



Общество с ограниченной ответственностью
"Инвестиционно-строительная компания "АТЛАН"

Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку
ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ № 4-39-19-1713

2КТП 6/0,4 кВ, КЛ 6 кВ

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Электроснабжение

144-2019-ЭС

Том 1



Общество с ограниченной ответственностью
"Инвестиционно-строительная компания "АТЛАН"

Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку
ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ № 4-39-19-1713

2КТП 6/0,4 кВ, КЛ 6 кВ

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Электроснабжение

144-2019-ЭС

Генеральный директор

Сарбашев Х. Р.

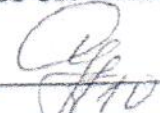
г. Краснодар, 2021

СОГЛАСОВАНО:
Директор филиала
АО «НЭСК-электросети»
«Крымская электросеть»



О.А. Смазнов
2019 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер-
технический директор
АО «НЭСК-электросети»


С.Ю. Орехов
2019 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Электроснабжение ЭПУ под среднетажную жилую застройку
ул. Комсомольская, 33, г. Крымск ТУ № 4-39-19-1713

1. Наименование объекта.

Электроснабжение ЭПУ под среднетажную жилую застройку
ул. Комсомольская, 33, г. Крымск ТУ № 4-39-19-1713

2. Географическое положение объекта.

Краснодарский край, г. Крымск, ул. Комсомольская

3. Заказчик.

АО «НЭСК-электросети»

4. Список подключаемых потребителей и мощностей.

Электроснабжение энергопринимающих устройств объектов жилищно-бытового назначения: 150 кВт – II кат. (ТУ №4-39-19-1713).

5. Способ строительства.

Подрядный

6. Назначение программы.

Технологическое присоединение

7. Требования к проектировщику.

Обязательное членство в СРО, опыт проектирования таковых объектов в данной местности, техническая оснащенность.

8. Вид строительства.

Новое строительство

9. Срок окончания строительства, либо ввода объекта в эксплуатацию.

2019-2020 г.

10. Стадийность проектирования.

Рабочая документация.

11. Условия ввода в эксплуатацию.

В соответствии с п.17.

12. Потребность в инженерных изысканиях.

Требуются.

13. Основные технико-экономические показатели объекта проектирования.

Технико-экономические показатели определить по результатам проведения предпроектного обследования и выполнения проектной и рабочей документации.

14. Требования к техническим решениям.

1. Запроектировать строительство КЛ-6 кВ от ЗТП №192 Ф. К-13 ПС 220/110/35/6 кВ «Крымская» до проектируемой 2КТП. Марка провода АСБл, сечение 3х120 мм². Ориентировочная длина по трассе 0,25 км.
2. Запроектировать строительство КЛ-6 кВ от ЗТП №193 Ф. КВ-10 ПС 35/6 кВ «Насосная III-го подъема» до проектируемой 2КТП. Марка провода АСБл, сечение 3х120 мм². Ориентировочная длина по трассе 0,30 км.
3. Запроектировать строительство в районе дома № 35 по ул. Комсомольской 2КТП 6/0,4 кВ. В 2КТП предусмотреть установку двух трансформаторов типа ТМГсу, мощностью 250 кВА, 6/0,4 кВ, схема соединения обмоток Y/Yн-0. На стороне 0,4 кВ предусмотреть установку аппаратных зажимов.
4. В РУ-6 кВ выполнить выбор и установку выключателей нагрузки или разъединителей. Номинал разъединителей определить при проектировании. В РУ-0,4 кВ предусмотреть установку автоматических выключателей. Точные параметры РУ 6/0,4 кВ определить при проектировании.
5. В проектируемой 2КТП предусмотреть установку компенсирующих устройств (при необходимости).
6. Предусмотреть установку системы внешнего (по периметру) и внутреннего видеонаблюдения, а так же монтаж устройств обеспечивающих контроль положения дверей с выводением информации на пульт диспетчера.
7. Предусмотреть на вводе РУ-0,4 кВ проектируемой 2КТП установку узла технического учета со счетчиком типа КАСКАД-3-МТ-W32-A0,5R1-230-5-10A-T-RS485-RF433/1-LMOQ2V3. Дополнительно предусмотреть установку УСПД SM160-02M/150 в комплекте с радиомодемом МИРТ-145 и антенной круговой направленности 433 Mhz с усилением 10-15 dbi. Антенну установить на крыше 2КТП, либо ближайшей опоре, для обеспечения максимальной зоны покрытия. Предусмотреть установку измерительных трансформаторов тока ТШП-0,66. Номинал ТТ определить при проектировании. (При использовании в различных системах дистанционного съема показаний, использовать соответствующее оборудование).
8. Выполнить проверочный расчёт токов КЗ и выбор уставок РЗА для ячейки питающего центра К-13 и КВ-10 с учётом роста нагрузки по присоединению в связи с подключением новой 2КТП. Расчеты токов КЗ и выбор уставок РЗА согласовать с ОРЗА исполнительного аппарата АО «НЭСК электросети».
9. Предусмотреть установку линейного разъединителя типа РЛНК-10/630.
10. Внести изменения на диспетчерский мнемощит ЩДМ-25. Внести изменения в базу данных ОИК «Котми-2010».
11. Проектом предусмотреть пусконаладочные работы по методу завода-

изготовителя.	
12. Место установки 2КТП, трассы прохождения КЛ-6 кВ, согласовать с филиалом АО «НЭСК-электросети» «Крымскэлектросеть» и со всеми заинтересованными организациями с нанесением их на топографическую съемку масштаба 1:500 для предоставления в службу городской архитектуры.	
13. Проектная и рабочая документация должна быть предоставлена для согласования в полном объеме.	
15. Особые условия строительства.	
«Оборудование и материалы применять со сроками изготовления заводами-производителями не позднее 2-х кварталов», предшествующих разработке проекта (применения их в проекте).	
16. Требования к архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям.	
В соответствии с нормативно-технической документацией.	
17. Выделение очередей и пусковых комплексов.	
Не требуется.	
18. Требования к режиму безопасности и гигиене труда.	
В объеме действующей НТД.	
19. Требования и условия для разработки природоохранных мер и мероприятий.	
В соответствии с постановлением РФ от 16.02.2008 № 87.	
20. Требования по разработке инженерно-технических мероприятий по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций.	
В соответствии с постановлением РФ от 16.02.2008 № 87.	
21. Требования по выполнению исследований и конструкторских разработок.	
Нет.	
22. Требования к составу и оформлению проекта.	
Проект представить в соответствии с ПП РФ от 16.02.2008 № 87 (в ред. ПП РФ от 13.04.2010 № 235 пункт 27.1) с обязательной разработкой в проекте раздела 10.1 «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащения зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов».	
23. Состав демонстрационных материалов.	
Нет.	
24. Материалы, представляемые заказчиком.	
Состав определить в договоре на выполнение ПИР.	
25. Срок выдачи проекта.	
Согласно договора на проектирование.	
26. Срок выдачи тендерной документации.	
Не требуется.	
27. Количество экземпляров ПСД.	
Бумажный носитель – 4 экземпляра (рабочая документация + сметная	

документация). Электронный носитель, (проектно-рабочая документация) в формате Auto Cad, Excel, гранд смета, PDF.

28. Порядок и требования к оформлению перечня оборудования и материалов. В объеме действующих требований НТД.

29. Требования к проведению, оформлению и представлению расчета стоимости СМР.

В ТЭР с применением сборников ГУКК Управления ценообразования в строительстве "Отпускные цены на материалы, изделия и конструкции" текущего периода. Сметные расчёты в электронном виде предоставить в формате "Грандсмета".

30. Правила представления, рассмотрения и принятия ПСД.

Проект предоставляется на рассмотрение, в течение 10 дней рассматривается, принимается после устранения всех отмеченных в ходе рассмотрения замечаний и предоставления согласований со всеми заинтересованными организациями.

31. Особые условия.

Проектная организация заказывает топографическую съемку в соответствующих организациях.

32. Перечень технических регламентов, национальных стандартов, норм, стандартов организаций, соответствие которым должно быть обеспечено при проектировании.

Действующие НТД.

33. Перечень согласований с федеральными надзорными органами.

Со всеми заинтересованными организациями.

34. Требования к процедуре подтверждения соответствия проекта заданию на проектирование.

Заключение экспертной комиссии АО «НЭСК-электросети».

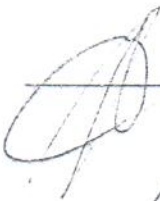
Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку
ул. Комсомольская, 33, г. Крымск ТУ № 4-39-19-1713

Главный инженер филиала
АО «НЭСК-электросети»
«Крымскэлектросеть»



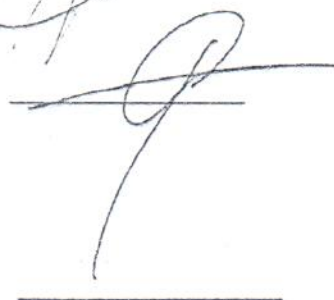
А.В. Шульга

Заместитель директора
по развитию и реализации услуг
АО «НЭСК-электросети»
«Крымскэлектросеть»



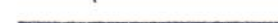
С.И. Хомец

Начальник ПТО филиала
АО «НЭСК-электросети»
«Крымскэлектросеть»



Г.В. Ким

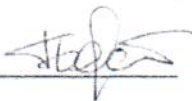
Начальник службы
эксплуатации филиала
АО «НЭСК-электросети»
«Крымскэлектросеть»




С.Ю. Тяпков

Согласовано:

Заместителя главного инженера-
технического директора
АО «НЭСК-электросети»



Ю.В. Берестенко

 Начальник управления
технологических присоединений
АО «НЭСК-электросети»



01.10.19
И.Ю. Букреева

Начальник ОРЗА
АО «НЭСК-электросети»



С. Г. Шурасева
02.10.2019

Начальника службы учета
электроэнергии – заместителя
начальника УТЭЭ
АО «НЭСК-электросети»



Р.Б. Кубатиев
04.10.19


Г.В. Ким
тел. (86131) 5-35-89

Начальник управления
инженерных отношений
АО «НЭСК-электросети»



Р.Ю. Тюпина
28.09.2019

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1	144-2019-ЭС	2КТП 6/0,4 кВ. КЛ-6 кВ	
2	144-2019-СД	Сметная документация	

Инф. N подл.	Взам.инф. N	Подпись и дата							144-2019-ЭС-С1		
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	Состав проекта			Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Зайнутдвнов			<i>ЗН</i>	02.21				Р	1	
Проверил	Ларионов			<i>Ларионов</i>	02.21						
Н.контр.	Сипко				02.21						
Утвердил	Ларионов			<i>Ларионов</i>	02.21						

Инв. N подл.


Подпись и дата

Взам.инв. N

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта		
Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	Условные обозначения	
3	Схема соединений 6 и 0,4 кВ	
4	Ситуационный план	
5	План установки 2КТП.	
6	Габаритные параметры КТП	
7	Фундамент для установки КТП	
8	Заземление. Молниезащита	
9	Закрепление трансформатора	
10	Ведомость работ	

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов		
Обозначение	Наименование	Примечание
	Ссылочные документы:	
ООО "Куданьэлектрошит"	Комплектная трансформаторная подстанция киоскового типа проходная. Описание завода-изготовителя	
A5-92	Прокладка кабелей напряжением до 35 кВ в траншеях. Выпуск 1	
	Прилагаемые документы:	
144-2019-ЭС.С	Спецификация	
144-2019-ЭС.ОЛ	Опросный лист для изготовления 2КТП	

1. Данным комплектом рабочих чертежей запроектированы:
– комплектная трансформаторная подстанция киоскового типа проходная 2КТППН-ККВ-630-6/0,4-У1 производства ООО «Куданьэлектрошит»;
– воздушная линия 0,4 кВ (ВЛ-0,4 кВ).
2. Проект выполнен на основании технических условий для присоединения к электрическим сетям, выданных АО «НЭСК-электросети».
3. Климатические условия района строительства:
– по нормативному ветровому давлению – IV;
– по нормативной толщине стенки гололёда – III;
– сейсмичность площадки строительства – 7 баллов
4. В проектируемую 2КТП устанавливаются трансформаторы ТМГ 630/6-У1
5. Расчетный учет потребления электроэнергии предусматривается проектируемыми электронными трехфазными счетчиками активной и реактивной энергии, которые устанавливаются на вводе в щит 0,4 кВ 2КТП, а также после автоматических выключателей отходящих кабельных линий 0,4 кВ.
6. Проектируемая 2КТП включается в ЗТП-192 и ЗТП-193, проектирование и строительство которых осуществляет сетевая организация.
7. Перечень видов работ, для которых необходимо составлять акты освидетельствования скрытых работ:
– заземление КТП;
- 2КТП представляет собой готовое изделие. Все монтируемое в заводских условиях электрооборудование 2КТП проходит наладку и испытания в электротехнической лаборатории завода в объеме соответствующих требований главы 1.8 ПУЭ «Нормы приемосдаточных испытаний».
8. Основные пояснения приведены на соответствующих чертежах.
9. Подключение оборудования выполнить по системе заземления TN-C-S в соответствии с ПУЭ-7.
10. Обеспечить надежное соединение всех металлических частей оборудования и конструкций с контуром заземления. Обеспечить защиту контактных соединений в цепи заземления от механических воздействий и воздействия окружающей среды.
11. Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током все металлические, нормально нетоковедущие части электрооборудования, подлежат защитному заземлению. Для заземления корпусов электрооборудования используются нулевые защитные жилы кабелей и специально проложенный контур заземления.
12. Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.
13. При разработке проектной и рабочей документации использованы нормативные документы согласно списка в пояснительной записке в разделе «Нормативные ссылки».

						144-2019-ЭС			
						Электроснабжение ЭПУ под среднетажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713			
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зайнутдинов		ЗЗ	02.21		Р	1	
Проверил		Ларионов		ЛФ	02.21				
						Общие данные			
Н.контр		Сипко		В.Сипко	02.21				
Утвердил		Ларионов		ЛФ	02.21				

Условные обозначения

_____ W1 _____ W1 _____

- проектируемая кабельная линия 0,4 кВ в траншее

A horizontal beam is shown with two rectangular sections labeled 'W1'. The beam is represented by a thick black line. The two rectangular sections are outlined in black and contain the text 'W1' in the center. The beam extends beyond the rectangular sections on both ends.

– проектируемая кабельная линия 0,4 кВ в траншее в трубе


1; 2; 3; 7

Зпр. н/з 160мм

1.2
$$\overline{L=30 \text{ м}}$$

Позиция по ведомости пересечений и сближений

Труба полиэтиленовая с указанием диаметра и количества труб	Глубина прокладки проектируемого кабеля
Длина трубы в метрах	Глубина прокладки пересекаемой существующей коммуникации Обозначение коммуникаций: тепл. – теплопровод вод. – водопровод кан. – канализация газ. – газопровод каб. – кабель к.с. – кабель связи въезд – въезд к жилому дому а/д – автодорога ж/д – железная дорога оп – сближение с опорой

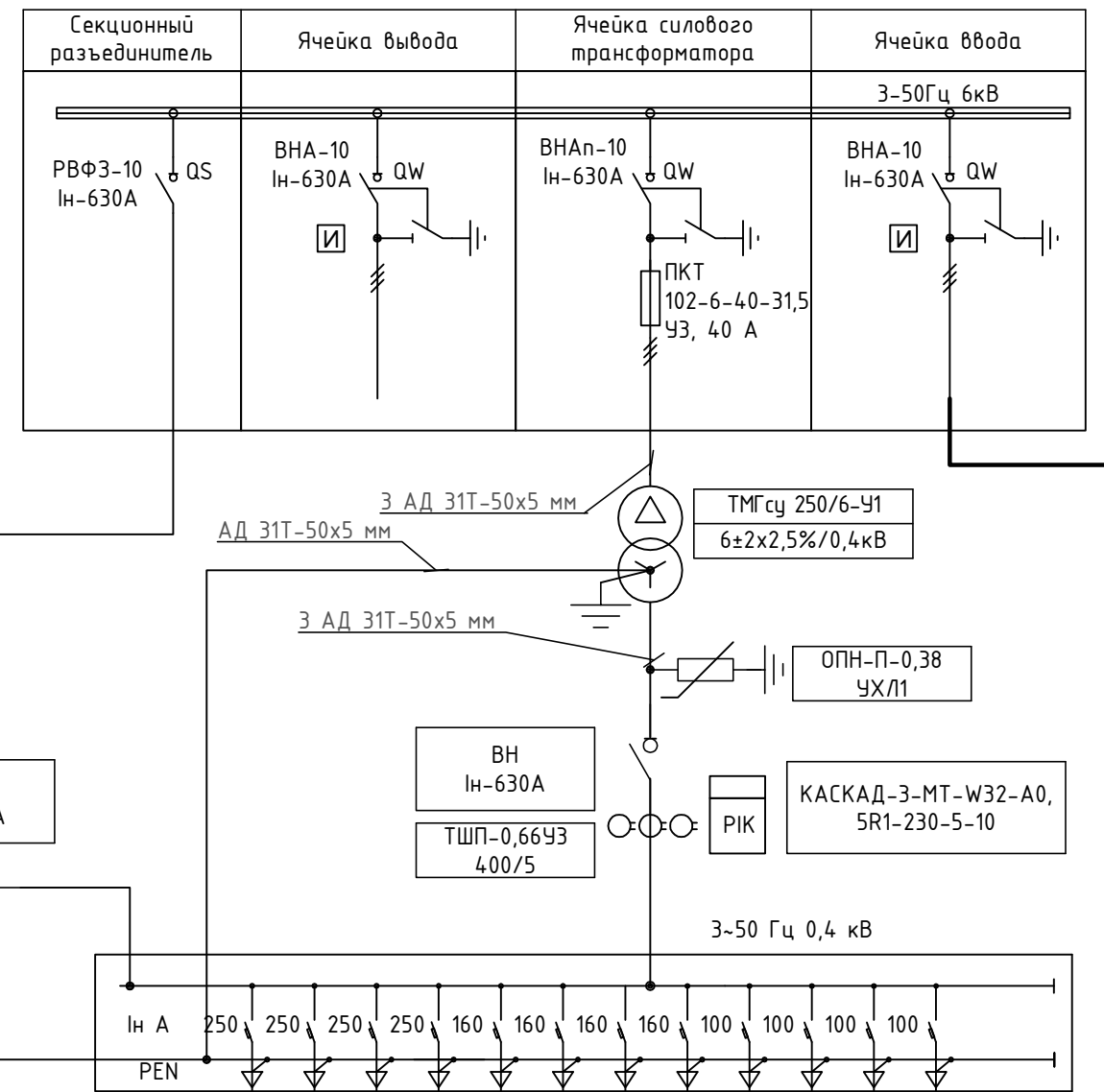
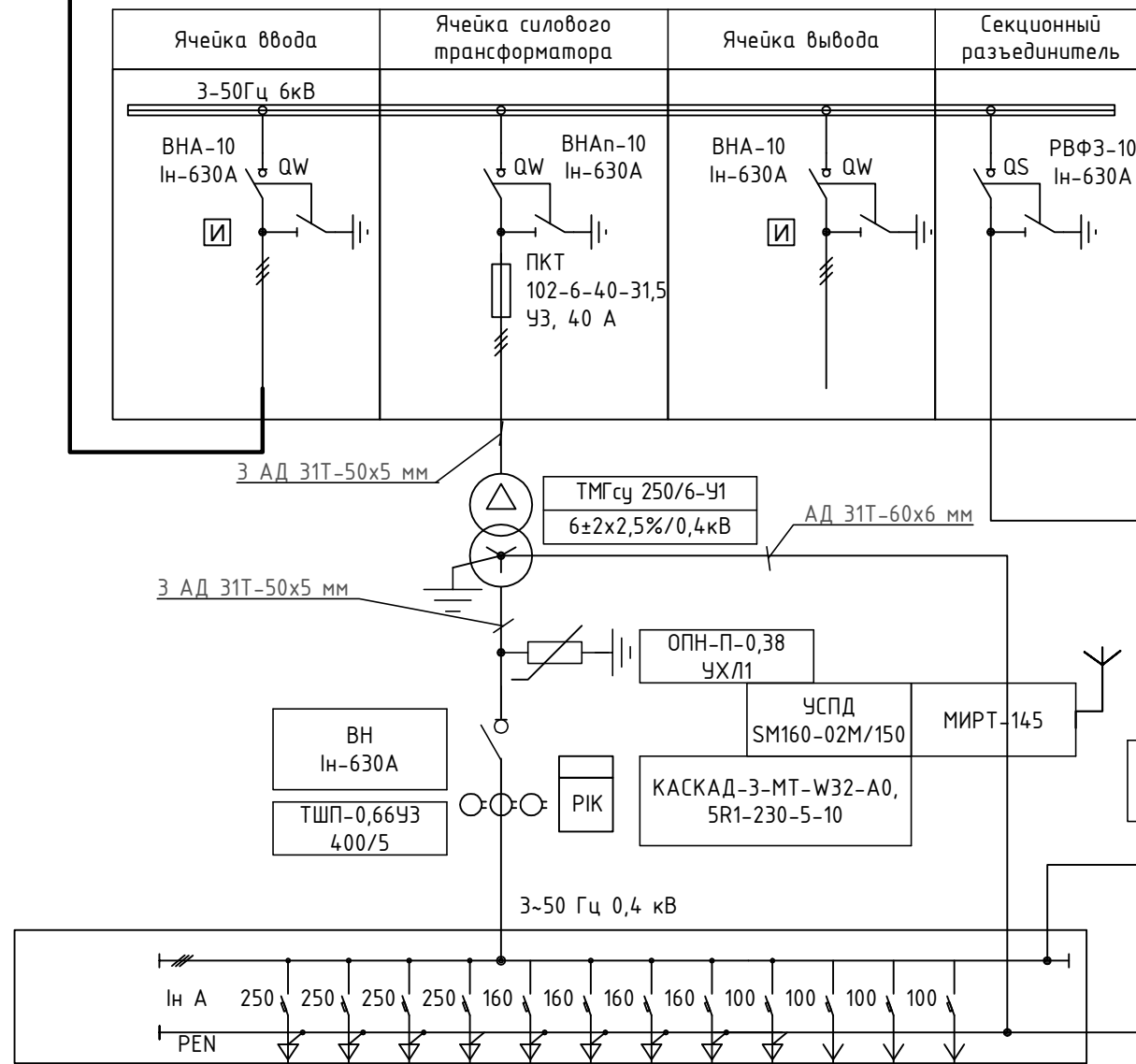
Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам.инв. N							
							144-2019-ЭС		
							Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713		
	Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата			
	Разраб.		Зайнутдинов		<i>ЗН</i>	02.21	2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ		
	Проверил		Ларионов		<i>Ларионов</i>	02.21			
							Условные обозначения		
	Н.контр		Сипко		<i>Сипко</i>	02.21			
Утвердил		Ларионов		<i>Ларионов</i>	02.21				
									

Проектируемая
КЛ-6кВ




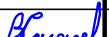

в
сторону
ЗТП-192

Проектируемая
КЛ-6кВ

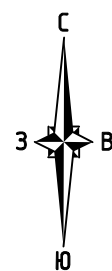
в
сторону
ЗТП-193



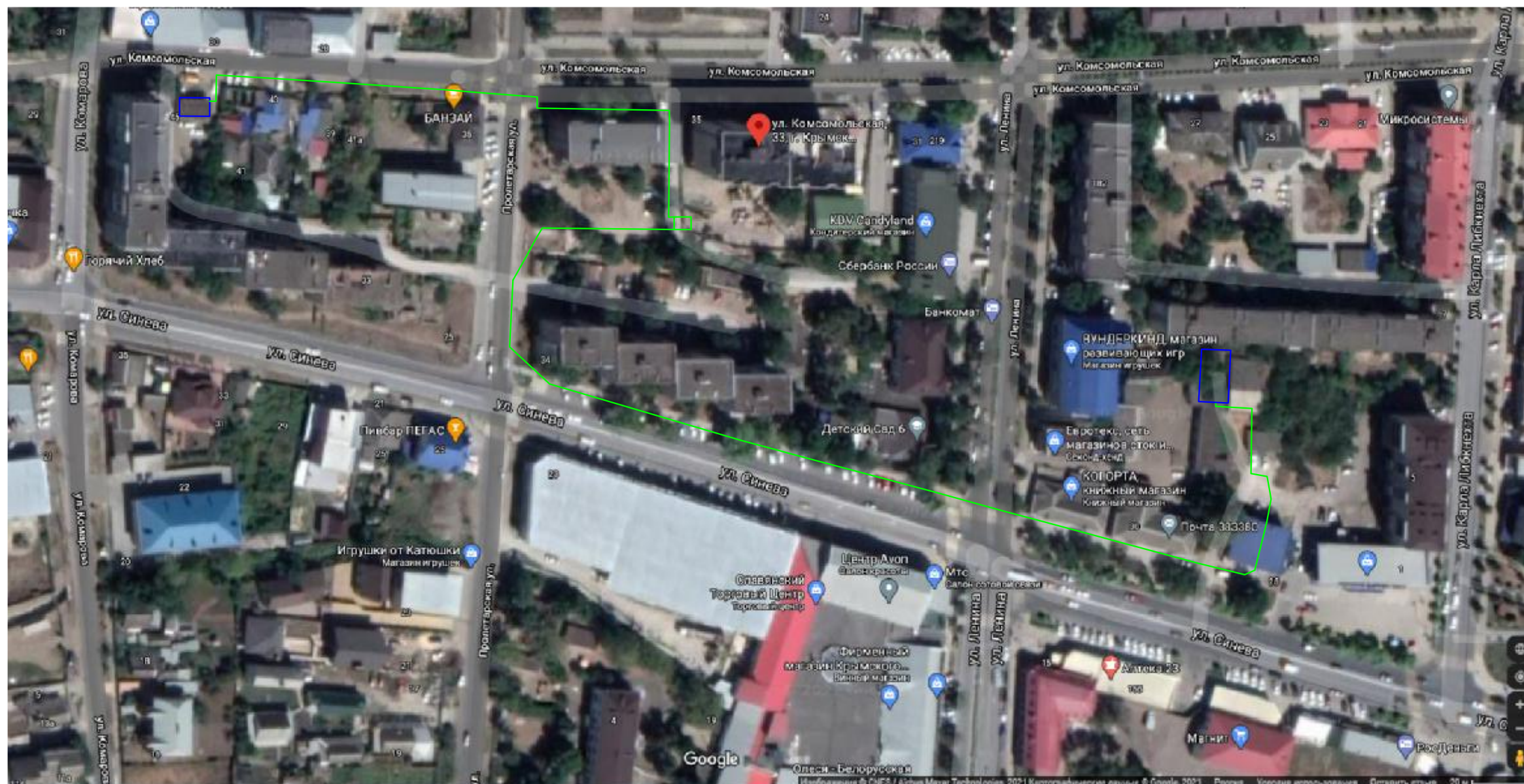
Инв. N подл.	
Подпись и дата	
Взам.инв. N	

