2}} = Мнимый$$

где:

$\sigma_{ср}$ *– предельное напряжение троса при среднегодовой температуре (ПУЭ, т.2.5.7 и исходные данные), Н/мм*^{2}*;*

σ_{min} *– предельное напряжение троса при низшей температуре (ПУЭ, т.2.5.7 и исходные данные), Н/мм*^{2}*;*

Второй критический пролёт $(l_{к2})$ *– это пролёт, при котором напряжение в проводе при наибольшей нагрузке равно допустимому напряжению при наибольшей нагрузке, а в режиме низшей температуры – допустимому напряжению при низшей температуре, м:*

$$l_{k2} = \frac{2 \cdot \sigma_{max}}{\gamma_1} \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot \alpha \cdot (t - t_{min})}{\left(\frac{\gamma_{max}}{\gamma_1}\right)^2 - 1}} = Мнимый$$

где:

σ_{max} *– предельное напряжение провода при наибольшей нагрузке (ПУЭ, т.2.5.7 и исходные данные), Н/мм*^{2}*;*

γ_{max} *– наибольшая удельная нагрузка,* γ_{max}*= 0,24 Н/(м·мм*^{2}*);*

$t = t_г$ *при* $\gamma_7 > \gamma_6$ *или* $t = t_в$ *при* $\gamma_7 < \gamma_6$*, в итоге t= -5,00 °С.*

Третий критический пролёт $(l_{к3})$ *– это пролёт, при котором напряжение в проводе в режиме среднегодовой температуры равно допустимом у при среднегодовой температуре, а в режиме наибольшей нагрузки – допустимому напряжению при наибольшей нагрузке, м.*

$$l_{k3} = \frac{2 \cdot \sigma_{max}}{\gamma_1} \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot \left[\frac{1}{E} \cdot (\sigma_{max} - \sigma_{ср}) + \alpha \cdot (t - t_{ср})\right]}{\left(\frac{\gamma_{max}}{\gamma_1}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{ср}}\right)^2}} = 267{,}09$$

Для определения исходного режима по соотношению критических и расчетного пролетов можно воспользоваться следующей таблицей:

Таблица 3.15

Соотношение l_{k1}, l_{k2}, l_{k3}	***Соотношение l и l_k***	***Параметры исходного режима***
$l_{k1} < l_{k2} < l_{k3}$	$l < l_{k1}$	σ_{min}, γ_1, t_{min}
	$l_{k1} < l < l_{k3}$	$\sigma_{ср}$, γ_1, $t_{ср}$
	$l > l_{k3}$	σ_{max}, γ_{max}, t
$l_{k1} > l_{k2} > l_{k3}$	$l < l_{k2}$	σ_{min}, γ_1, t_{min}
	$l > l_{k2}$	σ_{max}, γ_{max}, t
l_{k1} *– мнимая*	$l < l_{k3}$	$\sigma_{ср}$, γ_1, $t_{ср}$
	$l > l_{k3}$	σ_{max}, γ_{max}, t
l_{k3} *– мнимая*	$l < l_{k1}$	σ_{min}, γ_1, t_{min}
	$l > l_{k1}$	$\sigma_{ср}$, γ_1, $t_{ср}$
l_{k1} *и* l_{k3} *– мнимые*	-	$\sigma_{ср}$, γ_1, $t_{ср}$

Таким образом, исходным является режим «среднегодовой t» с параметрами:

t_u *= 10 °С;*

$\sigma_u = 170{,}00$ Н/мм^2;
$\gamma_u = 0{,}08$ Н/(м·мм^2)

Расчет напряжений в тросе и стрел провеса.

При расчетах тросов ВЛ на механическую прочность необходимо определять напряжения в тросах и стрелы провесов при всех возможных эксплуатационных сочетаниях климатических условий. Поскольку таких сочетаний может быть большое количество, то ПУЭ устанавливают следующие расчетные сочетания климатических условий (режимов):

1. температура при гололёде ($t_г$), провод покрыт гололедом, напор ветра 25% от максимального, удельная нагрузка – γ_7 (режим наибольшей нагрузки – при гололёде);
2. высшая температура (t_{max}), ветер и гололед отсутствуют, удельная нагрузка – γ_1 (режим высшей температуры);
3. низшая температура (t_{min}), ветер и гололед отсутствуют, удельная нагрузка – γ_1 (режим низшей температуры);
4. среднегодовая температура ($t_{ср}$), ветер и гололед отсутствуют, удельная нагрузка – γ_1 (режим среднегодовой температуры);
5. температура гололёда ($t_г$), ветер отсутствует, провода покрыты гололёдом, удельная нагрузка – γ_3 (режим гололёда без ветра);
6. температура при максимальном ветре ($t_в$), максимальный напор ветра, гололед отсутствуют, удельная нагрузка – γ_6 (режим наибольшей нагрузки – при ветре).

Расчет проводов ВЛ на механическую прочность включает в себя определение напряжений при различных условиях работы. При изменении климатических условий меняются удельные нагрузки, температура провода и напряжение в его материале. Для определения напряжений в материале провода при разных климатических условиях используют уравнение состояния провода, которое имеет следующий вид:

$$\sigma_{\text{р}} - \frac{\gamma_{\text{р}}^2 \cdot l_{\text{р}}^2 \cdot E}{24 \cdot \sigma_{\text{р}}^2} = \sigma_{\text{и}} - \frac{\gamma_{\text{и}}^2 \cdot l_{\text{и}}^2 \cdot E}{24 \cdot \sigma_{\text{и}}^2} - \alpha \cdot E \cdot (t_{\text{р}} - t_{\text{и}})$$

где:

σ_p, γ_p, t_p – напряжение в проводе, удельная нагрузка и температура в рассчитываемом режиме.

Относительно неизвестной величины σ_p, уравнение состояние провода является неполным кубическим уравнением вида:

$$\sigma_{\text{р}}^3 \pm B \cdot \sigma_{\text{р}}^2 - D = 0$$

где:

B и D – числовые коэффициенты, полученные в результате подстановки в уравнение состояния всех известных параметров.

Решение полученного уравнения выполняется итерационным методом касательных. Для определения стрелы провеса троса в рассчитываемом режиме используем формулу:

$$f_{\text{р}} = \frac{\gamma_{\text{р}} \cdot l_{\text{р}}^2}{8 \cdot \sigma_{\text{р}}}$$

Результаты расчета напряжений и стрел провеса троса сведены в таблицу:

Таблица 3.16

Режим	***Удельная нагрузка, Н/(м·мм^2)***	***Температура, °С***	***Напряжение, Н/мм^2***	***Стрела провеса, м***
№1	*0,082 - γ1*	*40*	*142,112*	*3,81*
№2	*0,082 - γ1*	*45*	*138,299*	*3,92*
№3	*0,082 - γ1*	*10*	*170,000*	*3,19*
№4	*0,240 - γ7*	*-5*	*333,705*	*В=4,09; Г=2,47*
№5	*0,105 - γ6*	*-5*	*211,857*	*В=2,56; Г=2,05*
№6	*0,206 - γ3*	*-5*	*305,156*	*4,47*

№7	0,082 - γ1	15	164,697	3,29

Из таблицы видно, что напряжения в тросее в режиме минимальной температуры, средней температуры, максимальной нагрузки, меньше допустимых, — значит, механическая прочность проводов будет достаточной для условий проектируемой линии. Также выполняется проверка требуемых расстояний от низшей точки провисания провода до земли в режимах гололеда без ветра и максимальной температуры.

Режим максимальной стрелы провеса определяется из анализа результатов механического расчета провода. Он может быть также определен вычислением критической температуры, при которой стрела провеса провода при отсутствии гололеда и ветра достигает такого же значения, как и при гололеде без ветра:

$$t_k = t_г + \frac{\sigma_г}{\alpha \cdot E} \cdot (1 - \frac{\gamma_1}{\gamma_з}) = 71{,}66\ °C$$

Если $t_{max} > t_к$, то наибольшая стрела провеса будет возникать при максимальной температуре, иначе – при гололёде без ветра. В результате максимальная стрела провеса провода – $f_{max} = 3{,}07$ м.

Расчет монтажных стрел провеса провода.

Правильное определение величин стрел провеса троса для условий монтажа является важной задачей, т.к. если при этом стрела провеса будет занижена, то напряжение в ряде режимов может превысить допустимое. Завышение стрелы провеса вызовет нарушение габарита.

Результатами монтажных расчетов являются зависимости напряжения, тяжения и стрелы провеса в пролете известной длины от температуры окружающей среды в диапазоне от t_{min} до t_{max} (если задана минимально допустимая температура монтажа, то она является минимальной для монтажной таблицы) t_{minm} = -//- °С.

Учитывая то, что монтаж тросов проводится в отсутствие ветра и гололеда, но при любой температуре воздуха, монтажный расчет, в отличие от механического расчета провода, проводится для режимов, которые характеризуются удельной нагрузкой – γ_1 и температурой монтажа – t_m.

Тяжение в тросе для расчётного (визируемого) пролёта рассчитывается по формуле:

$$T_m = \sigma_m \cdot F$$

Таблица 3.17

Температура, °С	***Напряжение, Н/мм²***	***Тяжение, кН***	***Стрела провеса, м***
-40	*239,30*	*11965,13*	*2,26*
-30	*223,09*	*11154,26*	*2,43*
-20	*208,01*	*10400,57*	*2,60*
-10	*194,13*	*9706,71*	*2,79*
0	*181,47*	*9073,52*	*2,98*
10	*170,00*	*8500,00*	*3,19*
20	*159,67*	*7983,53*	*3,39*
30	*150,41*	*7520,27*	*3,60*
40	*142,11*	*7105,60*	*3,81*

Выбор провода СИП-3 произведен по длительному рабочему току, экономической плотности тока и проверен по потере напряжения.

Расчетные данные

Таблица 3.18

Наименование	***Буквенное обозначение***	***Единица измерения***	***Значение***
Расчетная мощность	P_p	*кВт*	*2943*
Расчетный ток	I_p	*А*	*300*
Напряжение	*U*	*кВ*	*6,3*
Коэффициент реактивной мощности	*cosφ*		*0,9*

Условия выбора

Таблица 3.19

№	***Характеристика условий выбора провода изолированного***	***Условия***
1	*По номинальному напряжению, кВ*	$U_{ном} \geq U_{сети\ ном}$
2	*По допустимому длительному току*	$I_{прод.\ доп} \geq I_{раб\ мах}$
3	*По экономической плотности тока*	$S_э = I_{рас} / J_{эк}$

Результаты выбора

Таблица 3.20

Марка кабеля	$U_{ном} \geq U_{сети\ ном}$		$I_{прод.\ доп} \geq I_{раб\ мах}$		$S_э = I_{рас} / J_{эк}$
	$U_{ном}$	$U_{сети}$	$I_{прод.\ доп}$	$I_{раб\ мах}$	
	кВ	*кВ*	*А*	*А*	*мм²*
	6	*6*	*430*	*300*	*136*

Вывод: Условия выбора провода выполнены

Расчет потерь напряжения в линии

Таблица 3.21

Наименование	***Буквенное обозначение***	***Единицы измерен.***	***Формула для расчета***	***Значение***
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ				
Расчетная мощность потребителя	P_p	*кВт*		*3000*
Напряжение питающего распредустройства	U_c	*кВ*		*6,3*
Косинус угла нагрузки	*cosφ*	*-*		*0,9*

потребителя				
Тангес угла	tqφ			0,48
Длина линии	L	Км		0,557
Тип линии		ААБл-10 3х120		
Удельное активное сопротивление проектируемого кабеля	$r_к$	Ом/км		0,288
Удельное реактивное сопротивление проектируемого кабеля	$x_к$	Ом/км		0,01
Расчетное значение рабочего тока	$I_{рр}$	А	$I_{рр} = \frac{P_к}{\sqrt{3} \cdot U_с \cdot \cos\varphi}$	305,84
Допустимое значение рабочего тока линии	$I_{рд}$	А	$I_{рд} > I_{рр}$	430
РАСЧЕТ ПОТЕРЬ НАПРЯЖЕНИЯ				
Реактивная мощность потребителя	Q	Вар		1440
Полное значение падения напряжения в линии	$\Delta U_{ВРУ}$	В	$\Delta U_{ВРУ} = \frac{(Рк \cdot Rк + Qк \cdot Xк) \cdot L}{U_с}$	77,66
	$\delta U_{ВРУ}$	%	$\delta U_{ВРУ} = \Delta U_{ВРУ} \cdot 100 / U_с$	1,23
Допустимое значение падения напряжения в линии (ГОСТ 13109-87)	$\Delta U_д$	В	$\Delta U_д = 0,05 \cdot U_с$	315
	$\delta U_д$	%	$\delta U_д = \Delta U_д \cdot 100 / U_с$	5

3.8.1.5 Изоляторы и линейная арматура

Изоляцию и линейную арматуру применить согласно типового проекта СВ-110-5 по типовой серии 1.10.20.МИ.15 «Одноцепные железобетонные опоры ВЛЗ 6-20 кВ».

На ВЛЗ-6 кВ в натяжных и подвесных гирляндах применяется стеклянная изоляция ПС-70Е.

В качестве опорной изоляции применяются штыревые стеклянные изоляторы ШТИЗ-20УО. Изоляторы ШТИЗ-20УО предназначены для крепления на штыре без колпачка. Монтаж изолятора осуществляется затягиванием хомута на разрезной трубке нижнего фланца изолятора. Чем обеспечивается простота монтажа изолятора на штыре траверсы. Изолятор монтируется затяжкой гайки стягивающего хомута стандартным гаечным ключом, без применения колпачков.

Расчетные усилия в изоляторах и арматуре не должны превышать значений разрушающих нагрузок.

Тип и количество линейной арматуры способы крепления гирлянд и провода к опоре указаны в рабочей документации.

Для защиты от грозовых перенапряжений проводов и изоляторов на переходе через р. Бира на металлических опорах монтируется грозотрос.

Для защиты от перенапряжений на ВЛЗ-6 устанавливаются устройства УЗПН-6 (ОПН с искровым промежутком). Главным достоинством УЗПН является возможность эффективной защиты проводов СИП-3 без отключения линии.

Установка на ВЛЗ устройств УЗПН по определенной схеме позволяет полностью отказаться от установки дополнительных устройств, обеспечивающих присоединение штанг

оперативного заземления, что однозначно имеет экономическую целесообразность.Для опор с натяжными подвесками и подвесными стеклянными изоляторами применяются УЗПН-6-ПС.

Места и способы установки УЗПН-6 указаны в рабочей документации.

Для защиты птиц от непосредственного контакта с проводами, линейной арматурой и иными неизолированными элементами ВЛЗ-10кВ предусмотрены устройства птицезащитные (ПЗУ) изолирующего типа (типа И).

Согласно стандарту СТО 34.01-2.2-025-2017 «Птицезащитные устройства для воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройств подстанций», установка ПЗУ на ВЛЗ-6 кВ предусматривается на натяжных подвесках и соединительных (ответвительных) зажимах, находящихся под потенциалом

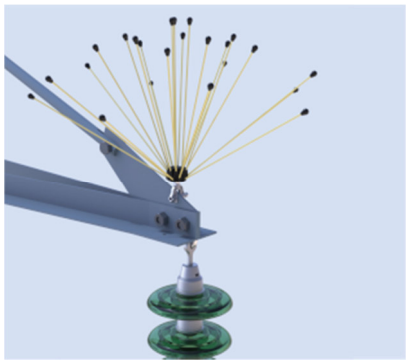
Перечень элементов ВЛЗ 6-20 кВ, оснащаемых ПЗУ

Таблица 3.22

№	Элемент ВЛЗ 6-20 кВ	Тип ПЗУ	Марка
1	Натяжные зажимы, находящиеся под потенциалом	ПЗУ изолирующего типа	Применение натяжного зажима НС-120 без снятия изоляции с провода
2	Соединительные и ответвительные зажимы, находящиеся под потенциалом	ПЗУ изолирующего типа	Применение изолированного ответвительного зажима ORP-150

На траверсах опор и грозостойках устанавливаются птицезащитные антиприсадочные устройства типа ЗП-АПЗ

ЗП-АПЗ



ПЗУ предназначены для работы при температуре воздуха от -60°С до +50°С, на высоте до 1000 м над уровнем моря, в районах с 1-4 степенью загрязнения, в районах по ветру и гололёду до особого включительно. Климатическое исполнение ПЗУ – УХЛ 1 по ГОСТ 15150.

3.8.2. КЛ-6 кВ

От переходной металлической опору левого берега р. Бира до «ЦРП-3» прокладывается кабель 6 кВ.

Кабельная линия - 6 кВ выполнены кабелем 2х АВБбШв-6 3х240.

Выбор кабеля произведен по длительному рабочему току, экономической плотности тока и проверен по потере напряжения.

Расчетные данные

Таблица 3.18

Наименование	***Буквенное обозначение***	***Единица измерения***	***Значение***
Расчетная мощность	$P_р$	*кВт*	*2943*
Расчетный ток	$I_р$	*А*	*300*
Напряжение	*U*	*кВ*	*6,3*
Коэффициент реактивной мощности	*cosφ*		*0,9*

Условия выбора

Таблица 3.19

№	***Характеристика условий выбора кабеля АВБбШв-6 кВ 3х240***	***Условия***
1	*По номинальному напряжению, кВ*	$U_{ном} \geq U_{сети\ ном}$
2	*По допустимому длительному току*	$I_{прод.\ доп} \geq I_{раб\ мах}$
3	*По экономической плотности тока*	$S_э = I_{рас} / J_{эк}$

Результаты выбора

Таблица 3.20

Марка кабеля	$U_{ном} \geq U_{сети\ ном}$		$I_{прод.\ доп} \geq I_{раб\ мах}$		$S_э = I_{рас} / J_{эк}$
	$U_{ном}$	$U_{сети}$	$I_{прод.\ доп}$	$I_{раб\ мах}$	
	кВ	*кВ*	*А*	*А*	*мм²*
	6	*6*	*350*	*300*	*218*

Вывод: Условия выбора кабеля выполнены

Расчет потерь напряжения в кабельной линии

Таблица 3.21

Наименование	***Буквенное обозначение***	***Единицы измерен.***	***Формула для расчета***	***Значение***
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ				
Расчетная мощность потребителя	P_p	*кВт*		*3000*
Напряжение питающего распредустройства	U_c	*кВ*		*6,3*
Косинус угла нагрузки потребителя	*cosφ*	*-*		*0,9*
Тангес угла	*tqφ*			*0,48*
Длина линии	*L*	*Км*		*0,464*
Тип линии	*АВБбШв-6 3х240*			
Удельное активное сопротивление проектируемого кабеля	$r_к$	*Ом/км*		*0,13*
Удельное реактивное сопротивление проектируемого кабеля	$x_к$	*Ом/км*		*0,04*
Расчетное значение рабочего тока	$I_{рр}$	*А*	$I_{рр} = \frac{P_к}{\sqrt{3} \cdot U_c \cdot \cos\varphi}$	*305,84*
Допустимое значение рабочего тока линии (табл. 1.3.7 «ПУЭ»)	$I_{рд}$	*А*	$I_{рд} > I_{рр}$	*350*
РАСЧЕТ ПОТЕРЬ НАПРЯЖЕНИЯ				
Реактивная мощность потребителя	*Q*	*Вар*		*1140*
Полное значение падения напряжения в линии	$\Delta U_{ВРУ}$	*В*	$\Delta U_{ВРУ} = \frac{(Рк \cdot Rк + Qк \cdot Xк) \cdot L}{U_c}$	*32,97*
	$\delta U_{ВРУ}$	*%*	$\delta U_{ВРУ} = \Delta U_{ВРУ} \cdot 100 / U_c$	*0,52*
Допустимое значение падения напряжения в линии (ГОСТ 13109-87)	$\Delta U_д$	*В*	$\Delta U_д = 0,05 \cdot U_c$	*315*
	$\delta U_д$	*%*	$\delta U_д = \Delta U_д \cdot 100 / U_c$	*5*

3.8.3 Комплектное распределительное устройство КРН-IV-6

Ячейки КРН-IV-6 *состоят из основных сборочных единиц:*

- корпуса с аппаратурой;

- релейного шкафа внутри которого расположены устройства защиты и автоматики, аппаратура сигнализации и управления, приборы измерения и другие устройства вспомогательных цепей;

- отсека сборных шин.

Схема электрических соединений и габаритные размеры ячейки КРН- IV - 10 предоставлены в графической части.

Конструкция шкафов КРН обеспечивает механические и электрические блокировки, не допускающие:

- включение и отключение заземляющих ножей линейного и шинного разъединителей при включенных (а) высоковольтном выключателе, (б) рабочих ножах разъединителей;

- включение разъединителей при включенных заземляющих ножах;

- открывание дверей камеры КРН при включенных разъединителях.

КРН устанавливается на общую раму РП, которая удлиняется на размер ячейки.

Система собственных нужд на ПС существующая. Модернизация собственных нужд проектом не предусмотрена. Подключение новой ячейки будет выполнено к существующим цепям оперативного тока.

В вводной ячейке будет установлен вакуумный выключатель 10 кВ и разъединители с заземляющими ножами.

Для защиты отходящей ЛЭП- 6 кВ, в ячейке устанавливается микропроцессорное устройство МКЗП-М3.

Терминал МКЗП-М3 содержит следующие защиты:

- Трёхступенчатая ненаправленная максимальная токовая защита от меж-дуфазных КЗ с независимой выдержкой времени. Любая из ступеней МТЗ может иметь комбинированный пуск по напряжению.

- Токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю с независимой выдержкой времени.

- Защита от несимметричного режима работы.

- Защита минимального напряжения.

- Функции автоматики управления выключателем.

Защиты линии 6 кВ подключается к обмоткам 10Р трансформаторов тока, установленных в ячейке.

Расчет токов короткого замыкания

Величина токов КЗ на шинах 6 кВ ПС –«Центр» предоставлена Заказчиком.

Максимальный ток КЗ на шинах 6 кВ ПС «Центр» составляет $I_{кз\ max}$=4,58 кА

Расчет токов короткого замыкания на ЦРП-3 по ГОСТ Р 52735-2007

Режим максимума

Исходные данные:

1. Ток трёхфазного короткого замыкания на шинах 6 кВ питающей подстанции (ПС 35/6 кВ «Центр»):, $I_{кз\ max}$=4,58 А.

2. Линия, питающая ЦРП-3 от ПС 35/6 кВ «Центр», выполнена проводом марки СИП3 1х120, длиной 0,557 км и кабелем 2АВБбШВ-6 3х240 длиной 0,464 км.

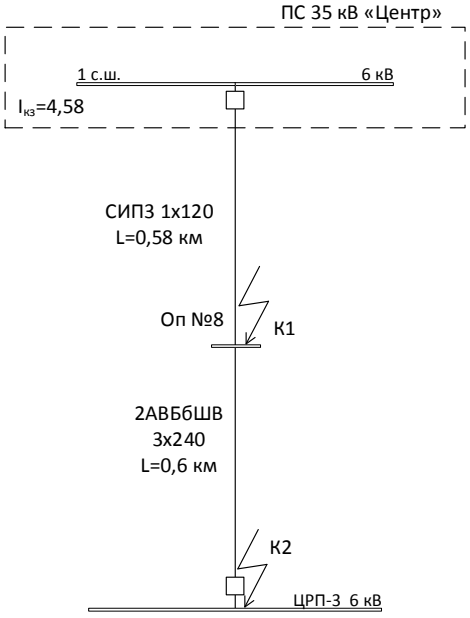
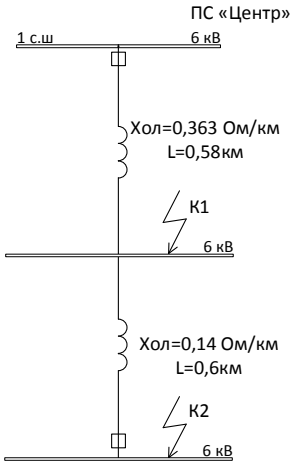


Схема замещения для расчета токов трехфазного короткого замыкания:



Сопротивление системы

$$x_c = \frac{Uct}{\sqrt{3} * I_{кз}^3} = \frac{6{,}3}{\sqrt{3} * 4{,}58} = 0{,}79\text{кА}$$

Сопротивление ВЛЗ 6кВ

$$x_л = x_{ол} * L = 0.36,* 0{,}58 = 0.21\ \text{Ом}$$

Сопротивление КЛ-6кВ

$$x_л = x_{ол} * L = 0.14 * 0{,}6 = 0.08\text{Ом}$$

Ток КЗ на опоре №8 (в точке К1):

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{U_{ст}}{\sqrt{3} * (x_c + x_л)} = \frac{6{,}3}{\sqrt{3} * (0{,}79 + 0{,}21)} = 3{,}64\text{кА}$$

Ток короткого замыкания на шинах РУ 6 кВ (в точке К2):

Сопротивление до точки К2:

$$x_\Sigma = x_c + x_л + x_t = 0{,}79 + 0.21 + 0.08 = 1{,}08\text{Ом}$$

Ток КЗ в точке К2:

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{U_{ст}}{\sqrt{3} * x_\Sigma} = \frac{6.3}{\sqrt{3} * 1.08} = 3{,}369\text{кА}$$

Результаты расчета токов короткого замыкания сведены в таблицу 3.17.

Токи КЗ

Таблица 3.17

Место КЗ по схеме	*Режим*	*Ток трехфазного КЗ в месте КЗ, кА*
К1	*Максимальный*	*3,64*
К2	*Максимальный*	*3,369*

Расчёт двухфазного тока КЗ в максимальном режиме не проводится, т.к. при выборе уставок не используется.

Выбор основного оборудования 6 кВ

Величина максимального тока короткого замыкания на шинах РУ-6,3 кВ ЦРП-3 – 6,37(кА);

Находим ударный ток на стороне 6 кВ

$$i_{\text{у}} = \sqrt{2} \cdot K_{\text{у}} \cdot I^{(3)}{}_{K1} = 1.42 \cdot 1.8 \cdot 3.4 = 8.7 \text{ (кА)},$$

Где: $K_у$ – ударный коэффициент, равный: $K_у$ =1.8;

Выбор высоковольтного выключателя 6 кВ

Выбор выключателя в цепи 6 кВ.
Номинальный ток составляет 300 А:

$$I_{норм..ТЗ} = 300 \text{ А}$$

$$I_{утяж}=1.4*300=420 \text{ А}.$$

Выбираем выключатели типа ВВ/TEL 10-20/1000 У2
Результаты проверки выключателя сведены в табл. 3.18.

Проверка выключателя ВВ/TEL 10-20/1000 У2 отходящая линия

Таблица 3.18

Расчетные данные	*Каталожные данные*	*Условие выбора*
$U_{сети}$=6,3 кВ $I_{утяж}$=420 А	$U_{ном}$=7,2 кВ $I_{ном}$=1000 А	*По условию длительного режима*
$I_{удар}$=8,7кА	$I_{дин}$=52 кА	*По динамической стойкости*
$\sqrt{2} \cdot I_{П0} \cdot (1 + \text{e}^{-\frac{\tau}{Ta}}) = 6.1\text{кА}$	$\sqrt{2} \cdot I_{0ном} \cdot (1 + \text{e}^{-\frac{\tau}{Ta}}) = 44.87\text{кА}$	*По коммутационной способности, амплитуде полного тока отключения*
2.5 с	$t_{рз} = \frac{I^2{}_{тер} \cdot t_{тер}}{I^2{}_{п0}} - T_{\text{а}} - t_{о.в.} = \frac{20^2 \cdot 3}{3.7^{\ 2}} - 0.05 - 0.05 = 87.7(с)$	*По термической стойкости*
$i_{удар}$=8,7 кА $I_{КЗ}$=3.369 кА	$i_{в.ном}$=51 кА $I_{в.ном}$=20 кА	*По току включения*

Согласовано

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Где: $T_a = 0{,}05$ *(с);*

$\tau = t_{защ.мин.} + t_{о.в.} = 0{,}01 + 0{,}05 = 0{,}06$ *(с);*

$\sqrt{2} \cdot I_{П0} \cdot (1 + e^{-\frac{\tau}{Ta}}) = \sqrt{2} \cdot 3.369 \cdot (1 + e^{-\frac{0.065}{0.05}}) = 6.1$ ***(кА) ;***

$\sqrt{2} \cdot I_{0ном} \cdot (1 + e^{-\frac{\tau}{Ta}}) = \sqrt{2} \cdot 25 \cdot (1 + e^{-\frac{0.06}{0.05}}) = 44.87$ *(кА).*

Выбор трансформаторов тока.