						144-2019-ЭС			
						Электроснабжение ЭПУ под среднетажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713			
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Зайнутдинов				02.21		Р	3	
Проверил	Ларионов				02.21				
						Схема электрических соединений 6 и 0,4 кВ		АТЛАН	инвестиционно-строительная компания
Н.контр	Сипко				02.21				
Утвердил	Ларионов				02.21				






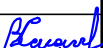



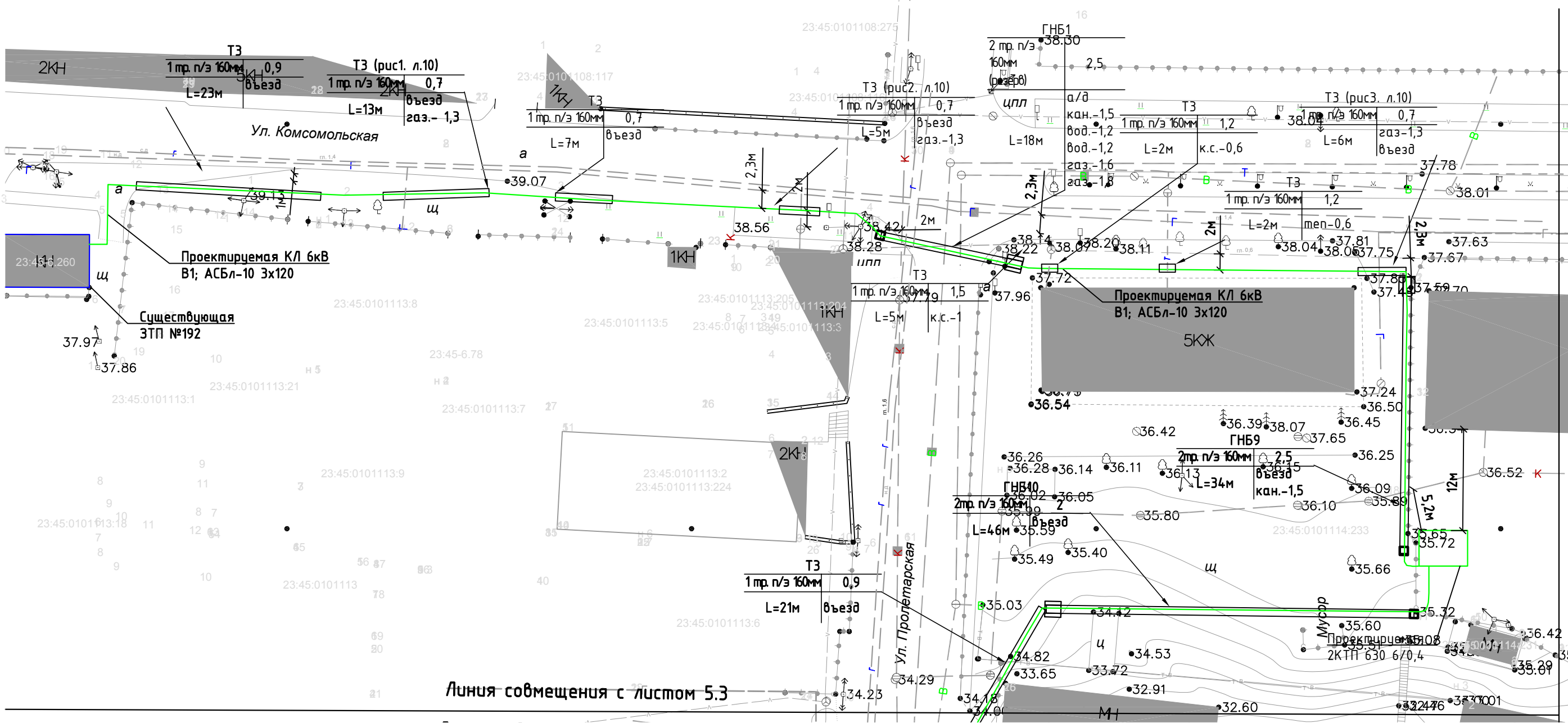
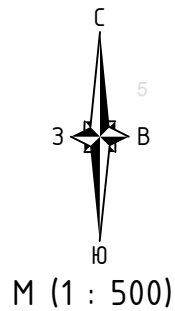
Б/М




Инв. N подл.	Взам.инв. N

Подпись и дата	

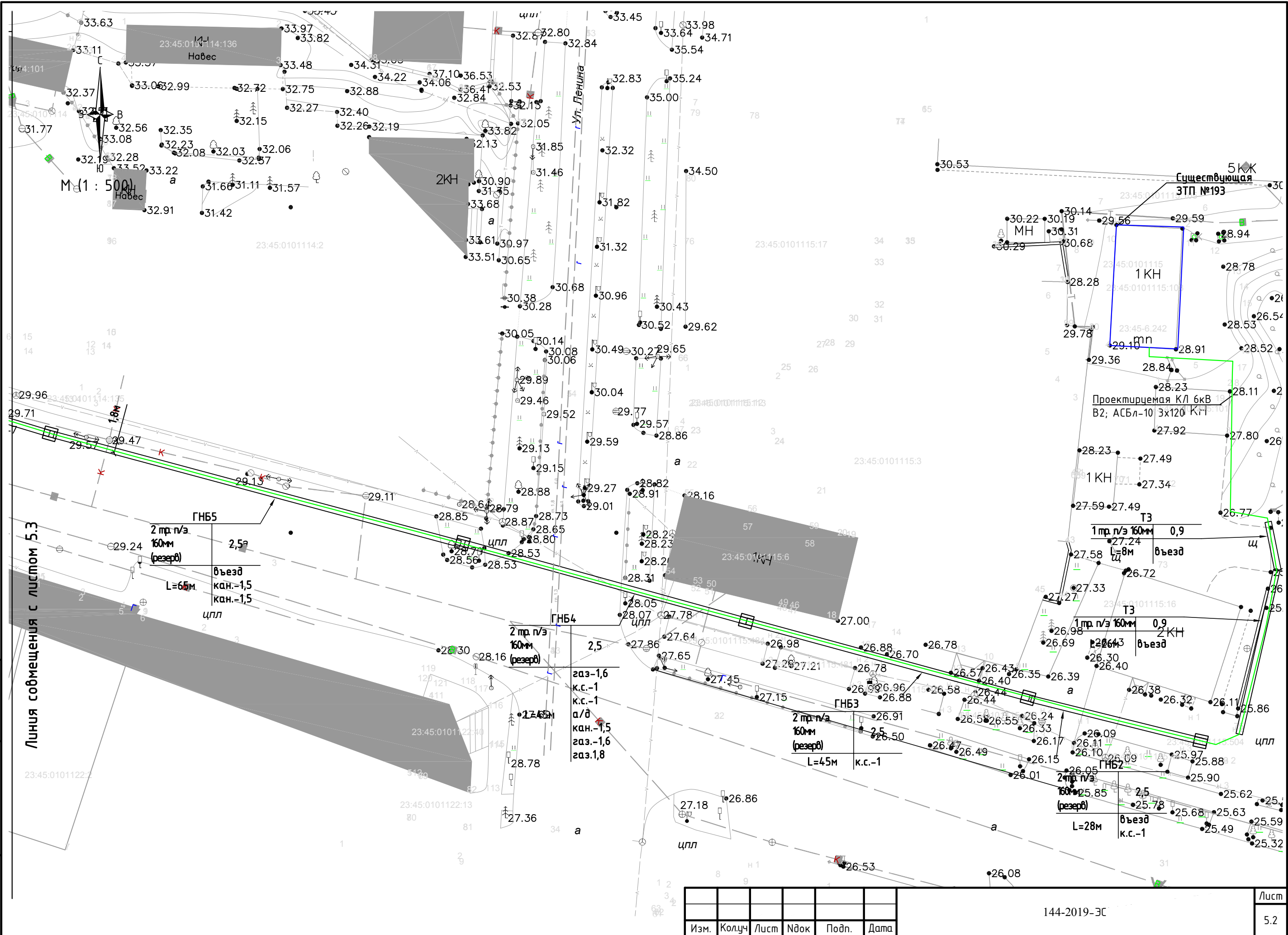
						144-2019-ЭС			
						Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713			
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Зайнутдинов				02.21		Р	3	
Проверил	Ларионов				02.21				
						Ситуационный план		АТЛАН	инвестиционно-строительная компания
Н.контр	Супко				02.21				
Утвердил	Ларионов				02.21				



1. Проектируемая 2КТП устанавливается на блочный фундамент.
2. Перед производством работ вызвать представителей служб, эксплуатирующих подземные и надземные коммуникации, и получить письменное разрешение на производство работ.
3. Переходы через дороги рекомендуется выполнить методом ГНБ.

						144-2019-ЭС			
						Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ № 4-39-19-1713			
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	2КТП 6/0,4 кВ, КЛ-6 кВ	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зайнутдинов		<i>ЗН</i>	02.21		Р	5.1	
Проверил		Ларионов		<i>Лар</i>	02.21				
Н.контр		Супко			02.21				
						План установки 2КТП. План трассы КЛ-6 кВ			
Утвердил		Ларионов		<i>Ларионов</i>	02.21				

Инв. N подл.	
Подпись и дата	
Взам.инв. N	

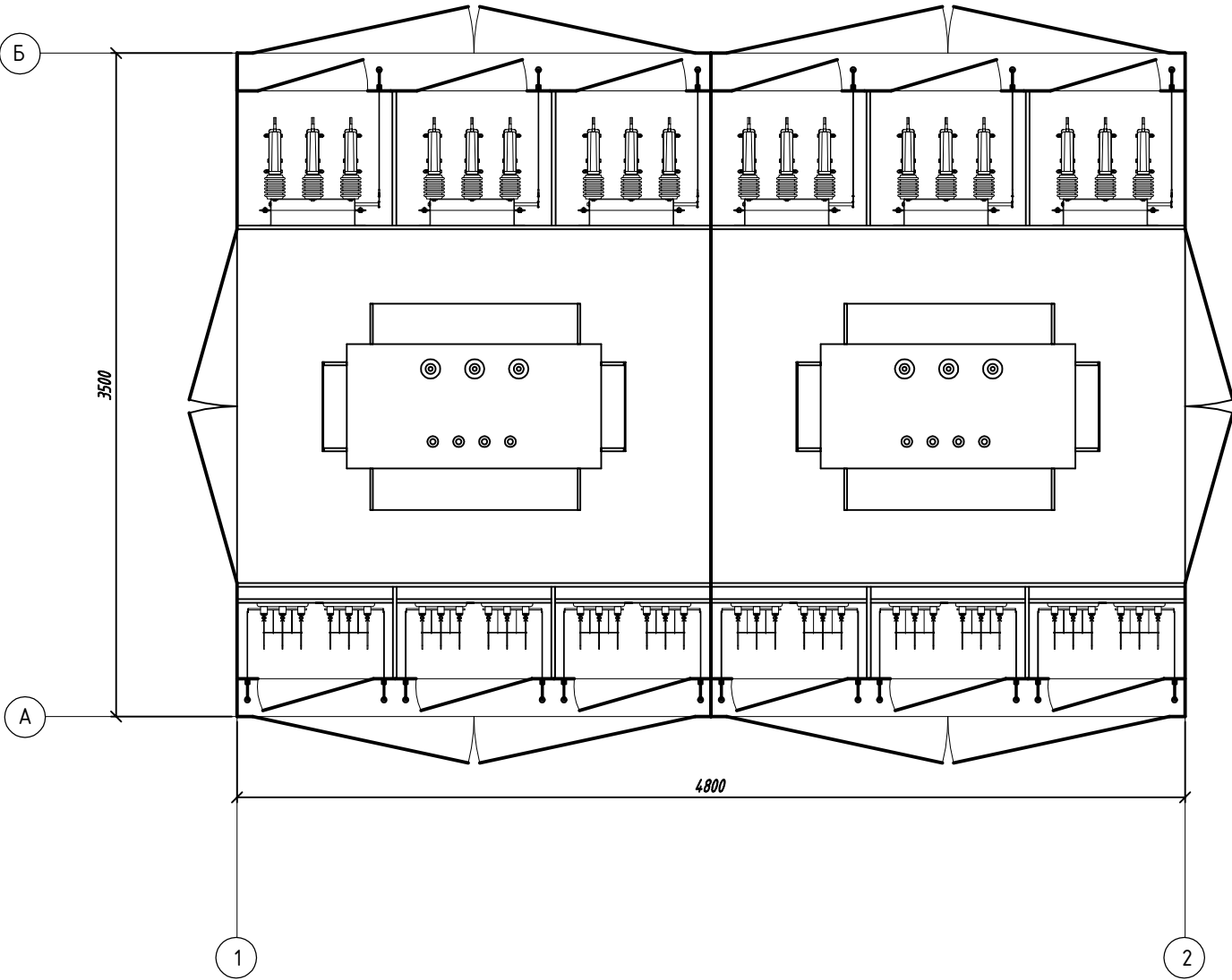
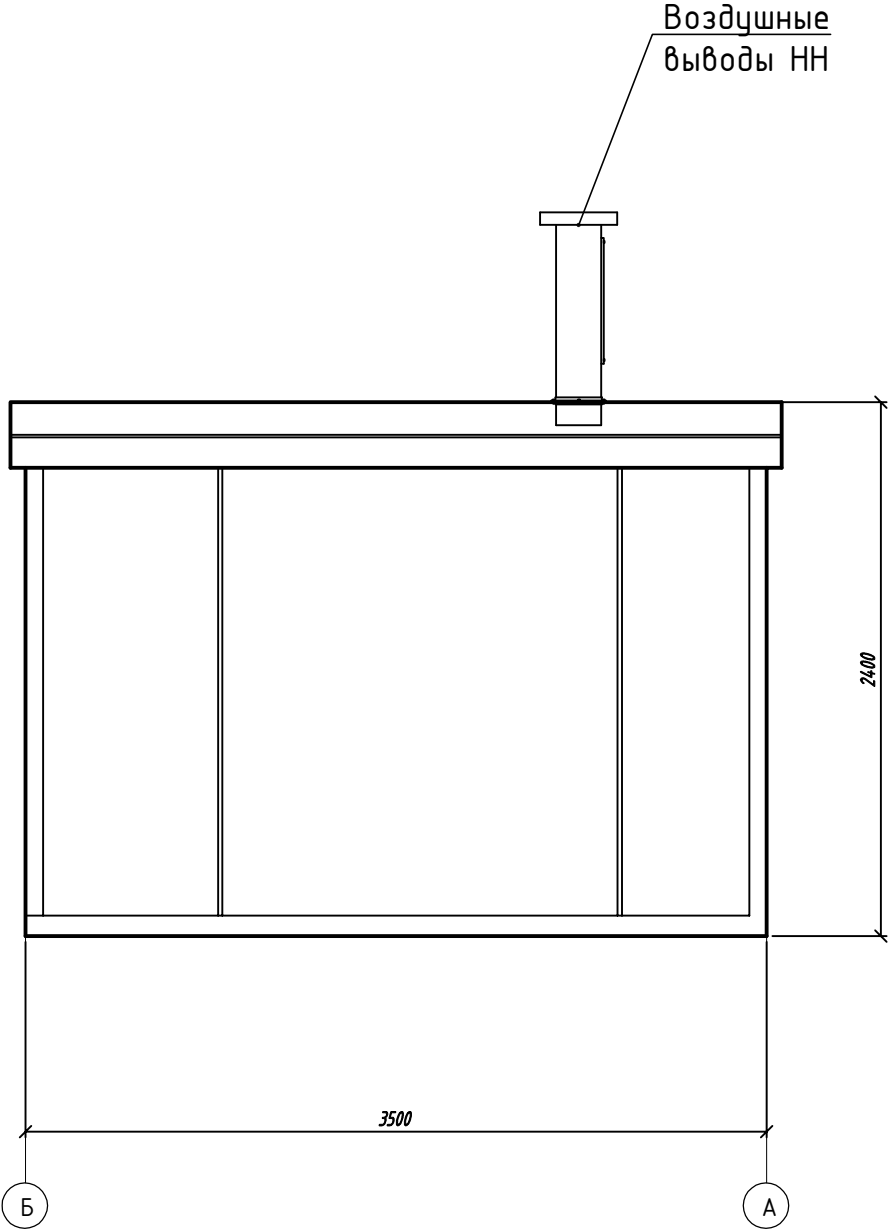
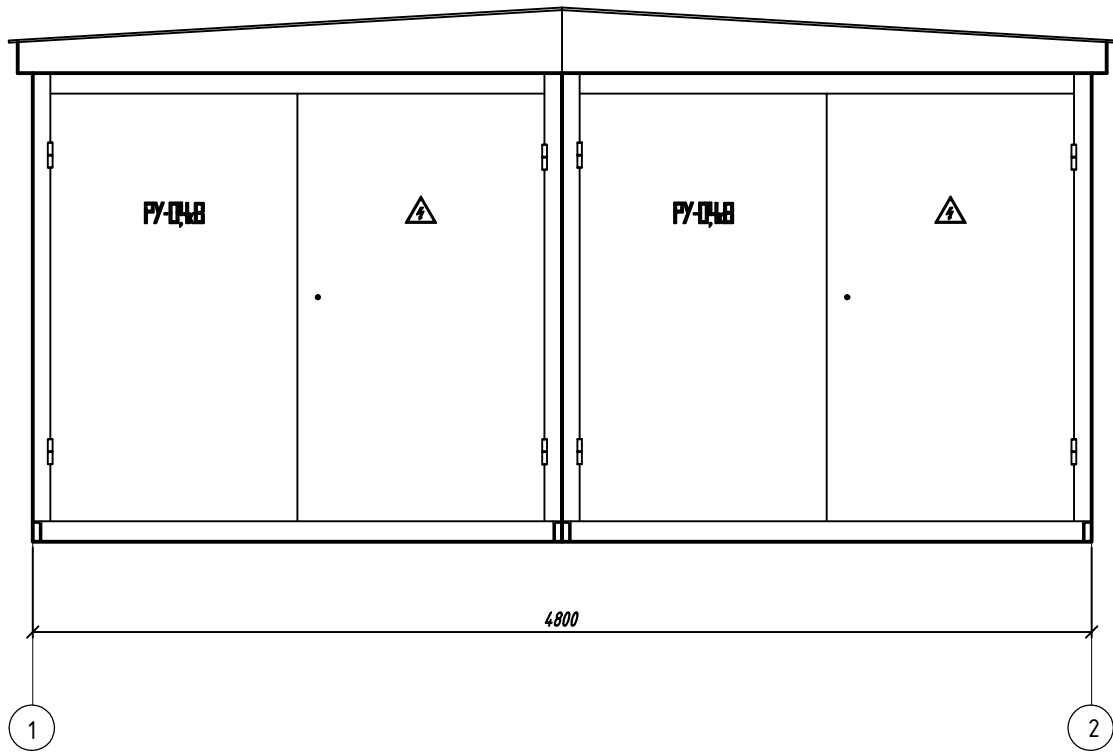


Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок	Подп.	Дата


144-2019-ЭС

Лист
5.2

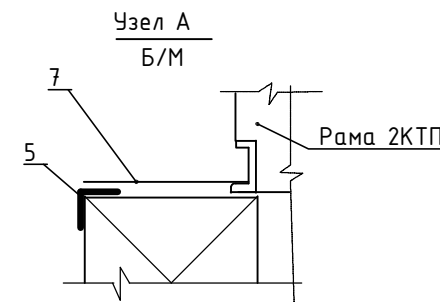
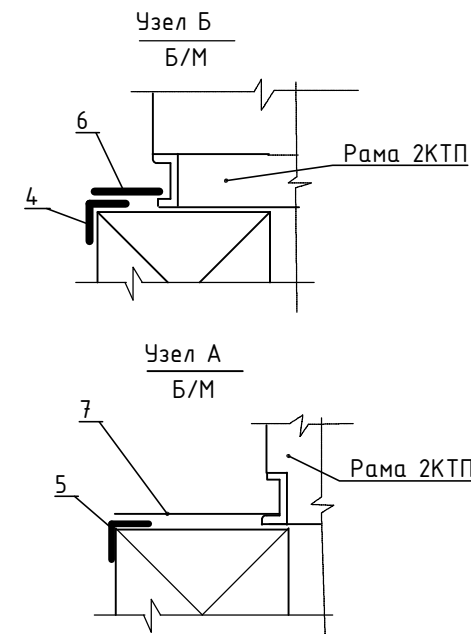
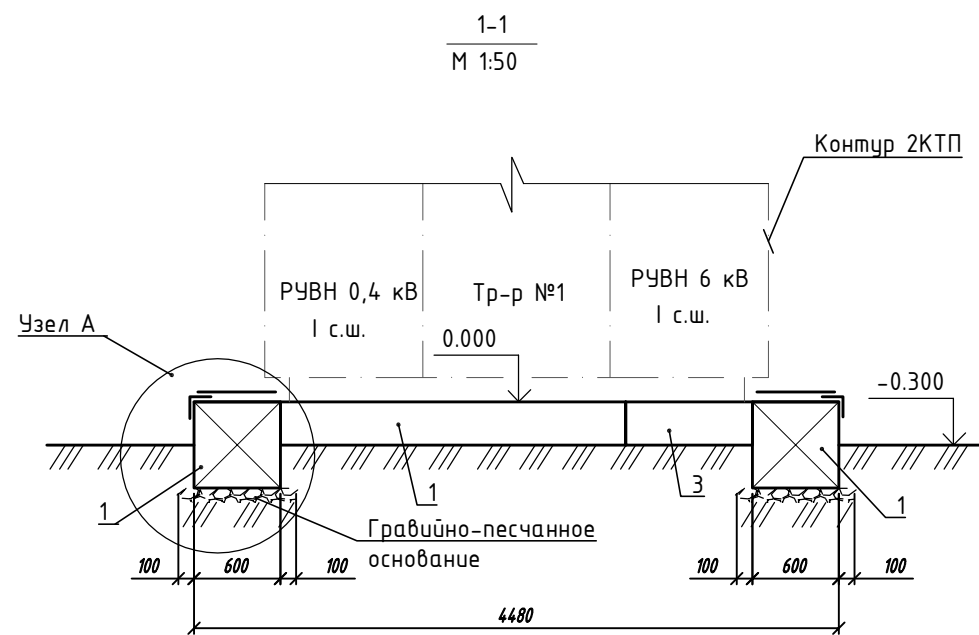
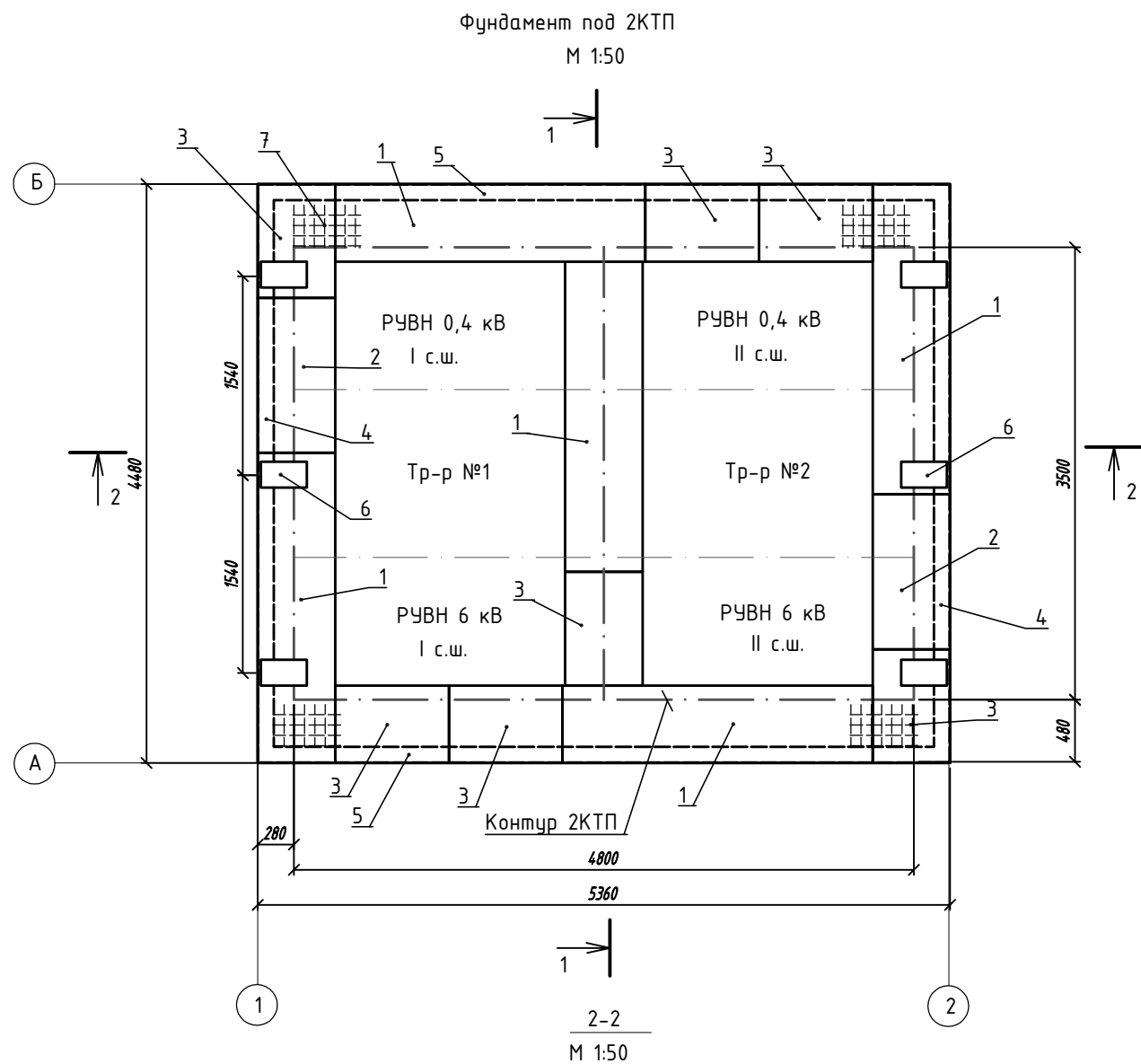
Габаритные параметры 2КТП
Б/М



Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам.инв. N

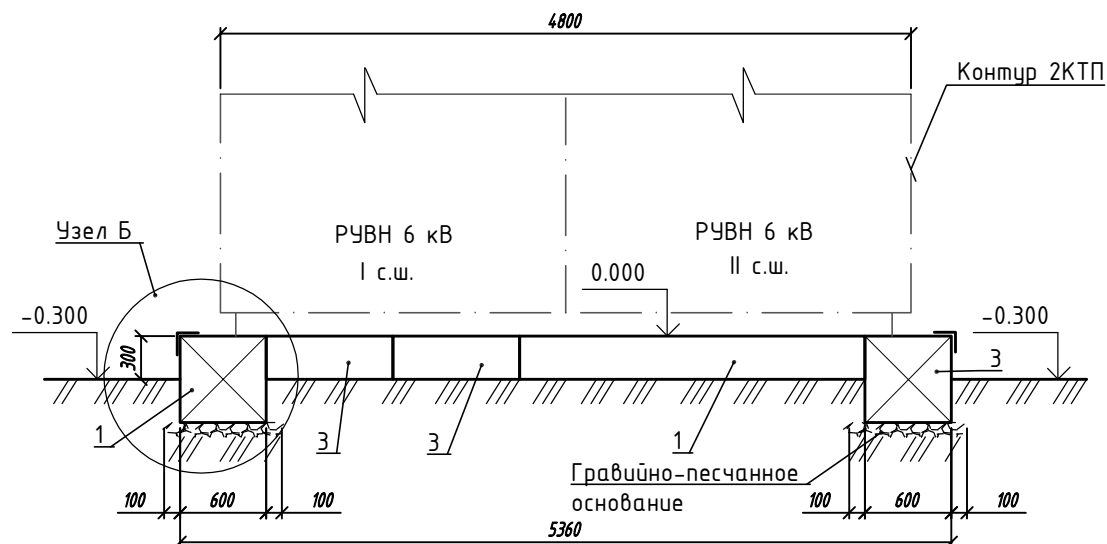
						144-2019-ЭС			
						Электроснабжение ЭПУ под среднетажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713			
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зайнутдинов		ЗН	02.21		Р	6	
Проверил		Ларионов		ЛН	02.21				
						Габаритные параметры 2КТП			
Н.контр		Супко		В.Супко	02.21				
Утвердил		Ларионов		ЛН	02.21				





Спецификация

№ п/п	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание Масса, кг
1	ГОСТ 13579-78	Блок бетонный ФБС 24.6.6-Т	5	1960	9800
2	ГОСТ 13579-78	Блок бетонный ФБС 12.6.6-Т	2	960	1920
3	ГОСТ 13579-78	Блок бетонный ФБС 9.6.6-Т	7	700	4900
4	ГОСТ 8509-86	Сталь угловая 125х125х9мм, L=4500мм	2	77,85	155,7
5	ГОСТ 8509-86	Сталь угловая 125х125х9мм, L=5360мм	2	51,9	103,8
6	ГОСТ 19903-74	Сталь листовая, толщ. 6мм, 200х355мм	6	2,6	15,6
		Бетон М150	0,4 м³		
7		Площадка обслуживания			
	ГОСТ 8568-77	Сталь рифленая толщ. 5мм, L=400х5000	2	77,76	155,52
8		Гравийно-песчанная смесь	2м³		



- Фундамент под КТП выполнен из фундаментных блоков.
- Все наружные поверхности, соприкасающиеся с грунтом, обмазать горячим битумом 2 раза.
- Все стальные конструкции и элементы окрасить эмалью ПФ-133(ГОСТ 926-82) в два слоя по грунтовке ГФ-021(ГОСТ 25129-82). Качество покрытия должно соответствовать VII классу по ГОСТ 9.032-74.
- Для 2КТП за отметку земли принята подготовленная площадка из насыпного грунта размером 24,1 м².
- Антисейсмическими мероприятиями предусматривается:
 - закрепление трансформатора (см. лист 8);
 - антисейсмический закрепляющий пояс по периметру фундамента подстанции (поз. 4,5);
 - закрепление КТП (поз 6).

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам.инв. N
--------------	----------------	-------------

Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	144-2019-ЭС		
Разраб.	Зайнутдинов	30	02.21			Электроснабжение ЭПУ под среднетажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713		
Проверил	Ларионов	30	02.21					
2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ						Стадия	Лист	Листов
						Р	7	
Фундамент для установки 2КТП								
Н.контр	Сипко	30	02.21					
Утвердил	Ларионов	30	02.21					

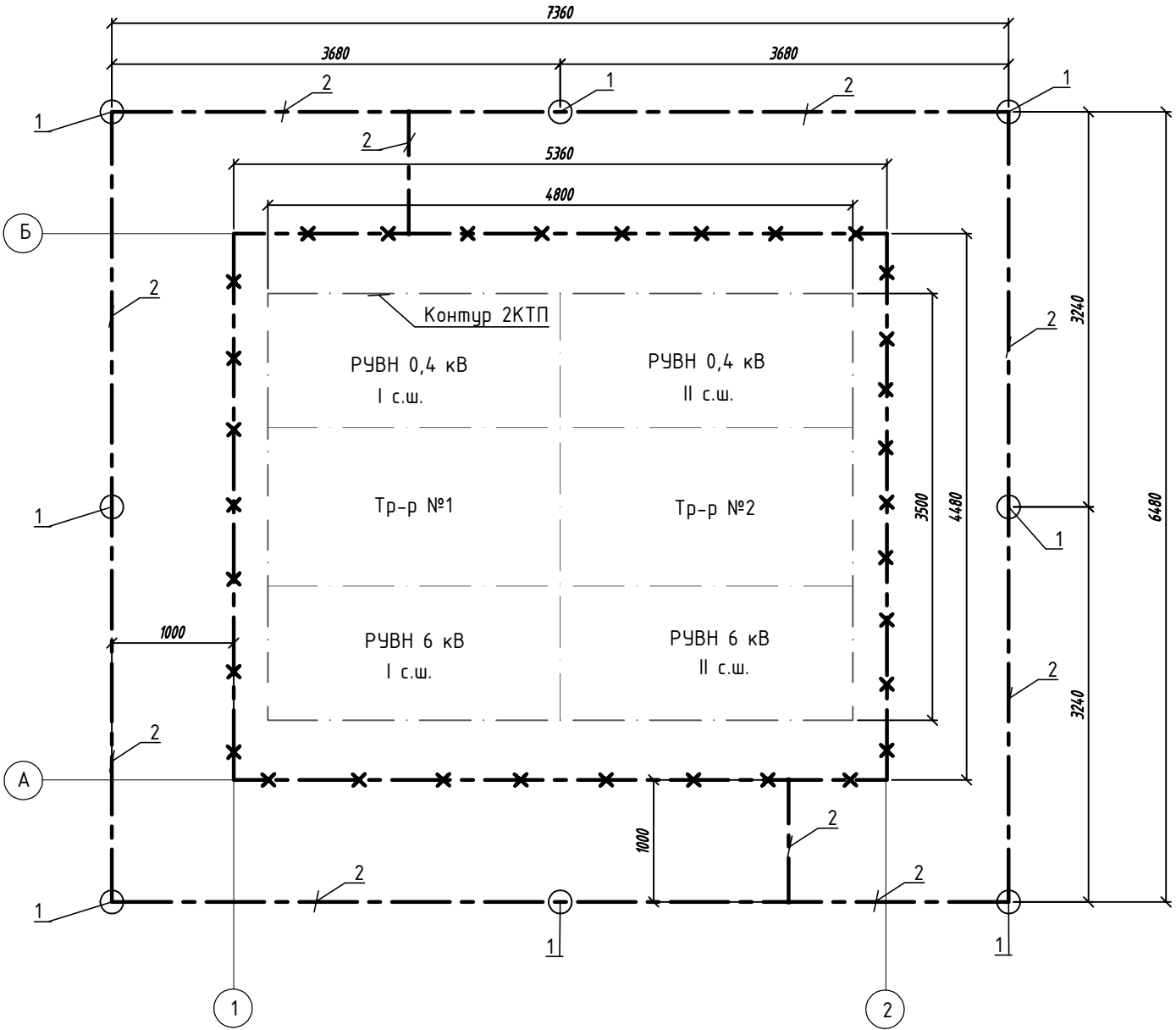
Спецификация

№ п/п	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание Масса, кг
1	ГОСТ 2590-88	Сталь круглая диам. 18 мм, 8х3м	24м	2,01	на глубине 0,5м
2	ГОСТ 103-88	Сталь полосовая 40х5 мм	33м	1,26	
3		Перемычка гибкая ПГС 25-280У2,5	2		

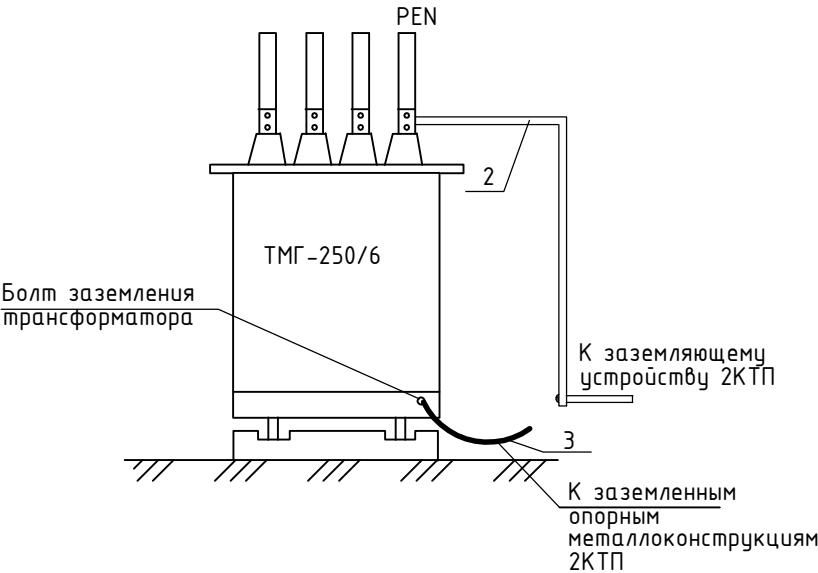
Условные обозначения






Заземляющее устройство	
а) вертикальный заземлитель	а
б) горизонтальный заземлитель	б
Металлические конструкции, используемые в качестве магистралей заземления	х-х-х-х

1. Для защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении все открытые проводящие части электроустановок, нормально не находящиеся под напряжением, но могущие оказаться при повреждении изоляции, должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания (трансформатора 10/0,4 кВ).
2. Для проектируемой подстанции в соответствии с ПУЭ изд.7-е,п.1.7.98 предусматривается одно общее заземляющее устройство для напряжений 10 и 0,4 кВ, к которому присоединяются:
- нейтраль трансформатора на стороне 0,4 кВ;
 - корпус трансформатора;
 - все открытые проводящие части, нормально не находящиеся под напряжением.
3. В качестве магистралей заземления используются все опорные металлоконструкции. Заземление шкафов РУ 10 кВ и РУ 0,4 кВ выполняется приваркой их к опорным металлоконструкциям.
4. Устройство заземления выполняется из 8-ми вертикальных заземлителей круглой сталью диаметром 18 мм длиной 3 м, соединенных между собой горизонтальным заземлителем из полосовой стали 40х5 мм, проложенным на глубине 0,5 м от поверхности земли.
5. Сопротивление заземляющего устройства 2КТП должно быть не более 4-х Ом в любое время года. Удельное сопротивление грунта в районе строительства не превышает 100 Ом·м. По окончании монтажа замерить сопротивление заземляющего устройства, при необходимости забить дополнительные электроды.
6. В соответствии с ПУЭ п. 4.2.134 выполняется защита 2КТП от прямых ударов молнии путем заземления металлических конструкций 2КТП.
7. Для защиты обмоток силового трансформатора и оборудования 10 и 0,4 кВ от атмосферных перенапряжений, приходящих с воздушных линий, заводом-изготовителем устанавливаются комплекты ограничителей перенапряжений на вводах 10 кВ и на выводах 0,4 кВ силового трансформатора (в соответствии с ПУЭ п. 4.2.135).



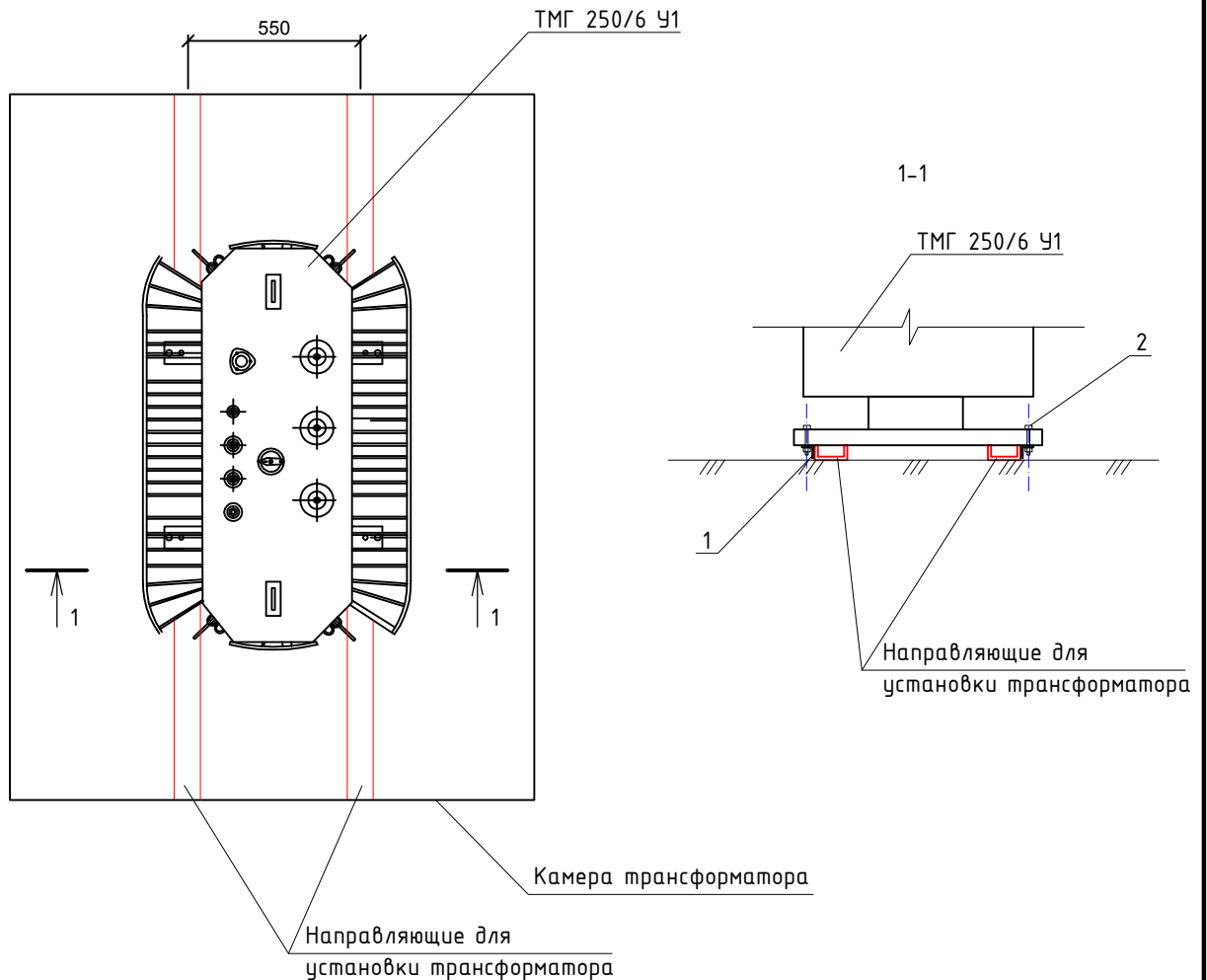
Заземление нейтрали и корпуса трансформатора Б/М




						144-2019-ЭС			
						Электроснабжение ЭПУ под среднетажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713			
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зайнутдинов			02.21		Р	8	
Проверил		Ларионов			02.21				
Н.контр		Сипко			02.21	Заземление. Молниезащита	 АТЛАН инвестиционно-строительная компания		
Утвердил		Ларионов			02.21				

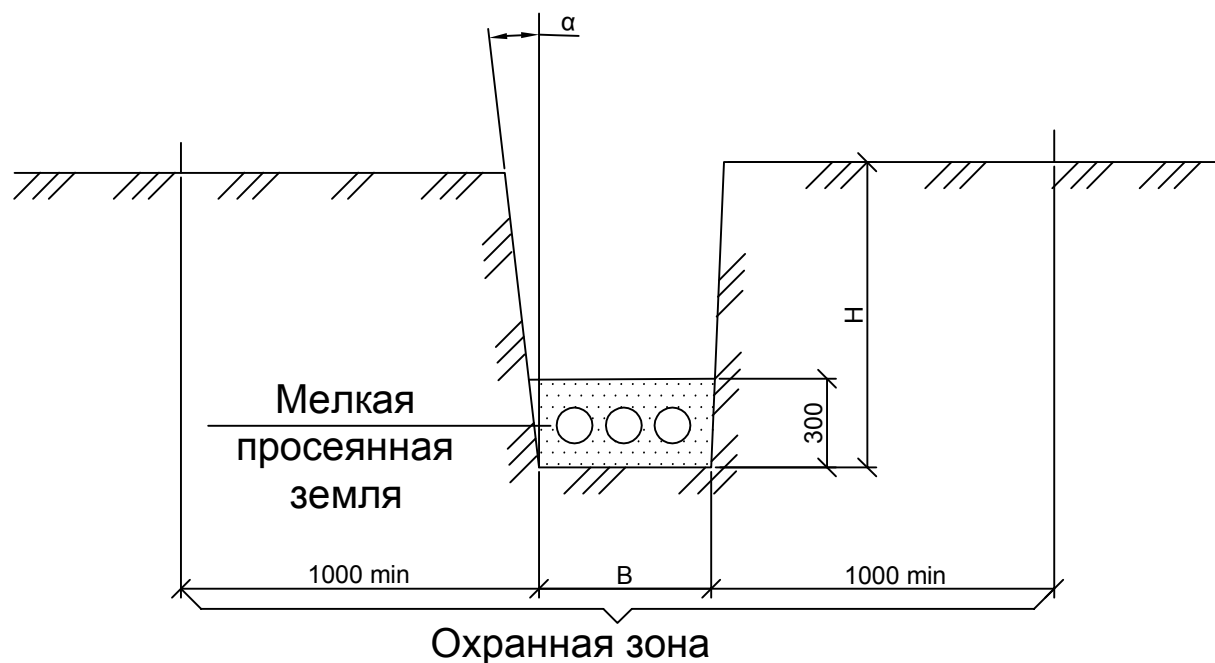
Спецификация					
№ п/п	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
1	ГОСТ 8509-93	Уголок 50х50х5 мм, L=80 мм	4	0,3	
2	ГОСТ 7798-70, ГОСТ 5915-70, ГОСТ 11371-70	Болт М16 х 80 мм, с гайкой и двумя шайбами, оцинков.	4		

Б/М



1. Антисейсмическими мероприятиями предусматривается закрепление трансформатора.
2. Уголки 50х50х5 мм закрепить сваркой к направляющим в четырех местах под опорами трансформатора. С трансформатора снять транспортные колеса, закрепить трансформатор болтами к уголкам.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	144-2019-ЭС		
								Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713		
								2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ	Стадия	Лист
									Р	9
Инв. N подл.	Подпись и дата	Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	Закрепление трансформатора		
										

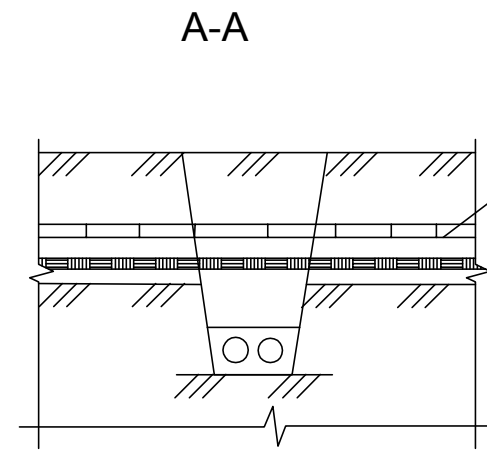
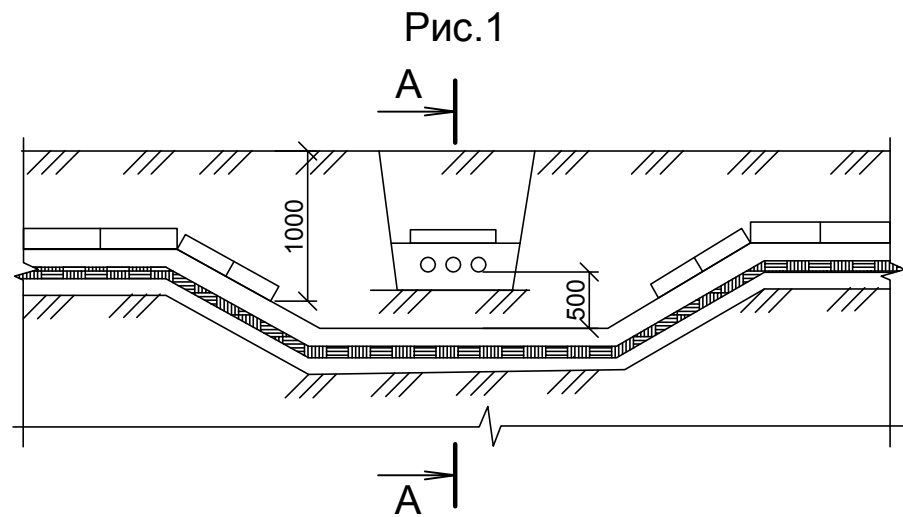


1. Глубина траншеи задана от поверхности земли окончательно спланированной территории.
2. Объемы земляных работ приведены для траншей с отвесными стенками. При выполнении траншей с углами естественного откоса (α) следует принимать соответствующие поправки.
3. Охранная зона выделяется для кабельных линий напряжением 1 кВ и выше, в пределах которой запрещается сбрасывать большие тяжести, выливать кислоты и щелочи, устраивать разлтные свалки (В том числе свалки шлака и снега). В пределах охранной зоны укладка других коммуникаций без согласования с организацией, эксплуатирующей кабельную линию, не допускается.

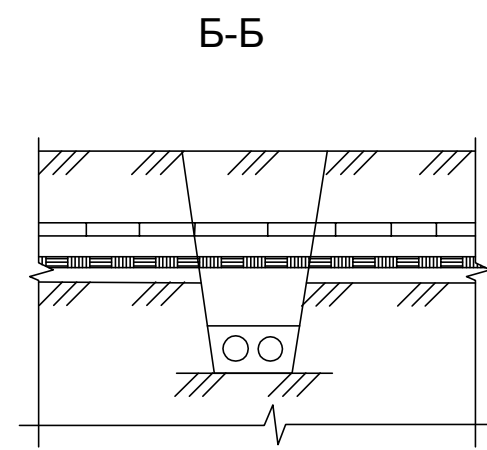
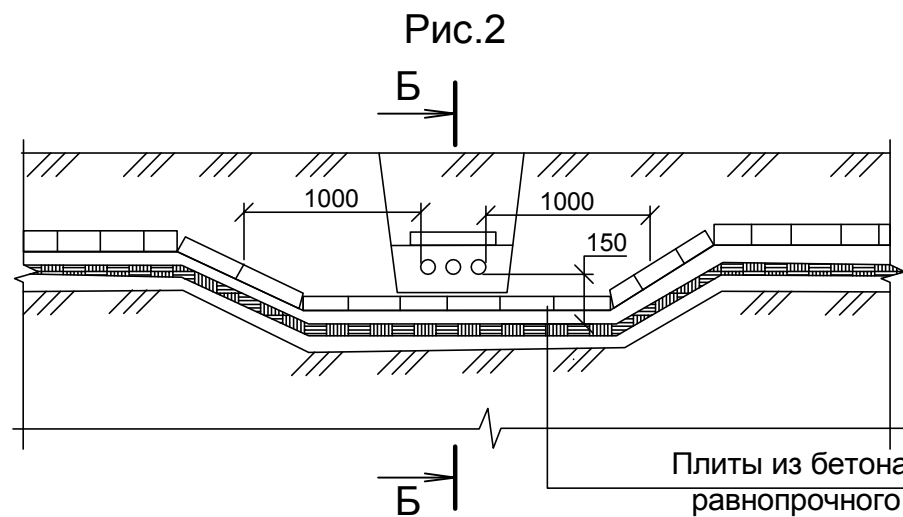
Тип траншеи	В, мм	Н, мм	Объем земляных работ на 100м траншеи		Объем мелкой просеянной земли или песка на 100м траншеи, м ²	Глубина прокладки кабелей
			рытье траншей	Обратная засыпка		
T-1	200	900	18,0	12,0	6,0	700
T-2	300		27,0	18,0	9,0	
T-3	400		36,0	24,0	12,0	
T-4	500		45,0	30,0	15,0	
T-5	600		54,0	35,0	18,0	
T-6	700		63,0	42,0	21,0	
T-7	800		72,0	48,0	24,0	
T-8	900		81,0	54,0	27,0	
T-9	1000		90,0	60,0	30,0	
T-10	300	1250	37,5	28,5	9,0	900
T-11	500		62,5	47,5	15,0	
T-12	600		75,0	57,0	18,0	
T-13	800		100,0	76,6	24,0	
T-14	900		112,0	85,0	27,0	
T-15	1000		125,0	95,0	30,0	

Привязан л.19 144-2019-ЭС			
Разраб.	Зайнутдинов		02.21

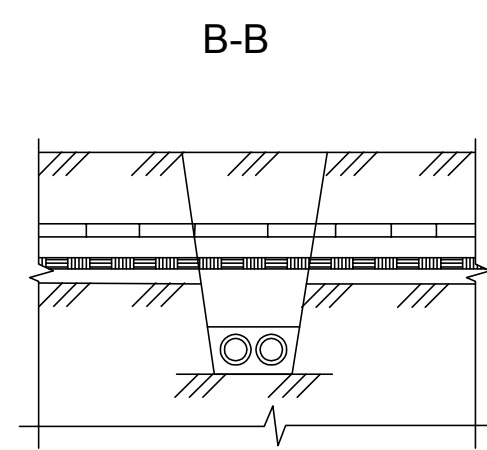
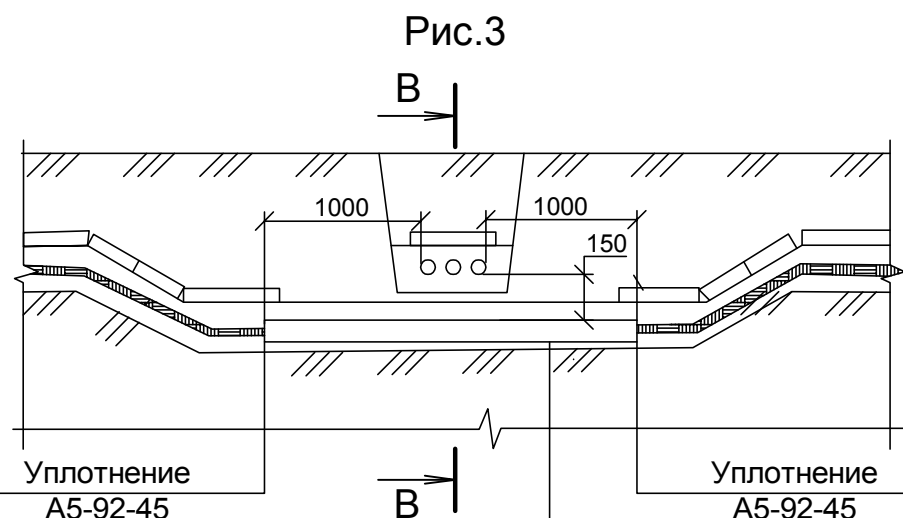
Разраб.	Аллакозов			A5-92-13			
Провер.	Аллакозов						
Нач.отд.	Ивкин						
				Таблица кабельных траншей и объемы земляных работ	Статус	Лист	Листов
					Р		1
					ВНИПИ Тяжпромэлектропроект имени Ф.Б.Якубовского Москва		



Кирпичи или плиты покрытия трассы



Плиты из бетона или другого равнопрочного материала



Уплотнение
А5-92-45

Уплотнение
А5-92-45

Трубы асбестоцементные

Обозначение	Рис.	Вид обозначения
А5-92-29	1	Разделение кабелей слоем земли
-01	2	Разделение кабелей плитами
-02	3	Защита нижней трассы кабелей

1. На чертеже указаны минимальные размеры.
2. Кабели связи должны быть расположены выше силовых кабелей.
3. Материал, количество и диаметр труб указываются в конкретном проекте.