На стороне 6 кВ выбор ТТ ограничивается выбором типа ТТ без его полной проверки, т.к. на подстанции независимый источник оперативного тока и защита выполнена на микропроцессорной элементной базе.

ТТ выбирается по условиям:

$$U_{ном} \geq U_{сети};$$
$$I_{ном} \geq I_{доп};$$

Где: $I_{доп}$ *– максимальный допустимый ток по ЛЭП-6 кВ.*
Результаты проверки ТТ сведены в табл. 3.19

Проверка ТТ-6 кВ в ячейках ввода

Таблица 3.19.

Расчетные данные	***Каталожные данные***	***Условие выбора***
$U_{сети}$*=6 кВ* $I_{доп}$*=300 А*	*Uном=6 кВ* *Iном ввод=300 А,*	*По условию длительного режима*
$I^{(3)}_{К2}$*=3.37 кА*	*I= Iном *Кпр.кр=300*15=4500 А*	*По предельной кратности*

Выбор ОПН -6 кВ

1. Выбор наибольшего длительного допустимого рабочего напряжения ОПН.
*Наибольшее рабочее напряжение электрооборудования для сетей напряжением 10 кВ составляет Uнс=1.05*6,3=6,6 кВ.*
Для ОПН-РТ/TEL-6/6,9 УХЛ1 Uнд=6,9 кВ.
Uнд=6,9 > Uнс =6,6 кВ
2. Выбор ОПН по условиям взрывобезопасности.
Номинальный взывобезопасный ток должен быть больше
*Iвб>1.20*Iкз=1.2*3,37=4,1 кА*
Для ОПН-РТ/TEL-6/6,9 УХЛ1 Iвб= 20 кА.
20>4,1 кА
3. Выбор длины пути утечки внешней изоляции ограничителя.
*Согласно требованиям ГОСТ 9920-89 для района со II степенью загрязненности внешней среды удельная длина пути утечки должна быть не менее 2,35 см/кВ или 2.0 см/кВ *6,9 кВ=13,8 см.*
Для ОПН-РТ/TEL-6/6,9 УХЛ1 минимальная длина пути утечки 14,5 см >13,8 см.

Вывод:
Выбранный тип оборудования соответствует требуемым параметрам, определенным в соответствии с условиями эксплуатации.

3.8.4 КСО-393 в отдельном модуле

КСО 393-3Н - линейная ячейка с выключателем нагрузки ВНП-10/630 с 3Н с кабельным вводом.

Выбор всех видов аппаратов проведен на основании максимальных расчетных величин и токов короткого замыкания.

Схема первичных соединений и компоновочные размеры предоставлены в рабочей документации.

Ячейка устанавливается в отдельный модуль наружного исполнения с коридором обслуживания. Модуль выполнен в габаритах существующего РП-6 кВ «ЦРП-3». Модуль устанавливается на блочные фундаменты ФБС.. Модуль с помощью болтов состыковывается с корпусом РП-6 «ЦРП-3».

3.8.5 Заземляющее устройство и защита от перенапряжения

Согласно ПУЭ (гл. 2.5.129) заземлению подлежат все железобетонные опоры.

*Нормируемое ПУЭ (таблица 2.5.19) значение сопротивления заземляющего устройства для опор ВЛ-6 кВ- 15 Ом (при удельном сопротивлении грунта от 100до 500 Ом*м).*

Заземляющее устройство выполнено комбинированным: из двух вертикальных и горизонтального заземлителей. См. рабочую документацию.

Все металлические конструкции на опоре заземляются.

Для заземления стоек опор СВ-110-5, СВ-164-12 используются продольная арматура стоек опор и повторный заземляющий спуск проложенный по телу опоры. Заземляющий спуск выполнен двумя спусками из круглой стали диаметром 10 мм. Все металлические конструкции на опоре заземляются.

Конструктивное выполнение элементов заземления показано на рабочих чертежах.

После устройства заземлителей проводятся замеры их сопротивления. В случае, если сопротивление превышает нормируемое значение, добавляются вертикальные заземлители для получения требуемой величины сопротивления.

В качестве вертикальных заземлителей применить круг стальной диаметром 18мм, длиной 3 метра.

Горизонтальные заземлители выполнены стальной полосой 4х40мм. Глубина заложения горизонтальных заземлителей от поверхности земли – 0.7 метра.

Заземлители не должны иметь окраски.

Траншеи для горизонтальных заземлителей должны заполняться однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора. Не следует располагать (использовать) заземлители в местах, где земля подсушивается под действием тепла трубопроводов и т.п. Вертикальные заземлители погружаются методом вибрирования или засверливания, а так же забивкой или закладкой в готовые скважины. Погружение вертикальных электродов производится с тем расчетом, чтобы верх их был на 20 см выше дна траншеи. Горизонтальные заземлители укладываются в траншею на глубину 0.7 метра.

Соединение заземлителей между собой следует выполнять сваркой в нахлестку.

Для защиты кабельной линии 6 кВ при переходе ее в воздушную, на опоре ВЛЗ-6 кВ устанавливаются ограничители перенапряжения типа ОПН-6.

Для защиты ВЛЗ-6 кВ от перенапряжений, на опорах устанавливаются УЗП-6.

На переходных опорах через р. Бира, монтируется грозотрос.

Броня кабеля должна быть заземлена на опоре и в РП-6 «ЦРП-3».

Вновь установленная ячейка КСО-393 и КРН-IV-6 заземляются путем приварки стальной полосы к существующим контурам распределительных устройств.

Расчет ЗУ опоры:

Исходные данные:

*Удельное сопротивление грунта ρ = 100 Ом*м*
Глубина заложения t = 0,5 м
Вид заземления – контурное.
Климатическая зона – II. Коэффициент сезонности $К_{сез.в.}$ = 1,7; $К_{сез.г.}$ = 4.
Вертикальный электрод – круг стальной 18 мм, L = 3,0 м
*Горизонтальный электрод – полоса стальная 40*4 мм, l = 8 м*
Импульсный коэффициент для 3 стержней - $\alpha_{И.Э.}$=0,55
Импульсный коэффициент для полосы длиной 8 м $\alpha_{И.П.}$=0,65
Коэффициент использования $\eta_{И}$=0, 75
Количество стержней n = 3

Сопротивление одного стержня:

$$R_C = 0,37*\rho/L * \lg(4L/d)$$

$R_C = 0,37*170/3,5*\cdot\lg(8*3,5/0,04=42,76$ *Ом*

Импульсное сопротивление для трех стержней:

$$R_{СИ} = \alpha_{И.Э.} * R_C / \eta_{И} * n = 0,55*42,76/ 0,75*3=20,36$$

Сопротивление горизонтального электрода длиной 8м составляет:

$$R_П = 0,37*\rho/L * \lg(L^2/ t d)$$

$$R_П = 0,37*170/8*\lg(8^2/0,5*0,04)=24,23 \text{ Ом}$$

$$R_{ПИ} = \alpha_{И.П.} * R_П / \eta_{И} * n = 0,65*24,23/ 0,75*1=37,28 \text{ Ом}$$

Импульсное сопротивление заземляющего устройства:

$$R_{ЗИ} = R_{СИ} * R_{ПИ} / R_{СИ} + R_{ПИ} = 20,36*47,28/20,36+47,28 = \mathbf{13,17\ Ом}$$

Нормированное сопротивление ЗУ опоры: 15 Ом

*Расчетное сопротивление ЗУ опоры: **13,17 Ом***

3.9. Организация эксплуатации

Эксплуатирующая организация должны иметь проектную, приемосдаточную и эксплуатационную документацию.

Эксплуатирующая организация должна подготовить электротехнический персонал или заключить договор на обслуживание электроустановок другой организацией.

В организациях – потребителях электрической энергии должны быть назначены приказом ответственные за электрохозяйство.

3.10. Требования к охране труда в процессе эксплуатации

Безопасность труда в строительстве и эксплуатации обеспечивается выполнением всех проектных решений в строгом соответствии с «Федеральным законом об основах охраны труда Российской Федерации», требование которого учитывает:

- условия безопасности труда;
- предупреждение производственного травматизма;
- профессиональных заболеваний;
- пожаров и взрывов.

3.11. Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдения требований охраны труда в процессе эксплуатации

Охрана труда и техника безопасности в эксплуатации обеспечены принятием всех проектных решений в строгом соответствии со СНиП, требования которых учитывают условия безопасности труда, предупреждение производственного травматизма, профессиональных заболеваний, пожаров и взрывов.

Для обеспечения охраны труда и техники безопасности проектом предусмотрено:

- использование технически совершенного оборудования;

- применение устройств РЗА;

- размещение оборудования, обеспечивающее его безопасное обслуживание;

- выполнение заземляющих устройств элементов электроустановок с нормируемой ПУЭ величиной сопротивления, соответствующей требованиям СНиП 3.05.06-85 «Монтаж электротехнических устройств»;

К эксплуатации электроустановок допускается подготовленный персонал прошедший обучение, проверку знаний и инструктажей, годный по состоянию здоровья и допущенный к самостоятельной работе.

Рабочее место должно быть укомплектовано необходимыми производственными инструкциями и инструкциями по охране труда.

На рабочем обязательно наличие защитных средств и первичных средств пожаротушения согласно утвержденных перечней по предприятию.

Таблица 5 - Расчетные пролеты l_3, м, для опор анкерного типа ВЛ 10 кВ с защищенными проводами с штыревыми изоляторами, рассчитанные по ПУЭ 7 издания по картам климатических нагрузок с повторяемостью 1 раз в 25 лет (для ненаселенной и населенной местности)

Сечение защищенного провода СИП-3, мм^2	Опоры УП10-20МИ-1Ш, УП10-20МИ-3Ш, А10-20МИ-1Ш, А10-20МИ-2Ш, А10-20МИ-3Ш, А10-20МИ-4Ш, УА10-20МИ-1Ш, УА10-20МИ-2Ш, УА10-20МИ-3Ш, УА10-20МИ-4Ш, ОА10-20МИ-1Ш, ОА10-20МИ-2Ш, ОА10-20МИ-3Ш, ОА10-20МИ-4Ш, УОА10-20МИ-1Ш, УОА10-20МИ-2Ш, УОА10-20МИ-3Ш, УОА10-20МИ-4Ш															
	Район по ветру, нормативное ветровое давление W_o, Па															
	I - 400				II - 500				III - 650				IV - 800			
	Район по гололеду, нормативная толщина стенки гололеда $b_э$, мм															
	I-10	II-15	III-20	IV-25	I-10	II-15	III-20	IV-25	I-10	II-15	III-20	IV-25	I-10	II-15	III-20	IV-25
для ненаселенной местности																
50	90	75	65	53	90	75	65	53	90	75	65	53	61	61	61	53
70	90	75	64	52	90	75	64	52	84	75	64	52	54	54	54	52
95	85	75	62	50	85	75	62	50	75	75	62	50	48	48	48	48
120	80	70	60	49	80	70	60	49	68	68	60	49	44	44	44	44
для населенной местности																
50	60	55	50	45	60	55	50	45	60	55	50	45	60	55	50	45
70	60	55	50	45	60	55	50	45	60	55	50	45	54	54	50	45
95	60	55	50	45	60	55	50	45	60	55	50	45	48	48	48	45
120	55	50	45	40	55	50	45	40	55	50	45	40	44	44	44	40

Монтажные таблицы защищенных проводов типа СИП-3 для подвески на железобетонных опорах ВЛ 6-20 кВ

Таблица 21

Провод **СИП-3 1х120**
Допустимое напряжение провода $\sigma_{вг} = \sigma_ = 114$ МПа $\sigma_{сг} = 45$ МПа

Максимальное тяжение провода $T^{н} = 7000$ Н

Нормативное ветровое давление $W_o = 400\text{-}800$ Па I- IV район
Нормативная толщина стенки гололеда $b_э = 15$ мм II район

Напряжения в проводе, МПа, при температуре, С^0										Стрелы провеса провода, м, при температуре, С^0					
Пролет,м	Режим	ВГ	В	-5Г	-40	-20	0	15	40	-40	-20	0	15	40	-5Г
10	-	26,3	23,0	22,8	59,8	34,3	11,3	5,0	2,9	0,01	0,02	0,05	0,10	0,18	0,07
20	-	37,5	31,9	31,5	59,8	34,9	15,0	8,9	5,7	0,03	0,06	0,14	0,23	0,36	0,21
30	-	46,9	39,5	39,0	59,8	35,9	18,2	12,2	8,3	0,08	0,13	0,26	0,38	0,56	0,39
40	-	55,4	46,3	45,7	59,8	37,0	21,0	15,1	10,7	0,14	0,22	0,39	0,55	0,77	0,59
50	ВГ	59,8	49,2	48,5	51,9	32,1	20,5	16,1	12,2	0,25	0,40	0,63	0,81	1,06	0,87
60	ВГ	59,8	47,8	47,5	35,8	23,9	17,9	14,6	12,6	0,52	0,78	1,04	1,27	1,48	1,28
70	ВГ	59,8	46,6	47,0	26,1	20,1	16,6	14,9	12,8	0,97	1,26	1,52	1,70	1,97	1,76
80	ВГ	59,8	45,7	46,7	21,5	18,2	15,9	14,7	13,1	1,54	1,82	2,08	2,26	2,53	2,32
90	ВГ	59,8	45,0	46,6	19,3	17,1	15,5	14,5	13,3	2,17	2,45	2,70	2,88	3,16	2,94
100	ВГ	59,8	44,3	46,6	18,0	16,5	15,3	14,5	13,4	2,87	3,14	3,39	3,57	3,85	3,63
110	ВГ	59,8	43,9	46,6	17,2	16,0	15,1	14,4	13,5	3,64	3,91	4,16	4,33	4,62	4,39

Монтажная таблица для провода СИП-3 1х120 на переходе через р. Бира

Температура, °С	Напряжение, Н/мм²	Тяжение, кН	Стрела провеса, м
-40	117,33	14079,60	2,05
-30	105,88	12705,91	2,27
-20	95,25	11430,54	2,53
-10	85,59	10271,31	2,81
0	77,01	9241,07	3,12
10	69,54	8344,40	3,46
20	63,14	7576,68	3,81
30	57,72	6926,03	4,17
40	53,14	6376,77	4,53

Монтажная таблица для грозотроса **М3-8-В-ОЖ-Н-Р** *на переходе через р. Бира*

Температура, °С	Напряжение, Н/мм²	Тяжение, кН	Стрела провеса, м
-40	239,30	11965,13	2,26
-30	223,09	11154,26	2,43
-20	208,01	10400,57	2,60
-10	194,13	9706,71	2,79
0	181,47	9073,52	2,98
10	170,00	8500,00	3,19
20	159,67	7983,53	3,39
30	150,41	7520,27	3,60
40	142,11	7105,60	3,81

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
ГИП		Майстренок			04.20
Инженер		Гуляев			04.20

317-01.ЭС-2-Т2.3-ГЧ01

Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области

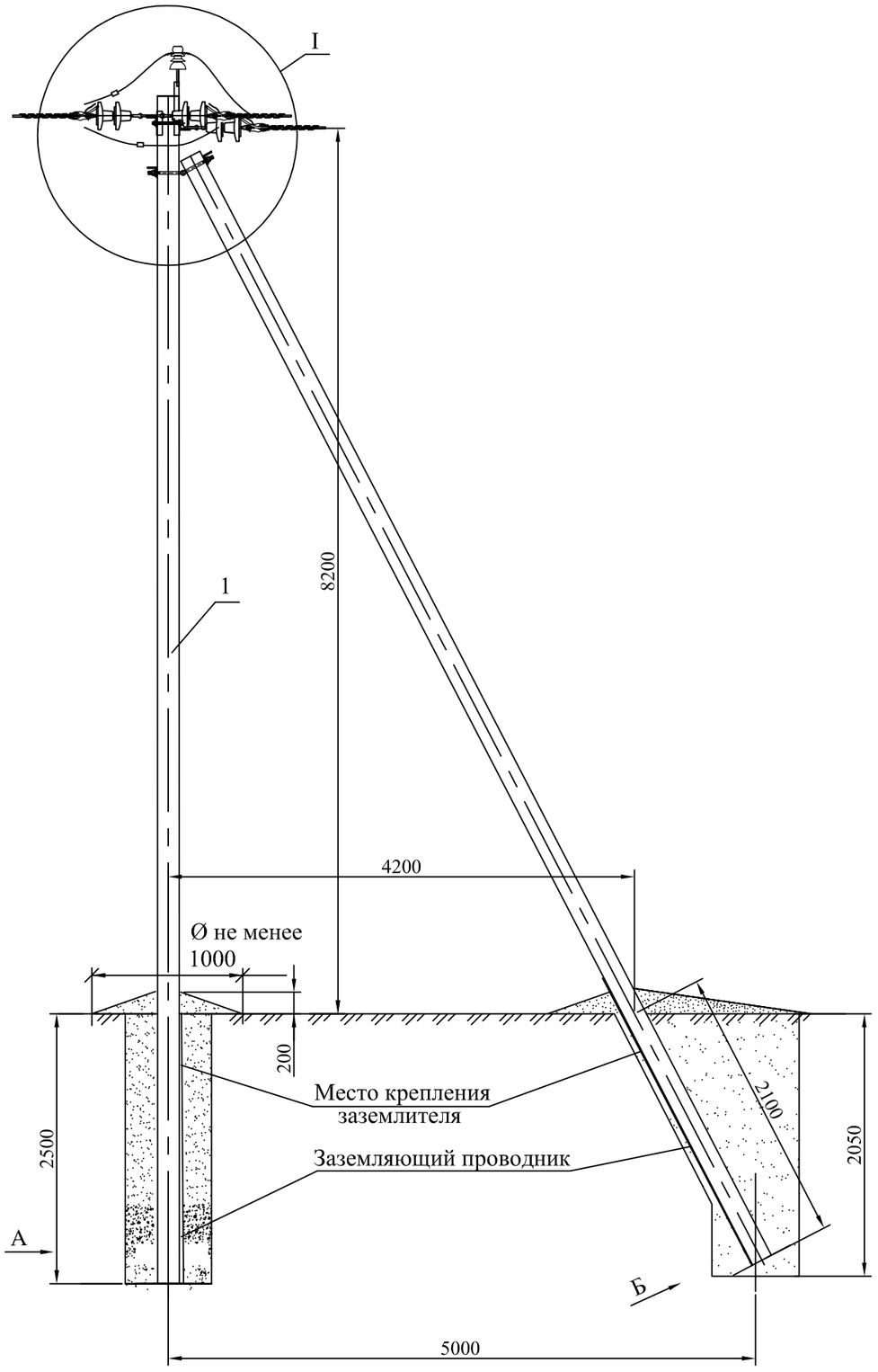
Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 "Центр"-до ЦРП-3

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

Монтажные таблицы защищенных проводов и грозотроса на переходе через р. Бира

ООО Энергосервиспроект

Формат А3



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.,кг	Приме-чание
		Железобетонные элементы			
1		Стойка СВ110-5	2	1125	
		Стальные конструкции*			
3	317-01.ЭС-2-Т2.1-РД 07	Крепление подкоса У4	1	7,1	
4	1.10-20.МИ.15-75	Траверса ТМ 53	1	19,5	
5	1.10-20.МИ.15-78	Траверса ТМ 54	1	6,1	
6	1.10-20.МИ.15-90	Заземляющий проводник ЗП1 1,0м	1		
		Заземляющий проводник ЗП1 1,5м	1		
		Стандартные изделия			
8	ГОСТ 7798-70	Болт М20х260**	2	0,71	
9	ГОСТ 5915-70	Гайка М20	3	0,063	
10	ГОСТ11371-78	Шайба 20	2	0,023	
11	ГОСТ 6402-70	Шайба М20.65Г	2	0,016	
		Изоляторы и арматура			
12		Изолятор ШТИЗ-20	1		
14	ТУ 3449-014-52819896-2005	Вязка ВС-70	1		
15	1.10-20.МИ.15-	Подвеска изолирующая	6		
16	ТУ 3449-001-52819896-2011	Зажим ответвительный ORP-150	3	0,48	
17	ТУ 3449-001-52819896-2010	Зажим ПС-2-1А	7	0,22	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Гладков			
Проверил		Хайрутдинова			
Н. контр.		Жуков			
ГИП		Хайрутдинова			

1.10-20.МИ.15-11

Одноцепные железобетонные опоры ВЛЗ 6-20 кВ

Анкерная (концевая) опора А10-20МИ-4Ш

Стадия	Лист	Листов
Р	1	2

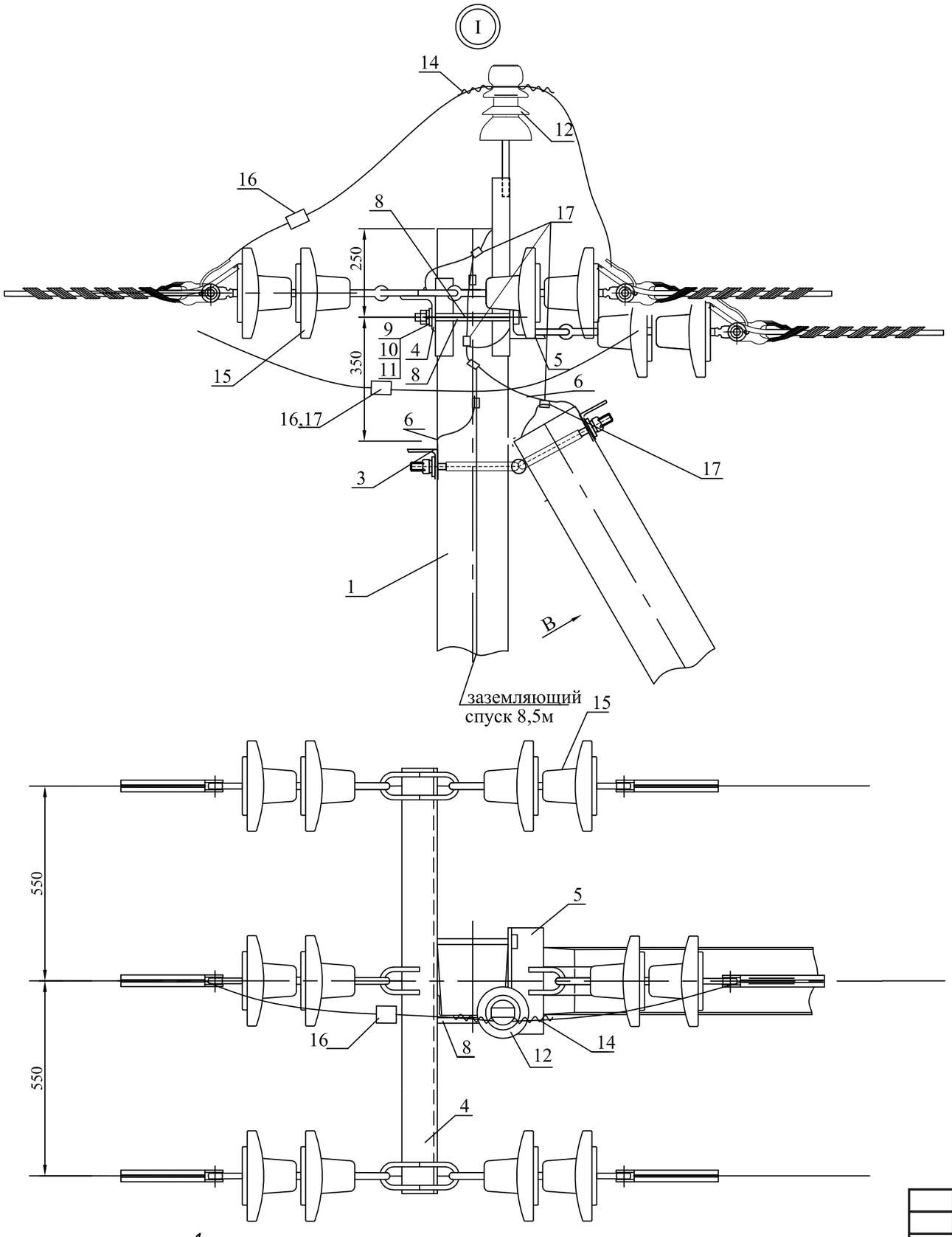
Общий вид
Спецификация

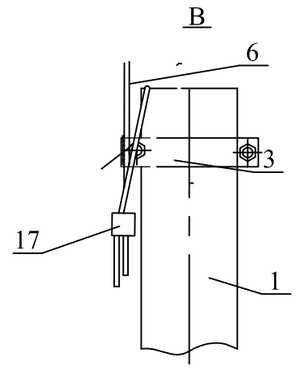
ФОРЭНЕРГО ИНЖИНИРИНГ

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.





Верхний заземляющий проводник подкоса

Схема 1 установки на ВЛЗ А10-20МИ-4Ш в качестве анкерной опоры

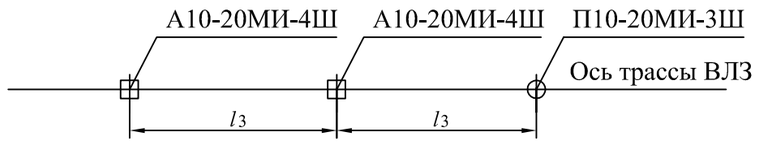
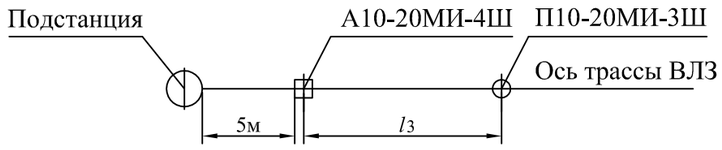
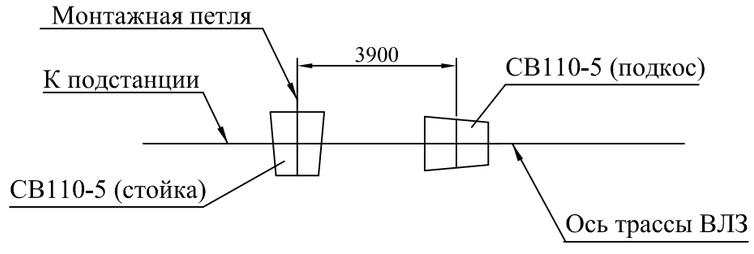


Схема 2 установки на ВЛЗ А10-20МИ-4Ш в качестве концевой опоры



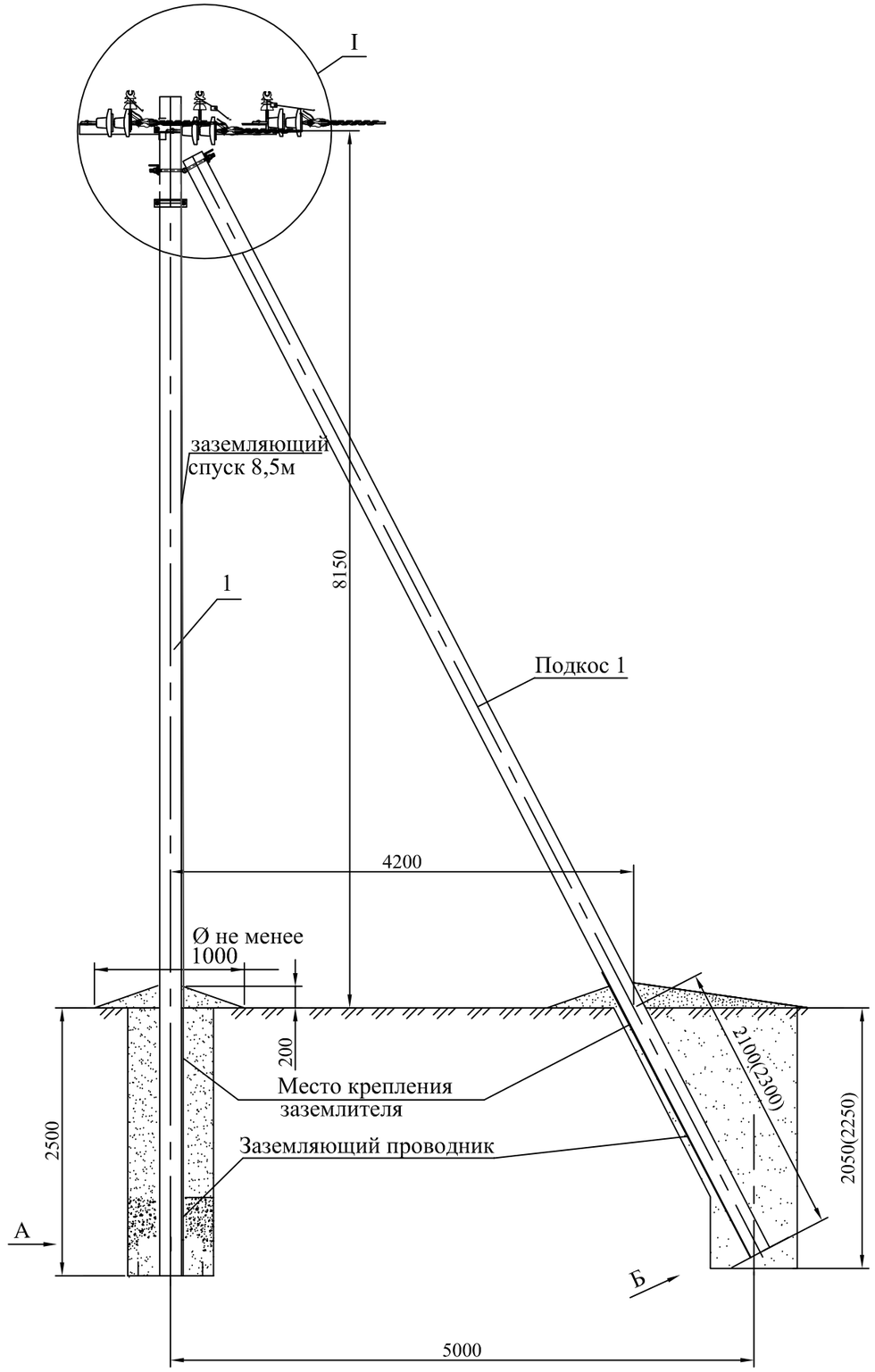
Пролет l_3 - см. пояснительную записку

Схема установки стоек



Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	1.10-20.МИ.15-11	Лист 2



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.,кг	Приме-чание
		Железобетонные элементы			
1		Стойка СВ110-5	3	1125	
		Стальные конструкции*			
2					
3	317-01.ЭС-1-Т1.7-РД 09	Крепление подкоса У4	2	7,1	
4	1.10-20.МИ.15-77	Траверса ТМ 55	1	30,3	ТМ-68
5	1.10-20.МИ.15-80	Траверса ТМ 56	1	4,1	ТМ-67
6	1.10-20.МИ.15-90	Заземляющий проводник ЗП1 1,0м	2		
7		Заземляющий проводник ЗП1 1,5м	2		
		Стандартные изделия			
8	ГОСТ 7798-70	Болт М20х260**	2	0,71	
9	ГОСТ 5915-70	Гайка М20	4	0,063	
10	ГОСТ 6402-70	Шайба М20.65Г	2	0,016	
11	ГОСТ11371-78	Шайба 20	2	0,023	
		Изоляторы и арматура			
12		Изолятор ШТИЗ-20	3		
14	ТУ 3449-014-52819896-2005	Вязка ВС-70	3		
15	1.10-20.МИ.15-	Подвеска изолирующая	6		
16		Зажим ответвительный ORP-150M	3	0,48	
17	ТУ 3449-001-52819896-2010	Зажим ПС-2-1А	9	0,22	
18					

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Гладков			
Проверил		Хайрутдинова			
Н. контр.		Жуков			
ГИП		Хайрутдинова			

1.10-20.МИ.15-19

Одноцепные железобетонные опоры ВЛЗ 6-20 кВ

Угловая анкерная опора
УА10-20МИ-4Ш

Стадия	Лист	Листов
Р	1	2

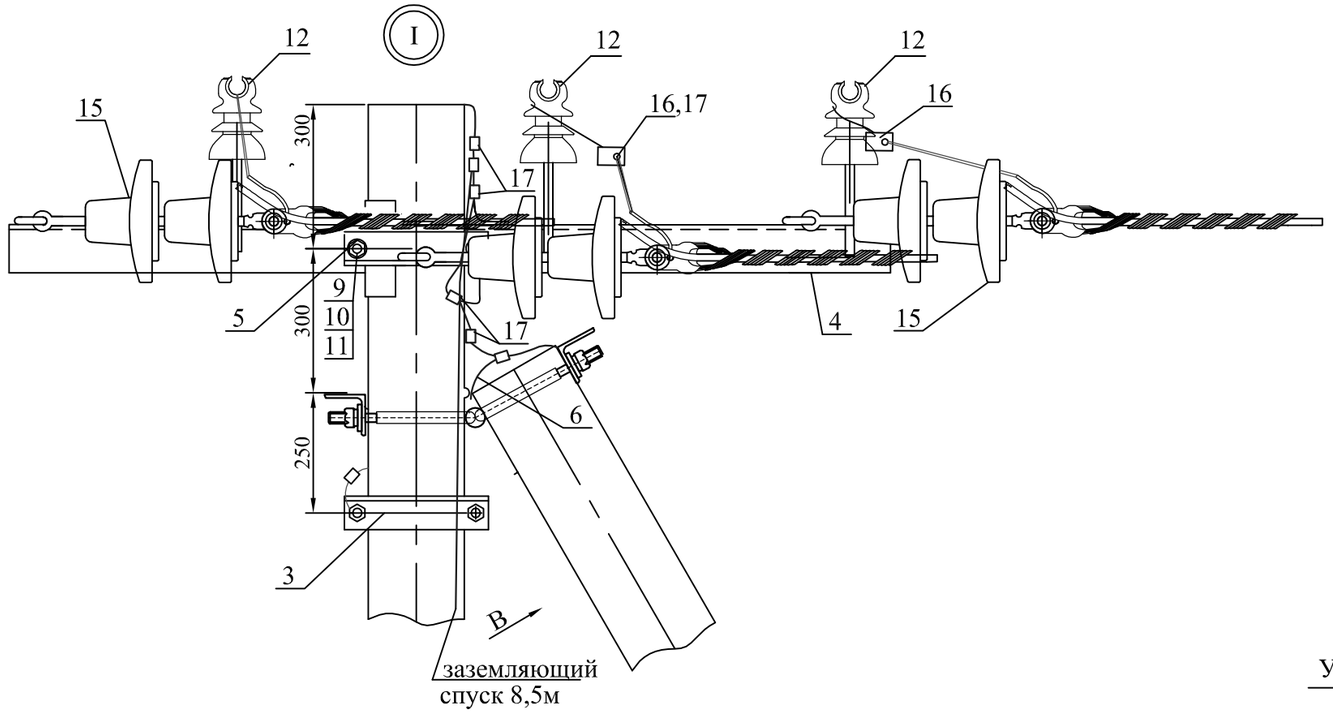
Общий вид
Спецификация

ФОРЭНЕРГО ИНЖИНИРИНГ

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



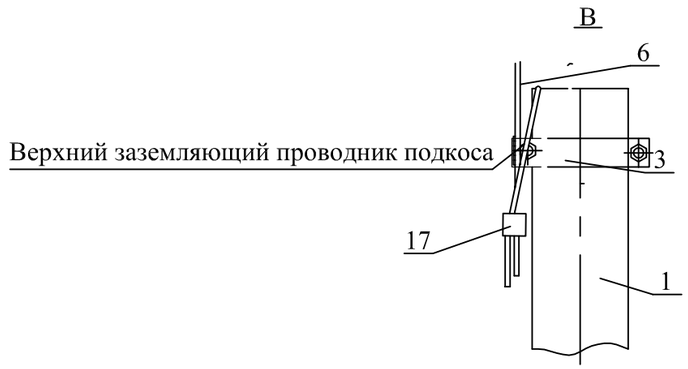
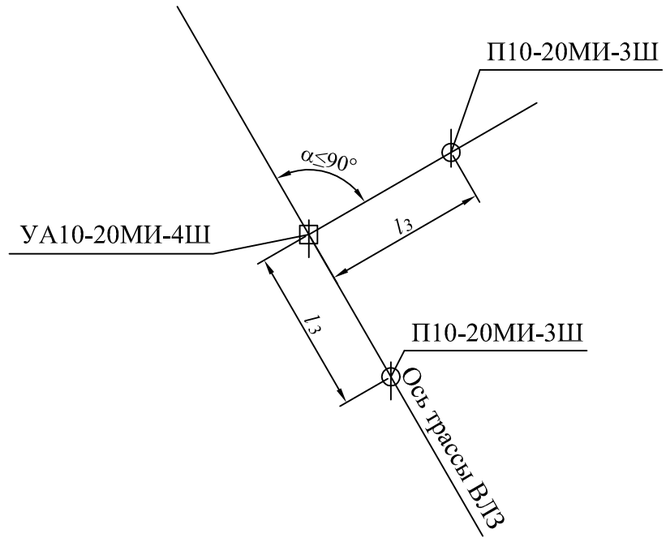


Схема установки опоры на ВЛЗ



Пролет l_3 - см. пояснительную записку

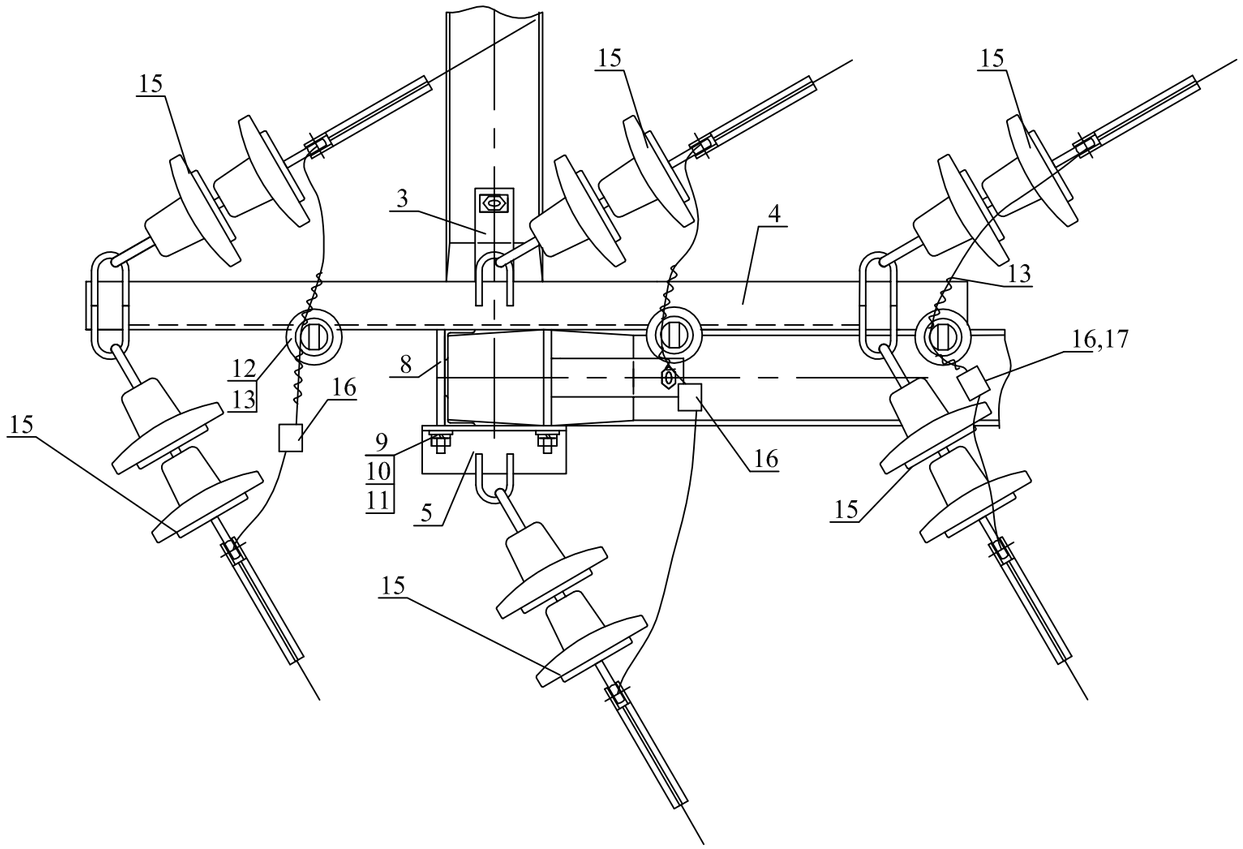
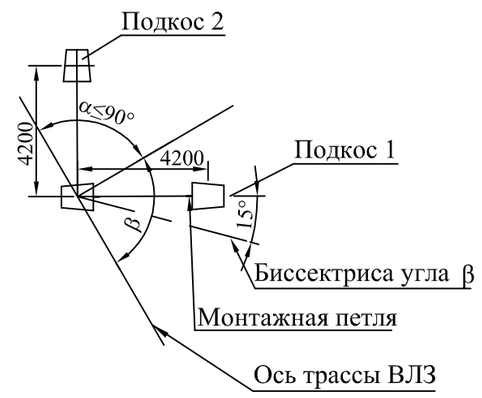
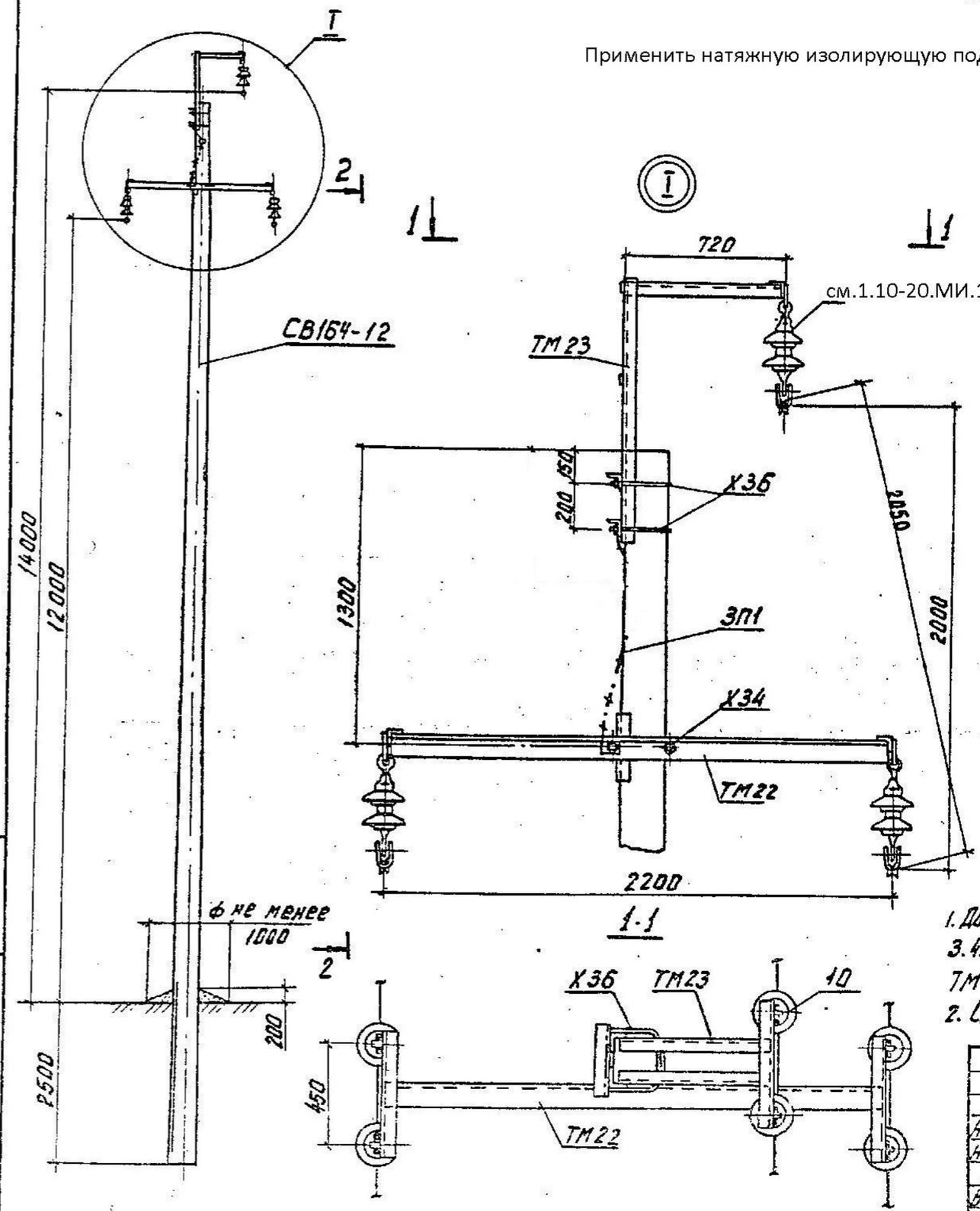


Схема установки стоек



Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	1.10-20.МИ.15-19	Лист 2

Применить натяжную изолирующую подвеску



см.1.10-20.МИ.15.54

Таблица 1

Ветровой район	I-IV, 40-65 даН/м²				V, 80 даН/м²			
Толщина стенки гололеда, мм	5	10	15	20	5	10	15	20
Расчетный пролет ℓ_1, м	105	95	80	70	70		65	
Расчетный пролет ℓ_2, м	100	90	75	65				

Таблица 2

Марка опоры	Марка стойки	Область применения опоры		
		район по гололеду	ветровой район	местность
ПП10-6	СВ164-12	I-IV	I-V	ненасел. и населен.

Схема установки стойки опоры

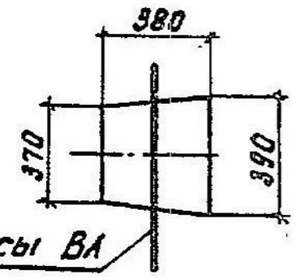
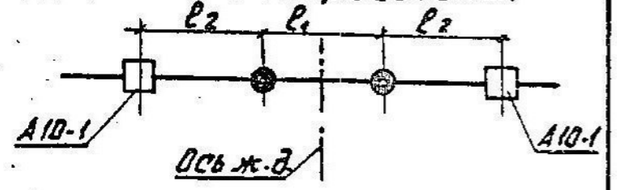


Схема пересечения



1. Допускается использовать на опоре одноцепную изолирующую подвеску по докум. 3.407.1-143.5.22, при этом необходима заменить траверсы ТМ22 и ТМ23 на траверсы ТМ12 и ТМ31.
2. Спецификацию элементов опоры см. докум. 3.407.1-143.5.2.

Нач.отд.	Кудыкин	
Н.контр.	Солнцева	
ГИП	Ударов	
Вед.инж.	Шимович	
Инж.	Колбашкин	

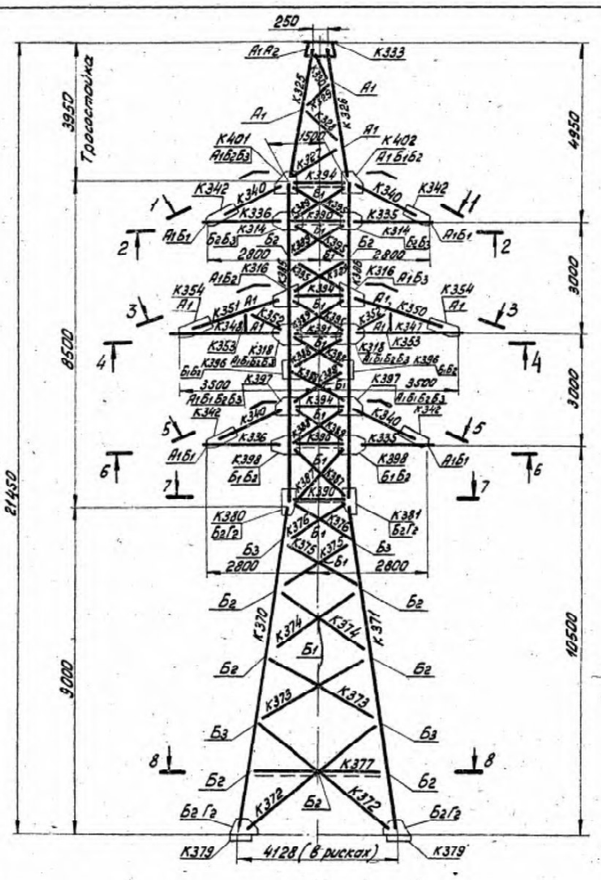
3.407.1-143.5.8

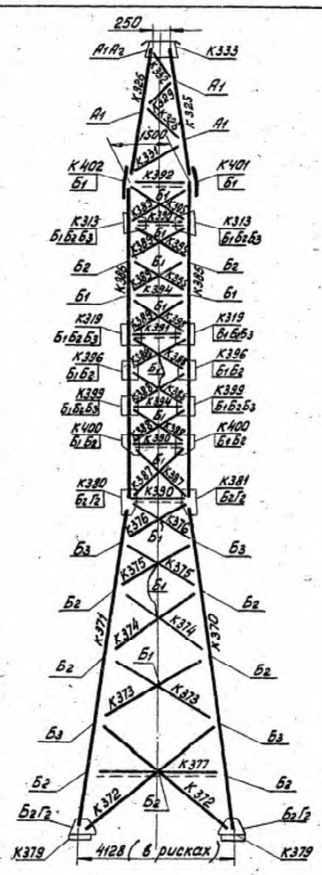
Переходная промежуточная опора ПП10-6 Схема расположения

Стадия	Лист	Листов
Р		1

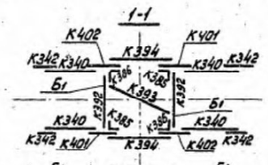
СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

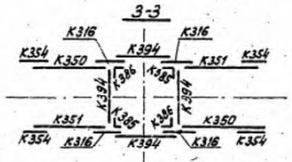




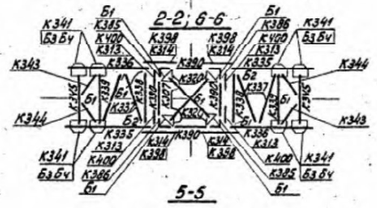
1-1



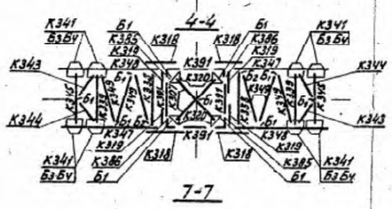
3-3



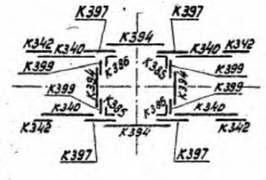
2-2; 6-6



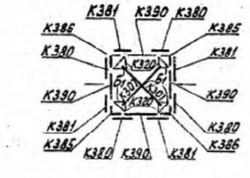
4-4



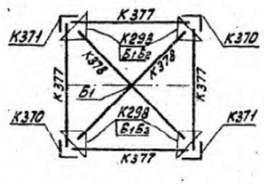
5-5



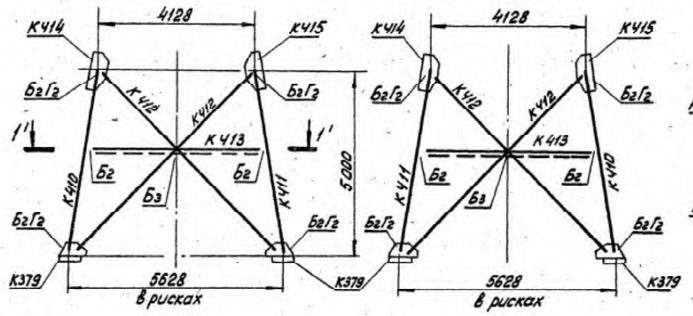
7-7



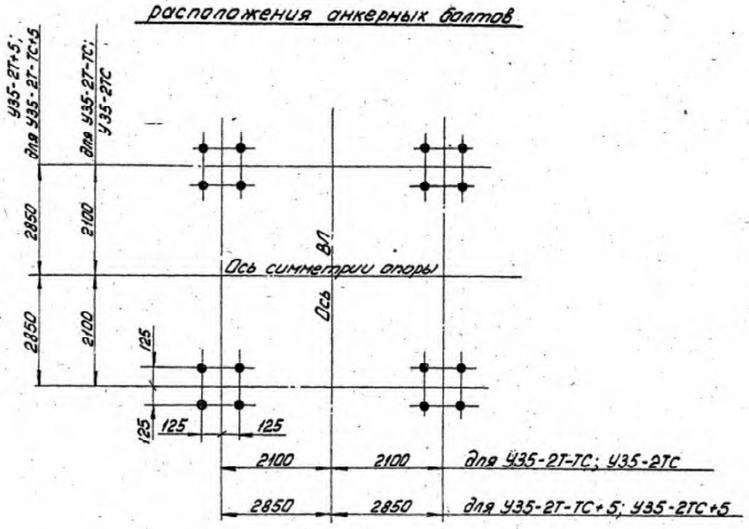
8-8



Подставка H=5м.



План расположения анкерных болтов



Примечание

1. Геометрические размеры выполнены в масштабе 1:100.
2. Фасонки выполнены без масштаба.

Опоры У35-2ТС, У35-2ТС+5 – без трассостойки.
Опоры У35-2Т-ТС, У35-2Т-ТС+5 – с трассостойкой.

Работать совместно с листами КМ-23, КМ-26.