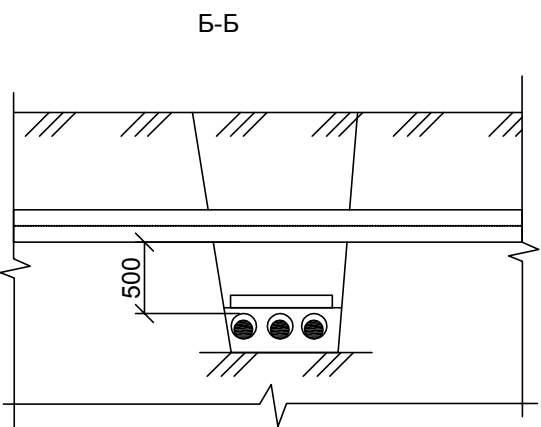
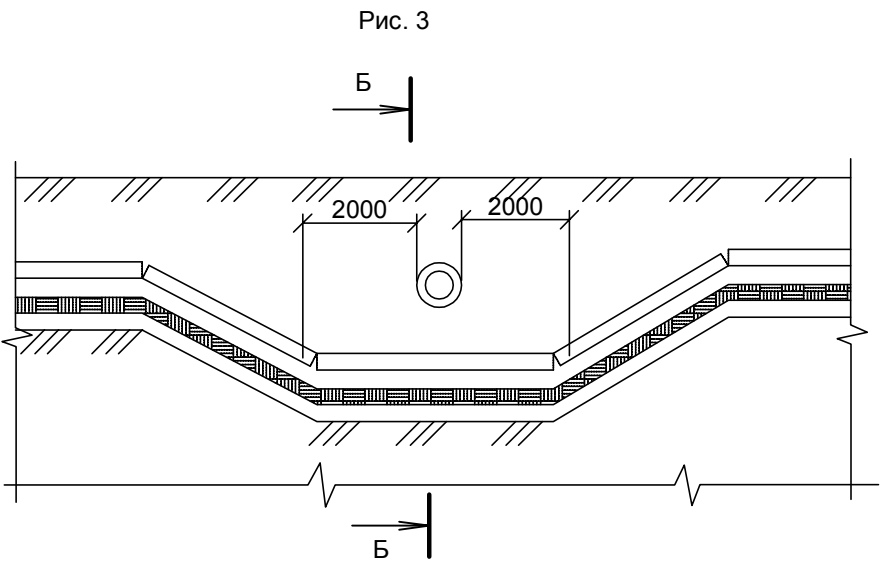
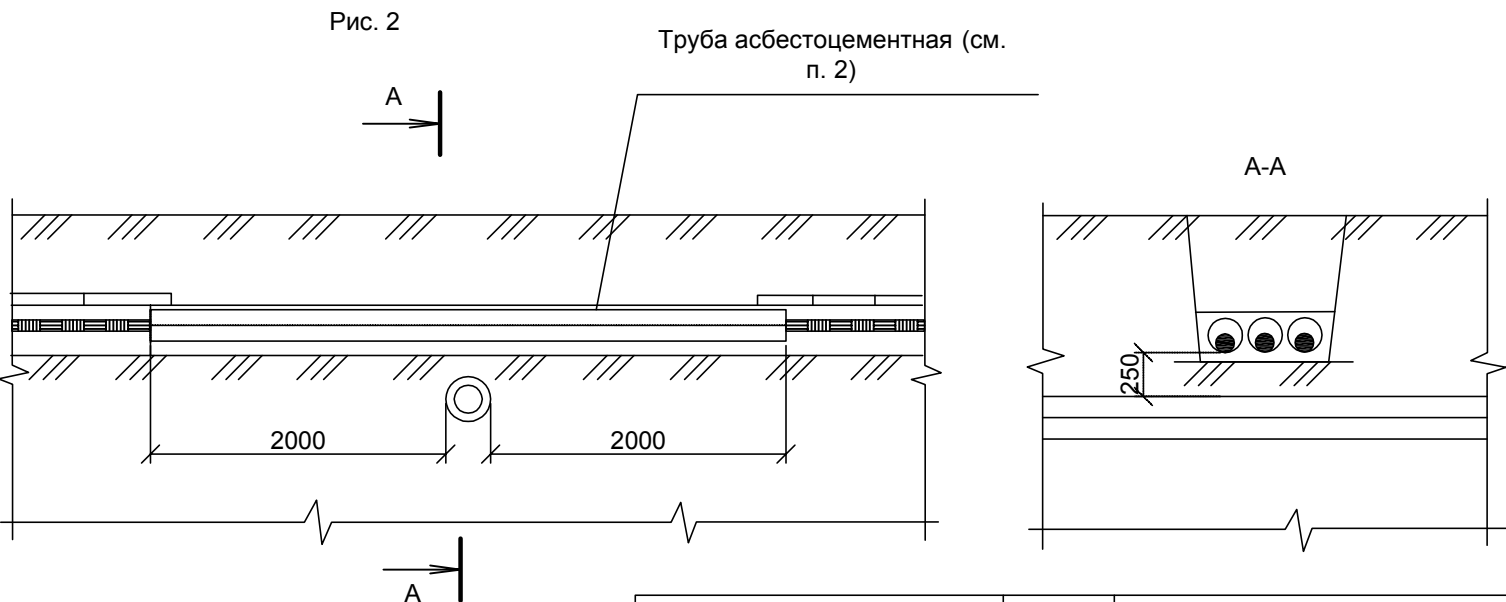
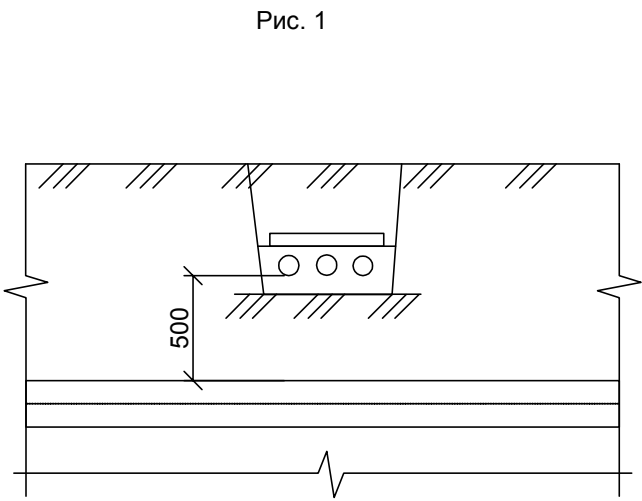
Привязан л.20		144-2019-ЭС	
Разраб.	Зайнутдинов		02.21

Разраб.	Аллакозов		
Провер.	Аллакозов		
Нач.отд.	Ивкин		

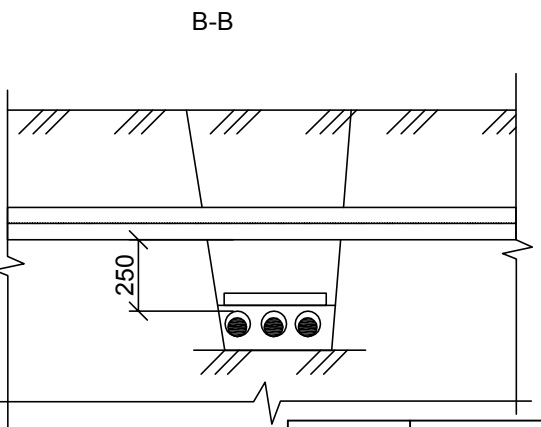
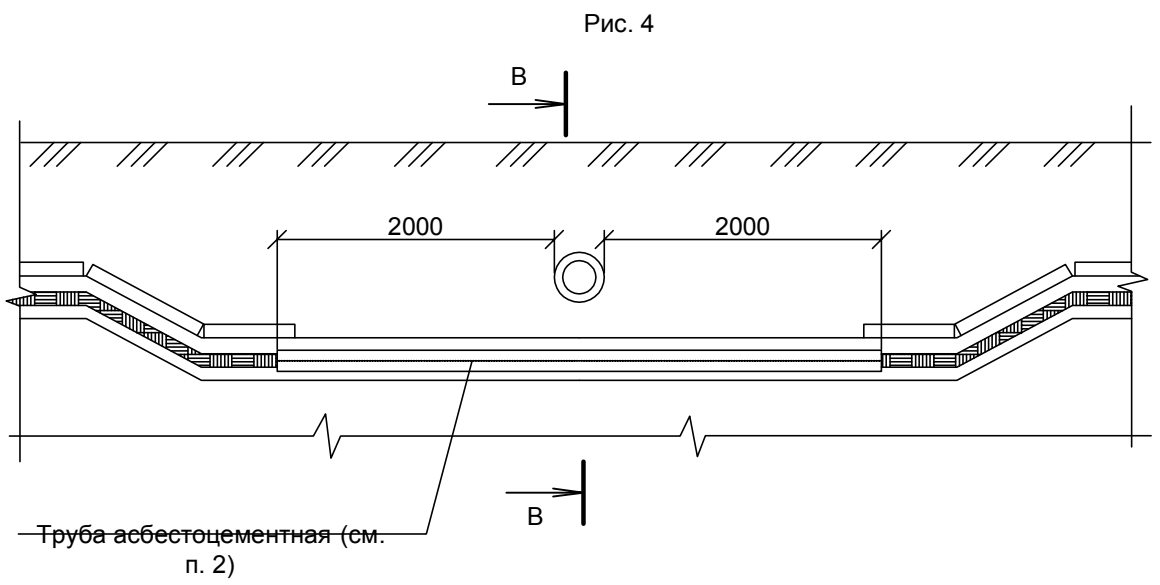
А5-92-29

Пересечение двух кабельных
линий в земле

Статус	Лист	Листов
Р		1
ВНИПИ Тяжпромэлектропроект имени Ф.Б.Якубовского Москва		



Обозначение	Рис.	Тип прокладки
A5-92-32	1	Над трубопроводом в нормальных условиях
-01	2	Над трубопроводом в стесненных условиях
-02	3	Под трубопроводом в нормальных условиях
-03	4	Под трубопроводом в стесненных условиях



- 1. На чертеже указаны минимальные размеры .
- 2. Кабели в концах труб уплотнить по чертежу А5-92-45.
- 3. Материал, количество и диаметр труб указывается в конкретном проекте .

Привязан л.21		144-2019-ЭС	
Разраб.	Зайнутдинов		02.21

Разраб.	Аллакозов			A5-92-32			
Провер.	Аллакозов						
Нач.отд.	Ивкин						
				Пересечение Кабельной линии с трубопроводом			
				Статус		Лист	Листов
				Р		ВНИПИ	1
				Тяжпромэлектропроект имени Ф.Б.Якубовского Москва			

Рис. 1

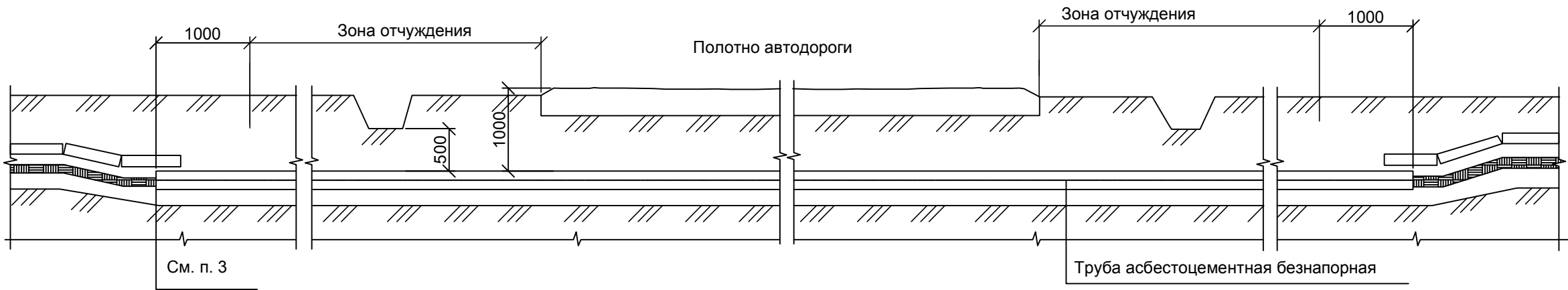


Рис. 2

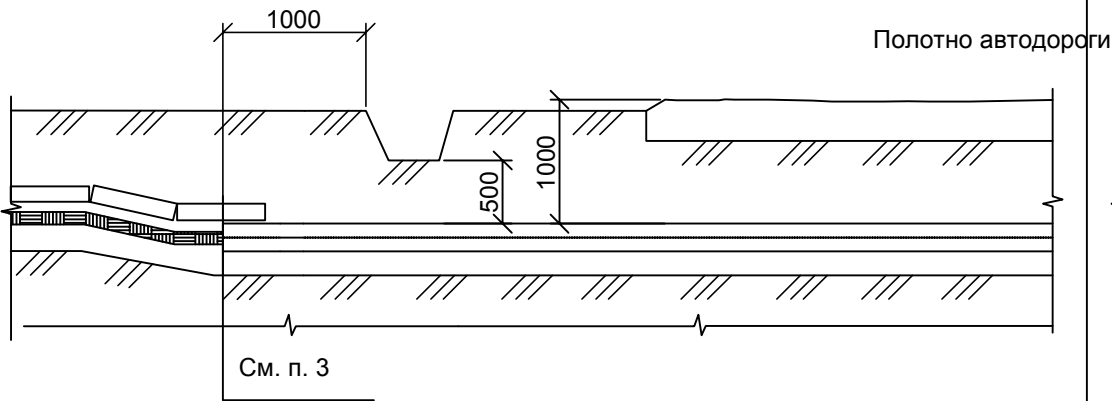
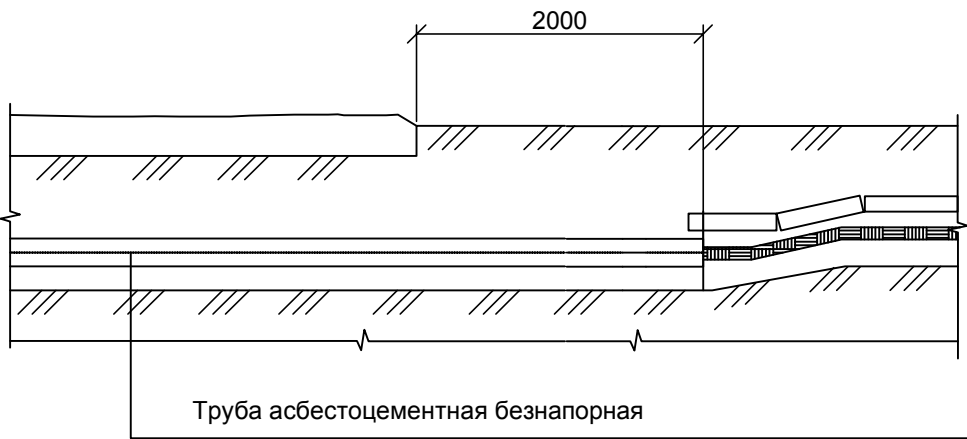


Рис. 3

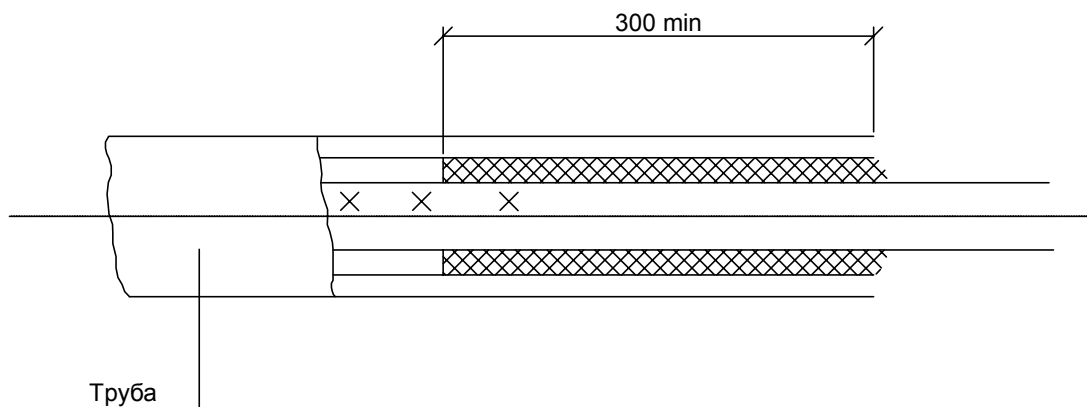


1. На чертеже укааны минимальные размеры .
2. Количество, длина и диаметр труб указываются в конкретном проекте .
3. Кабели в трубах уплотнить с двух сторон по черт . А5-92-45.

Обозначение	Рис.	Характер пересечения
А5-92-39	1	При наличии зоны отчуждения
-01	2	При отсутствии зоны отчуждения , при наличия водоотводной канавы
-02	3	При отсутствии зоны отчуждения , при отсутствии водоотводной канавы

Привязан л.22 144-2019-ЭС			
Разраб.	Зайнутдинов		02.21

Разраб.	Аллакозов			А5-92-39			
Провер.	Аллакозов						
Нач.отд.	Ивкин						
				Прокладка кабельной линии открытым способом при пересечении с автодорогой	Статус	Лист	Листов
					Р		1
					ВНИПИ Тяжпромэлектропроект имени Ф.Б.Якубовского Москва		



Уплотнение трубы выполнить из джутовых переплетенных шнуров покрытых водонепроницаемой (мятой) глиной.

Привязан л.23 144-2019-ЭС			
Разраб.	Зайнутдинов		02.21

Разраб.	Аллакозов			
Провер.	Аллакозов			
Нач.отд.	Ивкин			
				Уплотнение кабеля в трубе

Рис. 1

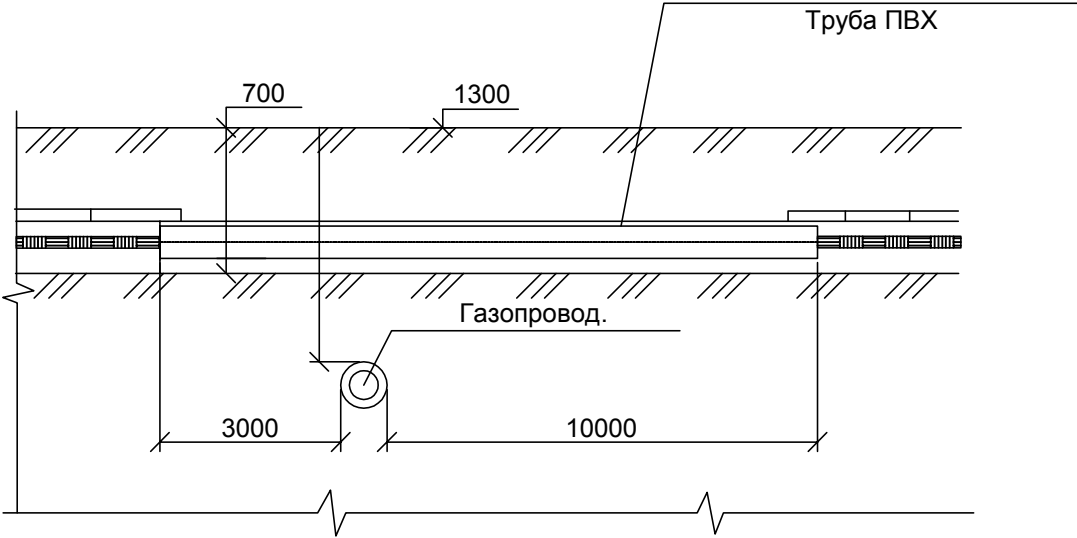


Рис. 3

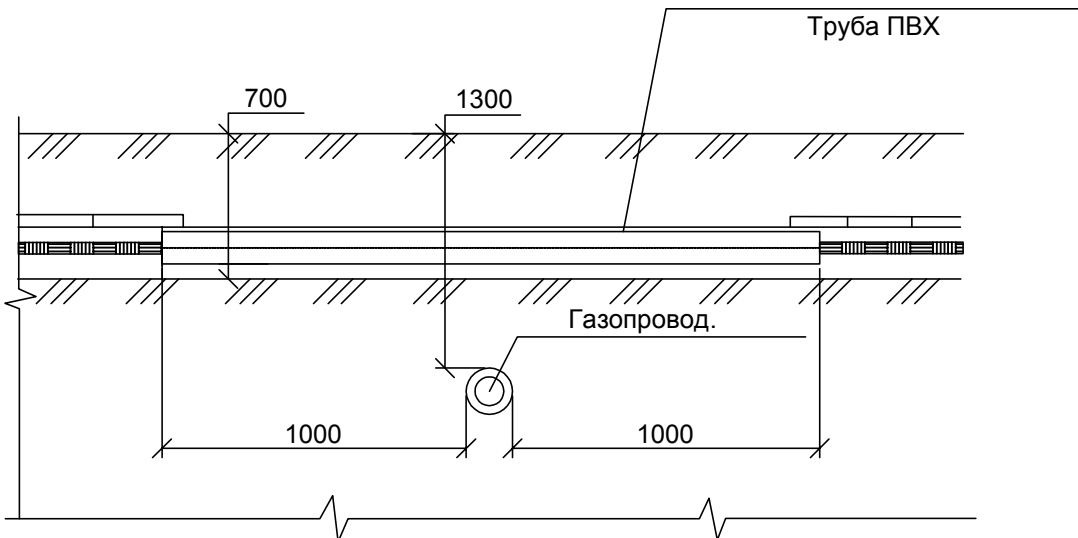
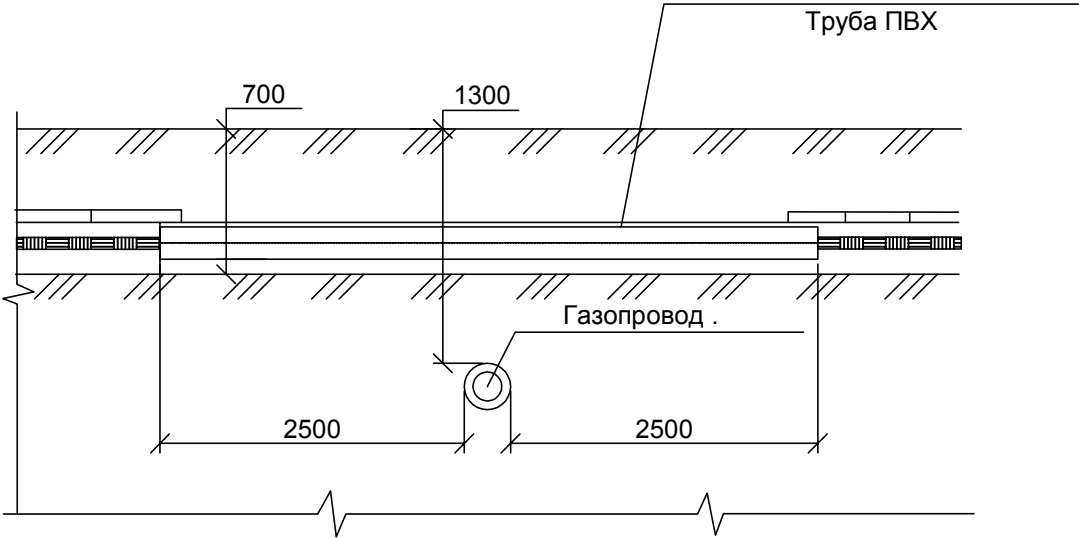