М1:100	ТК 1976г	Анкерно-угловые опоры У35-2Т-ТС; У35-2ТС; У35-2Т-ТС+5; У35-2ТС+5. Монтажная схема	Серия 3.407-1/9 Выпуск 2 Лист КМ-24

Копировал: Формат А2

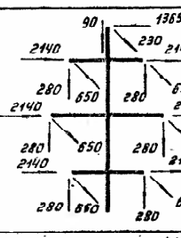
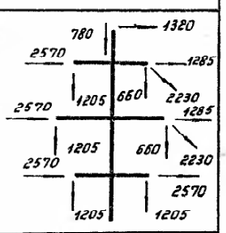
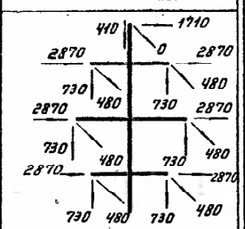
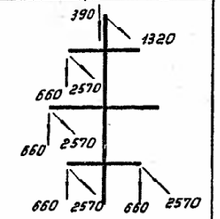
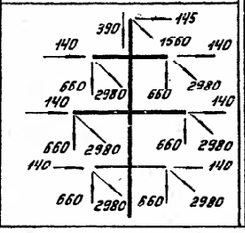
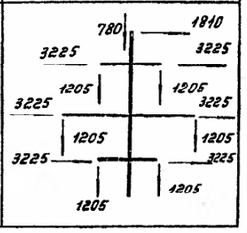
ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение г. Ленинград

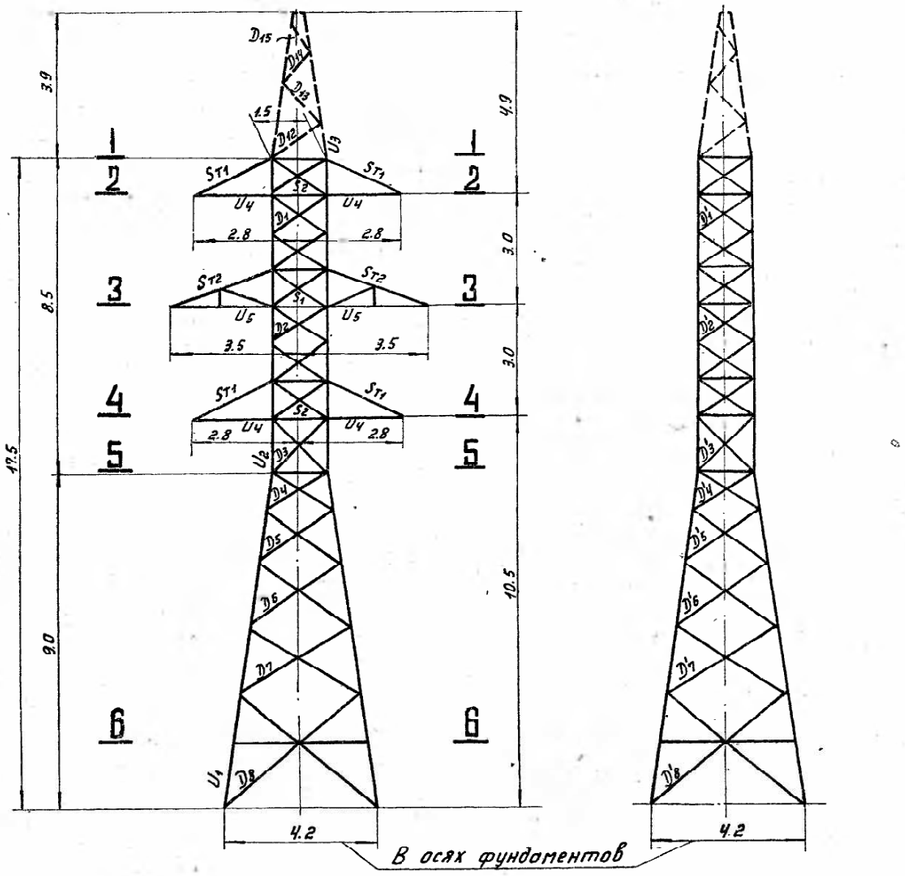
Зав. мастер. Кузнецов; Гл. инж. пр. Штин; Рук. группы Новгородцев; Рук. вариант. Элькинд; Ст. инж. Шишков

Гл. спец. Провдин; Нач. отд. Мелкадзе

9411тм-Т-27

Схемы расчётных нагрузок на опору.

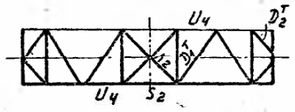
№№ схем	Характеристика схем	Схема загружения	№№ схем	Характеристика схем	Схема загружения
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен вдоль оси траверс. $t°=-5°C$; $C=0$; $q_n^н=50$кг/м², $q_т^н=66$кг/м² I район гололёда; $\alpha=60°$ разность тяжений. Провод АС 150/24, трос С-35.		III	Оборваны два провода, дающие наибольший изгибающий и крутящий моменты на опору. Трос не оборван, $t=-5°C$ $C=20$мм; $q=0$; IV район гололёда; $\alpha=60°$;	
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс $t=-5°C$; $C=15$мм $q_n^н=14$кг/м²; $q_т^н=17$кг/м² III район гололёда, $\alpha=60°$ разность тяжений.		IIIк	Опора концевая. Оборваны два провода, дающие наибольший крутящий момент на опору. Трос не оборван $t=-5°C$; $C=20$мм; $q=0$; IV район гололёда; $\alpha=0°$	
IIк	Опора концевая. Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс, $t=-5°C$; $C=20$мм $q_n^н=14$кг/м², $q_т^н=17$кг/м² IV район гололёда, $\alpha=0°$		II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс, $t=-5°C$; $C=20$мм $q_n^н=14$кг/м², $q_т^н=17$кг/м² IV район гололёда, $\alpha=60°$, без разности тяжений.	



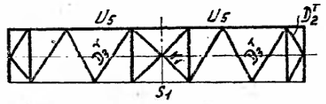
1-1



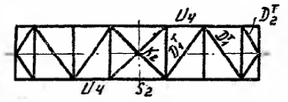
2-2



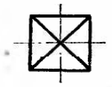
3-3



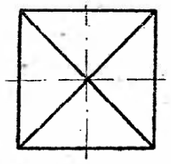
4-4



5-5



6-6



Подставка H=5м



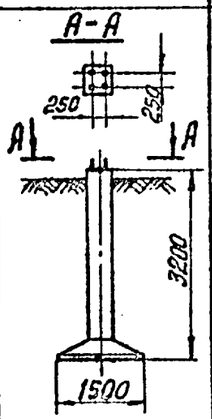
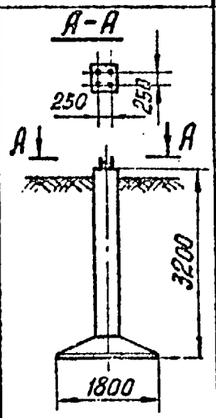
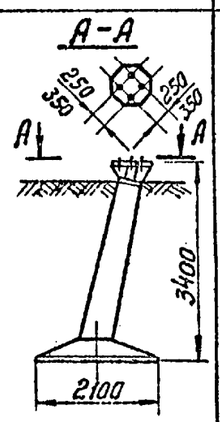
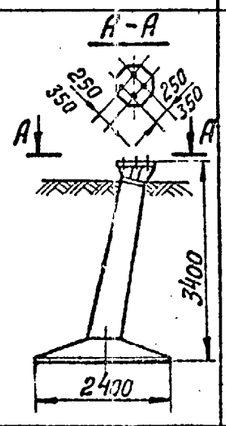
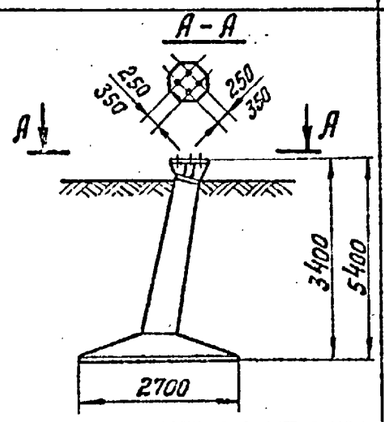
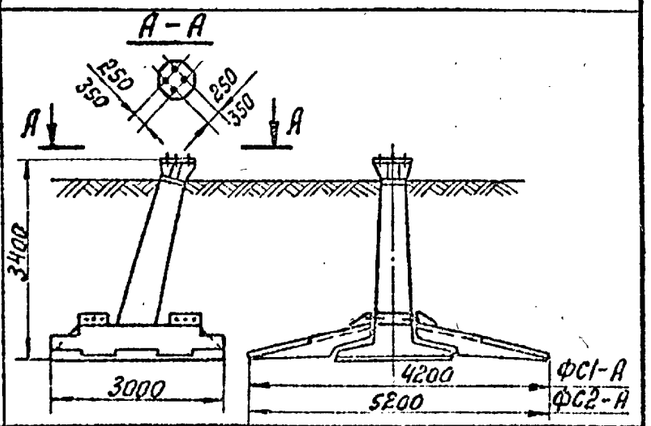
Примечание:

1. Расчет выполнен по методу предельных состояний в соответствии с указаниями СНиП II-И. 9-62.
2. Суммарное давление от ветра на конструкцию опоры Рраст. = 4020 кг. по схеме I. (при максимальном ветровом напоре без гололёда).

Работать совместно с листом КМ-31

Энергосетьпроект, Северо-Западное отделение, г. Ленинград	Зав. НИЛЭС Стасюлевич; Гл. инж. пр. Штрин; Рук. группы Зыкина; Ст. инж. Шилов	94Нтм-II-33	М 1:100	ТК 1976г. Анкерно-угловые опоры ВЛ 35кВ У35-2Т-ТС; У35-2ТС; У35-2ТС+5; У35-2Т-ТС+5. Расчётный лист. Серия 3.407-11.9 Выпуск 2 Лист КМ-30

Фундаменты под анкерно-угловые опоры ВЛ 35-330 кВ

Тип фундамента	Ф1-А	Ф2-А	Ф3-А	Ф4-А	Ф5-А		ФС-А	
Эскиз								
Марка фундамента	Ф1-А	Ф2-А	Ф3-А (Ф3-А-350)	Ф4-А (Ф4-А-48) (Ф4-А-350)	Ф5-А (Ф5-А-48) (Ф5-А-350)	ФП5-А (ФП5-А-48) (ФП5-А-350)	ФС1-А (ФС1-А-48) (ФС1-А-350)	ФС2-А (ФС2-А-48) (ФС2-А-350)
Н листа	КЖ-1	КЖ-3	КЖ-5	КЖ-7	КЖ-9		КЖ-13	КЖ-14
Высота в м	3,20	3,20	3,40	3,40	3,4	5,4	3,40	
Размеры основания фун-та при вырывании в м	1,50×1,50	1,80×1,80	2,10×2,10	2,40×2,40	2,7×2,7		3,00×4,20 (с плитами ПН1-А) 3,00×5,20 (с плитами ПН2-А)	
Размеры основания фун-та при сжатии в м	1,50×1,50	1,80×1,80	2,10×2,10	2,40×2,40	2,7×2,7 3,6×3,6 (с плитами ПП1-А)		2,00×3,00 3,60×3,60 (с плитами ПП1-А)	
Глубина заложения в м	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	3,00	
Объем железобетона в м³	1,0	1,2	1,7	2,0	2,5	3,0	4,22	4,64
Вес стали в кг	293	311	445 (-) (556)	533 (-) (654)	643 (650) (764)	821 (828) (942)	1289 (1296) (2048)	1369 (1376) (1490)
Дополнительные данные							Составные фундаменты собираются из подножника Ф6-А и навесных плит ПН1-А или ПН2-А.	

Примечание:

1. В строке „вес стали" приведены 3 цифры:
   верхняя - для фундамента с болтами 42 мм (база 250 мм),
   средняя - для фундамента с болтами 48 мм (база 250 мм),
   нижняя - для фундамента с болтами 56 мм (база 350 мм).

Энергосетьпроект, Северо-Западное отделение, г. Ленинград

Гл. инж. проекта — Курносов; Гл. специал. — Штин; Зав. НИЛ КЭС — Соколов; Рук. группы — Пинчук

Испанитель — Михайлова; Проверил — Каплевская

12711тм-Т-9

ТК 1976г.

Обзорный лист

Серия 3.407-115 Выпуск 2 Лист 8

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

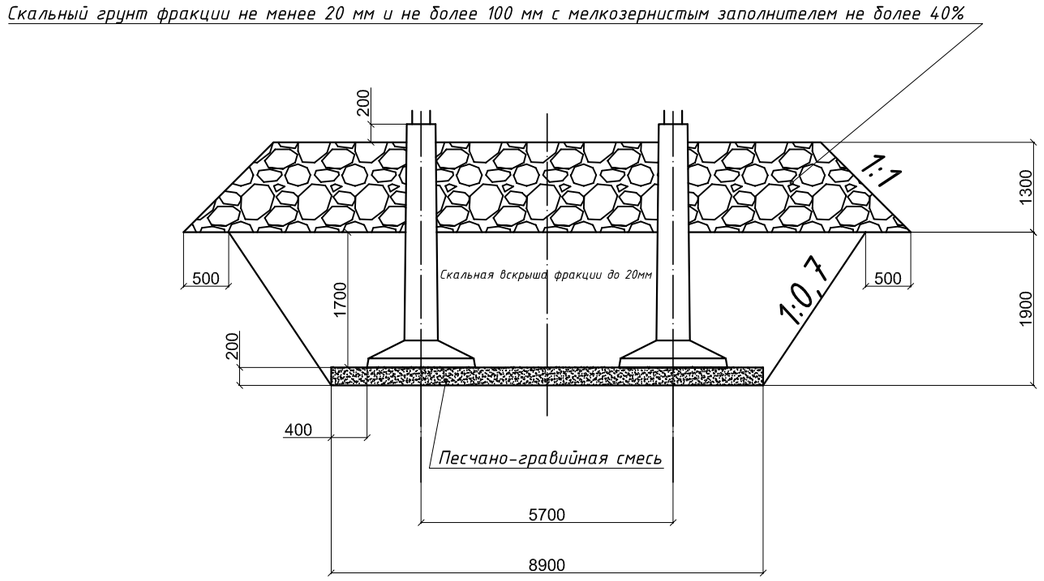
Инв.№ дубл.

Взам. инв.№

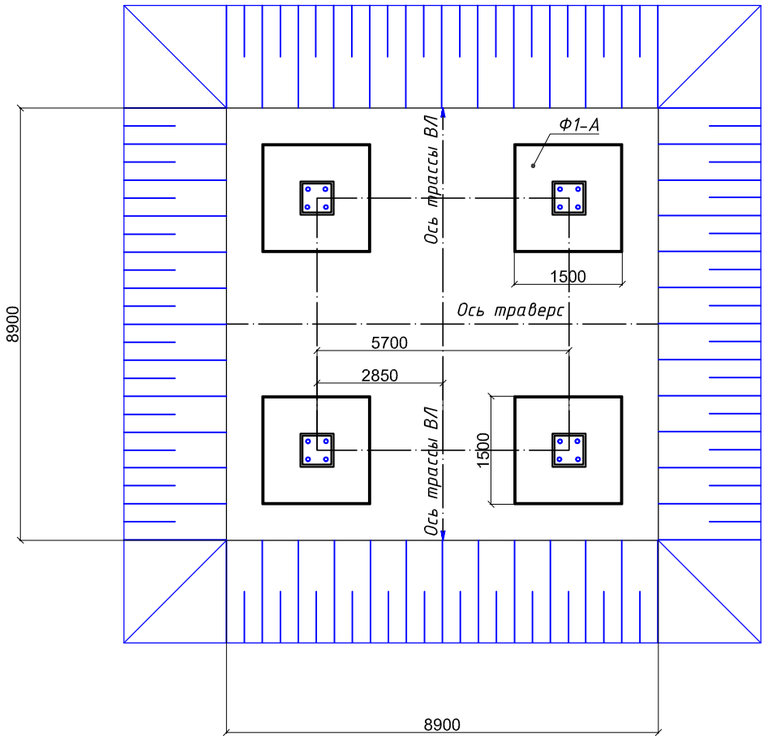
Подп. и дата

Инв.№ подл.

1–1



Насыпь (обваловка) п.5 Условно не показана

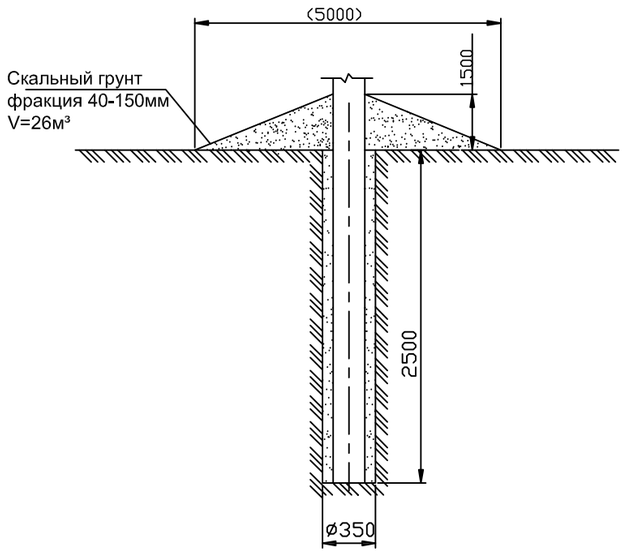


1. Опоры устанавливаются на существующий фундамент

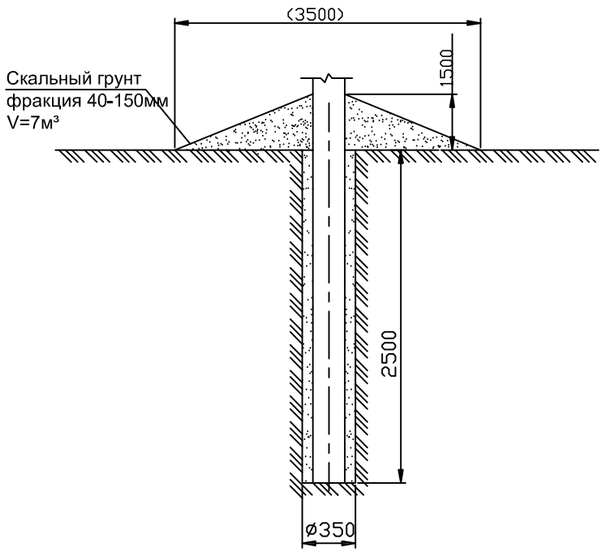
Номер опоры плану	Шифр опоры	Угол поворота α, град	База опоры(мм)	Фундаментный блок				Примечание
				Тип подножника (Ф)	Плита пригрузочная (П)	Ригель перпендикулярный оси траверс (Р1)	Ригель параллельный оси траверс (Р2)	
7	У35-2Т-ТС+5	—	5700х5700	Ф1-А	—	—	—	
8	У35-2Т-ТС+5	—	5700х5700	Ф1-А	—	—	—	

						317-02.ЭС-2Т2.3-ГЧ-02	
						Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.		Чернова			04.20	Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 "Центр" до ЦРП-3	Стадия: П; Лист: 1; Листов: 1
Провер.		Мелехина			04.20		
Утв		Майстренок			04.20	Схема установки фундаментов под опору У-35-2Т+5	ООО "Энергосервиспроект"

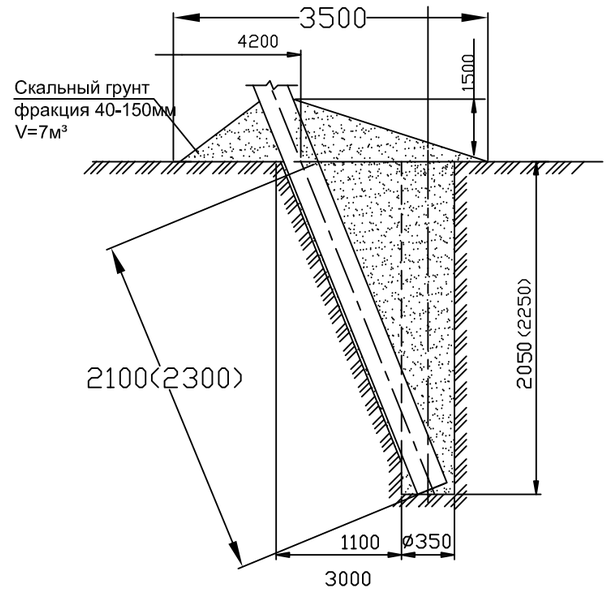
Закрепление стойки СВ-164-12



Закрепление стойки СВ-110-5



Закрепление подкоса:

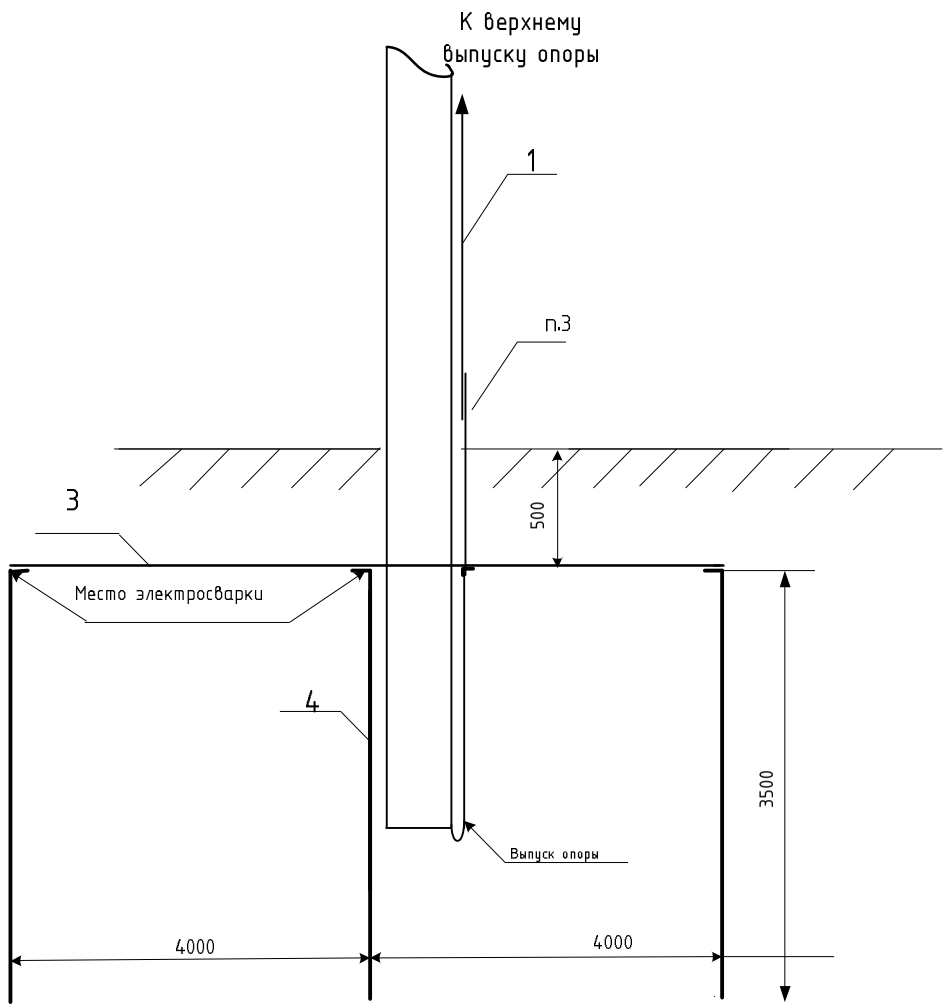


1. Не допускается применение для обратной засыпки растительного и переувлажнённого атмосферными осадками глинистого грунта. В этом случае засыпка котлована должна выполняться гравийно-песчаной смесью.
2. Расчётная несущая способность и деформативность оснований имеет место только при тщательном уплотнении грунта обратной засыпки (с доведением его объёмного веса до 1,7 т/м³), которое достигается трамбованием грунта слоями 20-25 см с помощью ручных трамбовок массой 5-8 кг с диаметром пяты 35-40 мм.
3. Необходимо тщательное уплотнение грунта на дне котлованов.
4. Подкосные опоры монтируются на пикете в процессе установки в грунт её отдельных монтажных блоков с выполнением следующих технологических операций:
а) выполняется цилиндрический котлован и стойка с закреплённым на ней тросом на расстоянии 600 мм от вершины устанавливается в грунт с отклонением вершины на 0,30-0,35 м от вертикали в сторону от подкоса (от подкоса №1 и на 0,25-0,30 м к подкосу №2 на угловой анкерной опоре), котлован заполняется грунтом с послойным до 0,35 м уплотнением трамбовками;
б) выполняется ступенчатый котлован, подкос (№1 при двух подкосах) со стальным узлом крепления на вершине устанавливается в грунт и выполняется предварительная затяжка гаек узла с обеспечением зазора до 3-х мм между стойкой и упором узла, котлован заполняется грунтом послойно (до 1,2 м первый слой и далее до 0,5 м) с уплотнением головкой бура;
в) подкос №2 устанавливается аналогично, но с закреплением узла затяжкой гаек до проектной величины;
г) выполняется нагружение опоры тросом с помощью буровой машины в направлении подкоса (№1 при двух подкосах) усилием примерно 0,4 т с обеспечением перемещения узла крепления подкоса до проектного положения, которое заранее обозначается специальной меткой на стойке, образовавшиеся щели заполняются грунтом с уплотнением трамбовками, затем нагрузка снимается;
д) выполняется крепление подкоса на стойке затяжкой гаек узла до проектной величины и производится вторичное нагружение опоры последовательно в направлении подкоса №1 усилием до 1 т и от подкоса №2 усилием до 0,8 т, образовавшиеся щели заполняются грунтом с уплотнением трамбовками.

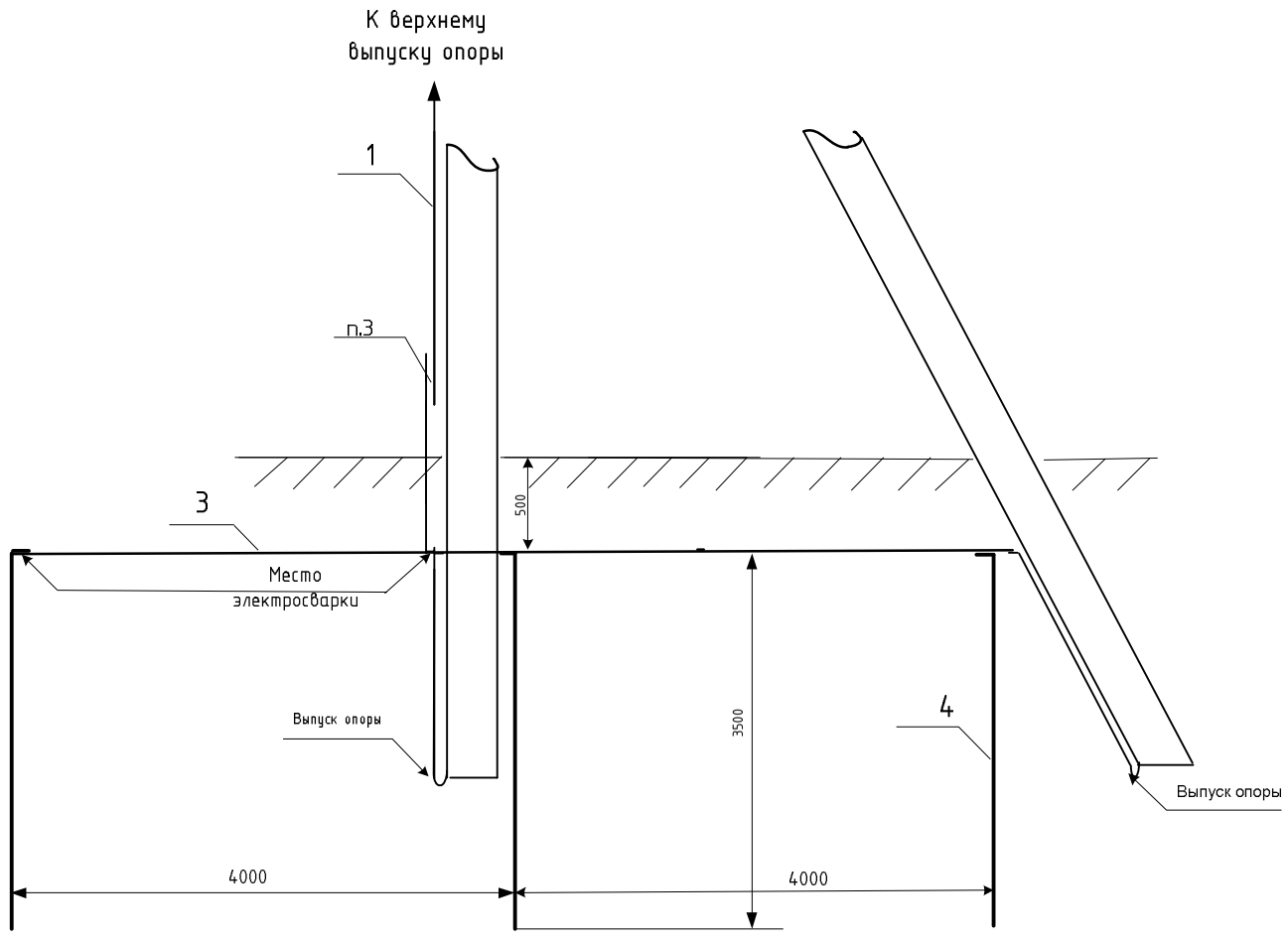
В скобках указаны размеры для установки подкоса

						317-01.ЭС-2-Т2.3-ГЧ 03		
Изм.	Лист	№ док		Подпись	Дата	*Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области*		
Разраб.		Чернова			03.20			
Пров.		Майстренок				*Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 "Центр"-до ЦРП-3*	*Стадия*	*Лист*	*Листов*
							П	1	1
Н.контр.		Мелехина			03.20	*Закрепление Ж/Б опор ВЛЗ-6 кВ на стойках СВ-110-5, СВ-164-12 в грунте*	*ООО "Энергосервиспроект"*	
Утв.		Майстренок			03.20			

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОПОРА



АНКЕРНАЯ ОПОРА



1. Заземление выполнить в соответствии со СНиП 3.05.06-96.
2. Заземлители окрашивать не допускается.
3. Все соединения заземляющих проводниковвыполнить сваркой внахлёстку, согласно ГОСТа 23792-79. Длина сварного шва должна быть не менее шести диаметров.
4. Сварные швы окрасить кусбаслаком или краской.
5. Траншеи для горизонтальных заземлителей заполнить однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора.
6. Сопротивление ЗУ не более 15 Ом.
7. После монтажа контура заземления составить акт на скрытые работы.
8. Спуски с опоры выполнить двойными.

№ п/п	Обозначение	Наименование	Кол-во, м.	Вес ед. кг	Примечание
1	Спуск заземления (двойной)	Круг 10 ГОСТ 2590-88 Ст3 КП3-1 ГОСТ 535-80	16(28*)	-	На опору
3	Горизонтальный заземлитель	Полоса 40*4 ГОСТ 103-76 Ст3 КП3-1 ГОСТ 535-80	8	1,26	
4	Вертикальный заземлитель L=3,5м	Круг 18 ГОСТ 2590-88 Ст3 КП3-1 ГОСТ 535-80	10,5	2,00	

* в скобках указана длинна спусков для опоры СВ-164-12

Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата
ГИП		Майстренок		02.20
Разраб		Сафарычев		02.20
Пров.		Мелехина		02.20
Н.контр.		Мелехина		02.20

317-02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ-04

Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области

Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 «Центр»-«ЦРП-3"

Стадия	Лист	Листов
П	1	

Заземляющее устройство для опоры СВ 110-5, СВ-164-12

ООО «Энергосервиспроект»

Перв.прим.

Справ.№

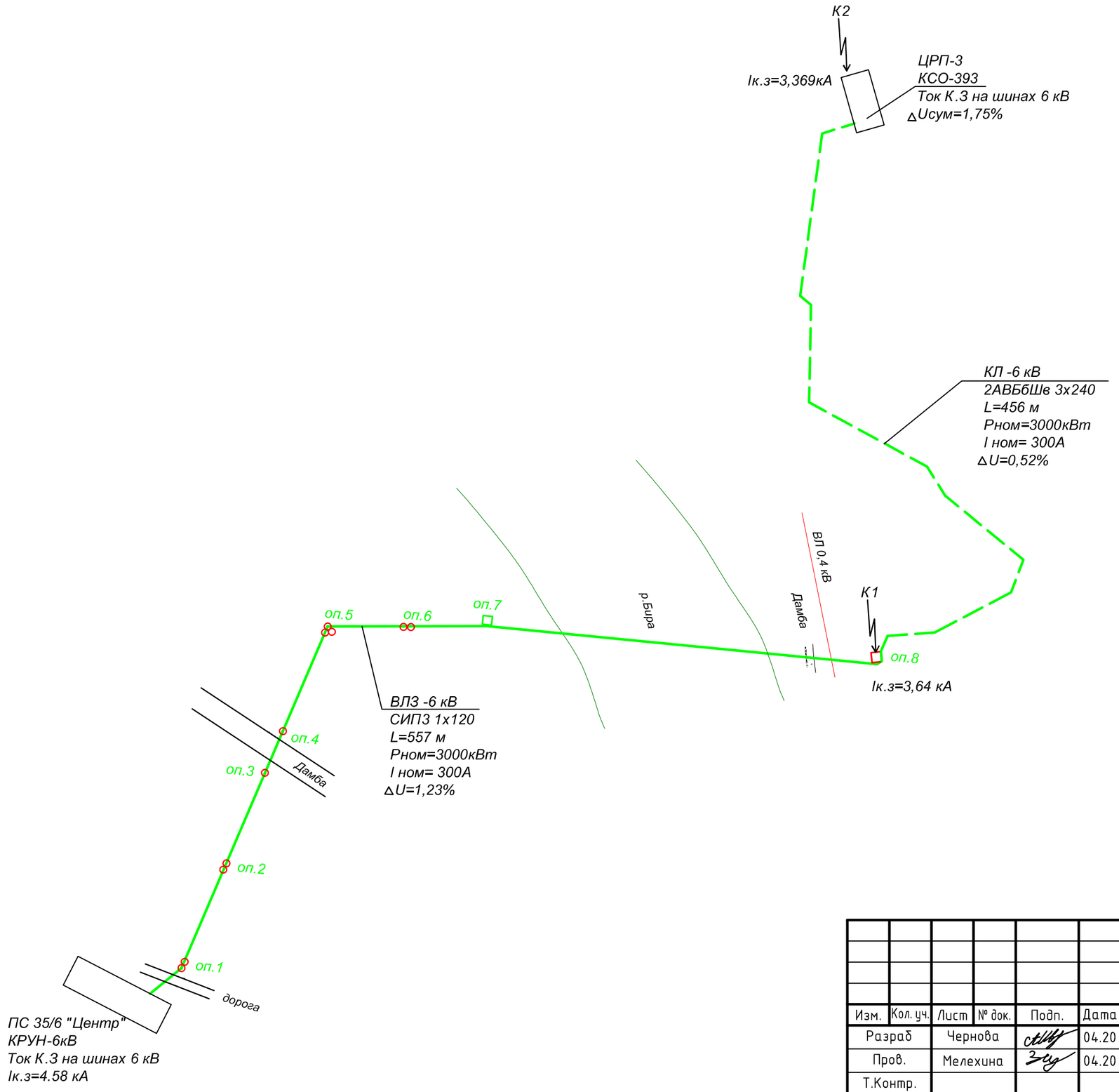
Подп.и дата

Инв.№ дубл.

Взам.инв.№

Подп.и дата

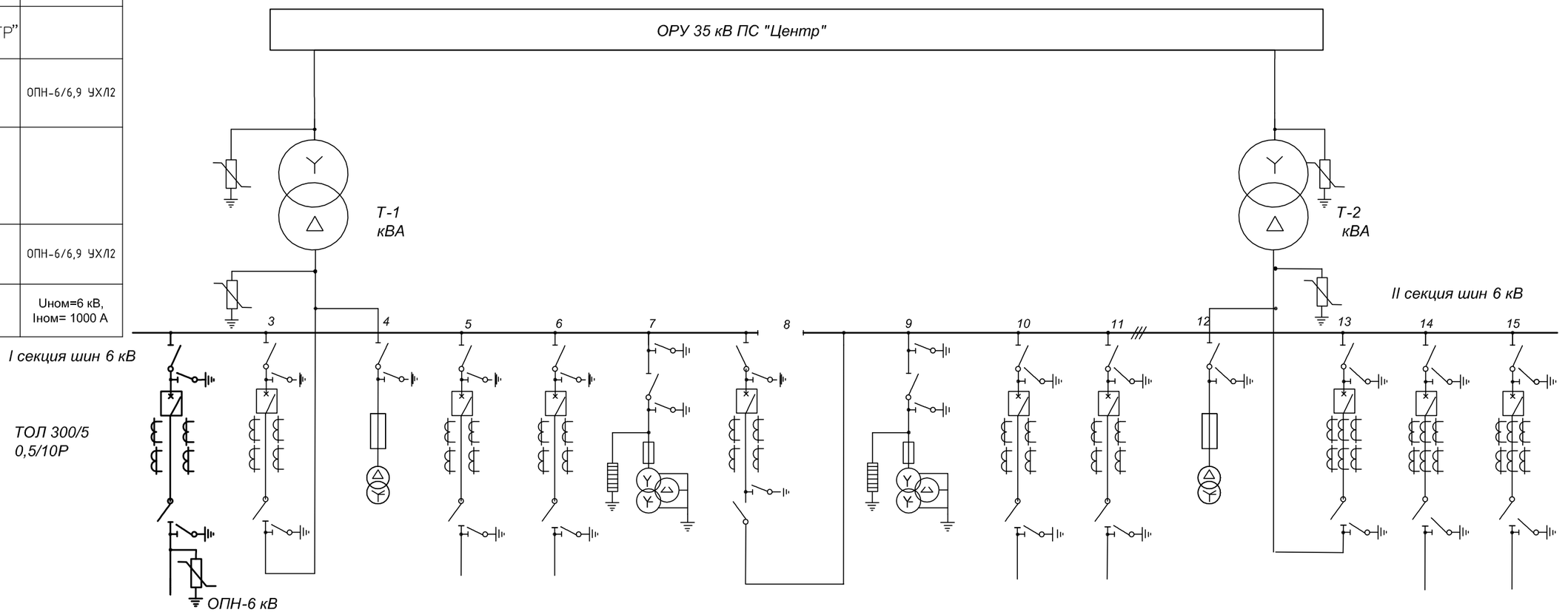
Инв.№ подл.



Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						317-02.ЭС-2Т2.3-**ГЧ**-05	
						Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб		Чернова			04.20	Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 кВ "Центр"-ЦРП-3	Стадия: П; Лист: 1; Листов: 1
Пров.		Мелехина			04.20		
Т.Контр.							
						Поясняющая схема электроснабжения	ООО "Энергосервиспроект"
Н.Контр.							
Утв.		Майстренок			04.20		

Наименование	Тип
ВЛ–6 кВ ПС "ЦЕНТР"	
Огнаничитель перенапряжений	ОПН-6/6,9 УХЛ2
Силовой трансформатор	
Огнаничитель перенапряжений	ОПН-6/6,9 УХЛ2
Сборные шины алюминиевые ,	Uном=6 кВ, Iном= 1000 А



	п/п	новая ячейка	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Шкаф	Фидер	-	-	ТСН1	Ф-275	Ф-276	ТН1	-	ТН2	Ф-280	Ф-281	ТСН2	-	Ф-284	Ф-285
	Назначение	линия	Ввод1	ТМ25/6	линия	линия	НТМИ-6	СР	НТМИ-6	линия	линия	ТМ25/6	Ввод 2	линия	линия
	Тип выключателя	ВВ/TEL-10-630	ВК-10-630	-	ВК-10-630	ВК-10-630	-	ВК-10-630	-	ВК-10-630	ВК-10-630	-	ВК-10-630	ВК-10-630	ВВ/TEL-10-630
	тип разъединителя	РВЗ-10/630	РВЗ-10/630	РВЗ-10/400	РВЗ-10/630	РВЗ-10/630,	РВЗ-10/630, РВП-6	РВЗ-10/630	РВЗ-10/630, РВП-6	РВЗ-10/630	РВЗ-10/630	РВЗ-10/400	РВЗ-10/630	РВЗ-10/630	РВЗ-10/630

Примечание

1 На схеме утолщенными линиями выделено вновь устанавливаемое оборудование .

2. Коплектация устанавливаемых ячеек указана в опросном листе . Габаритные размеры смотри чертежи

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб		Чернова			11.11
Пров.		Мелехина			11.11
Т.Контр.					
Н.Контр.					
Утв.		Майстренок			

317-02.ЭС-2Т2.4-ГЧ-

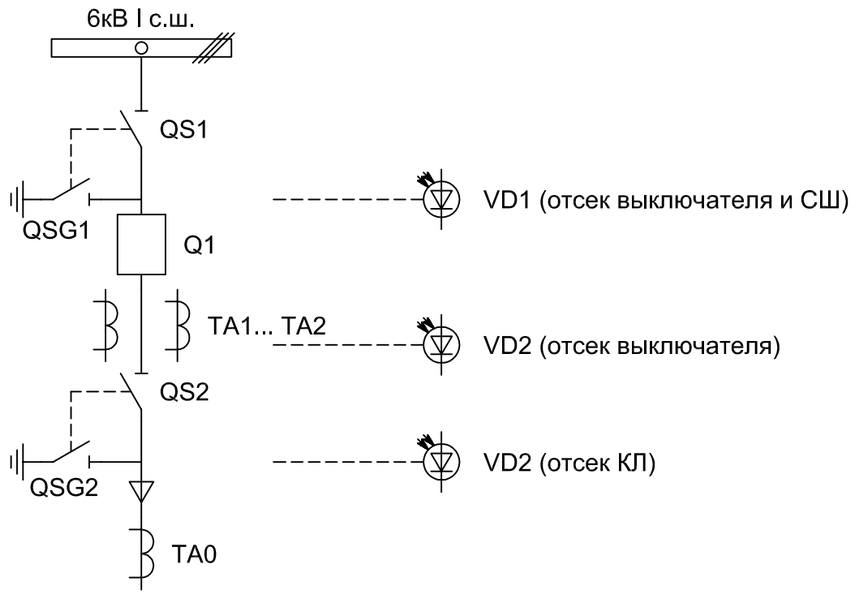
Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области

Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 кВ "Центр"-ЦРП-3

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

Принципиальная электрическая схема ПС-35/6 "Центр"

ООО Энергосервиспроект



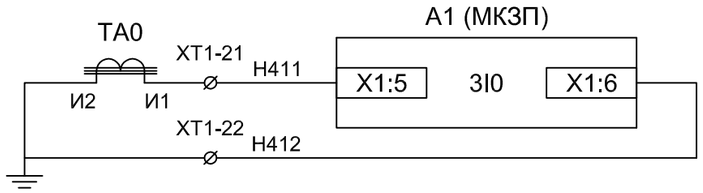
Позиционное обозначение	Наименование	Кол- во	Примечание
	Силовое оборудование		
Q1	Выключатель ВВ-TEL 10-31,5/2000	1	
QS1, QSG1	Разъединитель РВФЗ-10/630-II с заземл. ножами	1	
QS2, QSG2	Разъединитель РВЗ-10/630-II с заземл. ножами	1	
TA1... TA2	Трансформатор тока ТПЛ-10-0,5/10Р. 300/5	2	
TA0	Трансформатор тока ТЗЛК	1	
	Оборудование вторичных цепей		
A1	Микроконтроллерная защита МКЗП-М3 ~/=220В	1	
A2	Блок управления выкл-ем TER-CM-16-2 ~/=220В	1	
A3	Пульт управления ПУ-М ~/=220В	1	В ком-те с МКЗП-М3
SF1, SF2	Выключатель автоматический OEZ-2C2 2A =220В	2	
SBT, SBC	Кнопка на вкл/откл КЕ011-1 ~/=220В	2	
HLG	Лампа сигнализации зеленая СКЛ14А-2Л-220	1	
HLR	Лампа сигнализации красная СКЛ14А-2К-220	1	
HLY	Лампа сигнализации желтая СКЛ14А-2Ж-220	1	
KH1 - KH3	Реле указательное РЭУ-11 ~220В	3	
SA1 - SA3	Переключатель 4G10-90-U-R014 ~/=220В	3	
VD1,VD2	Датчик дуговой защиты ДДЗ-01	2	В ком-те с МКЗП-М3
SG	Коробка испытательная ИКК	1	
PIK	Счетчик электроэнергии Меркурий 230-00 ~100В 5А	1	
KL1	Реле промежуточное R4-2014-23-5230 ~220В	1	
XS1	Разъем AC5FDZ ~/=110В		

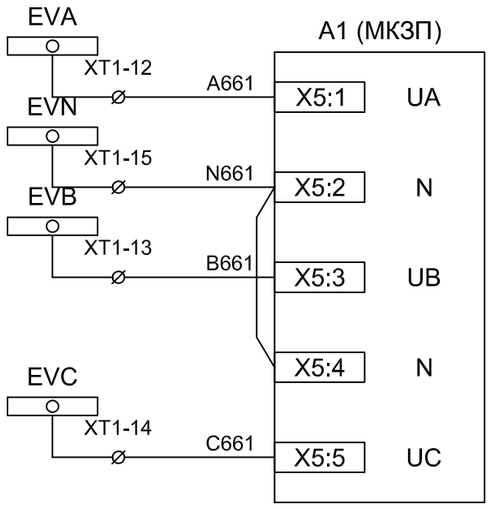
Взам. инв. №

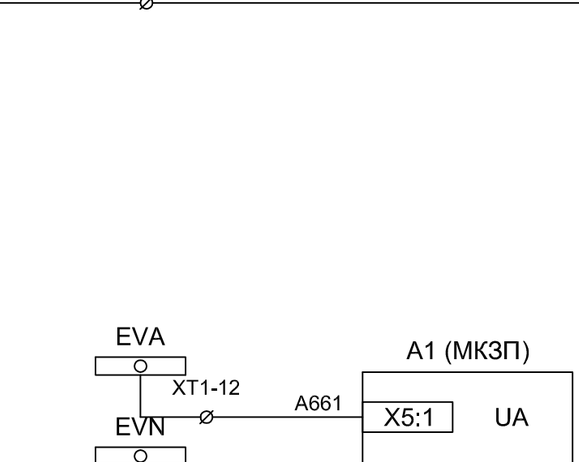
Подпись и дата

Инв. № подл.

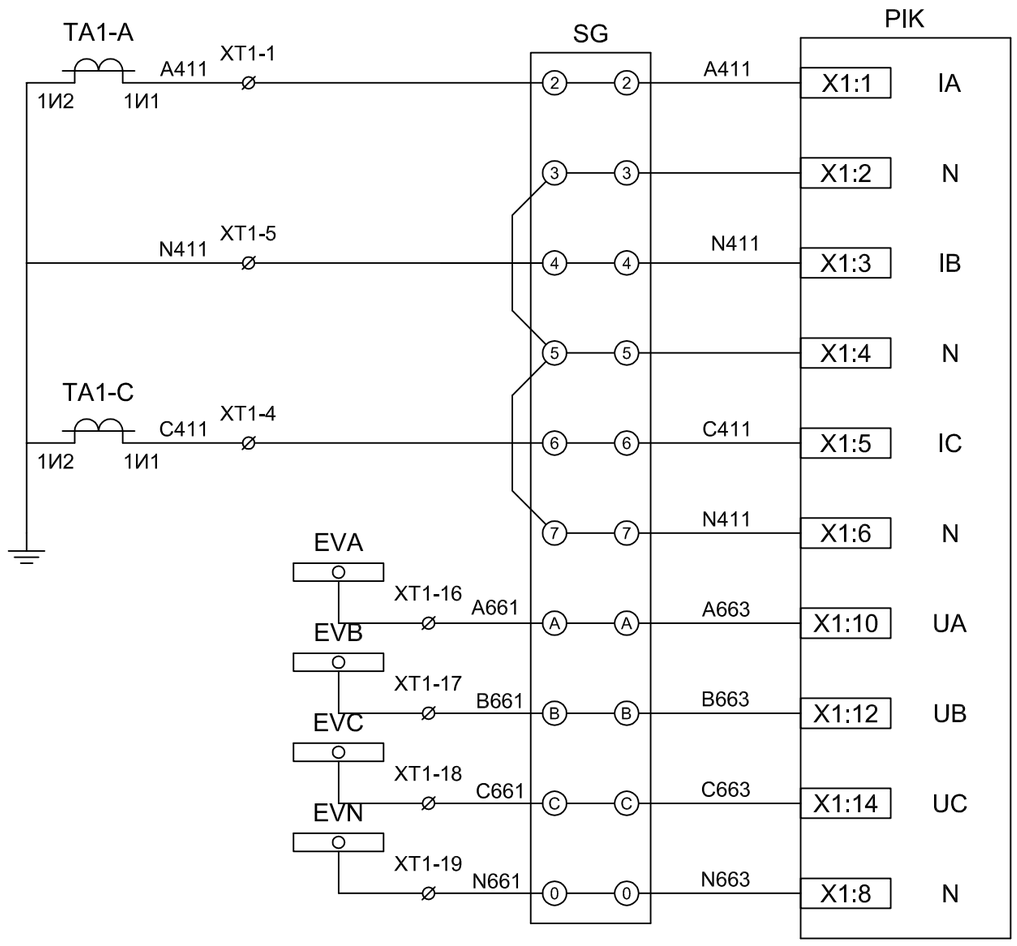
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	317-02.ЭС-2Т2.3-ГЧ-07			
						Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области			
Разраб		Чернова			05.20	Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 кВ "Центр"-ЦРП-3	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Мелехина			05.20		П	1	6
Т.Контр.									
						Принципиальная электрическая схема РЗА.Отходящая линия 6 кВ	ООО Энергосервиспроект		
Н.Контр.									
Утв.		Майстренок			05.20				





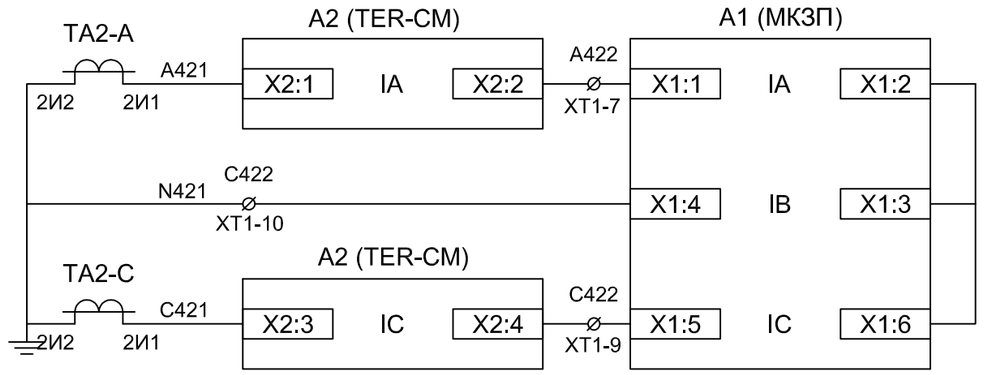


Примечание:
Экраны датчиков дуговой защиты заземлить в месте установки МКЗП.

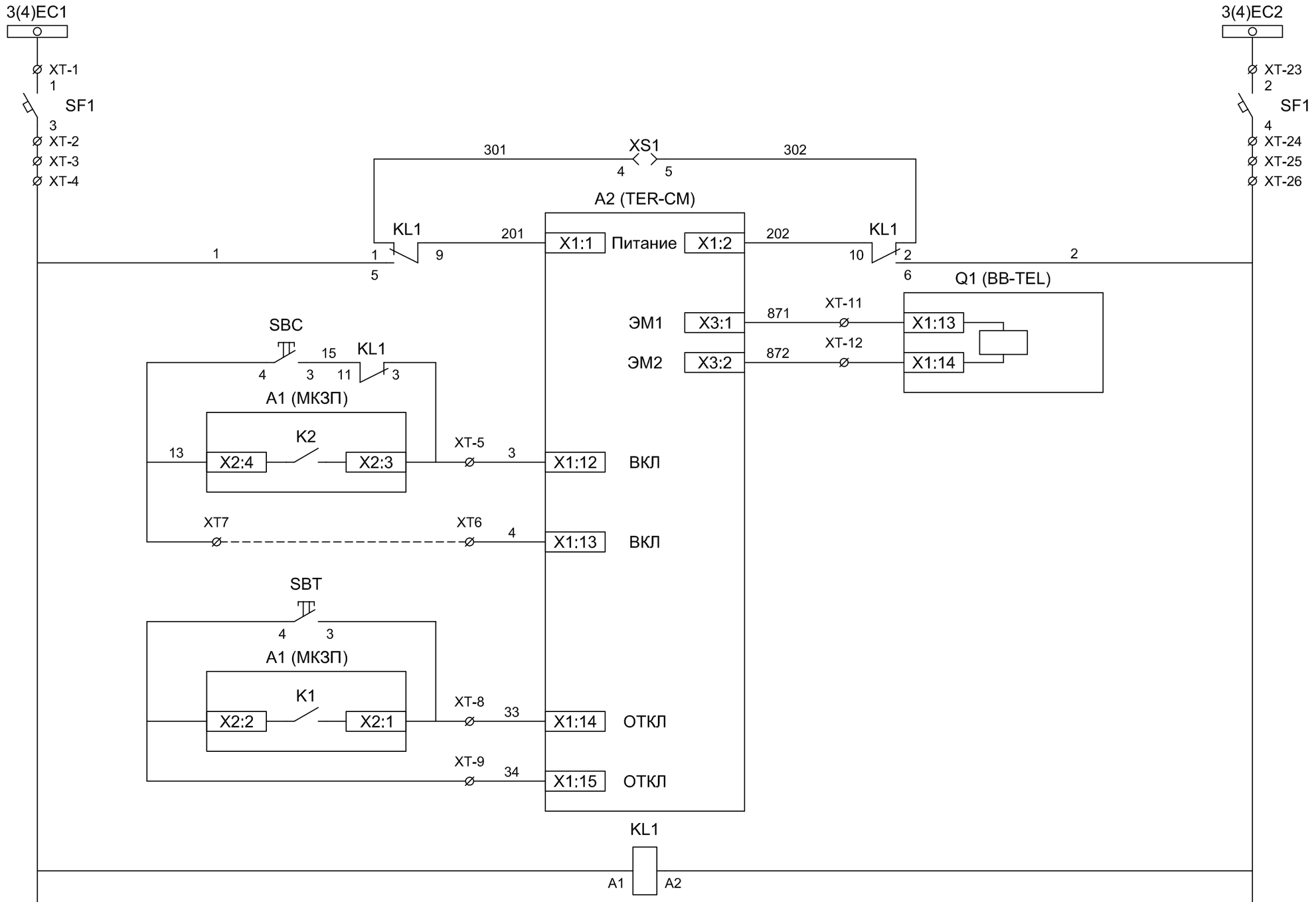


Токовые цепи измерения и учета, цепи защиты от ОЗЗ

Цепи напряжения учета и защиты



Токовые цепи защиты и БУ ВВ, цепи дуговой защиты



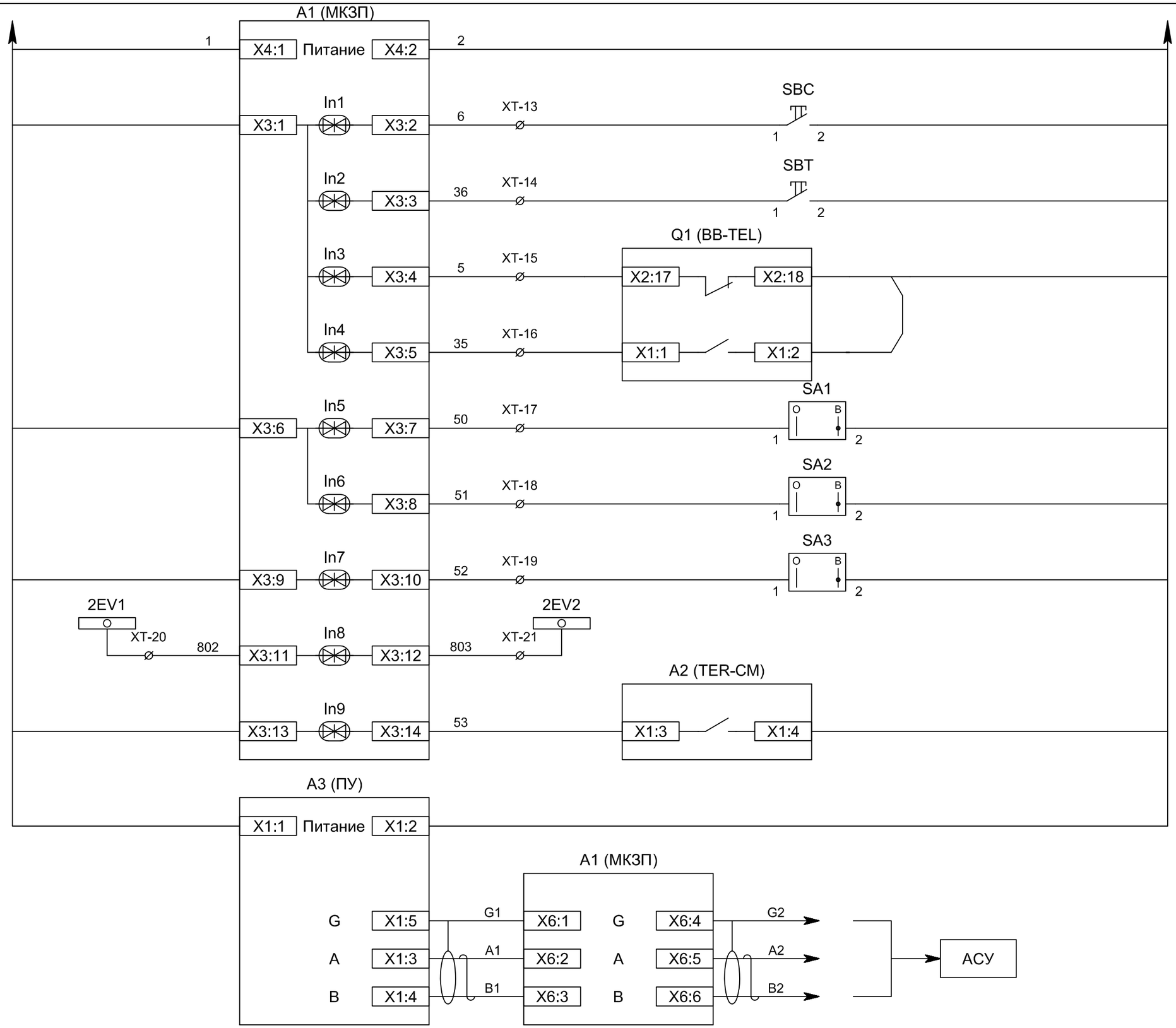
Шинки управления
Автомат питания цепей управления
Питание БУ от ручного генератора
Питание БУ от цепей управления
Электромагнит ВВ
Включение ВВ
Блокировки по положению тележки и заземлителя
Отключение ВВ от кнопки управления
Отключение ВВ от защиты
Реле переключения на резервное питание