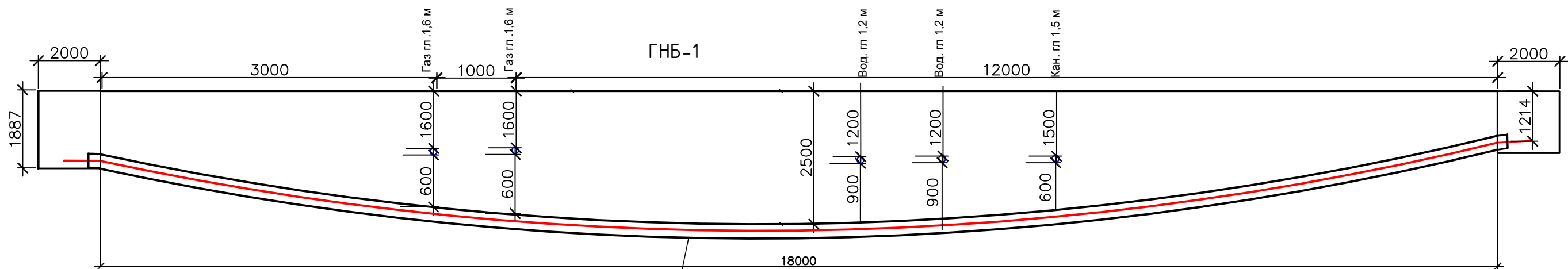


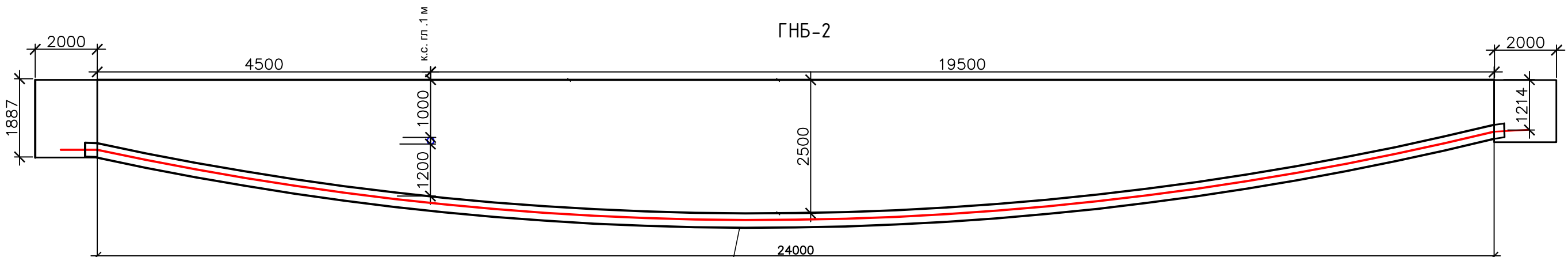
Рис. 2



						144-2019-ЭС			
						Электроснабжение ЭПУ под среднетажную застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ № 4-39-19-1713			
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата	2КТП, КЛ - 6 кВ	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Зайнутдинов						Р	10	
Проверил	Супко								
Н.контр	Ларионов					Пересечение газопроводов открытым способом			
Утвердил	Ларионов								




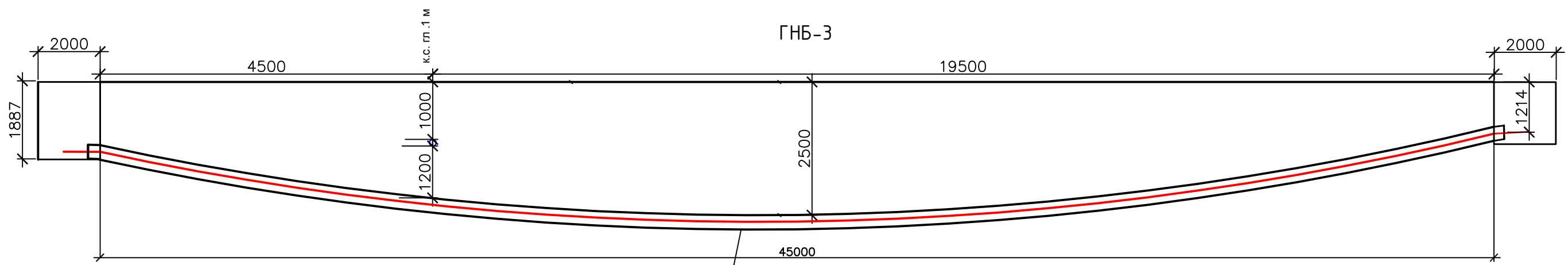
Труба п/э Ø160мм, L=18м,
2шт. Глубина 2,5м



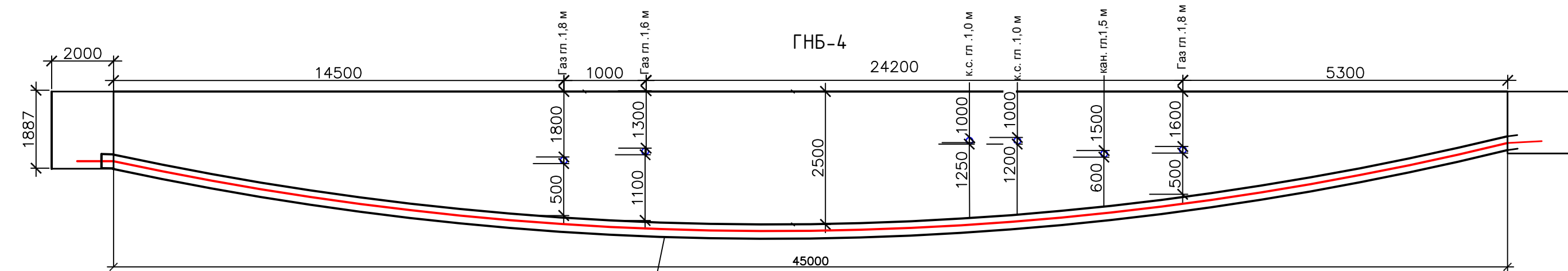
Труба п/э Ø160мм, L=28м,
2шт. Глубина 2,5м

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам.инв. N

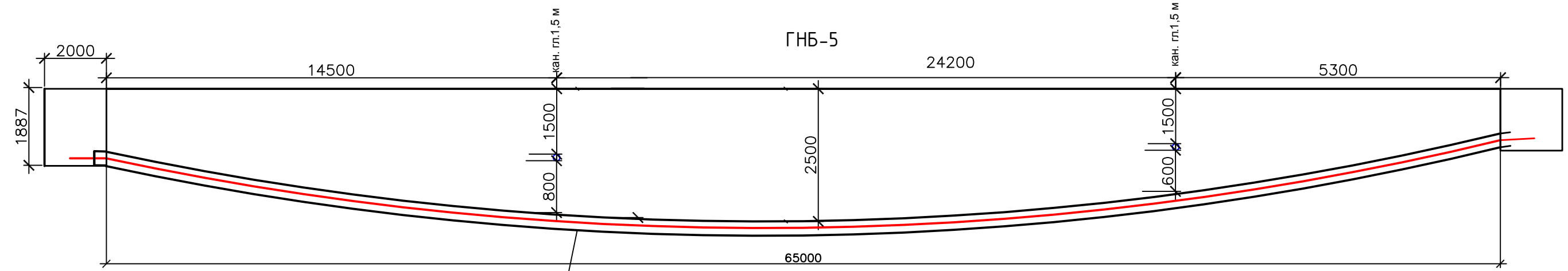
						114-2019-ЭС			
						Электроснабжение ЭПУ для административного здания со встроенной подземной парковкой (ЗРРЭС). К договору на технологическое присоединение №5-38-19-0087			
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	2КТП, КЛ - 6 кВ	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зайнутдинов		ЗН			Р	11.1	
Проверил		Сипко		Васильев					
Н.контр		Ларионов		Лар		Пересечение газопроводов методом ГНБ			
Утвердил		Ларионов		Лар					



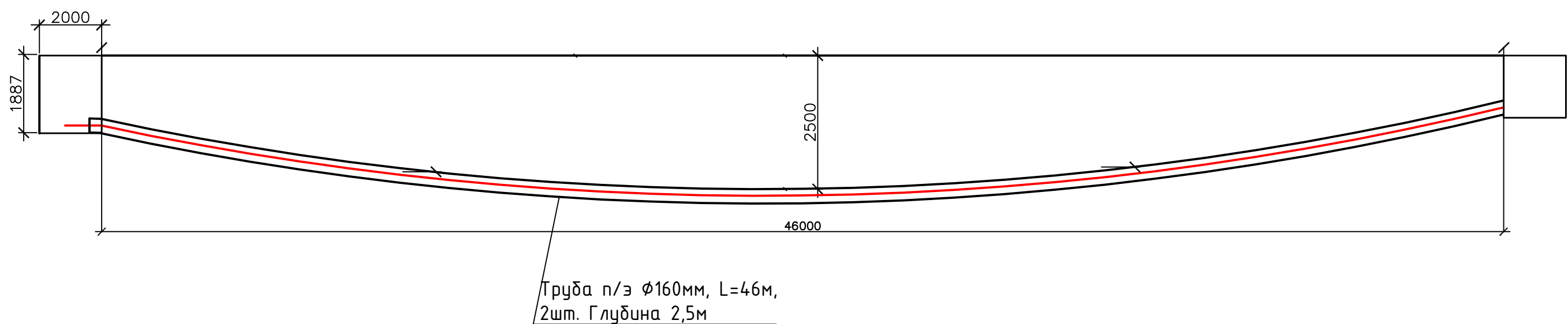
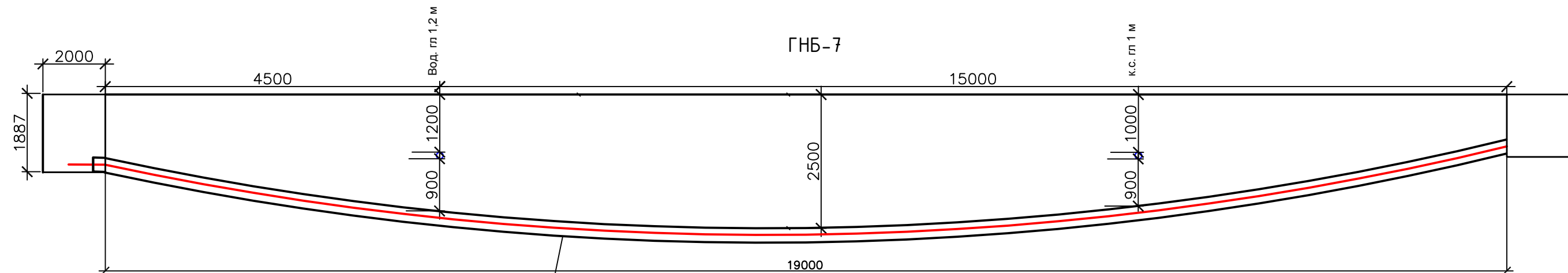
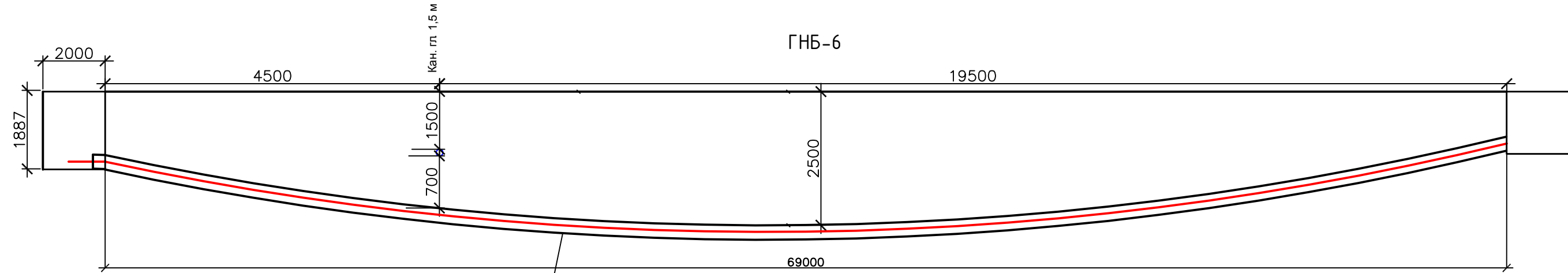
ГНБ-3
Труба п/э $\phi 160$ мм, L=45м,
2шт. Глубина 2,5м

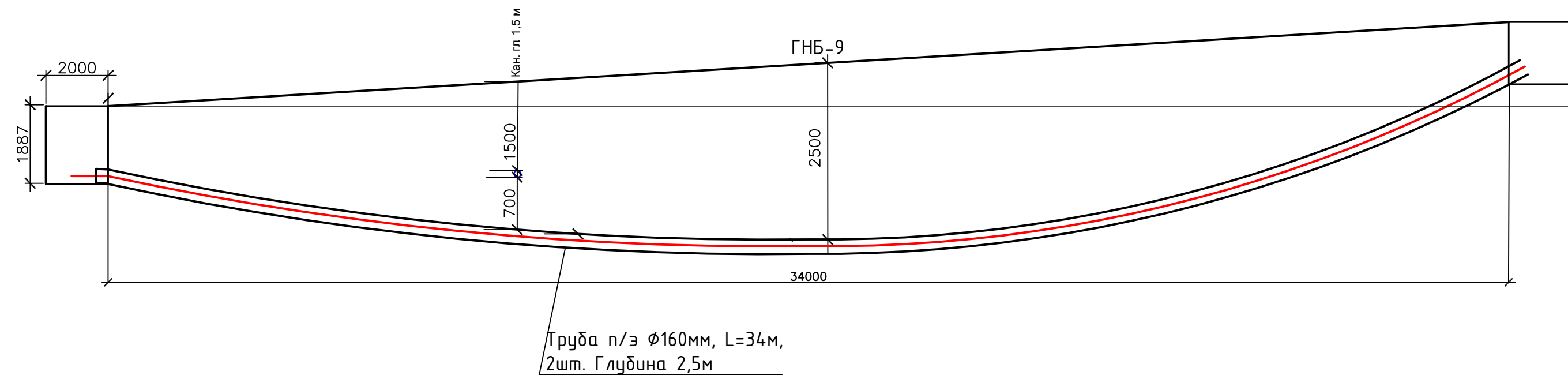
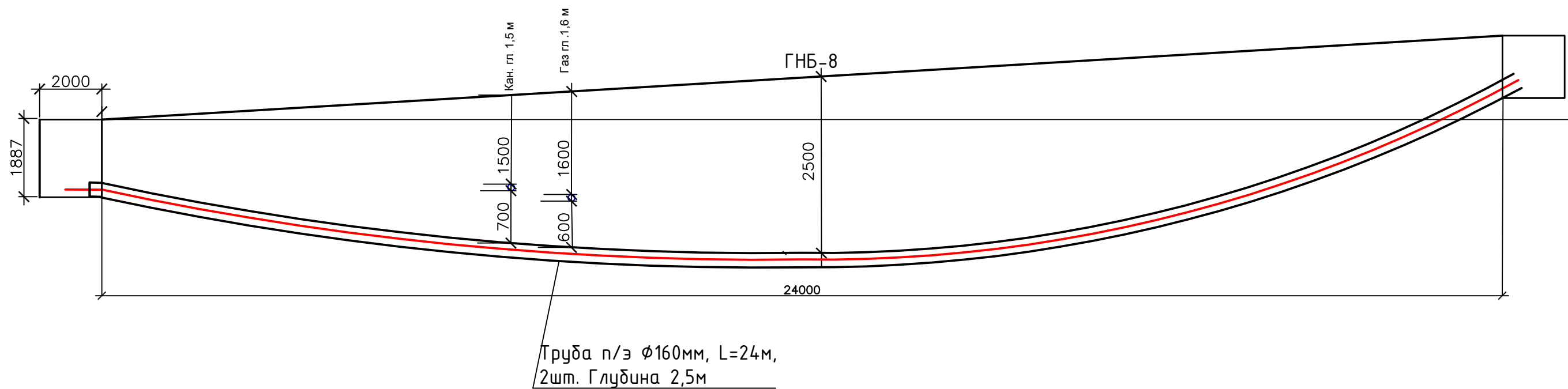


ГНБ-4
Труба п/э $\phi 160$ мм, L=45м,
2шт. Глубина 2,5м



ГНБ-5
Труба п/э $\phi 160$ мм, L=65м,
2шт. Глубина 2,5м





Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата

144-2019-ЭС.С

Лист
11.4

Компенсация реактивной мощности

Расчет УКРМ

Согласно п.7.3.2 СП 256.1325800.2016

"СВОД ПРАВИЛ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОНТАЖА"

Компенсация реактивной нагрузки, как правило не требуется, если в нормальном режиме работы расчетная мощность компенсирующего устройства на каждом рабочем вводе не превышает 50 кВар. Это соответствует суммарной расчетной нагрузке указанных потребителей 500 кВт. Реактивная мощность конденсаторной установки, требуемой для получения нормируемого коэффициента мощности, определяется:

Мощность конденсаторной установки определяется как:

$$Q_c = P \times k,$$

где k – коэффициент, получаемый из таблицы 1 в соответствии со значениями коэффициентов мощности $\cos(\phi_1)$ и $\cos(\phi_2)$.

$\cos(\phi_1)$ – коэффициент мощности по расчету

$\cos(\phi_2)$ – коэффициент мощности нормируемый

Мощность конденсаторной установки:

$P = 75$ кВт – мощность устройств имеющих низкий $\cos\Phi$,

$\cos(\phi_1) = 0,73$

$\cos(\phi_2) = 0,94$

$$Q_c = P \times k = 75 \times 0,58 = 43,5 \text{ кВар}$$

Вывод:

В виду величины реактивной мощности превышающей норму, не требуется конденсаторная установка.

Текущий (действующий)		Требуемый (достигаемый) cos (φ)									
tan (φ)	cos (φ)	0.80	0.82	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00
		Коэффициент К									
3.18	0.30	2.43	2.48	2.56	2.64	2.70	2.75	2.82	2.89	2.98	3.18
2.96	0.32	2.21	2.26	2.34	2.42	2.48	2.53	2.60	2.67	2.76	2.96
2.77	0.34	2.02	2.07	2.15	2.23	2.28	2.34	2.41	2.48	2.56	2.77
2.59	0.36	1.84	1.89	1.97	2.05	2.10	2.17	2.23	2.30	2.39	2.59
2.43	0.38	1.68	1.73	1.81	1.89	1.95	2.01	2.07	2.14	2.23	2.43
2.29	0.40	1.54	1.59	1.67	1.75	1.81	1.87	1.93	2.00	2.09	2.29
2.16	0.42	1.41	1.46	1.54	1.62	1.68	1.73	1.80	1.87	1.96	2.16
2.04	0.44	1.29	1.34	1.42	1.50	1.56	1.61	1.68	1.75	1.84	2.04
1.93	0.46	1.18	1.23	1.31	1.39	1.45	1.50	1.57	1.64	1.73	1.93
1.83	0.48	1.08	1.13	1.21	1.29	1.34	1.40	1.47	1.54	1.62	1.83
1.73	0.50	0.98	1.03	1.11	1.19	1.25	1.31	1.37	1.45	1.63	1.73
1.64	0.52	0.89	0.94	1.02	1.10	1.16	1.22	1.28	1.35	1.44	1.64
1.56	0.54	0.81	0.86	0.94	1.02	1.07	1.13	1.20	1.27	1.36	1.56
1.48	0.56	0.73	0.78	0.86	0.94	1.00	1.05	1.12	1.19	1.28	1.48
1.40	0.58	0.65	0.70	0.78	0.86	0.92	0.98	1.04	1.11	1.20	1.40
1.33	0.60	0.58	0.63	0.71	0.79	0.85	0.91	0.97	1.04	1.13	1.33
1.30	0.61	0.55	0.60	0.68	0.76	0.81	0.87	0.94	1.01	1.10	1.30
1.27	0.62	0.52	0.57	0.65	0.73	0.78	0.84	0.91	0.99	1.06	1.27
1.23	0.63	0.48	0.53	0.61	0.69	0.75	0.81	0.87	0.94	1.03	1.23
1.20	0.64	0.45	0.50	0.58	0.66	0.72	0.77	0.84	0.91	1.00	1.20
1.17	0.65	0.42	0.47	0.55	0.63	0.68	0.74	0.81	0.88	0.97	1.17
1.14	0.66	0.39	0.44	0.52	0.60	0.65	0.71	0.78	0.85	0.94	1.14
1.11	0.67	0.36	0.41	0.49	0.57	0.63	0.68	0.75	0.82	0.90	1.11
1.08	0.68	0.33	0.38	0.46	0.54	0.59	0.65	0.72	0.79	0.88	1.08
1.05	0.69	0.30	0.35	0.43	0.51	0.56	0.62	0.69	0.76	0.85	1.05
1.02	0.70	0.27	0.32	0.40	0.48	0.54	0.59	0.66	0.73	0.82	1.02
0.99	0.71	0.24	0.29	0.37	0.45	0.51	0.57	0.63	0.70	0.79	0.99
0.96	0.72	0.21	0.26	0.34	0.42	0.48	0.54	0.60	0.67	0.76	0.96
0.94	0.73	0.19	0.24	0.32	0.40	0.45	0.51	0.58	0.65	0.73	0.94

Таблица определения реактивной мощности конденсаторной установки (кВар), необходимой для достижения заданного $\cos\Phi$

114-2019-ЭС

Электроснабжение ЭПУ для административного здания со встроенной подземной парковкой (ЗРРЭС). К договору на технологическое присоединение №5-38-19-0087

2КТП, КЛ - 6 кВ

Расчет УКРМ



Взам.инв. N

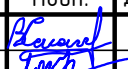
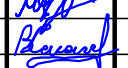

Подпись и дата

Инв. N подл.







Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата
Разраб.	Зайнутдинов				
Проверил	Сипко				
Н.контр	Ларионов				
Утвердил	Ларионов				

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам.инв. N

Позиция	Наименование и технические характеристики	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборуд., изделия, материала	Завод-изготовитель, поставщик	Единица измерения	Кол-во	Масса единицы, кг	Примечание
	Оборудование							
	Видеорегистратор HDCVI	DH-XVR5108C-X			шт	1		
	Видеокамера	DH-HAC-HDW1200EMP-A-P OC-0280B			шт	2		
	Кабель	KBK 2/0,75			м	160		
	Кабель	ParLan F/UTP cat 5e 4x2x0.52 PVC/PE			м	20		
	Гофра черная D=25 мм				м	180		
	Коробка Dahua PFA				шт	4		
	Коробка распаячная				шт	16		
	Источник бесперебойного питания	БИРП-12/0,6			шт	1		
	Аккумуляторная батарея	АКБ 7 Ач (12 В) Delta DTM 1207			шт	2		
	Оптическая мышь				шт	1		
	Монитор 21,5'	ACER			шт	1		
	Кабель	VGA			м	2		
	Пилот 220V				шт	1		
	Шкаф	ST 600x400x200 ip65			шт	1		
	Жесткий диск	2TB WD Purple 20			шт	1		

						144-2019-ВН			
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	Спецификация оборудования и материалов	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зайнутдинов					Р	1	1
Проверил		Ларионов							
Н.контр.		Сипко							
Утвердил		Ларионов							

Ведомость объемов работ			
Поз.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во
	Монтажные работы		
	Монтаж и настройка видеокамер	шт	8
	Прокладка трубы гофрированной	м	180
	Прокладка кабеля KBK 2 /0.75 в трубах гофрированных и профиль трубе	м	160
	Прокладка кабеля ParLan F/UTP cat 5e 4x2x0.52 PVC/PE гофрированных в трубах	м	20
	Монтаж видеорегистратора	шт	1
	Установка ИБП	шт	1
	Монтаж ящика	шт	1


Инф. N подл.	Подпись и дата	Взам.инф. N							144-2019-ВН.С	
	Изм.	Колуч	Лист	№док	Подп.	Дата	Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713			
	Разраб.		Зайнутдинов				Видеонаблюдение	Стадия	Лист	Листов
	Проверил		Ларионов					Р	1	
	Н.контр		Ларионов							
							Ведомость монтажных и пусконаладочных работ			
	ГИП		Ларионов							

Ведомость пуско-наладочных работ

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
	2КТПН-ККВ-630-10/0,4-У1			
1	Трансформатор силовой трехфазный масляный	шт.	2	
2	Испытание обмоток трансформатора	испытание	12	
3	Измерение коэффициента абсорбции обмоток трансформаторов и электрических машин	изм.	4	
4	Измерение сопротивления изоляции мегаомметром ОПН-П-0,38	изм.	6	
6	Испытание шины напряжением до 11 кВ	испытание	16	
8	Выключатель нагрузки напряжением до 11 кВ	шт.	12	
9	Трансформатор тока измерительный выносной напряжением до 1 кВ	шт.	9	
10	Проверка наличия цепи между заземлителем и заземленными элементами	100 точек.	0,87	
11	Измерение сопротивления растеканию тока контура заземления и диагональ до 20м	изм.	1	
12	Определение удельного сопротивления грунта	изм.	1	
13	Измерение токов утечки ОПН-П-10	изм.	12	
14	Измерение сопротивления изоляции линии до 1 кВ	линия	11	
15	Испытание аппарата коммутационного до 1 кВ	шт.	22	
	КЛ-10 кВ			
16	Испытание кабеля силового	испыт.	2	
17	Фазировка электрической линии напряжением свыше 1 кВ	фаз.	6	
18	Измерение сопротивления изоляции мегаомметром	1 линия	2	

Инф. N подл.	Взаим. инф. N					
	Подпись и дата					
	Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата
	Разраб.	Зайнутдинов	311	02.21		
Инф. N подл.	Проверил	Ларионов	311	02.21		
	Н.контр	Сипко	311	02.21		
	Утвердил	Ларионов	311	02.21		
144-2019-ЭС. ВПР						
Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713						
2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ						
Стадия						Лист
Р						1
Листов						
Ведомость работ						




Ведомость работ									
Проектируемая 2КТП 630 10/0,4									
	Разработки грунта II категории под устройство фундамента				м³	7,9			
	обратная засыпка грунта II категории под устройство фундамента				м³	1,44			
	Устройство песчано-гравийного основания под фундамент				м³	2			
	Установка фундаментных блоков ФБС 12.6.6-Т				шт.	2			
	Блок бетонный ФБС 9.6.6-Т				шт.	7			
	Блок бетонный ФБС 24.6.6-Т				шт.	5			
	Установка и закрепление 2КТП				шт.	1			
	Монтаж антисейсмического закрепляющего пояса по периметру фундамента подстанции				шт.	1			
	Установка и закрепление трансформатора				шт.	2			
	Рытье траншей в грунте II категории шириной 300мм, глубиной 500 мм под устройство заземления				м³	5,25			
	Обратная засыпка траншей II категории шириной 300мм, глубиной 500 мм под устройство заземления				м³	5,25			
	Монтаж устройство заземления из вертикальных заземлителей				м	30			
	Монтаж устройства заземления из горизонтальных заземлителей				м	35			
	Покраска металлических элементов, подверженных атмосферному воздействию эмалью				м²	14			
	Огрунтовка металлических элементов, подверженных атмосферному воздействию грунтовкой				м²	14			
	Обработка блоков ФБС обмазочной гидроизоляцией				м²	7,416			
	Устройство щебеночного основания под отмостку толщ. 10см.				м³	1,464			
	Устройство бетонного покрытия отмостки толщ. 5см.				м³	0,732			
Инф. N подл.	Подпись и дата	Взам.инф. N					144-2019-ЭС. ВР		
							Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713		
			Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	
			Разраб.	Зайнутдинов			311	02.21	
			Проверил	Ларионов			Ларионов	02.21	
			Н.контр	Сипко			В.Сипко	02.21	
			Утвердил	Ларионов			Ларионов	02.21	
							2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ		
							Стадия	Лист	Листов
							Р	1	
							Ведомость работ		
									