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	317-02.ЭС-2Т2.3-ГЧ-07	Лист 3



Питание защиты
Команда "Включить"
Команда "Отключить"
Вход "РПО"
Вход "РПВ"
Ключ "Разрешение АПВ"
Ключ "Разрешение ЗДЗ"
Ключ "Разрешение УРОВ"
Контроль исправности цепей напряжения
Контроль исправности БУ ВВ
Питание пульта управления
Цепи АСУ

Взам. инв. №

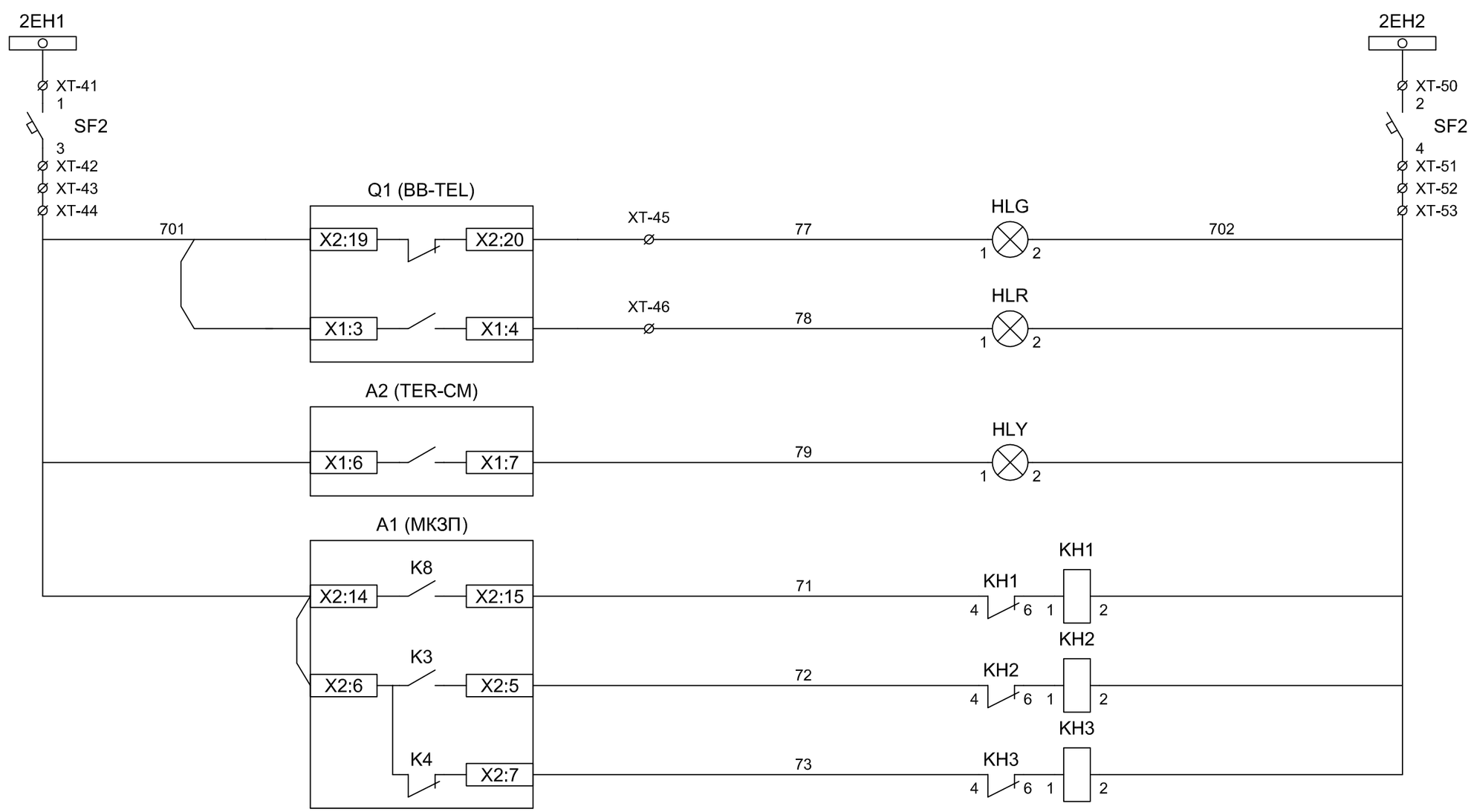
Подпись и дата

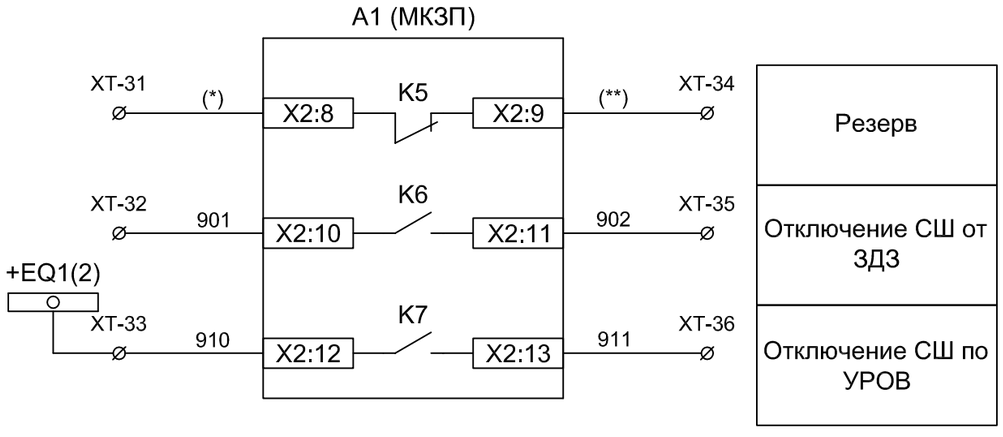
Инв. № подл.

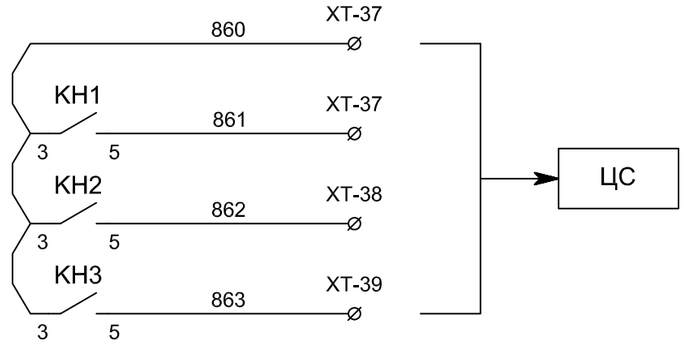
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

317-02.ЭС-2Т2.3-ГЧ-07

Лист 4







Взам. инв. №

Подпись и дата

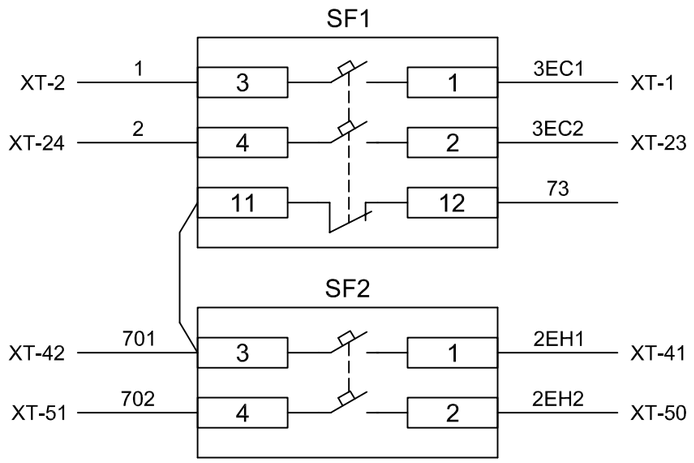
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	317-02.ЭС-2Т2.3-ГЧ-07	Лист 5

01	Токовые цепи	XT1
TA1-A-1И1	1	A411
	2	
	3	
TA1-C-1И1	4	C411
TA1-A-1И2	5	N411
	6	
TA1-A-2И1	7	A421
	8	
TA1-C-2И1	9	C421
TA1-A-2И2	10	N421
	11	
EVA	12	A661
EVB	13	B661
EVC	14	C661
EVN	15	N661
	16	A661
	17	B661
	18	C661
	19	N661
	20	
TA0-И2	21	H412
TA0-И1	22	H411

01	Оперативные цепи	XT
3(4)EC1	1	SF1-1
1	2	SF1-3
1	3	KL1-5
1	4	A1-X3:1
3	5	A2-X1:12
4	6	A2-X1:13
13	7	SBC-4
33	8	A2-X1:14
34	9	A2-X1:15
	10	
871	11	Q1-X1:13
872	12	Q1-X1:14
6	13	A1-X3:2
36	14	A1-X3:3
5	15	A1-X3:4
35	16	A1-X3:5
50	17	A1-X3:7
51	18	A1-X3:8
52	19	A1-X3:10
802	20	A1-X3:11
803	21	A1-X3:12
	22	
3(4)EC2	23	SF1-2
2	24	SF1-4
2	25	Q1-X1:2
2	26	A2-X1:4

02	Оперативные цепи	XT
	27	
	28	
	29	
	30	
	31	A1-X2:8
901	32	A1-X2:10
910	33	A1-X2:12
	34	A1-X2:9
902	35	A1-X2:11
911	36	A1-X2:13
860	37	KH1:3
861	38	KH1:5
862	39	KH2:5
863	40	KH3:5
2EH1	41	SF2-1
701	42	SF2-3
701	43	Q1-X1:3
701	44	A1-X2:6
77	45	Q1-X2:20
78	46	Q1-X1:4
	47	
	48	
	49	
2EH2	50	SF2-2
702	51	SF2-4
702	52	KH1-2
702	53	
	54	
	55	
	56	
	57	
	58	
	59	
	60	

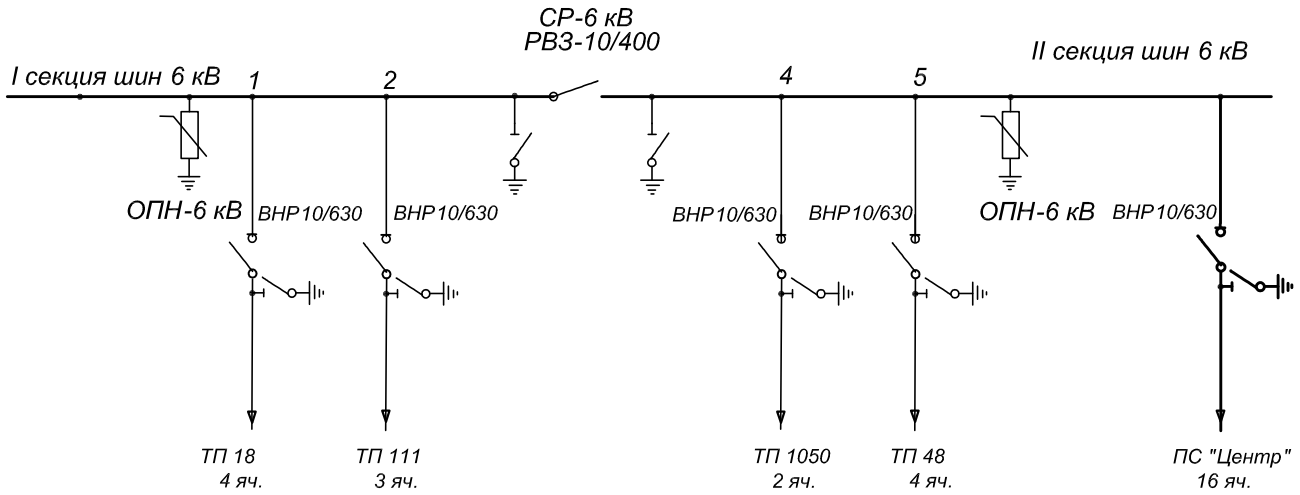


Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	317-02.ЭС-2Т2.3-ГЧ-07	Лист 6



Тип ячеек КСО-393

Примечание

1 На схеме утолщенными линиями выделено вновь устанавливаемое оборудование .

2. Коплектация устанавливаемых ячеек указана в опросном листе .

						317-02.ЭС-2Т2.3-ТКР-ГЧ10		
						Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разраб		Чернова				Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 кВ "Центр"-ЦРП-3	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Мелехина					П	1	1
Т.Контр.									
						Принципиальная электрическая схема ЦРП-3	ООО Энергосервиспроект		
Н.Контр.									
Утв.		Майстренок							

Согласовано

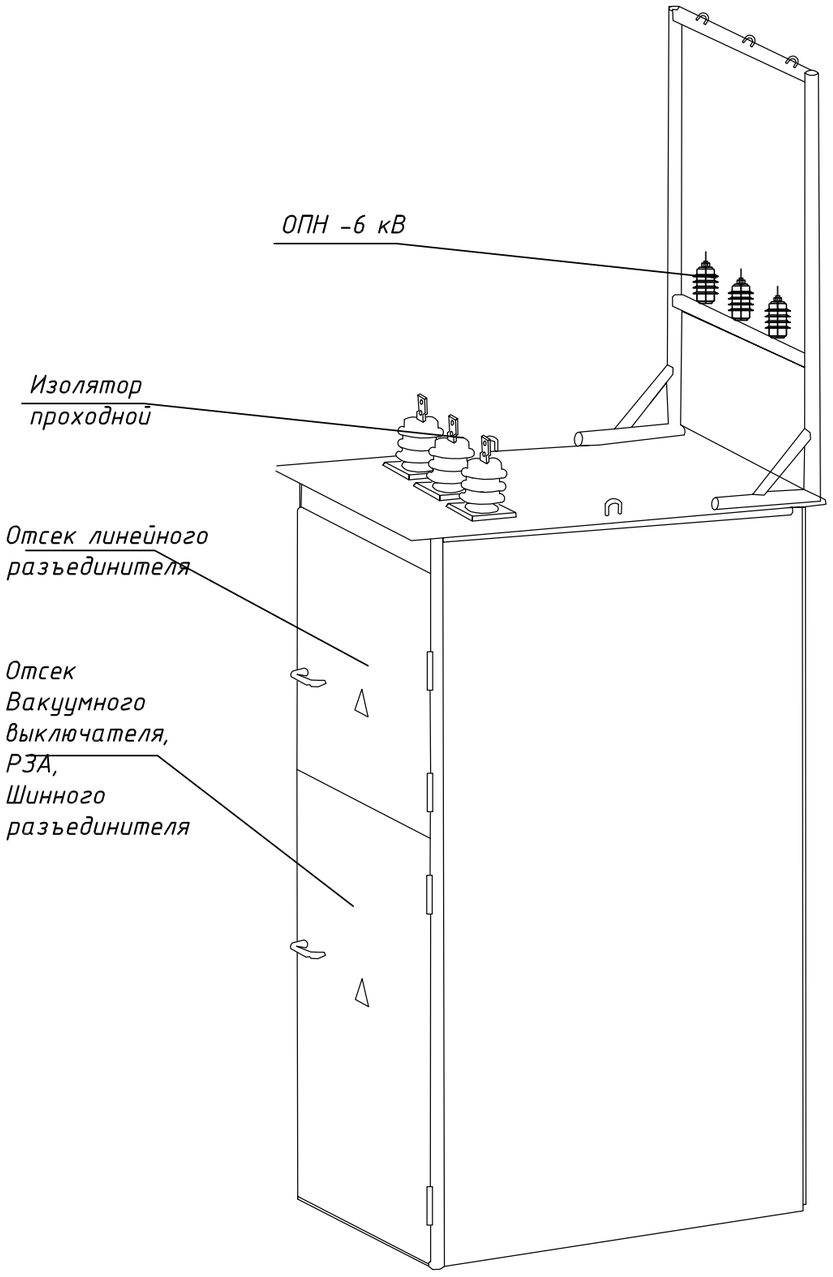
Взам. инв. №

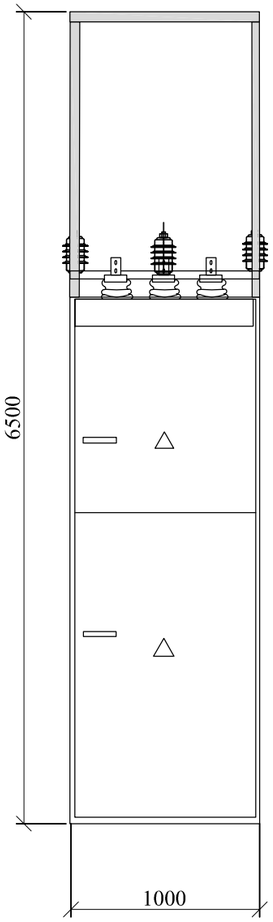
Подпись и дата

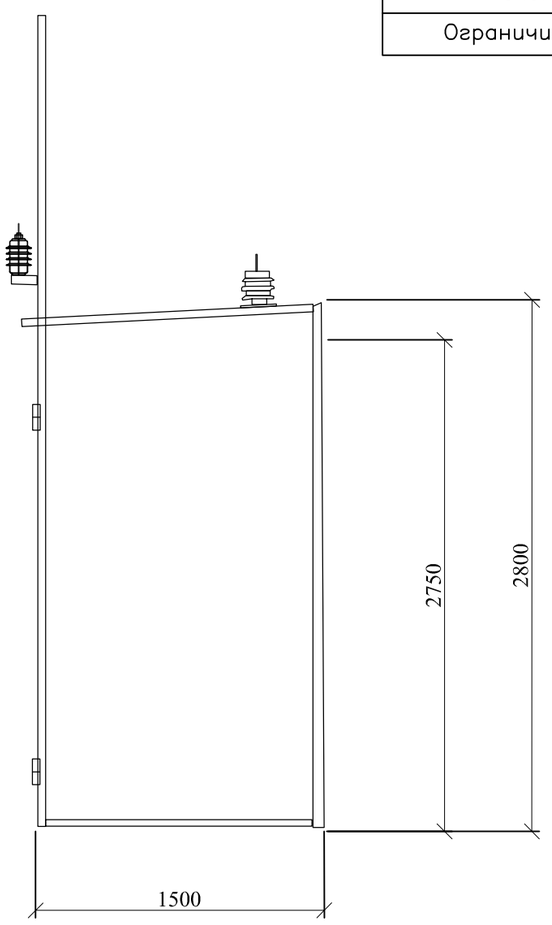
Инв. № подл.

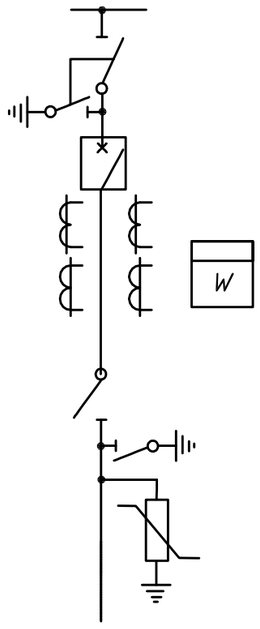
Формат А4

Наименование	кол
Номинальный ток камеры 630 А	
Ошиновка АД31Т 50х5 Al на 630 А	
Разъединитель РВЗ–10/630	2
Выключатель вакумный ВВ/TEL–10–20/630	1
Блок питания выключателя ВР/TEL–220–02А У2	1
Блок управления выключателя BU/TEL–220–05А У2	1
Трансформатор тока ТЛО–10 300/5 0,5/10р	2
Счетчик Меркурий 230 ART–00 CN	1
Ограничитель перенапряжения ОПН-6/6,9 УХЛ2	1









Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Чернова			04.20
Провер.		Мелехина			04.20
Утв		Майстренок			04.20

317-02.ЭС-2Т2.3-ГЧ-09

Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области

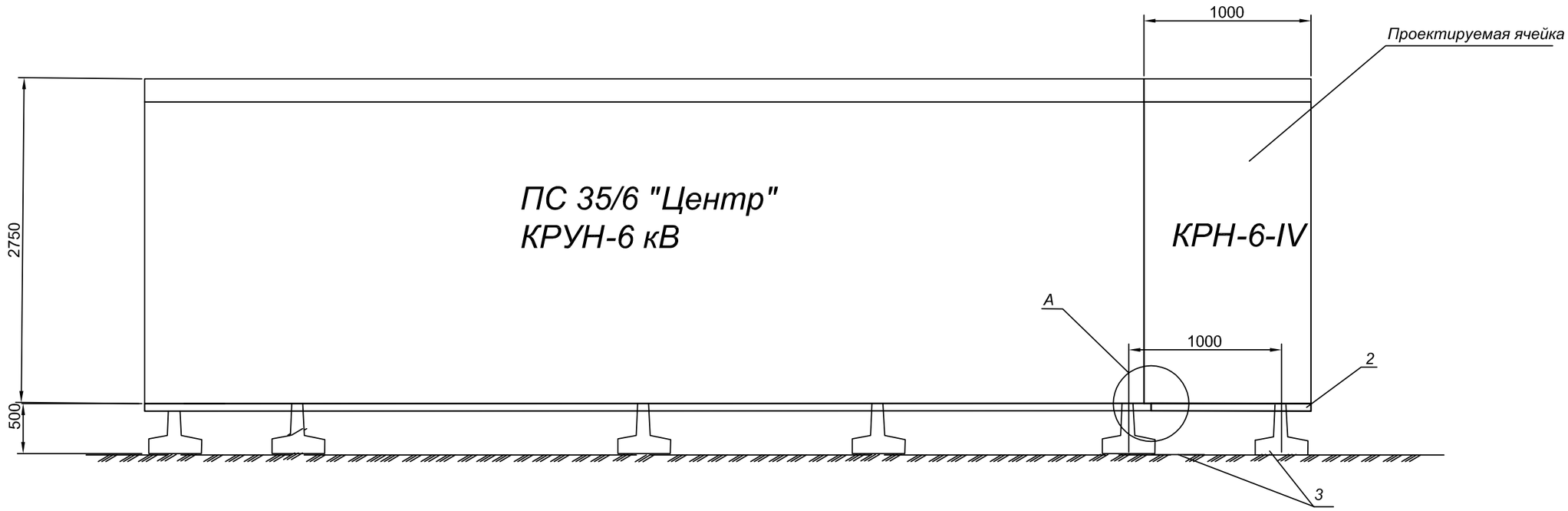
Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 "Центр" до ЦРП-3

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

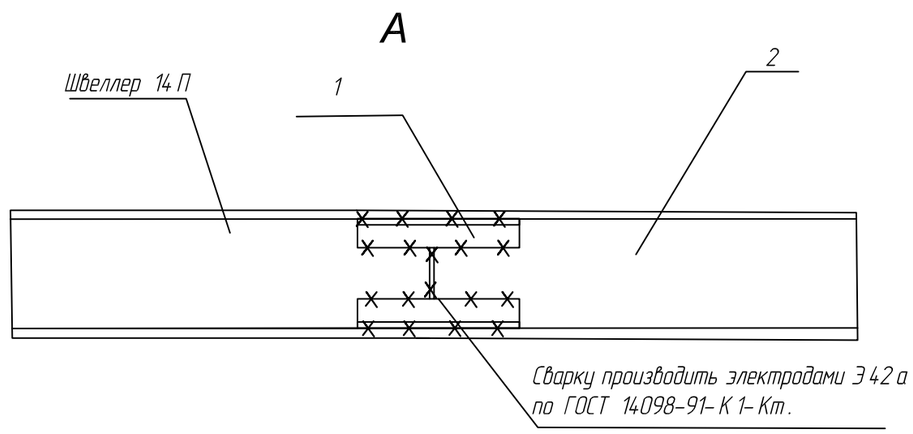
Внешний вид и габаритные размеры КРН-6-IV

ООО "Энергосервиспроект"

Формат А3



Спецификация элементов					
п.п	обозначение	наименование	кол-во	Масса ед. кг	прим.
1	ГОСТ 8509-93	Уголок 50х50 L=20мм	2	0,754	
2	ГОСТ 8240-97	Швеллер 14 П L=1200мм	2	14,76	
3		Лежень железобетонный ЛЖ 1.6	1		



Технические указания по производству работ

1. Все размеры и отметки уточнить по месту.
2. Производство работ по устройству фундамента производить в соответствии СП 70.13330.2012, СП 71.13330.2012.
3. Сварку выполнить по ГОСТ 14098-91-К1-Кт.
4. Все металлические элементы окрасить пентафталевыми эмалями ПФ-115 по грунтовке ГФ 021 за 2 раза.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб		Чернова			04.20
Пров.		Мелехина			04.20
Т.Контр.					
Н.Контр.					
Утв.		Майстренок			04.20

317-02.ЭС-2-Т2.3-ГЧ10

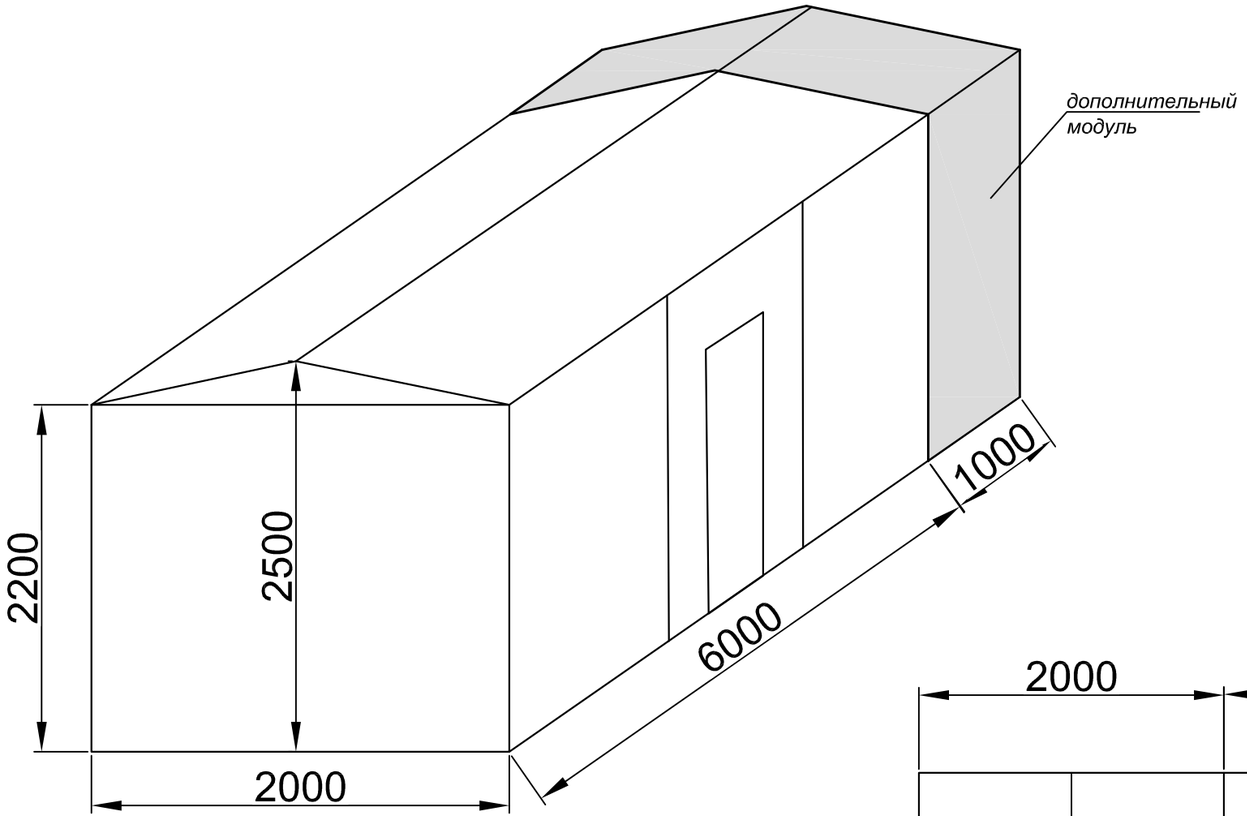
Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области

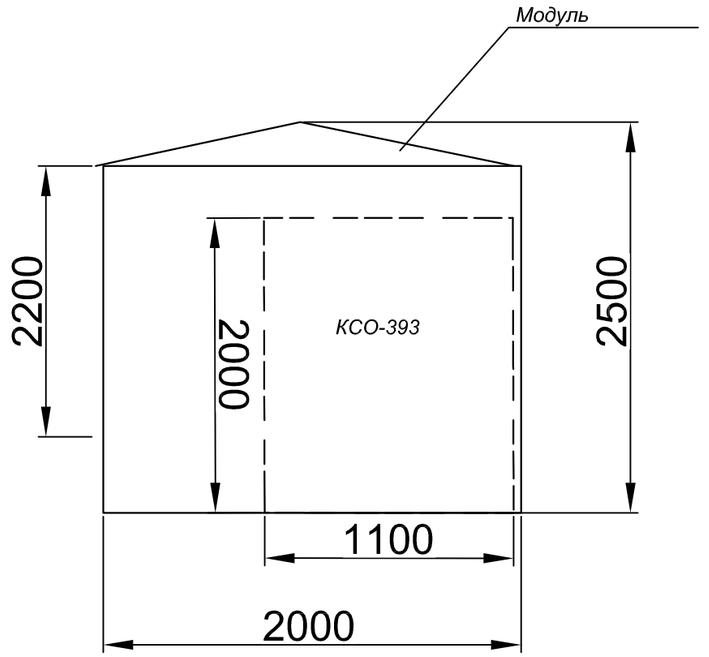
Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 кВ "Центр"-ЦРП-3

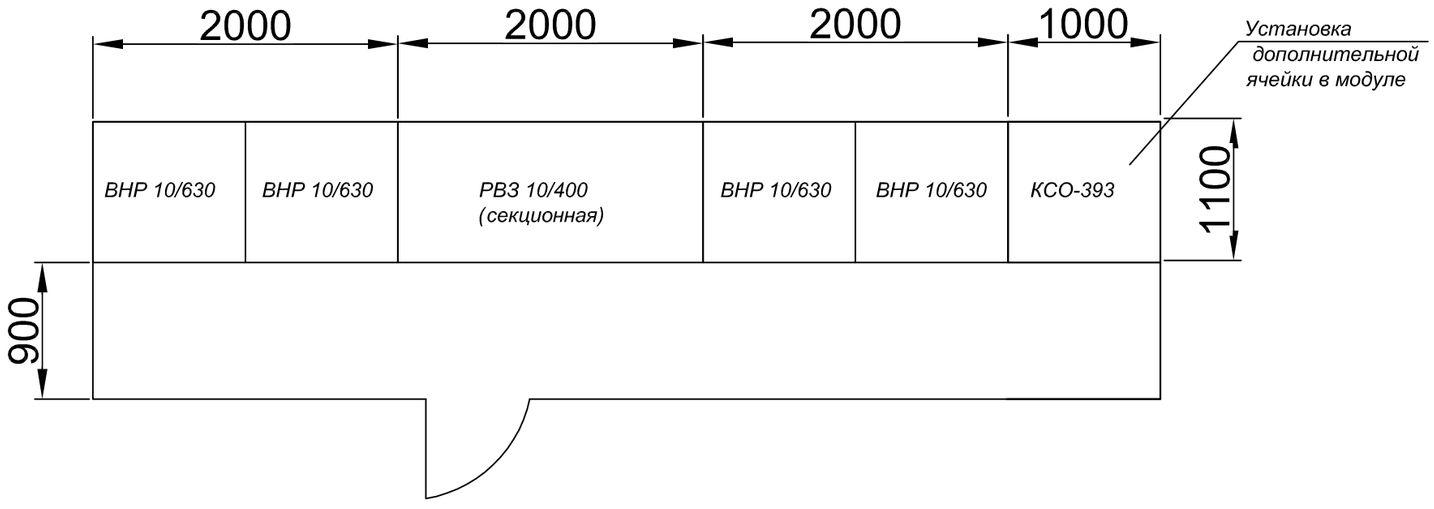
Стадия	Лист	Листов
П	1	1

Установка КРН-IV-6 на фундамент ПС 35/6 "Центр"

ООО "Энергосервиспроект"





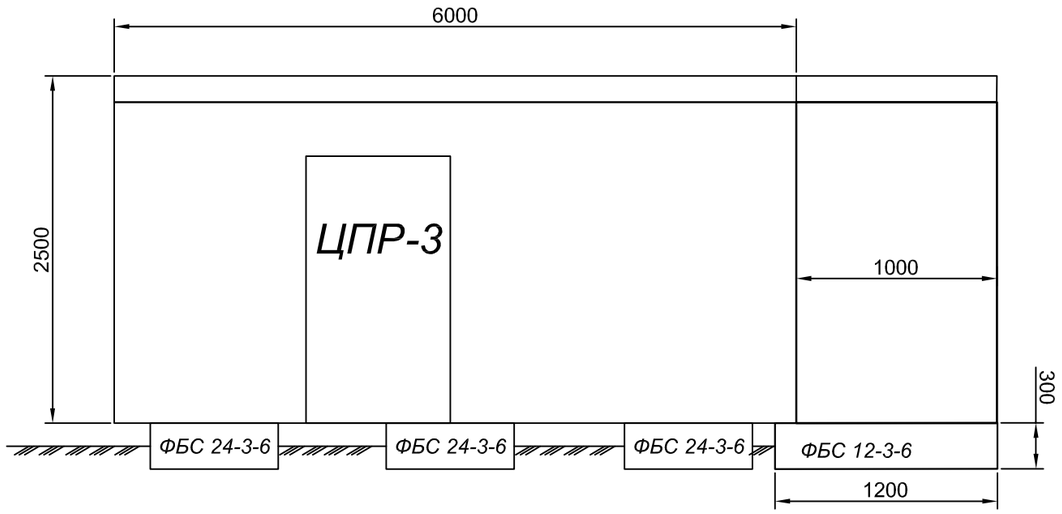


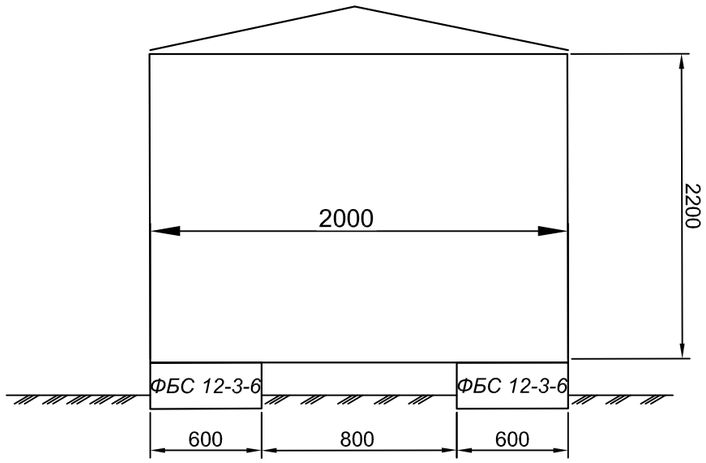
Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

						317-02.ЭС-2Т2.7-РД-23	
						Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб		Чернова			04.20	Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 кВ "Центр"-ЦРП-3	Стадия: П; Лист: 1; Листов: 1
Пров.		Мелехина			04.20		
Т.Контр.							
						Внешний вид и габаритные размеры модуля с ячейкой КСО-393	ООО "Энергосервиспроект"
Н.Контр.							
Утв.		Майстренок			04.20		





Технические указания по производству работ

1. Все размеры и отметки уточнить по месту.
2. Производство работ по устройству фундамента производить в соответствии СП 70.13330.2012, СП 71.13330.2012.
3. При производстве работ не допускать промораживания и замачивания грунтов основания.
4. Гидроизоляцию фундамента от капилярной влаги, выполнить нанесением двух слоёв битумной мастики на все боковые поверхности, соприкасающиеся с грунтом (при отсутствии соприкосновения не требуется).
5. Соединение арматуры выполнять на сварке по ГОСТ 14098-91- К 1- Кт.
6. Все металлические элементы окрасить пентафталевыми эмалями ПФ-115 по грунтовке ГФ 021 за 2 раза.

Взам. инв. №

Подпись и дата

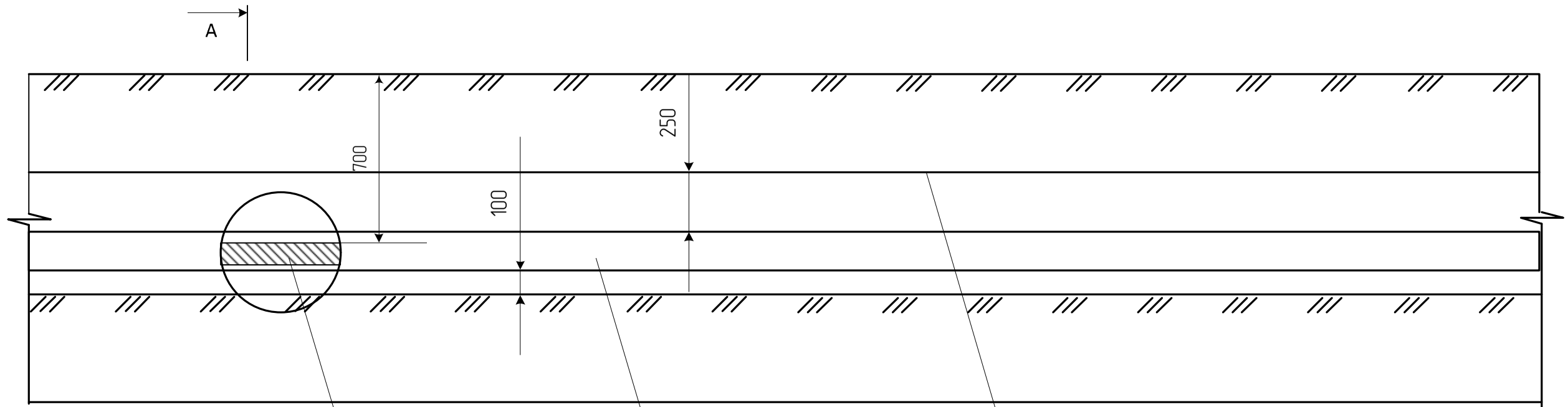
Инв. № подл.

						317-02.ЭС-2Т2.7-РД-24
						Филиал Электрические сети Еврейской Автономной области
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разраб		Чернова			04.20	Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 кВ "Центр"-ЦРП-3
Пров.		Мелехина			04.20	
Т.Контр.						
						Установка модуля ЦРП-3 на фундамент
Н.Контр.						
Утв.		Майстренок			04.20	

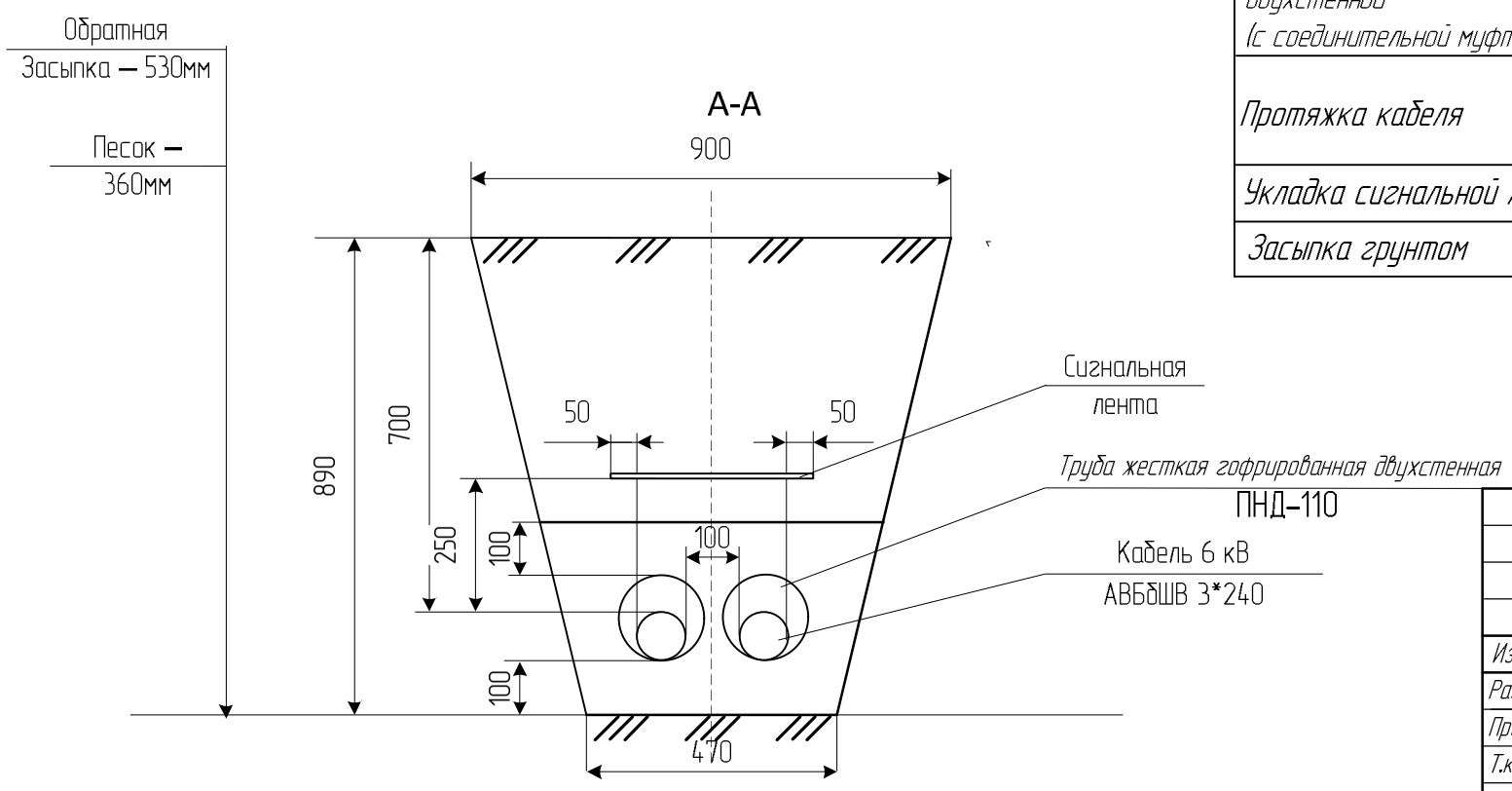
Стадия	Лист	Листов
П	1	1

ООО "Энергосервиспроект"

Прокладка кабеля без препятствий

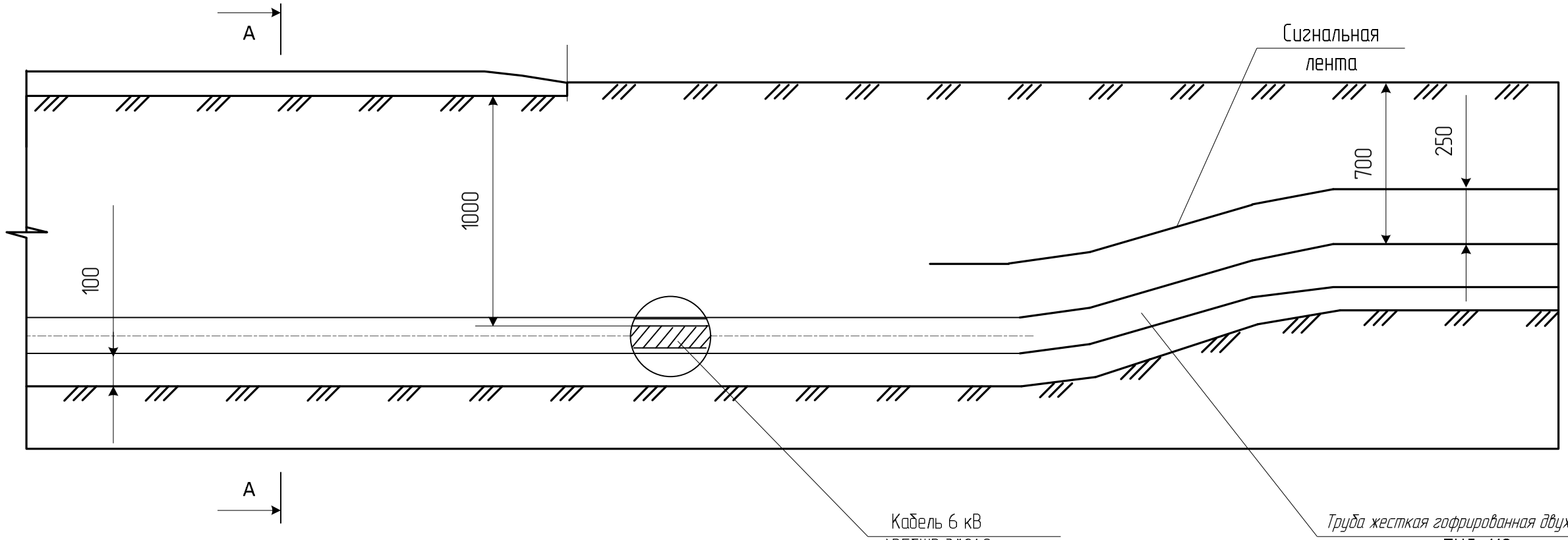


Наименование работ	Материал	Тип, Марка	Ед. изм.	Кол–во	Примечание
Откопка траншеи	Грунт		$м^3$	0,61	
Засыпка песком	Песок		$м^3$	0,182	
Прокладка трубы гофрированной двухстенной (с соединительной муфтой)	Труба жесткая гофрированная двухстенная (с соединительной муфтой)	ПНД–110 жесткая 6 м	м	–	
Протяжка кабеля	Кабель	АВБбШВ – 6 кВ 3*240	м	–	
Укладка сигнальной ленты	Сигнальная лента	ЛСЭ–450	м	–	
Засыпка грунтом			$м^3$	0,409	



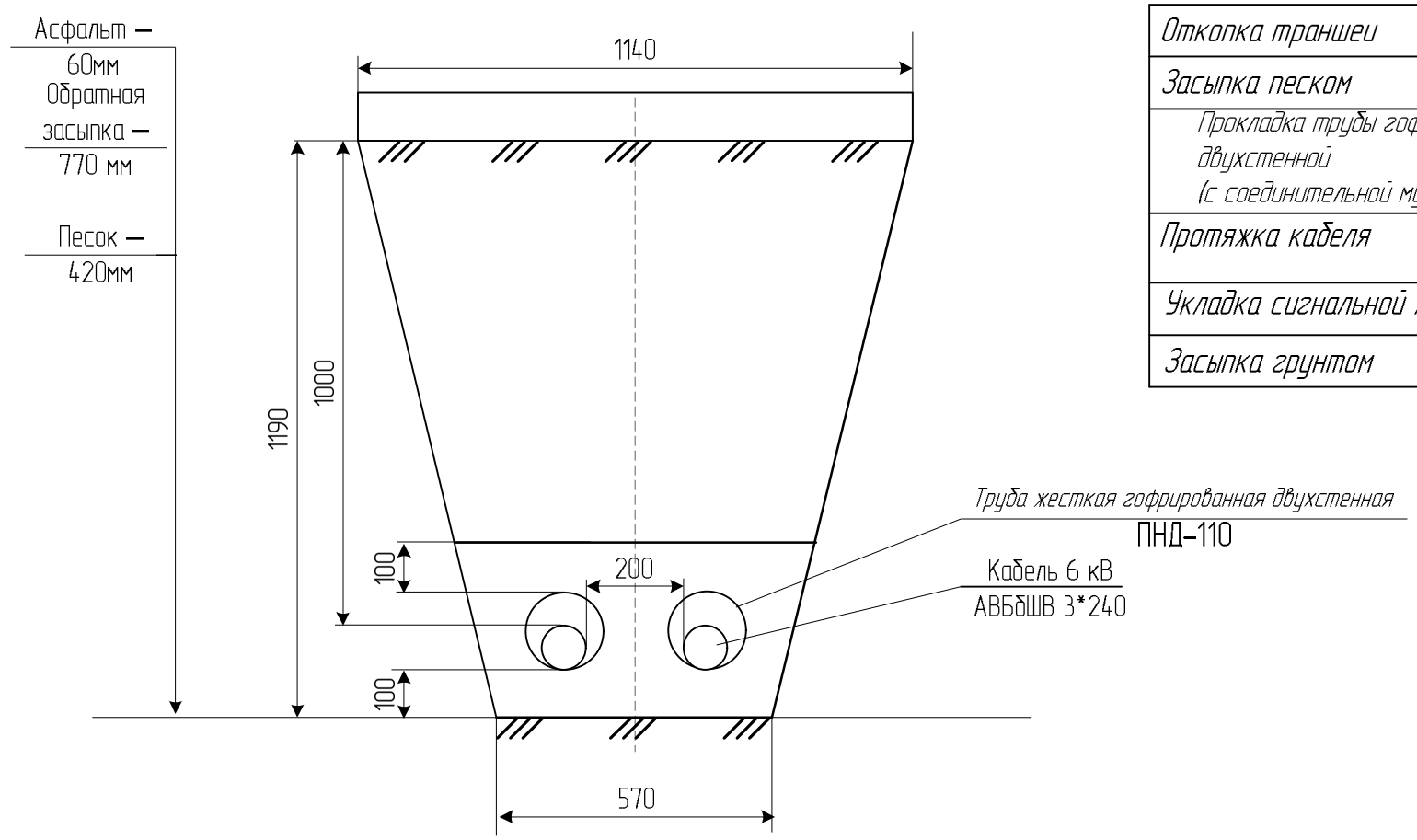
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	317–01.ЭС–2–Т2.3–ГЧ – 13			
Разраб		Яковлева		04.2020	Строительство ЛЭП 6 кВ ПС 35/6 «Центр» – ЦРП–3	Литера	Масса	Масштаб
Проверил		Мелехина		04.2020				
Т.контрол						Лист 1	Листов 6	
Н.контрол					Прокладка кабельной линии в траншее	ООО «Энергосервиспроект»		
Утвердил		Майстренок		04.20				

Прокладка кабеля под автодорогой



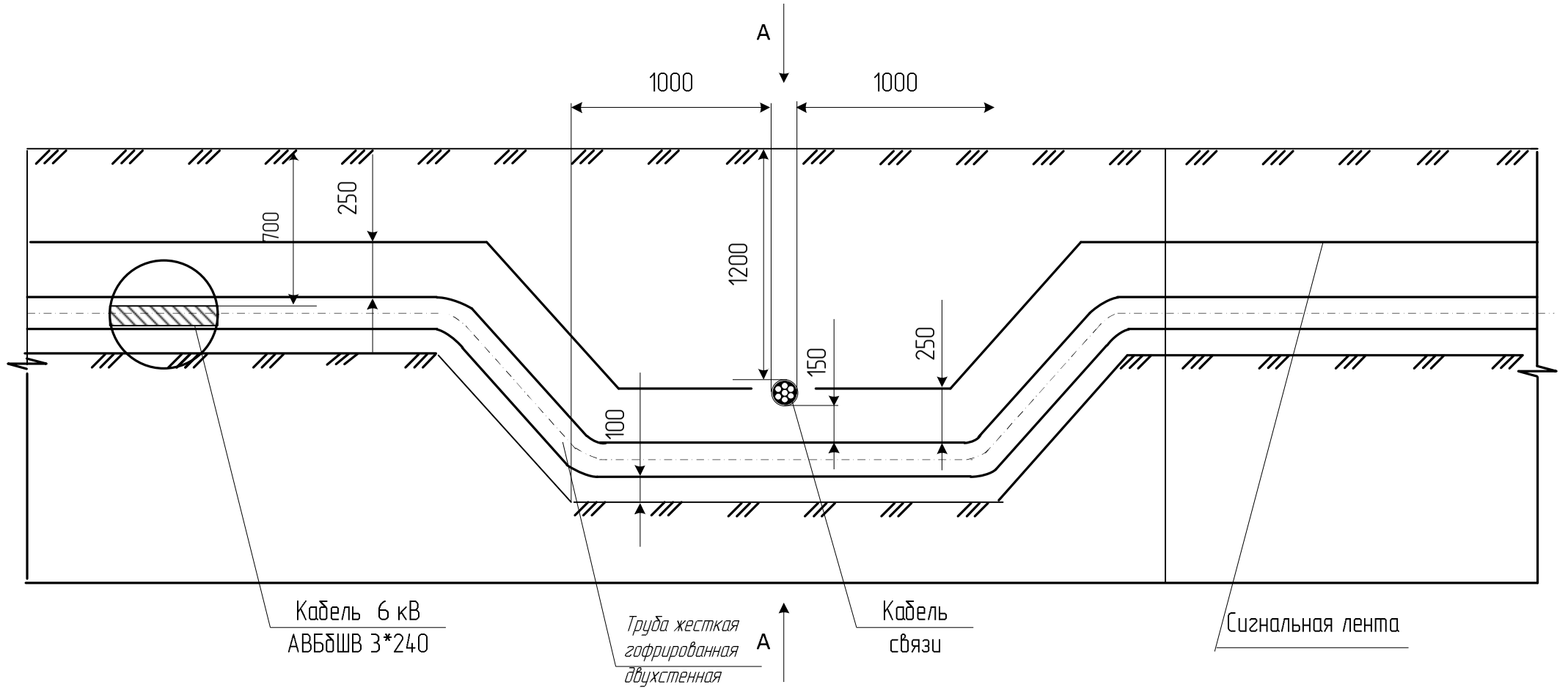
Наименование работ	Материал	Тип, Марка	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Откопка траншеи	Грунт		$м^3$	1,02	
Засыпка песком	Песок		$м^3$	0,263	
Прокладка трубы гофрированной двухстенной (с соединительной муфтой)	Труба жесткая гофрированная двухстенная (с соединительной муфтой)	ПНД-110 жесткая 6 м	м	- -	
Протяжка кабеля	Кабель	2АВБбШВ -6 кВ 3*240	м	-	
Укладка сигнальной ленты	Сигнальная лента	ЛСЭ-450	м		
Засыпка грунтом			$м^3$	0,74	