Ведомость объемов строительных и монтажных работ						
Поз.	Наименование работ				Ед. изм.	Количество
	КЛ-6 кВ					
	Строительные работы					
1	Рытье траншеи шириной 400 мм в грунте II категории				м³	96,85
2	Песчаная подсыпка для кабеля				м³	32,3
4	Укладка ПЗК в траншею				шт.	325
5	Обратная засыпка траншеи обычным грунтом				м³	64,55
6	Рытье котлованов для ГНБ				м³	84
7	Засыпка песком котлованов для ГНБ				м³	84
	Монтажные работы					
1	Прокладка кабельной линии в траншее				м	156
3	Прокладка кабельной линии в трансформаторной подстанции				м	7x2=14
4	Прокладка кабельной линии в трубе				м	113
5	Прокладка кабельной линии методом ГНБ				м	393
6	Монтаж концевых кабельных муфт				шт.	4
7	Монтаж соединительных кабельных муфт				шт.	10
Демонтажные работы						
1	Демонтаж бетонного покрытия				м³	3
2	Разбор асфальтового покрытия				м³	1
3	Разбор тротуарной плитки				м³	20
Ведомость благоустройства						
Поз.	Наименование работ				Ед. изм.	Количество
1	Восстановление асфальтового покрытия				м³	1
2	Восстановление тротуарной плитки				м2	20
3	Восстановление бетонного покрытия				м³	15
4	Песчаная засыпка под плитку				м³	3
5	Щебеночная засыпка (бетон+асфальт)				м³	3,75
						Лист 1.2
144-2019-ЭС.ВР						
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам.инв. N

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам.инв. N

Позиция	Наименование и технические характеристики	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборуд., изделия, материала	Завод-изготовитель, поставщик	Единица измерения	Кол-во	Масса единицы, кг	Примечание
	<u>2КТП 6/0,4 кВ</u>							
1	Комплектная двухтрансформаторная подстанция проходная 2КТППН-ККВ-630-10/0,4-У1 кВ, в комплекте с трансформаторами ТМГ 250/6 У1, 6/0,4 кВ, 250 кВА	опросный лист 144-2019-ЭС.01			компл.	1		
	<u>Фундамент для установки 2КТП</u>	лист 7						
2	Блок бетонный ФБС 24.6.6-Т	ГОСТ 13579-78			шт	5		
3	Блок бетонный ФБС 12.6.6-Т	ГОСТ 13579-78			шт	2		
4	Блок бетонный ФБС 9.6.6-Т	ГОСТ 13579-78			шт	7		
5	Сталь угловая 125х125х9мм, L=4500мм	ГОСТ 8509-86			шт	2		
6	Сталь угловая 125х125х9мм, L=5360мм	ГОСТ 8509-86			шт	2		
7	Сталь листовая, толщ. 6мм, 200х355мм	ГОСТ 19903-74			шт	6		
8	Бетон М150				м³	0,4		
9	Сталь рифленая толщ. 5мм, L=400х5000	ГОСТ 8568-77			шт	2		Площадка обслуживания
10	Гравийно-песчанная смесь				м³	2		
	<u>Заземление. Молниезащита</u>	лист 10						
11	Сталь круглая diam. 18 мм, 8х3м	ГОСТ 2590-88			м	24		
12	Сталь полосовая 40х5 мм	ГОСТ 103-88			м	33		
13	Перемычка гибкая ПГС 25-280У2,5				шт	2		
	<u>Закрепление трансформатора</u>	лист 11						
14	Уголок 50х50х5 мм, L=80 мм	ГОСТ 8509-93			шт	8		
15	Болт М16 х 80 мм, с гайкой и двумя шайбами, оцинков.	ГОСТ 7798-70, ГОСТ 5915-70, ГОСТ 11371-70			шт	8		
	<u>Отмостка</u>							
	Бетон	М 150			м³	0,732		
	Щебень				м³	1,464		

						144-2019-ЭС. ВР			
						Электроснабжение ЭПУ под среднетажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713			
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата	2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зайнутдинов		ЗН	02.21		Р	1	
Проверил		Ларионов		Лар	02.21				
						Ведомость работ			
Н.контр		Сипко		В.Сипко	02.21				
Утвердил		Ларионов		Лар	02.21				



Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам.инв. N

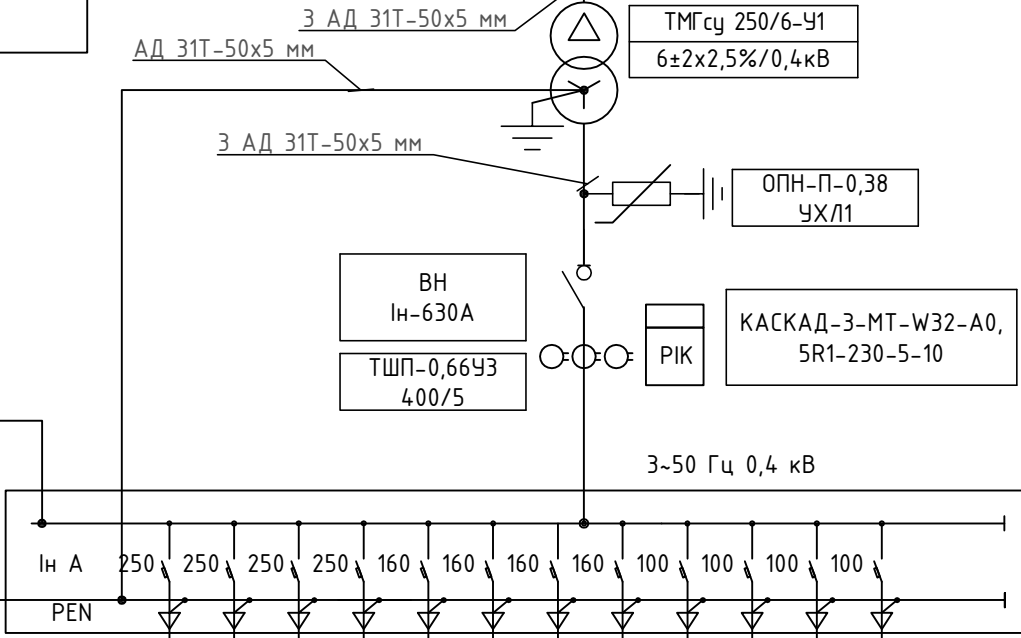
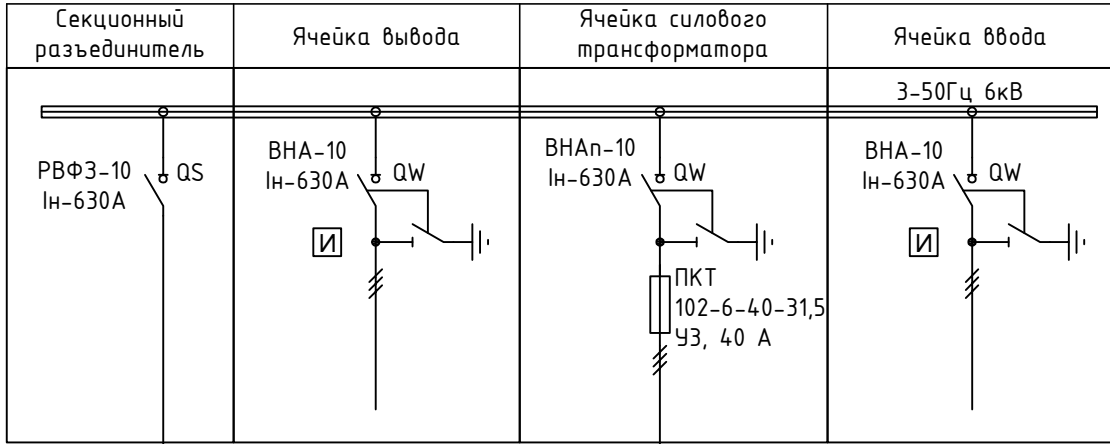
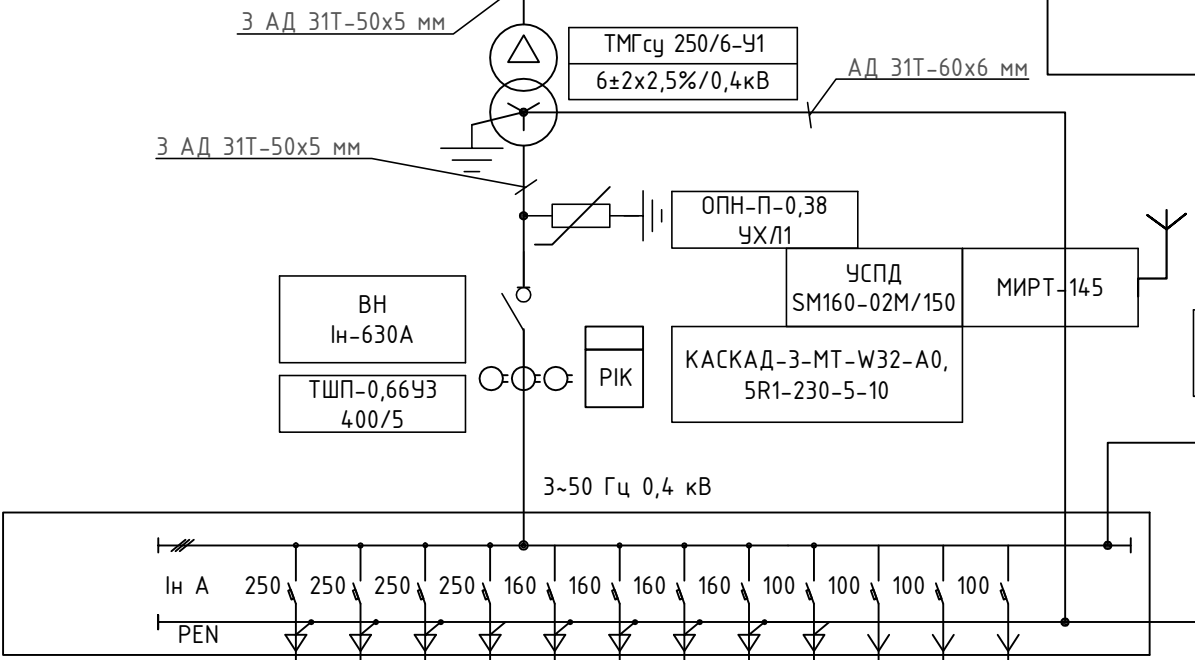
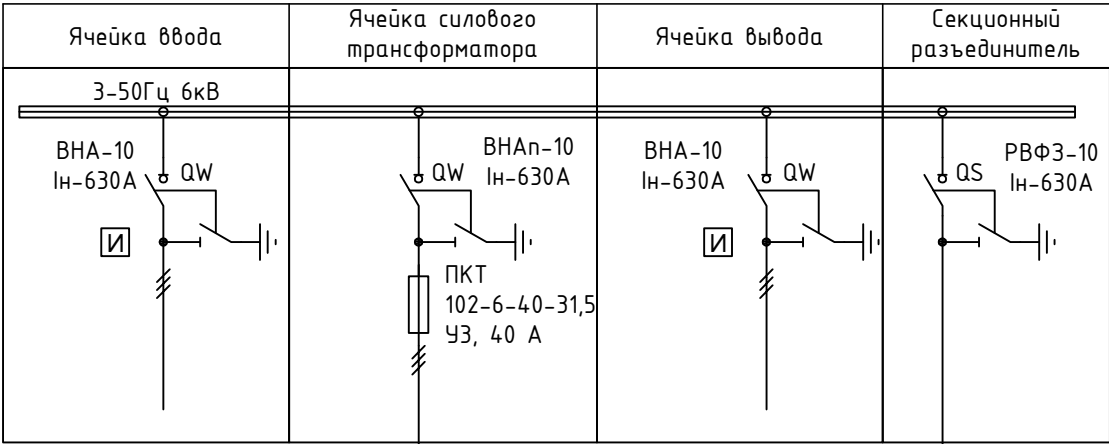
Позиция	Наименование и технические характеристики	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборуд., изделия, материала	Завод-изготовитель, поставщик	Единица измерения	Кол-во	Масса единицы, кг	Примечание
	<u>КЛ-6 кВ</u>							
16	Кабель 3х120	АСБл				730		С учетом запаса 8%
17	Муфта концевая внутренней установки для трехжильных кабелей с бумажной изоляцией и общей оболочкой на напряжение до 10 кВ, сечение жилы 120 мм ²	GUST 12/70-120/800-L12			шт.	4		
18	Муфта соединительная внутренней установки для трехжильных кабелей с бумажной изоляцией и общей оболочкой на напряжение до 10 кВ, сечение жилы 120 мм ²	GUSJ-12/70-120			шт.	10		
19	Труба напорная из высококачественного полиэтилена диаметром 160 мм	SDR-13,6			м	113		
20	Труба напорная из высококачественного полиэтилена диаметром 160 мм	SDR-17			м	393х2=786		
21	Пена монтажная огнестойкая				шт.	2		
22	Песок				м ³	119,6		
23	Плита для закрытия кабельной линии 480х240х16 мм				шт.	325		
24	Щебень				м ³	3,75		
25	Тротуарная плитка				м2	15		
26	Бетон	M 150			м ³	3		

						144-2019-ЭС.С	Лист
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата		13

Трансформаторная подстанция		2КТПН-ККВ-630-6/0,4-У1
Исполнение		Проходная двухтрансформаторная
Установка подстанции		Блочный фундамент
РУВН	Сборные шины, сечение	АД-31Т, 50х5мм
	Класс напряжения	6 кВ
	Исполнение ввода	Кабельное
	Исполнение вывода	Кабельное
	Тип выключателя нагрузки трансформатора	ВНАП-10/630
	Тип выключателя нагрузки линейный	ВНА-10/630
	Тип предохранителя, Ил.вставки, А	ПКТ 102-6-40-31,5 УЗ, 40А
	Указатель прохождения токов КЗ	УТКЗ-4 (на каждом вводе)
Силовой тр-р	Тип, мощность, кВА	2хТМГсу-250/6 У1 с аппаратными зажимами 0,4 кВ
	Сочетание напряжений	6/0,4 кВ
	Схема и группа соединений обмоток	Δ/Ун-11
	Наличие направляющих	550 мм
	Напряжение	0,4 кВ
	Исполнение вывода	Воздушно-кабельный
	Вводной разъединитель Ином, А	ВН Ин-630А
	Тип предохранителя, Ил. вставки, А	ПКТ 102-6-40-31,5 УЗ 40А
	Тип трансформатора тока на вводе, коэф. тр-цу, кл. точности	ТШП-0,66УЗ, 400/5, кл. точн. 0,5
	Счетчик активной и реактивной энергии	КАСКАД-3-МТ-W32-A0,5R1-230-5-10
	Ограничитель перенапряжений	ОПН-П-0,38 УХЛ1
Наименование и адрес	Изготовитель	
	Проектная организация	ООО "ИСК "Атлан" г. Краснодар, ул. Северная, 326, тел. 277-33-13
	Объект	Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713

Инф. N подл.	Взаим. инф. N					
	Подпись и дата					
Инф. N подл.	Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата
	Разраб.	Зайнутдинов				02.21
	Проверил	Ларионов				02.21
	Н.контр	Сипко				02.21
	Утвердил	Ларионов				02.21
144-2019-ЭС.0Л						
Электроснабжение ЭПУ под среднеэтажную жилую застройку ул. Комсомольская 33, г. Крымск ТУ 4-39-19-1713						
2КТП 6/0,4, КЛ-6 кВ						Стадия
						Лист
						Листов
						Р
						1
Опросный лист для изготовления 2КТП						





СОГЛАСОВАНО

должность

подпись / инициалы, фамилия

« ____ » ____ 20 ____ г.

М.П.

СОГЛАСОВАНО

должность

подпись / инициалы, фамилия

« ____ » ____ 20 ____ г.

М.П.

Инв. N подл.

Подпись и дата

Взам.инв. N

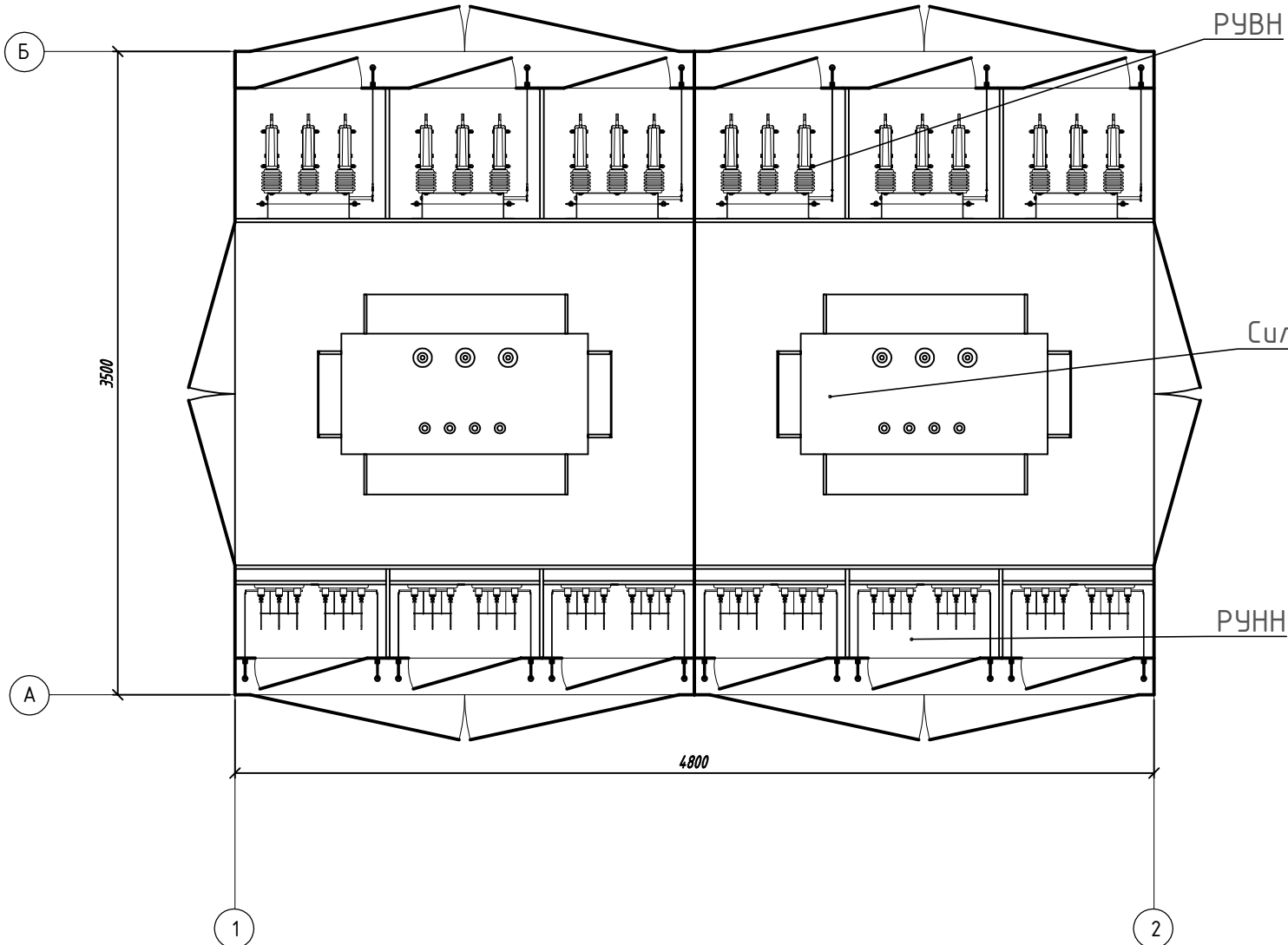
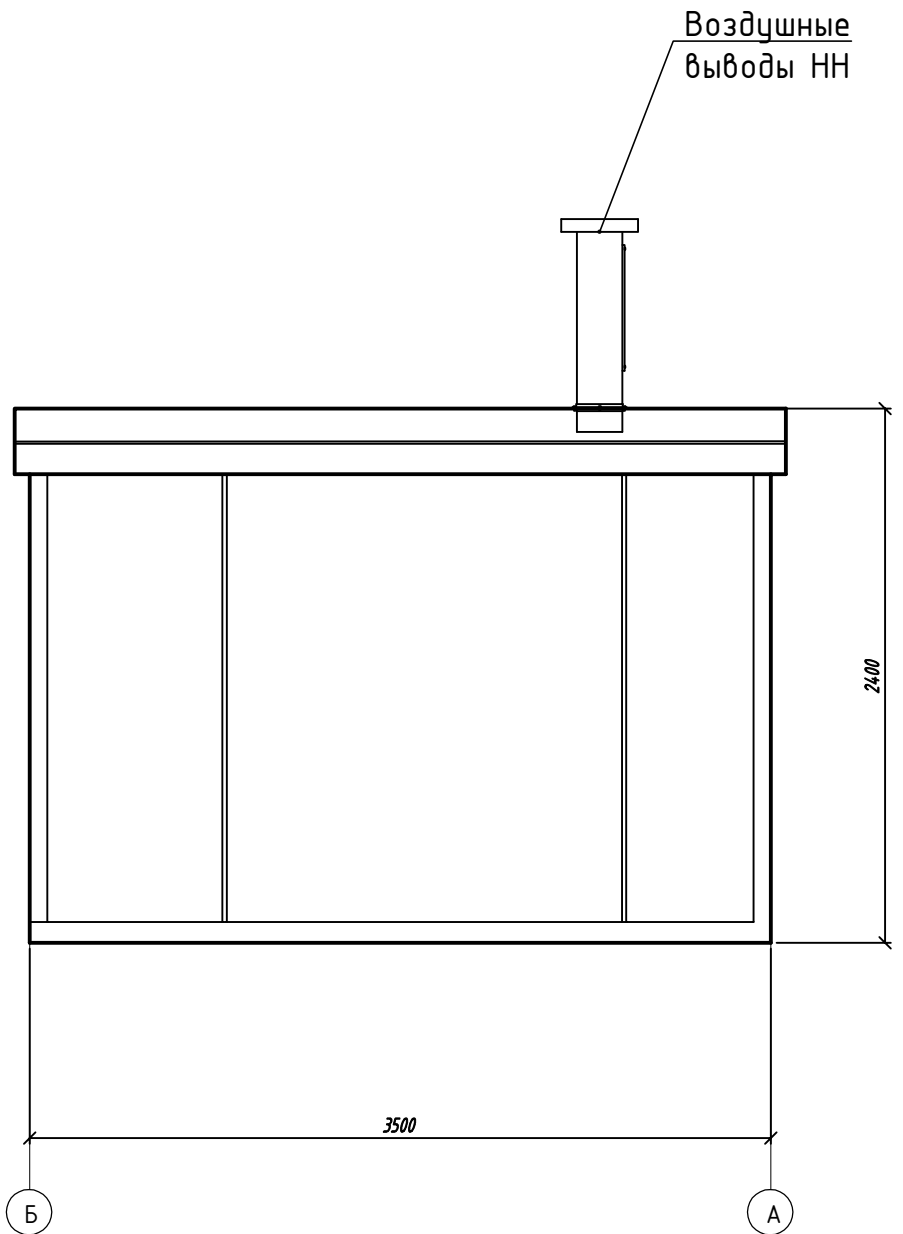
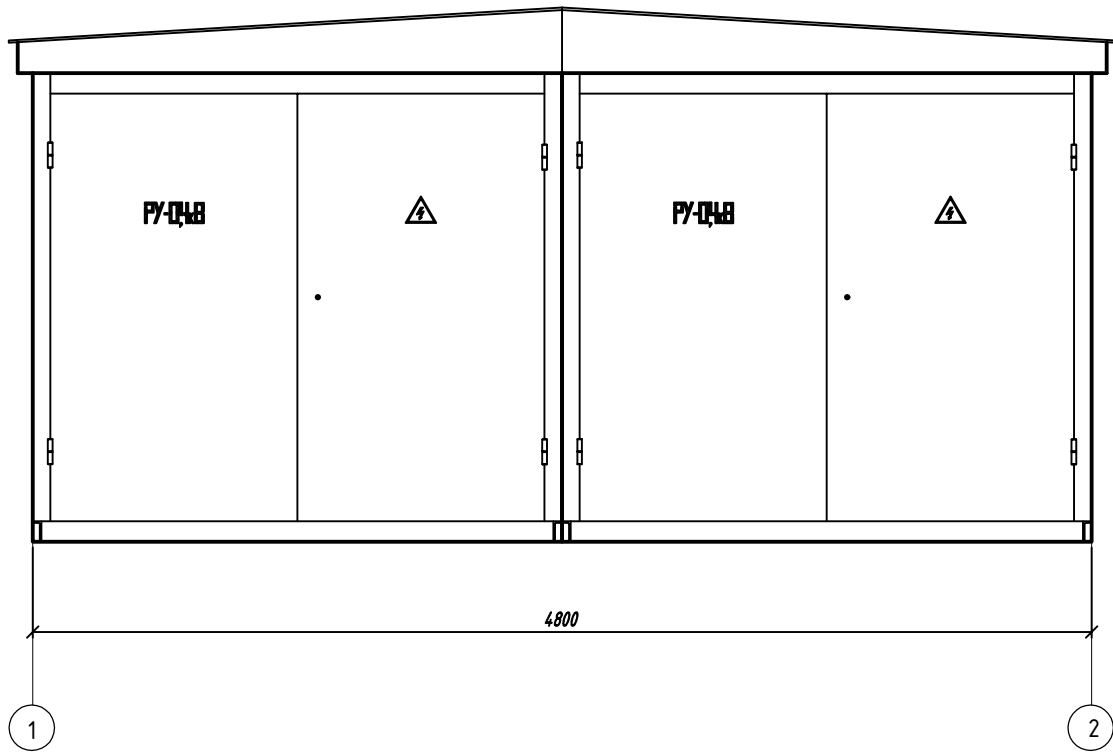
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата

144-2019-ЭС.01

Лист

1.2

Габаритные параметры 2КТП
Б/М



СОГЛАСОВАНО

должность

подпись / _____
инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г.
М.П.

СОГЛАСОВАНО

должность

подпись / _____
инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г.
М.П.

Инв. N подл.	Взам.инв. N
Подпись и дата	

Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата

144-2019-ЭС.0Л

Расчет токов короткого замыкания. РЗА

Значение ТКЗ на ПС кВ "Крымская", уставки и типы
защит ф. К-13:

$K_{тп}=400/5$

$MTЗ=600A/1сек.$

$TO=1500/0,0сек$

Реле: РТ-40

Существующая максимальная мощность присоединения ф.ПР-1 принята в соответствии с письмом АО "НЭСК-Электросети" № 17.3.НС-0814253 от 31.05.2021 и составляет 5281 кВт.

Согласно требованиям ТЗ на проектирование происходит увеличение мощности присоединения ф.К-13, равное 150 кВт

Суммарная максимальная мощность присоединения составляет:

$P_{раб. макс.} = P_{н сущ.} + P_{н доб.} = 5281 + 150 = 5431 \text{ кВт, где}$

$P_{раб. макс.}$ – суммарная максимальная мощность, кВт;

$P_{н сущ}$ – разрешенная максимальная мощность, кВт;

$P_{н доб}$ – присоединенная максимальная мощность, кВт;

Проверка существующих трансформаторов тока К-13 ($K_{тп}=400/5$) по условию максимальной нагрузки:

$$I_{раб. макс} \geq P_{раб. макс.} / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos) = 5431 / (\sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 0,93) = 535,81 \text{ А}$$

$$I_{раб. макс} \leq I_{ном. тп}$$

$535,81 \leq 400$ (условие не выполняется). Рекомендуется замена трансформатора тока. **Рекомендуется принять к установке трансформаторы тока $K_{тп}=600/5$.**

Проверка уставки максимальной токовой защиты.

Определяем ток срабатывания МТЗ:

$$I_{сз. мтз} \geq K_{отс} \cdot K_{сзп} / K_{в} \cdot I_{раб. макс} = 1,2 \cdot 1,2 / 0,8 \cdot 535,81 = 964,46 \text{ А}$$

где $K_{отс}$ – коэффициент надежности, принимаем равным 1,2;

$K_{сзп}$ – коэффициент самозапуска, принимаем равным 1,2;

$K_{в}$ – коэффициент возврата, принимаем равным 0,8.

Согласно произведенному расчету токов КЗ и выбору уставок МТЗ РЗА по присоединению 6 кВ ф.К-13 существующая уставка: 600А/1,0'

$MTЗ I_{мтз} = 600A > 964,64A$ $I_{сз. мтз}$, не удовлетворяет условию

						144-2019-ЭС.ТКЗ		
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата			
Разраб.		Зайнутдинов		ЗМ		Электроснабжения	Стадия	Лист
							Р	1
						Расчет ТКЗ. Проверка селективности защит		

Рекомендуется уставку по току МТЗ ячейки ф.К-13 принять 980А, время срабатывания оставить без изменений 1 сек. МТЗ:980А/1сек.

Проверка максимальной токовой защиты по условиям чувствительности.

Определим коэффициент чувствительности при двухфазном коротком замыкании на шинах 6 кВ наиболее удаленного участка:

$$K_{ЧМТЗ} = I_{\max}^2 / I_{сз} = (0,867 \cdot 17800) / 980 = 15,8 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п. 3.2.25.}$$

Проверка уставки токовой отсечки ф. К-13 ПС 220/110/35/6 кВ "Крымская"

Уставку ТО для ячейки ВЛ 6 кВ ф. К-13

проверяем по коэффициенту чувствительности:

$$K_{ЧМТЗ} = I_{\max}^2 / I_{сз} = (0,867 \cdot 17800) / 1500 = 10,3 \geq 1,2 \text{ условие выполняется. Уставки ТО остаются без изменений}$$

						144-2019-ЭС.ТКЗ	Лист
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата		2

Значение ТКЗ на ПС кВ "Насосная III подъем", уставки и типы защит ф. КВ-10:

$K_{тп}=300/5$

$MTЗ=420A/0,4сек.$

$T0=2100/0,0сек$

Реле: РТ-85/1

Существующая максимальная мощность присоединения ф.ПР-1 принята в соответствии с письмом АО "НЭСК-Электросети" № 17.З.НС-0814253 от 31.05.2021 и составляет 2722 кВт.

Согласно требованиям ТЗ на проектирование происходит увеличение мощности присоединения ф.КВ-10, равное 150 кВт

Суммарная максимальная мощность присоединения составляет:

$P_{раб. макс.} = P_{н сущ.} + P_{н доб.} = 2722 + 150 = 2872 \text{ кВт, где}$

$P_{раб. макс.}$ – суммарная максимальная мощность, кВт;

$P_{н сущ}$ – разрешенная максимальная мощность, кВт;

$P_{н доб}$ – присоединенная максимальная мощность, кВт;

Проверка существующих трансформаторов тока КВ-10 ($K_{тп}=300/5$) по условию максимальной нагрузки:

$$I_{раб. макс} \geq P_{раб. макс.} / (\sqrt{3} * U * \cos) = 2872 / (\sqrt{3} * 6,3 * 0,93) = 283,34 \text{ А}$$

$$I_{раб. макс} \leq I_{ном. тп}$$

$283,34 \leq 300$ (условие выполняется). Не требуется замена трансформатора тока. **Принять к установке трансформаторы тока $K_{тп}=300/5$.**

Проверка уставки максимальной токовой защиты.

Определяем ток срабатывания МТЗ:

$$I_{сз. мтз} \geq K_{отс} * K_{сзп} / K_{в} * I_{раб. макс} = 1,2 * 1,2 / 0,8 * 283,34 = 510,01 \text{ А}$$

где $K_{отс}$ – коэффициент надежности, принимаем равным 1,2;

$K_{сзп}$ – коэффициент самозапуска, принимаем равным 1,2;

$K_{в}$ – коэффициент возврата, принимаем равным 0,8.

Согласно произведенному расчету токов КЗ и выбору уставок МТЗ РЗА по присоединению 6 кВ ф.КВ-10 существующая уставка: 420А/1,0'

$MTЗ I_{мтз} = 420A > 510,01A I_{сз. мтз}$, не удовлетворяет условию

Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Рекомендуется уставку по току МТЗ ячейки ф.КВ-10 принять 520А, время срабатывания оставить без изменений 0,4 сек. МТЗ:520А/0,4сек.

Проверка максимальной токовой защиты по условиям чувствительности.

Определим коэффициент чувствительности при двухфазном коротком замыкании на шинах 6 кВ наиболее удаленного участка:

$$K_{ЧМТЗ} = I_{\max}^2 / I_{сз} = (0,867 \cdot 3296) / 520 = 5,51 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п. 3.2.25.}$$

Проверка уставки токовой отсечки ф. КВ-10 ПС 35/6 "Насосная III подъем"

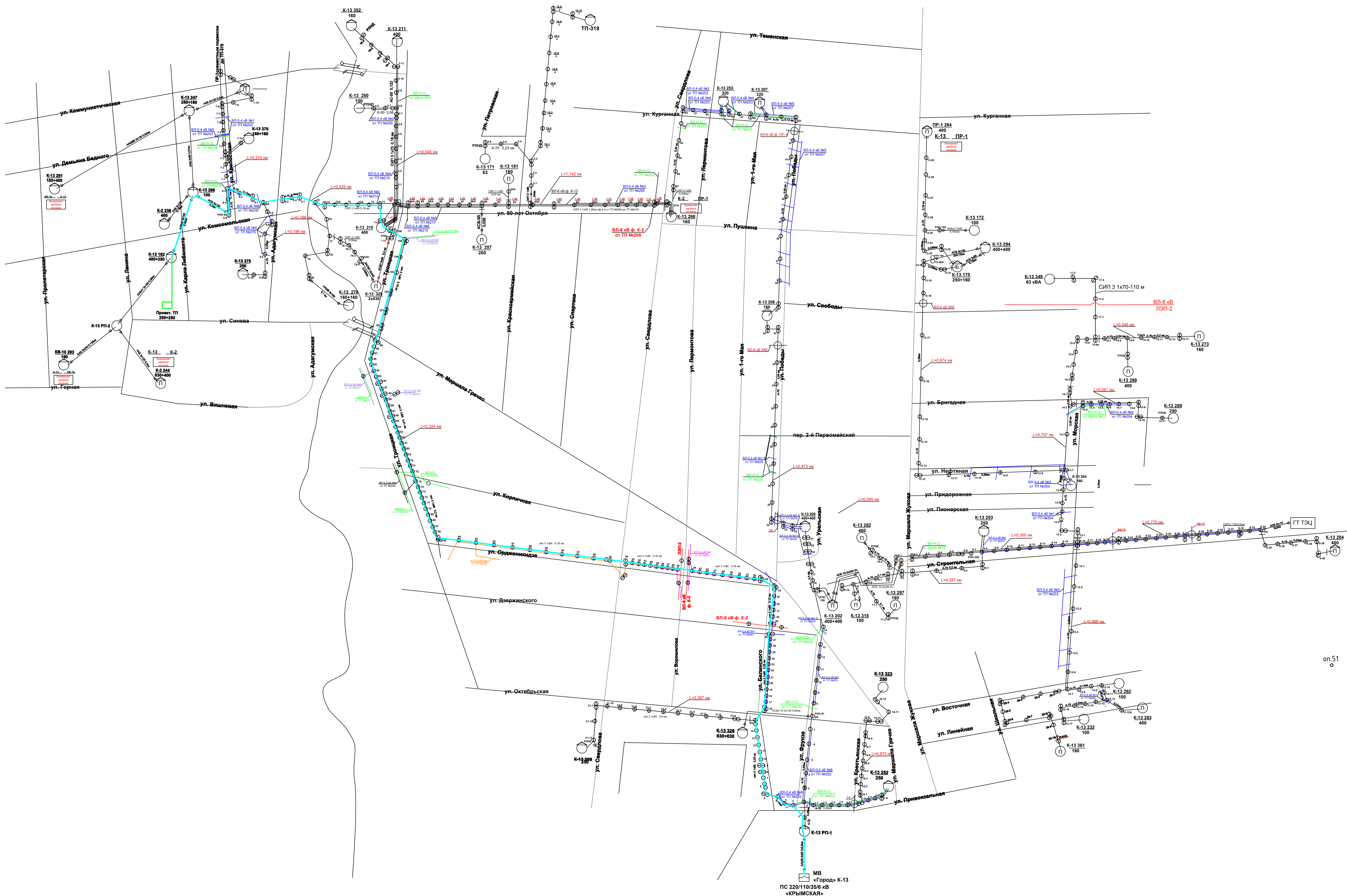
Уставку ТО для ячейки ВЛ 6 кВ ф. КВ-10 проверяем по коэффициенту чувствительности:

$$K_{ЧМТЗ} = I_{\max}^2 / I_{сз} = (0,867 \cdot 3296) / 2100 = 1,37 \geq 1,2 \text{ условие выполняется. Уставки ТО остаются без изменений}$$

						144-2019-ЭС.ТКЗ	Лист
Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата		4



Общая длинна фидера К-13 =13 км

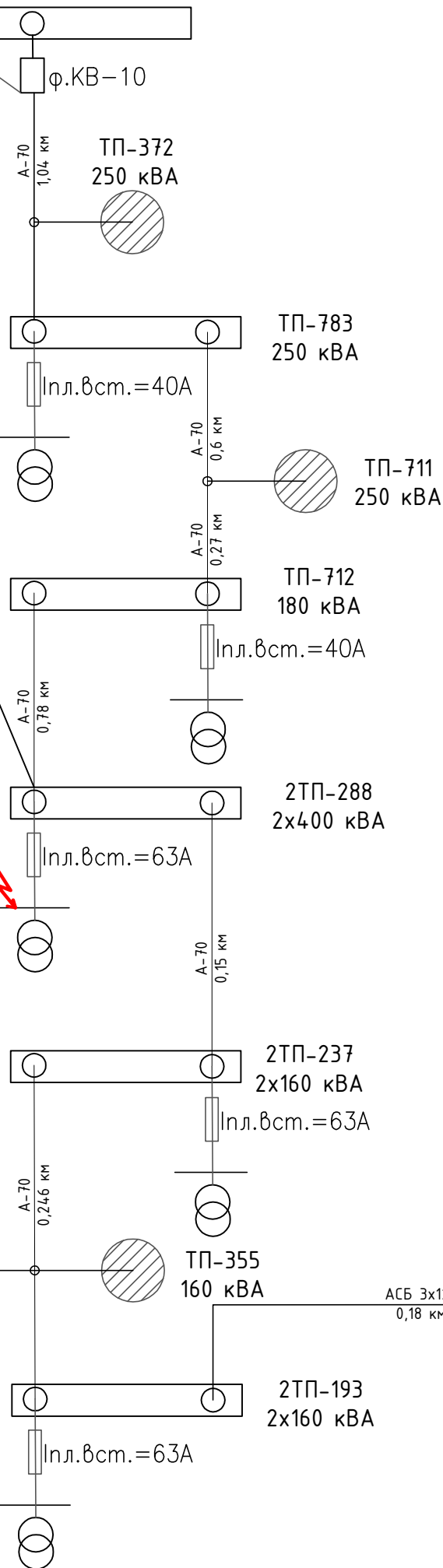


on.5

U_б=6,3 кВ
⁽³⁾I_{max}=8003 А
⁽³⁾I_{min}=3296 А
⁽²⁾I_{min}=2867 А

ПС 35/6 кВ Насосная III подъём

	Рек-е	Сущ-е
Км.м.	300/5	300/5
МТЗ	520А	420А
	0,4"	0,4"
ТО	2100А	2100А
	0,0	0,0
Реле	МТЗ	РТ 85/1
	ТО	РТ 85/1



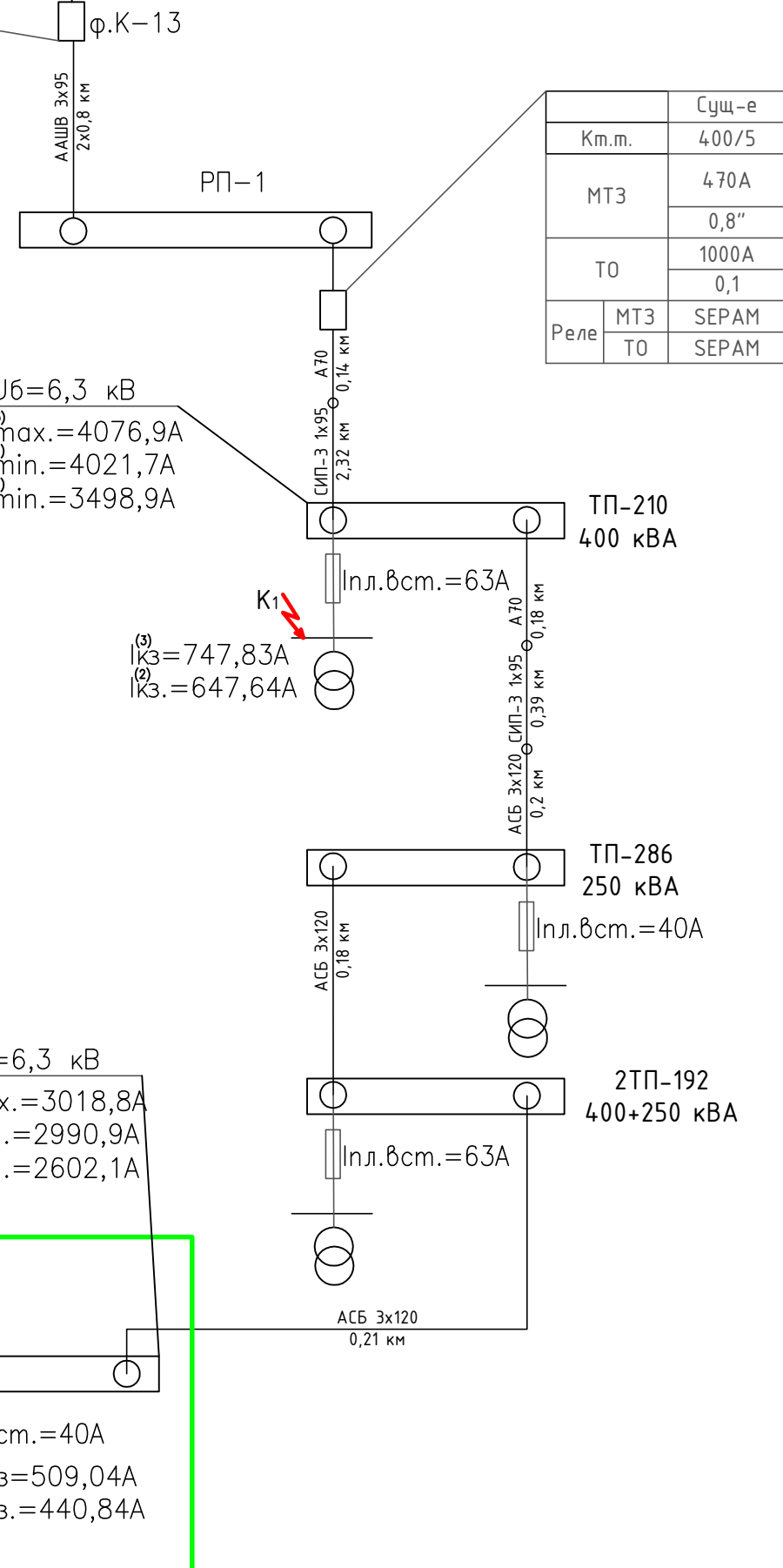
U_б=6,3 кВ
⁽³⁾I_{max}=2769,4А
⁽³⁾I_{min}=2094,6А
⁽²⁾I_{min}=1822,3А

⁽³⁾I_{кз}=652,98А
⁽²⁾I_{кз}=565,5А

U_б=6,3 кВ
⁽³⁾I_{max}=20700 А
⁽³⁾I_{min}=17800 А
⁽²⁾I_{min}=15486 А

ПС 220/110/35/6 кВ Крымская

	Рек-е	Сущ-е
Км.м.	600/5	400/5
МТЗ	980А	600А
	1,0"	1,0"
ТО	1500А	1500А
	0,0	0
Реле	МТЗ	РТ 40
	ТО	РТ 40

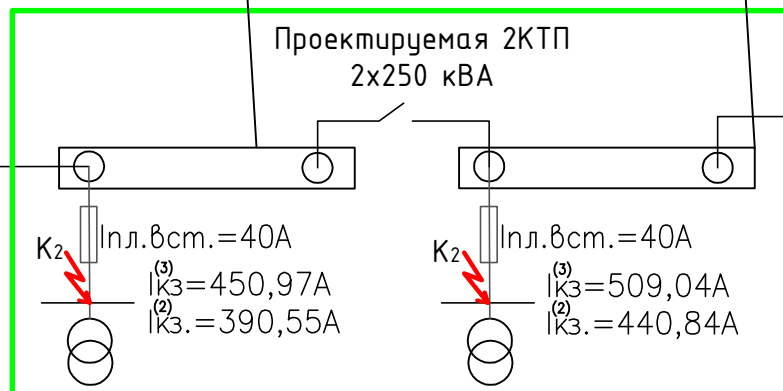


U_б=6,3 кВ
⁽³⁾I_{max}=4076,9А
⁽³⁾I_{min}=4021,7А
⁽²⁾I_{min}=3498,9А

⁽³⁾I_{кз}=747,83А
⁽²⁾I_{кз}=647,64А

U_б=6,3 кВ
⁽³⁾I_{max}=2431,1А
⁽³⁾I_{min}=1920,2А
⁽²⁾I_{min}=1670,6А

U_б=6,3 кВ
⁽³⁾I_{max}=3018,8А
⁽³⁾I_{min}=2990,9А
⁽²⁾I_{min}=2602,1А



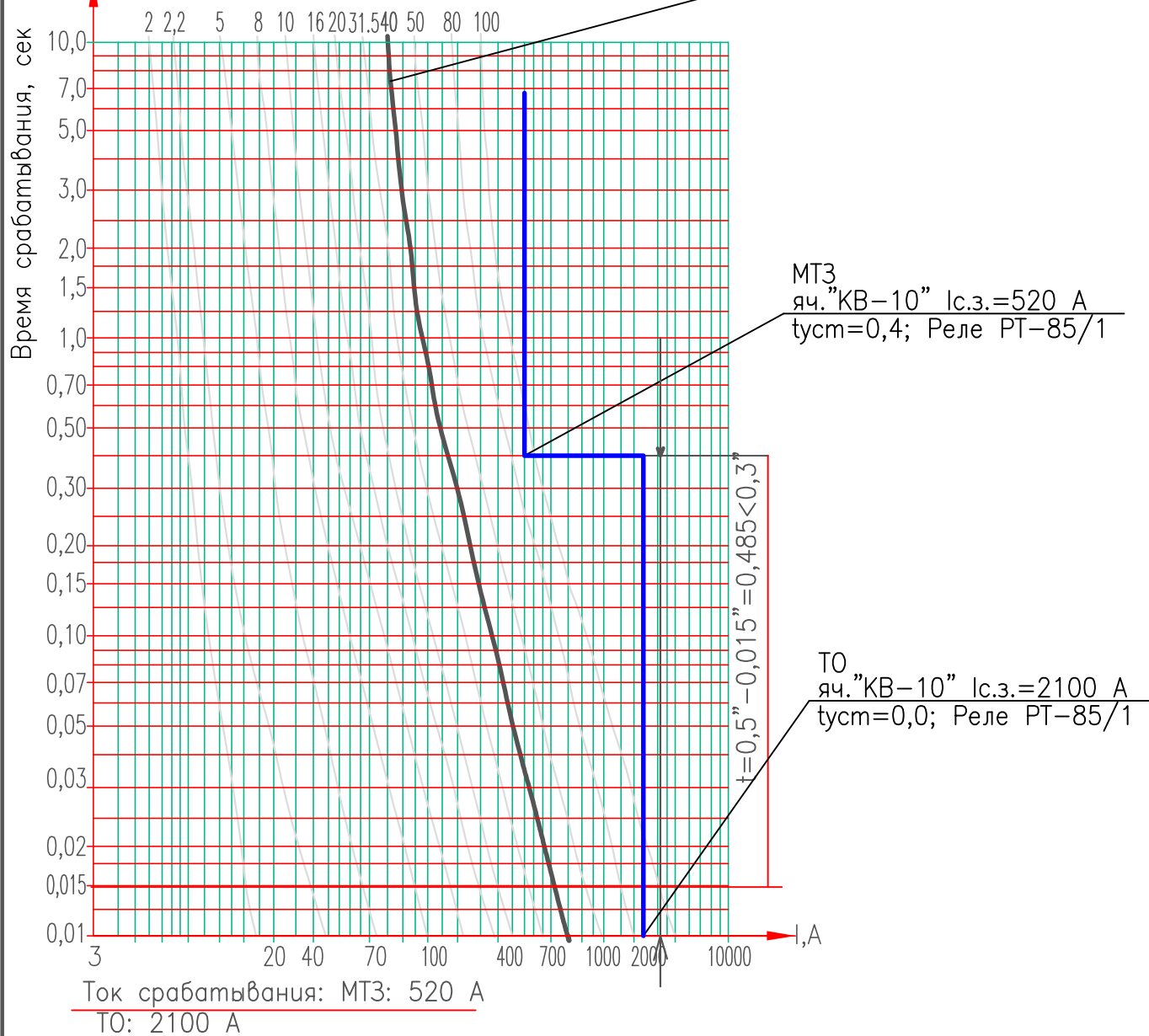
⁽³⁾I_{кз}=450,97А
⁽²⁾I_{кз}=390,55А

⁽³⁾I_{кз}=509,04А
⁽²⁾I_{кз}=440,84А

Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок	Подп.	Дата
------	---------	------	------	-------	------

Карта селективности
Время-токовые характеристики реле и ПКТ-10
Номинальные токи плавких вставок ПК1

Проект. ТП
ПКТ 102-6-40 In.в.=40 А



Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата

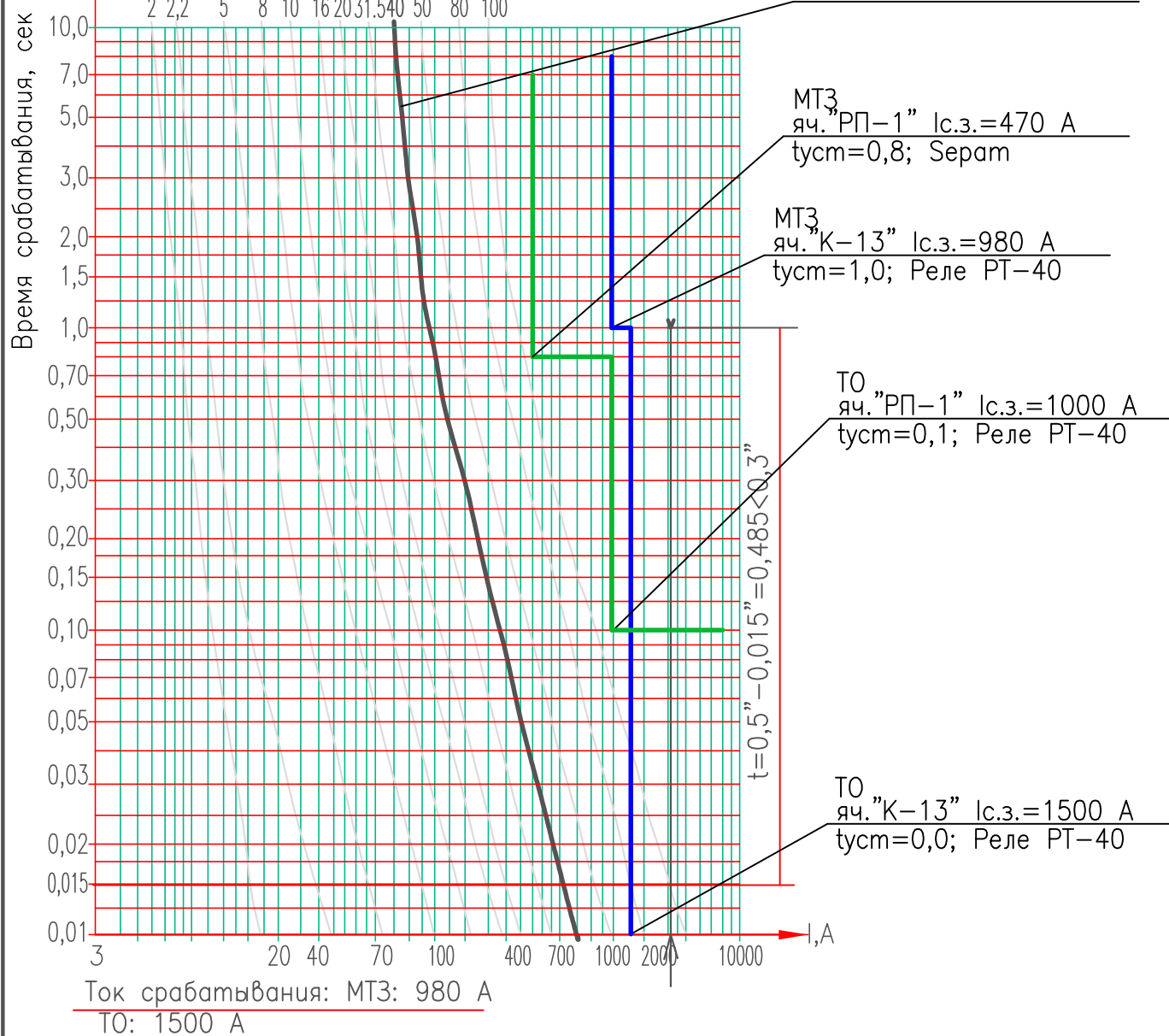
144-2019-ЭС.ТКЗ

Лист

8

Карта селективности
Время-токовые характеристики реле и ПКТ-10
Номинальные токи плавких вставок ПК1