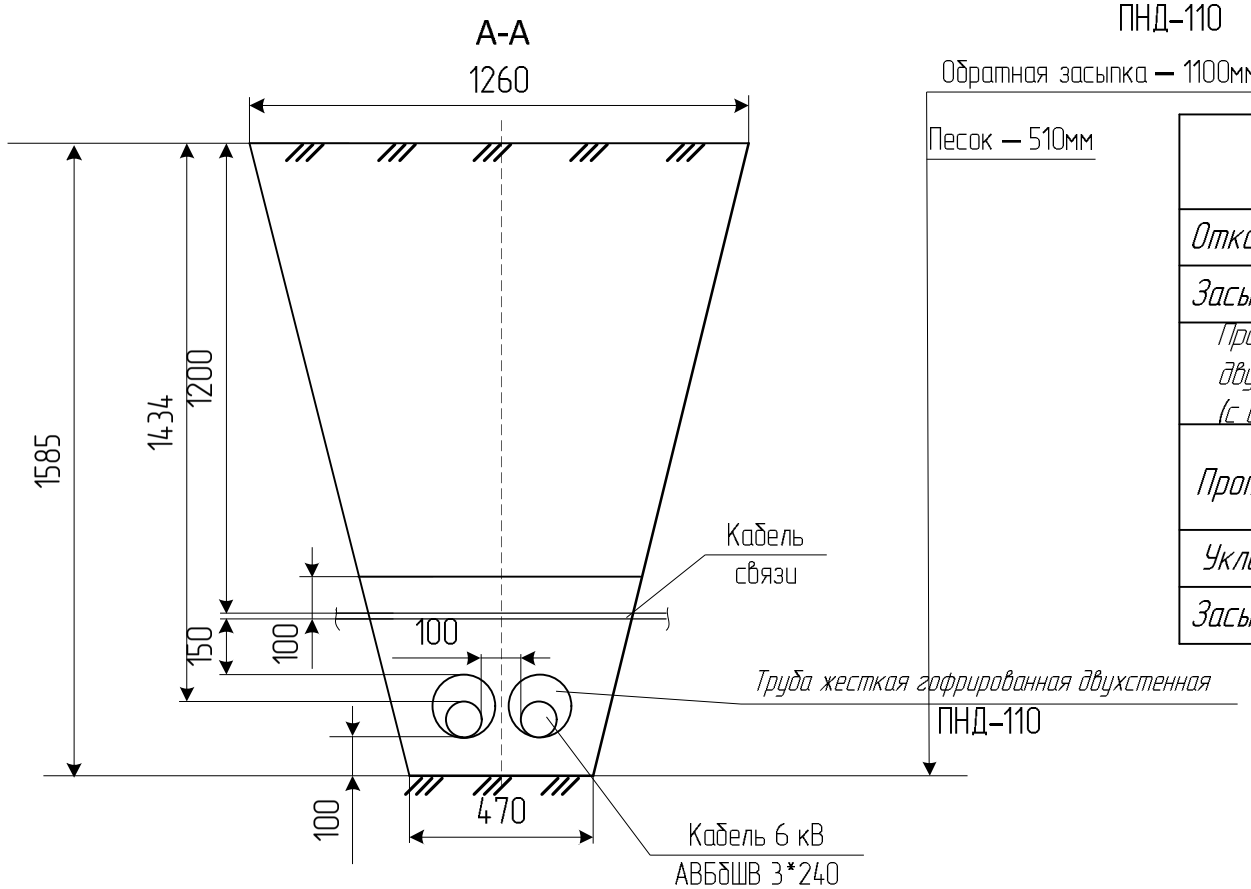
А-А



Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	317-01.ЭС-2-Т2.3-ГЧ – 13	Лист 2

Прокладка кабеля под кабелем связи

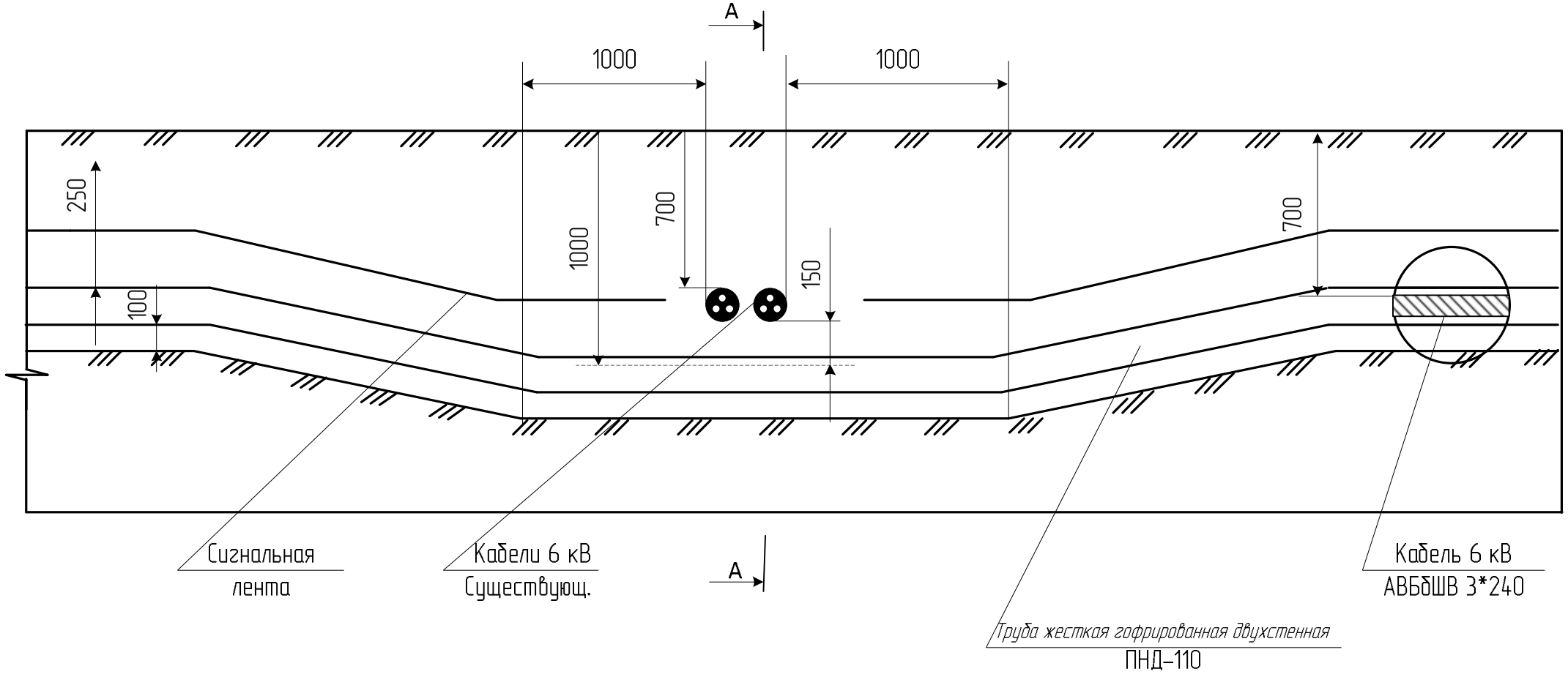


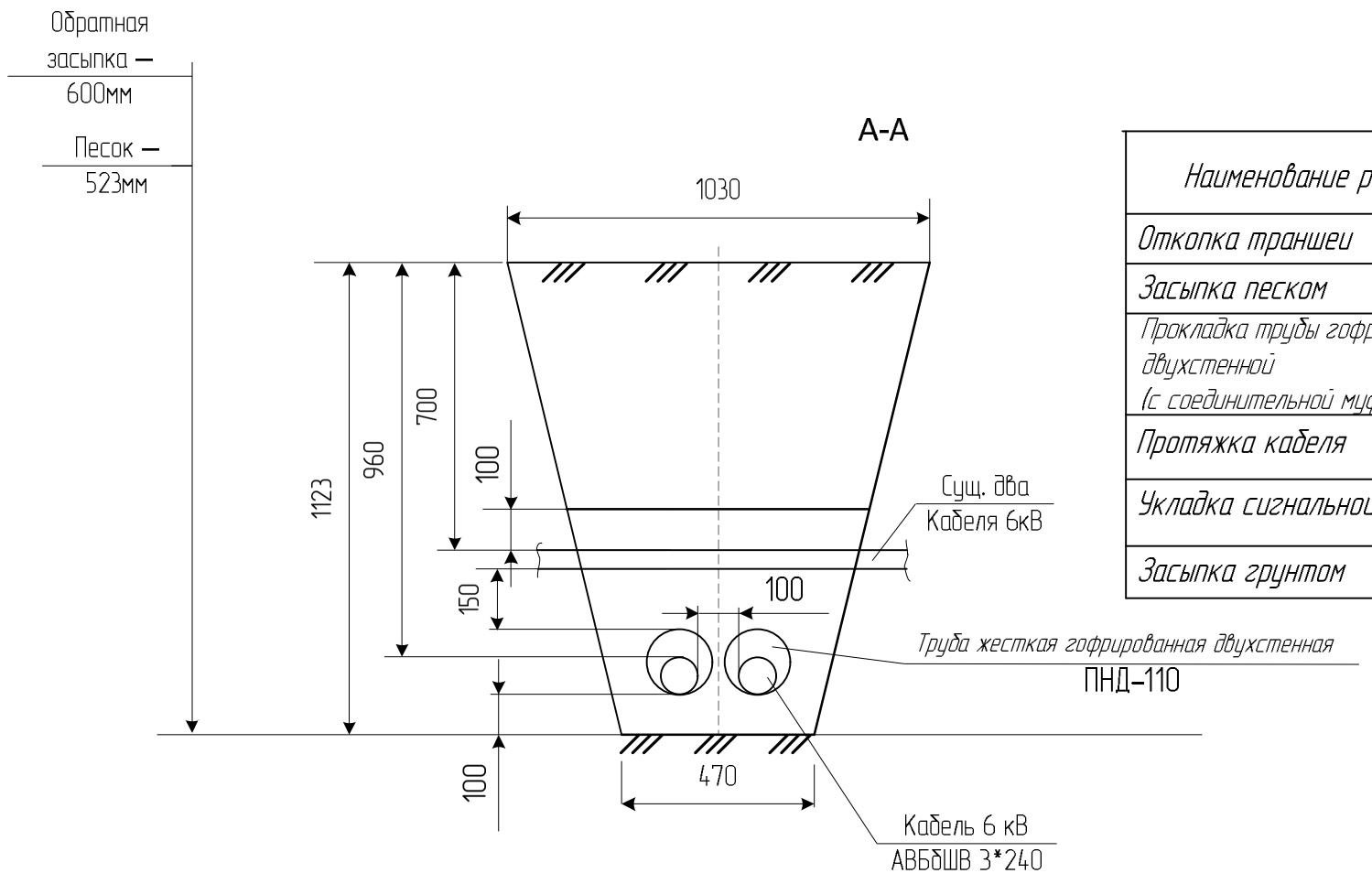


Наименование работ	Материал	Тип, Марка	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Откопка траншеи	Грунт		$м^3$	1,371	
Засыпка песком	Песок		$м^3$	0,268	
Прокладка трубы гофрированной двухстенной (с соединительной муфтой)	Труба жесткая гофрированная двухстенная (с соединительной муфтой)	ПНД-110 жесткая 6 м	м	-	
Протяжка кабеля	Кабель	АВБбШВ- 6 кВ 3*240	м	-	
Укладка сигнальной ленты	Сигнальная лента	ЛСЭ-450	м	-	
Засыпка грунтом			$м^3$	1,0845	

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	317-01.ЭС-2-ТС.3-ГЧ - 13	Лист 3

Прокладка кабеля под кабелем 6 Кв

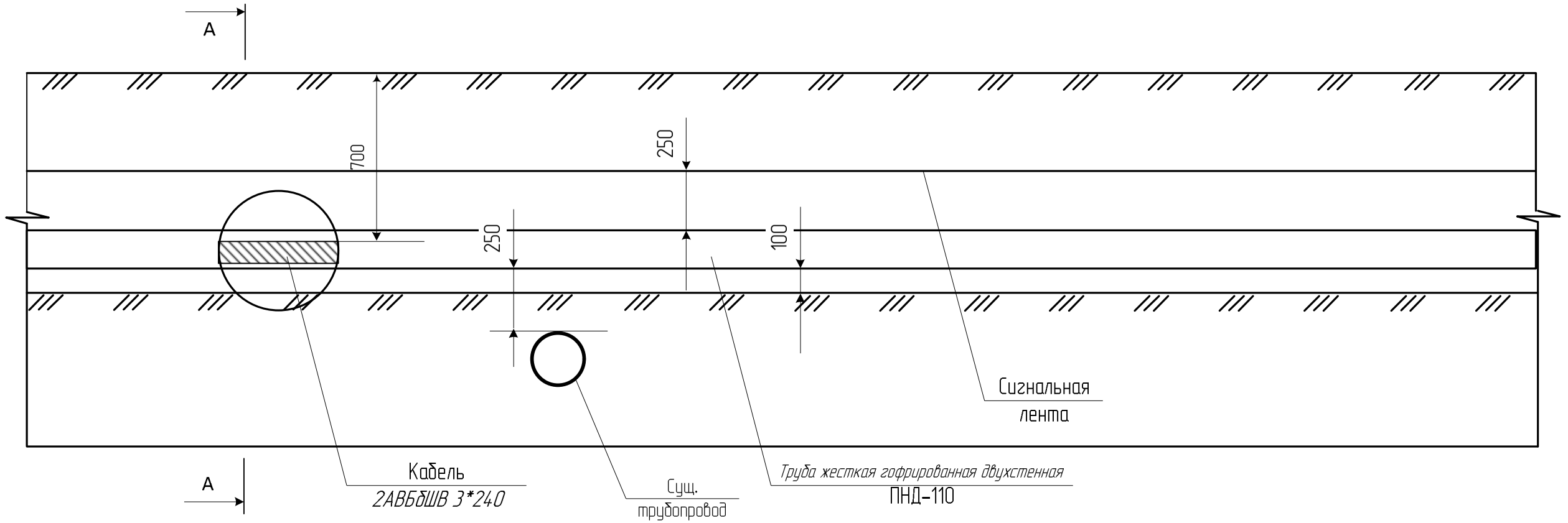




Наименование работ	Материал	Тип, Марка	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Откопка траншеи	Грунт		$м^3$	0,842	
Засыпка песком	Песок		$м^3$	0,292	
Прокладка трубы гофрированной двухстенной (с соединительной муфтой)	Труба жесткая гофрированная двухстенная (с соединительной муфтой)	ПНД-110 жесткая 6 м	м	-	
Протяжка кабеля	Кабель	АВБбШВ-6 кВ 3*240	м	-	
Укладка сигнальной ленты	Сигнальная лента	ЛСЭ-450	м	-	
Засыпка грунтом			$м^3$	0,528	

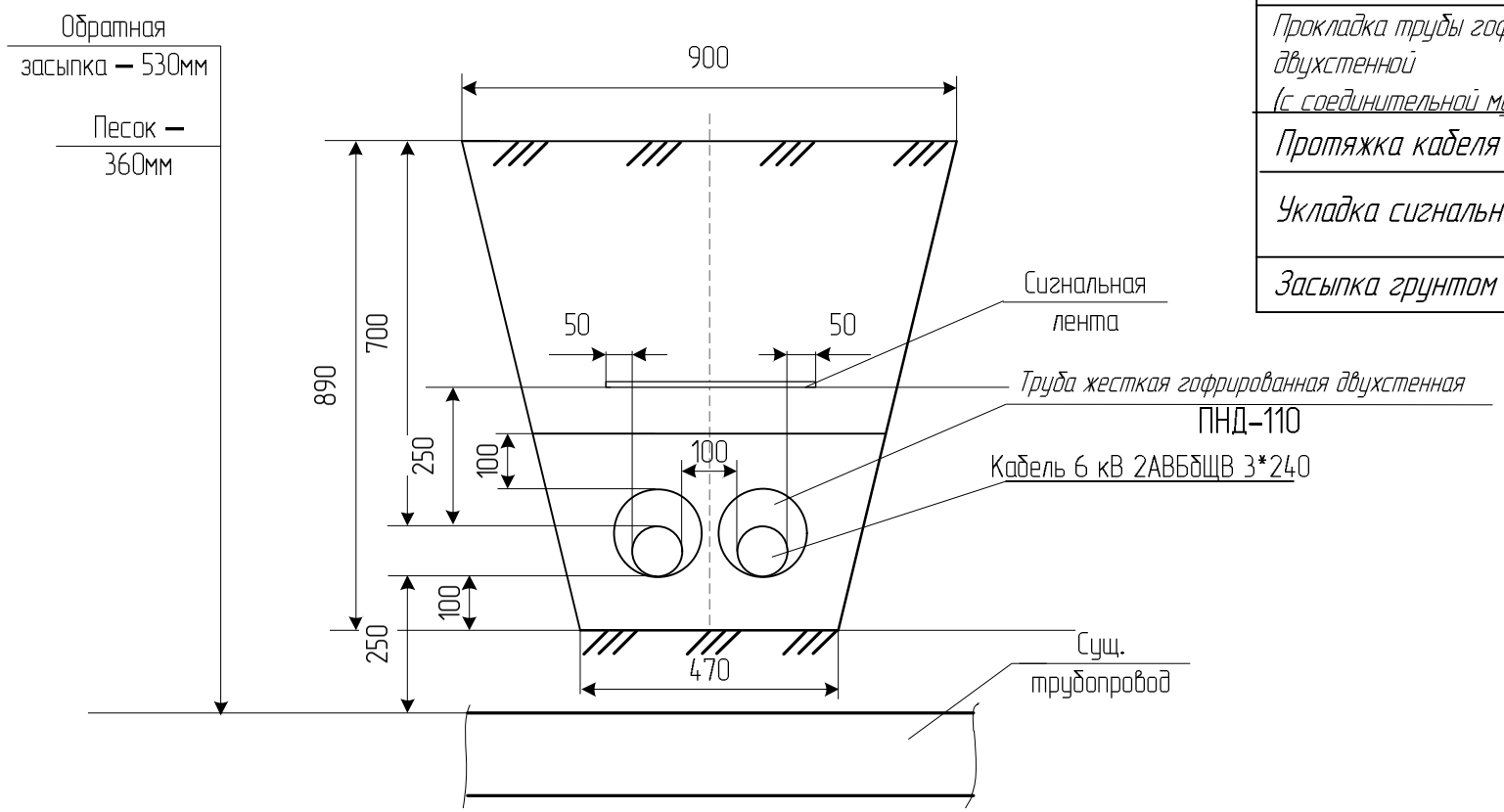
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	317-01.ЭС-2-ТС.3-ГЧ – 13	Лист 5

Прокладка кабеля над трубопроводом



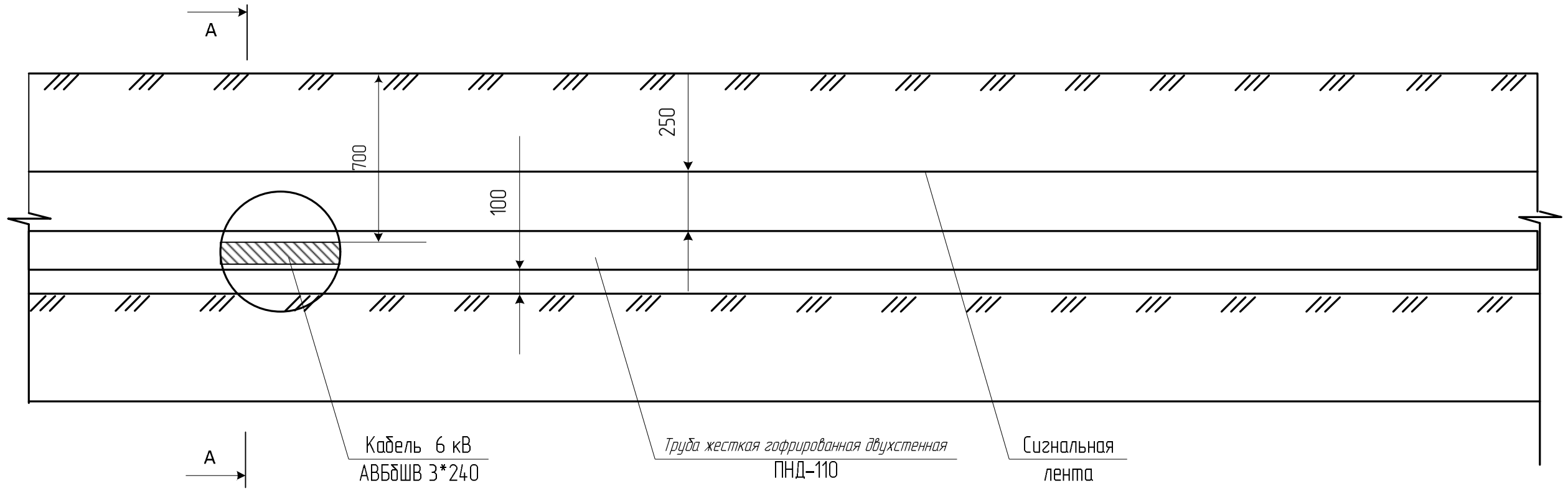
Наименование работ	Материал	Тип, Марка	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Откопка траншеи	Грунт		$м^3$	0,61	
Засыпка песком	Песок		$м^3$	0,182	
Прокладка трубы гофрированной двухстенной (с соединительной муфтой)	Труба жесткая гофрированная двухстенная (с соединительной муфтой)	ПНД-110 жесткая 6 м	м	-	
Протяжка кабеля	Кабель	2АВБбШВ -6 кВ 3*240	м	-	
Укладка сигнальной ленты	Сигнальная лента	ЛСЭ-450	м	-	
Засыпка грунтом			$м^3$	0,409	

А-А



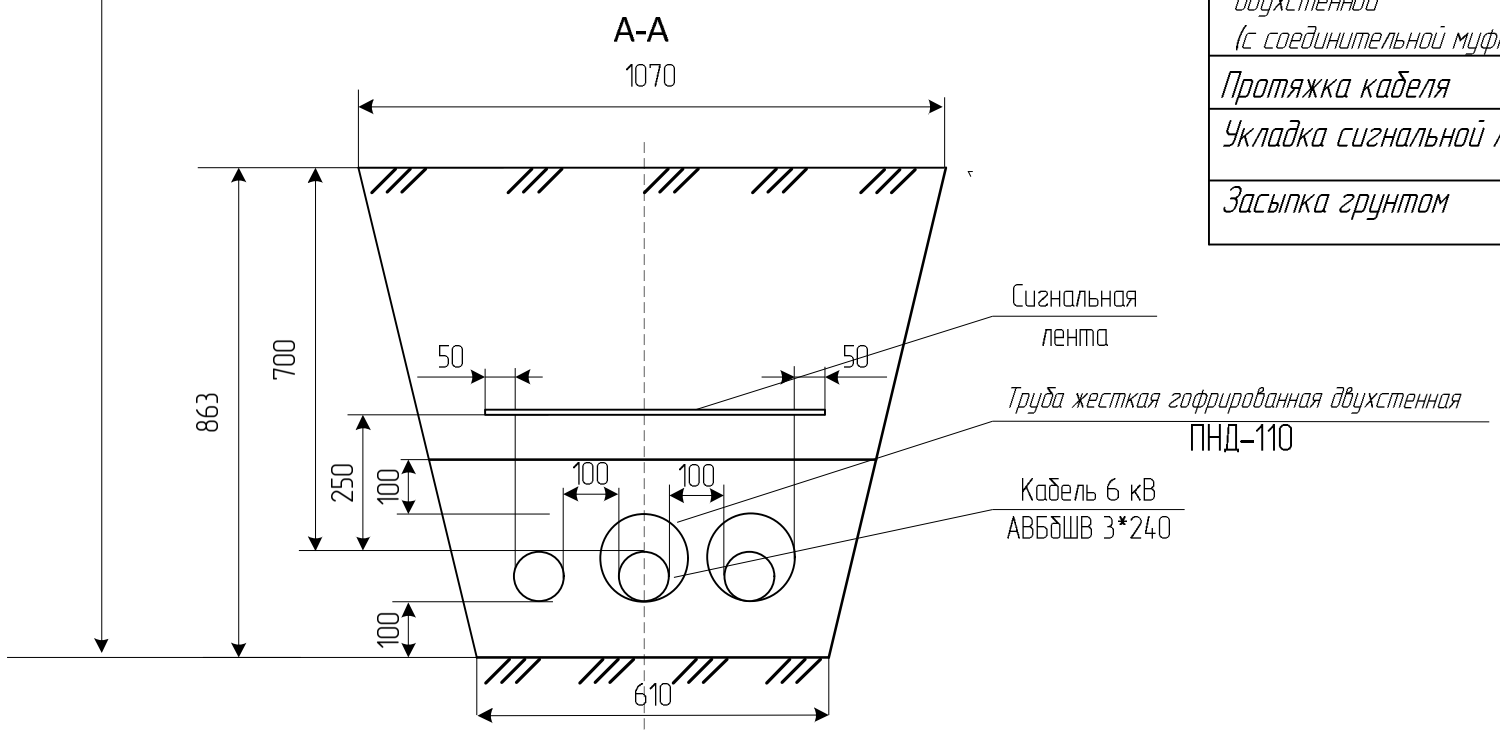
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	317-01.ЭС-2-Т2.3-ГЧ – 13	Лист 4

Прокладка трех кабелей в траншеи без препятствий



Наименование работ	Материал	Тип, Марка	Ед. изм.	Кол–во	Примечание
Откопка траншеи	Грунт		$м^3$	0,725	
Засыпка песком	Песок		$м^3$	0,196	
Прокладка трубы гофрированной двухстенной (с соединительной муфтой)	Труба жесткая гофрированная двухстенная (с соединительной муфтой)	ПНД–110 жесткая 6 м	м	-	
Протяжка кабеля	Кабель	АВБбШВ –6 3*240	м	-	
Укладка сигнальной ленты	Сигнальная лента	ЛСЭ–450	м	-	
Засыпка грунтом			$м^3$	0,51	

Обратная
Засыпка – 530мм
Песок –
360мм



Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	317–01.ЭС–2–Т2.3–ГЧ – 13	Лист 6