Проект. ТП
ПКТ 102-6-40 In.в.=40 A



Изм.	Колуч	Лист	Ндок	Подп.	Дата

144-2019-ЭС.ТКЗ

Лист

9

K1**Дано:**

Uном.	=	6000	B	-	Номинальное напряжение сети.
Uср.	=	6300	B	-	Среднее напряжение высоковольтной части для расчёта к.з.
Ik.з.(3ф)max.ПC	=	20700,0	A	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах максимальном режиме
Ik.з.(3ф)min.ПC	=	17800,0	A	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в минимальном режиме
r уд.	=	0,33	Ом/км	-	Активное сопротивление кабеля на 1км. при параллельной прокладке
x уд.	=	0,079	Ом/км	-	Реактивное сопротивление кабеля на 1км. в плоскости при парал. пр.
L	=	2,46	км	-	Длина кабеля

K-13
K-13

Ответ:

Ск.з.маx.ПC	=	225,88	мВА	-	Мощность короткого замыкания максимальная
Ск.з.min.ПC	=	194,23	мВА	-	Мощность короткого замыкания минимальная
Xc.маx.	=	0,1757	Ом	-	Эквивалентное максимальное сопротивление системы
Xc.min.	=	0,2043	Ом	-	Эквивалентное минимальное сопротивление системы
Rл.	=	0,8118	Ом	-	Активное сопротивление линии
Xл.	=	0,1943	Ом	-	Реактивное сопротивление линии
Zл.маx.	=	0,8922	Ом	-	Полное максимальное сопротивление участка цепи
Zл.min.	=	0,9044	Ом	-	Полное минимальное сопротивление участка цепи
Ik.з.(3ф)маx.	=	4076,9	A	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в максимальном режиме
Ik.з.(3ф)min.	=	4021,7	A	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в минимальном режиме

ТП-210
ТП-210

Решение:

Ск.з.маx.ПC	=	$\sqrt{3}$	*	Ucp.	*	Ik.з.(3ф)маx.ПC	=	1,7321	*	6300	*	20700	=	225,88	мВА
Ск.з.min.ПC	=	$\sqrt{3}$	*	Ucp.	*	Ik.з.(3ф)min.ПC	=	1,7321	*	6300	*	17800	=	194,23	мВА
Xc.маx.	=	$\frac{Ucp.}{\sqrt{3} * Ik.з.(3ф)маx.ПC}$	=	$\frac{6300}{1,7321 * 20700}$	=	0,1757	Ом								
Xc.min.	=	$\frac{Ucp.}{\sqrt{3} * Ik.з.(3ф)min.ПC}$	=	$\frac{6300}{1,7321 * 17800}$	=	0,2043	Ом								
Rл.	=	r уд.	*	L K1	=	0,33	*	2,46	=	0,8118	Ом				
Xл.	=	x уд.	*	L K1	=	0,079	*	2,46	=	0,1943	Ом				
Zл.маx.	=	$\sqrt{Rл.^2 + (Xл.2 + Xc.маx.)^2}$	=	$\sqrt{0,6590 + (0,1369)}$	=	0,8922	Ом								
Zл.min.	=	$\sqrt{Rл.K,K^2 + (Xл.K + Xc.min.)^2}$	=	$\sqrt{0,6590 + (0,1589)}$	=	0,9044	Ом								
Ik.з.(3ф)маx.	=	$\frac{Ucp.}{\sqrt{3} * Zл.маx.K}$	=	$\frac{6300}{1,7321 * 0,8922}$	=	4076,9	A								
Ik.з.(3ф)min.	=	$\frac{Ucp.}{\sqrt{3} * Zл.min.K}$	=	$\frac{6300}{1,7321 * 0,9044}$	=	4021,7	A								

K2

Дано:

U _{ном.}	=	10000	В	-	Номинальное напряжение
U _{ср.}	=	10500	В	-	Среднее напряжение высоковольтной части для расчёта к.з.
I _{к.з.(3ф)max.}	=	4076,9	А	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в максимальном режиме
I _{к.з.(3ф)min.}	=	4021,7	А	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в минимальном режиме
r _{уд.}	=	0,26	Ом/км	-	Активное сопротивление кабеля на 1км.
x _{уд.}	=	0,078	Ом/км	-	Реактивное сопротивление кабеля на 1км.
L _{Кз}	=	1,16	км	-	Длина кабеля или провода

ТП-210

Ответ:

R _{л.}	=	0,3016	Ом	-	Активное сопротивление линии
X _{л.}	=	0,0905	Ом	-	Реактивное сопротивление линии
ΣR _{л.}	=	1,1134	Ом	-	Сумма активное сопротивление линии
ΣX _{л.}	=	0,2848	Ом	-	Сумма реактивное сопротивление линии
Z _{л.max.}	=	1,2049	Ом	-	Полное максимальное сопротивление участка цепи
Z _{л.min.}	=	1,2161	Ом	-	Полное минимальное сопротивление участка цепи
I _{к.з.(3ф)max.}	=	3018,8	А	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в максимальном режиме
I _{к.з.(3ф)min.}	=	2990,9	А	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в минимальном режиме

Проект ТП

Решение:

Rл.	=	r уд.	*	L	=	0,26	*	1,16	=	0,3016	Ом		
Xл.	=	x уд.К3,	*	L К3,К4	=	0,078	*	1,16	=	0,0905	Ом		
Zл.max.	=	$\sqrt{(\Sigma R_{л.})^2 + (\Sigma X_{л.} + X_{с.max.})^2}$				=	$\sqrt{1,2397 + (0,2121)^2}$				=	1,2049	Ом
Zл.min.	=	$\sqrt{(\Sigma R_{л.})^2 + (\Sigma X_{л.} + X_{с.min.})^2}$				=	$\sqrt{1,2397 + (0,2393)^2}$				=	1,2161	Ом
Iк.з.(3ф)max.К3	=	$\frac{U_{ср.}}{\sqrt{3} * Z_{л.max.}}$				=	$\frac{6300}{1,7321 * 1,2049}$				=	3018,8	A
Iк.з.(3ф)min.К3	=	$\frac{U_{ср.}}{\sqrt{3} * Z_{л.min.}}$				=	$\frac{6300}{1,7321 * 1,2161}$				=	2990,9	A

Расчёт токов короткого замыкания (К.З.) для силового трансформатора Т1 ТМГ 400-6/0,4 У(ХЛ)1

Дано:

Увн.ном.	=	6	кВ	-	Номинальное напряжение высоковольтной части
Увн.ср.	=	6,3	кВ	-	Среднее напряжение высоковольтной части для расчёта к.з.
Унн.ср.	=	0,4	кВ	-	Среднее напряжение низковольтной части для расчёта к.з.
Стр.ном.	=	400	кВ*А	-	Номинальная мощность трансформатора
Ук.з.	=	4,5	%	-	Напряжение короткого замыкания.
Рк. з.	=	5,5	Вт	-	Потери короткого замыкания
Кнад.	=	1,2		-	Коэффициент надёжности(циф.-1,1;РТВ-1,3;РТ40/80-1,2;РСТ11/13-1,15).
Квозв.	=	0,8		-	Коэффициент возврата(циф.-0,96;РТВ-0,65;РТ40/80-0,8;РСТ11/13-0,9).
Кс.з.	=	0,3		-	Коэффициент срабатывания защиты, при тс.з.≤0,5сек.
ТТ≈Iтр.ном. вн.	=	600/5	А	-	Выбранный трансформатор тока
КтТ	=	120		-	Коэффициент трансформации

Ответ:

Iтр.ном. вн.	=	38,5	А	-	Ток трансформатора в высоковольтной части
Iтр.ном. нн.	=	577,4	А	-	Ток трансформатора в низковольтной части
Iс.з.тр.вн.	=	17,32	А	-	Ток срабатывания защиты трансформатора в высоковольтной части
Iс.з.реле.вн.	=	0,14	А	-	Ток срабатывания защиты реле в высоковольтной части
Rтр.	=	0,00	Ом	-	Активное сопротивление трансформатора
Zтр.	=	4,47	Ом	-	Индуктивное сопротивление трансформатора
Xтр.	=	4,47	Ом	-	Сопротивление трансформатора
Ik.з.(3ф)тр.нн.	=	747,83	А	-	Ток трёхфазного короткого замыкания за трансформатором
Ik.з.(2ф)тр.нн.	=	647,64	А	-	Ток двухфазного короткого замыкания за трансформатором
Kч.(мтз)тр.нн.	=	37,39	> 1,5		Коэффициент чувствительности максимальной токовой защиты (МТЗ)
Iс.з.(то)тр.нн.	=	897,40	А		Ток срабатывания защиты отсечки (ТО)
Iс.реле.(то)	=	7,48	А	-	Ток срабатывания защиты реле по (ТО)
Kч.(то)тр.нн.	=	5,29	> 2		Коэффициент чувствительности токовой отсечки (ТО)

Решение:

$$\begin{aligned}
 I_{тр.ном. вн.} &= \frac{Стр.ном.}{\sqrt{3} * Увн.ном.} = \frac{400}{1,7321 * 6} = 38,5 \text{ А} \\
 I_{тр.ном. нн.} &= \frac{Стр.ном.}{\sqrt{3} * Унн.ср.} = \frac{400}{1,7321 * 0,4} = 577,4 \text{ А} \\
 I_{с.з.тр.вн.} &= \frac{Кнад. * Кс.з.}{Квозв.} * I_{тр.ном. вн.} = \frac{1,2 * 0,3}{0,8} * 38,5 = 17,32 \text{ А} \\
 I_{с.реле.вн.} &= \frac{I_{с.з.тр.вн.}}{КтТ} = \frac{17,32}{120} = 0,14 \text{ А} \\
 R_{тр.} &= \frac{Рк. з. * Увн.ср.^2}{Стр.ном.^2} = \frac{5,5 * 39,69}{160000} = 0,00 \text{ Ом} \\
 Z_{тр.} &= \frac{Ук.з. \% * Увн.ср.^2}{100 * \frac{Стр.ном.}{1000}} = \frac{4,5 * 39,69}{100 * 0,4} = 4,47 \text{ Ом} \\
 X_{тр.} &= \sqrt{Z_{тр.}^2 - R_{тр.}^2} = \sqrt{19,94 - 0,00} = 4,47 \text{ Ом} \\
 I_{к.з.(3ф)тр.нн} &= \frac{Увн.ср.}{\sqrt{3} * (X_{с.мин.} + X_{л.К1,К2} + X_{тр.})} = \frac{6300}{1,7321 * (0,2043 + 0,1943 + 4,47)} = 747,83 \text{ А} \\
 I_{к.з.(2ф)тр.нн} &= \frac{\sqrt{3}}{2} * I_{к.з.(3ф)тр.нн} = \frac{1,7321}{2} * 747,83 = 647,64 \text{ А} \\
 Kч.(мтз) &= \frac{I_{к.з.(2ф)тр.нн}}{I_{с.з.тр.вн.}} = \frac{647,64}{17,32} = 37,39 > 1,5 \\
 &\text{ТО} \\
 I_{с.з.(то)} &= Кнад. * I_{к.з.(3ф)тр.нн} = 1,2 * 747,83 = 897,40 \text{ А} \\
 I_{с.з.реле.вн.} &= \frac{I_{с.з.(то)}}{КтТ} = \frac{897,40}{120} = 7,48 \text{ А}
 \end{aligned}$$

Расчёт токов короткого замыкания (К.З.) для силового трансформатора Т1 ТМГ 250-6/0,4 У(ХЛ)1

Дано:

Увн.ном.	=	6	кВ	-	Номинальное напряжение высоковольтной части
Увн.ср.	=	6,3	кВ	-	Среднее напряжение высоковольтной части для расчёта к.з.
Унн.ср.	=	0,4	кВ	-	Среднее напряжение низковольтной части для расчёта к.з.
Стр.ном.	=	250	кВ*А	-	Номинальная мощность трансформатора
Ук.з.	=	4,5	%	-	Напряжение короткого замыкания.
Рк. з.	=	3700	Вт	-	Потери короткого замыкания
Кнад.	=	1,2		-	Коэффициент надёжности(циф.-1,1;РТВ-1,3;РТ40/80-1,2;РСТ11/13-1,15).
Квозв.	=	0,8		-	Коэффициент возврата(циф.-0,96;РТВ-0,65;РТ40/80-0,8;РСТ11/13-0,9).
Кс.з.	=	0,3		-	Коэффициент срабатывания защиты, при тс.з.≤0,5сек.
ТТ=Iтр.ном. вн.	=	400/5	А	-	Выбранный трансформатор тока
Ктт	=	80		-	Коэффициент трансформации

Ответ:

Iтр.ном. вн.	=	24,1	А	-	Ток трансформатора в высоковольтной части
Iтр.ном. нн.	=	360,8	А	-	Ток трансформатора в низковольтной части
Ис.з.тр.вн.	=	10,83	А	-	Ток срабатывания защиты трансформатора в высоковольтной части
Ис.з.реле.вн.	=	0,14	А	-	Ток срабатывания защиты реле в высоковольтной части
Ртр.	=	2,35	Ом	-	Активное сопротивление трансформатора
Зтр.	=	7,14	Ом	-	Индуктивное сопротивление трансформатора
Хтр.	=	6,75	Ом	-	Сопротивление трансформатора
Ik.з.(3ф)тр.нн.	=	509,04	А	-	Ток трёхфазного короткого замыкания за трансформатором
Ik.з.(2ф)тр.нн.	=	440,84	А	-	Ток двухфазного короткого замыкания за трансформатором
Kч.(мтз)тр.нн.	=	40,72	> 1,5	-	Коэффициент чувствительности максимальной токовой защиты (МТЗ)
Ис.з.(то)тр.нн.	=	610,85	А	-	Ток срабатывания защиты отсечки (ТО)
Ис.реле.(то)	=	7,64	А	-	Ток срабатывания защиты реле по (ТО)
Kч.(то)тр.нн.	=	7,77	> 2	-	Коэффициент чувствительности токовой отсечки (ТО)

Решение:

$$I_{тр.ном. вн.} = \frac{Стр.ном.}{\sqrt{3} * U_{вн.ном.}} = \frac{250}{1,7321 * 6} = 24,1 \text{ А}$$

$$I_{тр.ном. нн.} = \frac{Стр.ном.}{\sqrt{3} * U_{нн.ср.}} = \frac{250}{1,7321 * 0,4} = 360,8 \text{ А}$$

$$I_{с.з.тр.вн.} = \frac{K_{над.} * K_{с.з.}}{K_{возв.}} * I_{тр.ном. вн.} = \frac{1,2 * 0,3}{0,8} * 24,1 = 10,83 \text{ А}$$

$$I_{с.реле.вн.} = \frac{I_{с.з.тр.вн.}}{K_{тт}} = \frac{10,83}{80} = 0,14 \text{ А}$$

$$R_{тр.} = \frac{P_{к. з.} * U_{вн.ср.}^2}{Стр.ном.^2} = \frac{3700 * 39,69}{62500} = 2,35 \text{ Ом}$$

$$Z_{тр.} = \frac{U_{к.з. \%}}{100} * \frac{U_{вн.ср.}^2}{Стр.ном.} = \frac{4,5}{100} * \frac{39,69}{0,25} = 7,14 \text{ Ом}$$

$$X_{тр.} = \sqrt{Z_{тр.}^2 - R_{тр.}^2} = \sqrt{51,04 - 5,52} = 6,75 \text{ Ом}$$

$$I_{к.з.(3ф)тр.нн.} = \frac{U_{вн.ср.}}{\sqrt{3} * (X_{с.min.} + X_{л.K1,K2} + X_{тр.})} = \frac{6300}{1,7321 * (0,2043 + 0,1943 + 6,75)} = 509,04 \text{ А}$$

$$I_{к.з.(2ф)тр.нн.} = \frac{\sqrt{3}}{2} * I_{к.з.(3ф)тр.нн.} = \frac{1,7321}{2} * 509,04 = 440,84 \text{ А}$$

$$K_{ч.(мтз)} = \frac{I_{к.з.(2ф)тр.нн.}}{I_{с.з.тр.вн.}} = \frac{440,84}{10,83} = 40,72 > 1,5$$

ТО

$$I_{с.з.(то)} = K_{над.} * I_{к.з.(3ф)тр.нн.} = 1,2 * 509,04 = 610,85 \text{ А}$$

$$I_{с.з.реле.вн.} = \frac{I_{с.з.(то)}}{K_{тт}} = \frac{610,85}{80} = 7,64 \text{ А}$$

К1

Дано:

Uном.	=	6000	B	-	Номинальное напряжение сети.
Uср.	=	6300	B	-	Среднее напряжение высоковольтной части для расчёта к.з.
Ik.з.(3ф)max.ПС	=	8003,0	A	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах максимальном режиме
Ik.з.(3ф)min.ПС	=	3296,0	A	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в минимальном режиме
r уд.	=	0,42	Ом/км	-	Активное сопротивление кабеля на 1км. при параллельной прокладке
x уд.	=	0,08	Ом/км	-	Реактивное сопротивление кабеля на 1км. в плоскости при парал. пр.
L	=	2,69	км	-	Длина кабеля

KB-10
KB-10

Ответ:

Sk.з.max.ПС	=	87,33	мВА	-	Мощность короткого замыкания максимальная
Sk.з.min.ПС	=	35,97	мВА	-	Мощность короткого замыкания минимальная
Xc.max.	=	0,4545	Ом	-	Эквивалентное максимальное сопротивление системы
Xc.min.	=	1,1036	Ом	-	Эквивалентное минимальное сопротивление системы
Rл.	=	1,1298	Ом	-	Активное сопротивление линии
Xл.	=	0,2152	Ом	-	Реактивное сопротивление линии
Zл.max.	=	1,3134	Ом	-	Полное максимальное сопротивление участка цепи
Zл.min.	=	1,7365	Ом	-	Полное минимальное сопротивление участка цепи
Ik.з.(3ф)max.	=	2769,4	A	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в максимальном режиме
Ik.з.(3ф)min.	=	2094,6	A	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в минимальном режиме

ТП-288
ТП-288

Решение:

Sk.з.max.ПC	=	$\sqrt{3}$	*	Ucp.	*	Ik.з.(3ф)max.ПC	=	1,7321	*	6300	*	8003	=	87,33	мBA
Sk.з.min.ПC	=	$\sqrt{3}$	*	Ucp.	*	Ik.з.(3ф)min.ПC	=	1,7321	*	6300	*	3296	=	35,97	мBA
Xc.max.	=	$\frac{Ucp.}{\sqrt{3} * Ik.з.(3ф)max.ПC}$				=	$\frac{6300}{1,7321 * 8003}$				=	0,4545	Ом		
Xc.min.	=	$\frac{Ucp.}{\sqrt{3} * Ik.з.(3ф)min.ПC}$				=	$\frac{6300}{1,7321 * 3296}$				=	1,1036	Ом		
Rл.	=	r уд.	*	L K1	=	0,42	*	2,69	=	1,1298	Ом				
Xл.	=	x уд.	*	L K1	=	0,08	*	2,69	=	0,2152	Ом				
Zл.max.	=	$\sqrt{Rл.^2 + (Xл.2 + Xc.max.)^2}$				=	$\sqrt{1,2764 + (0,4485)^2}$				=	1,3134	Ом		
Zл.min.	=	$\sqrt{Rл.K^2 + (Xл.K + Xc.min.)^2}$				=	$\sqrt{1,2764 + (1,7391)^2}$				=	1,7365	Ом		
Ik.з.(3ф)max.	=	$\frac{Ucp.}{\sqrt{3} * Zл.max.K}$				=	$\frac{6300}{1,7321 * 1,3134}$				=	2769,4	A		
Ik.з.(3ф)min.	=	$\frac{Ucp.}{\sqrt{3} * Zл.min.K}$				=	$\frac{6300}{1,7321 * 1,7365}$				=	2094,6	A		

K2

Дано:

U _{ном.}	=	6000	В	-	Номинальное напряжение
U _{ср.}	=	6300	В	-	Среднее напряжение высоковольтной части для расчёта к.з.
I _{к.з.(3ф)max.}	=	2769,4	А	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в максимальном режиме
I _{к.з.(3ф)min.}	=	2094,6	А	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в минимальном режиме
r _{уд.}	=	0,32	Ом/км	-	Активное сопротивление кабеля на 1км.
x _{уд.}	=	0,079	Ом/км	-	Реактивное сопротивление кабеля на 1км.
L _{КЗ}	=	0,576	км	-	Длина кабеля или провода

БК-1

Ответ:

R _{л.}	=	0,1843	Ом	-	Активное сопротивление линии
X _{л.}	=	0,0455	Ом	-	Реактивное сопротивление линии
ΣR _{л.}	=	1,3141	Ом	-	Сумма активное сопротивление линии
ΣX _{л.}	=	0,2607	Ом	-	Сумма реактивное сопротивление линии
Z _{л.max.}	=	1,4961	Ом	-	Полное максимальное сопротивление участка цепи
Z _{л.min.}	=	1,8942	Ом	-	Полное минимальное сопротивление участка цепи
I _{к.з.(3ф)max.}	=	2431,1	А	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в максимальном режиме
I _{к.з.(3ф)min.}	=	1920,2	А	-	Трёхфазные токи КЗ замыкания на шинах в минимальном режиме

Проект ТП

Решение:

Rл.	=	r уд.	*	L	=	0,32	*	0,576	=	0,1843	Ом		
Xл.	=	x уд.К3,	*	L К3,К4	=	0,079	*	0,576	=	0,0455	Ом		
Zл.max.	=	$\sqrt{(\Sigma R_{л.})^2 + (\Sigma X_{л.} + X_{с.max.})^2}$				=	$\sqrt{1,7269 + (0,5115)^2}$				=	1,4961	Ом
Zл.min.	=	$\sqrt{(\Sigma R_{л.})^2 + (\Sigma X_{л.} + X_{с.min.})^2}$				=	$\sqrt{1,7269 + (1,8612)^2}$				=	1,8942	Ом
Iк.з.(3ф)max.К3	=	$\frac{U_{ср.}}{\sqrt{3} * Z_{л.max.}}$				=	$\frac{6300}{1,7321 * 1,4961}$				=	2431,1	A
Iк.з.(3ф)min.К3	=	$\frac{U_{ср.}}{\sqrt{3} * Z_{л.min.}}$				=	$\frac{6300}{1,7321 * 1,8942}$				=	1920,2	A

Расчёт токов короткого замыкания (К.З.) для силового трансформатора Т1 ТМГ 160-10/0,4 У(ХЛ)1

Дано:

Увн.ном.	=	6	кВ	-	Номинальное напряжение высоковольтной части
Увн.ср.	=	6,3	кВ	-	Среднее напряжение высоковольтной части для расчёта к.з.
Унн.ср.	=	0,4	кВ	-	Среднее напряжение низковольтной части для расчёта к.з.
Стр.ном.	=	400	кВ*А	-	Номинальная мощность трансформатора
Ук.з.	=	4,5	%	-	Напряжение короткого замыкания.
Рк. з.	=	5500	Вт	-	Потери короткого замыкания
Кнад.	=	1,2		-	Коэффициент надёжности(циф.-1,1;РТВ-1,3;РТ40/80-1,2;РСТ11/13-1,15).
Квозв.	=	0,8		-	Коэффициент возврата(циф.-0,96;РТВ-0,65;РТ40/80-0,8;РСТ11/13-0,9).
Кс.з.	=	0,3		-	Коэффициент срабатывания защиты, при тс.з.≤0,5сек.
ТТ≈Iтр.ном. вн.	=	600/5	А	-	Выбранный трансформатор тока
Ктт	=	120		-	Коэффициент трансформации

Ответ:

Iтр.ном. вн.	=	38,5	А	-	Ток трансформатора в высоковольтной части
Iтр.ном. нн.	=	577,4	А	-	Ток трансформатора в низковольтной части
Iс.з.тр.вн.	=	17,32	А	-	Ток срабатывания защиты трансформатора в высоковольтной части
Iс.з.реле.вн.	=	0,14	А	-	Ток срабатывания защиты реле в высоковольтной части
Rтр.	=	1,36	Ом	-	Активное сопротивление трансформатора
Zтр.	=	4,47	Ом	-	Индуктивное сопротивление трансформатора
Xтр.	=	4,25	Ом	-	Сопротивление трансформатора
Ik.з.(3ф)тр.нн.	=	652,98	А	-	Ток трёхфазного короткого замыкания за трансформатором
Ik.з.(2ф)тр.нн.	=	565,50	А	-	Ток двухфазного короткого замыкания за трансформатором
Kч.(мтз)тр.нн.	=	32,65	> 1,5		Коэффициент чувствительности максимальной токовой защиты (МТЗ)
Iс.з.(то)тр.нн.	=	783,57	А		Ток срабатывания защиты отсечки (ТО)
Iс.реле.(то)	=	6,53	А	-	Ток срабатывания защиты реле по (ТО)
Kч.(то)тр.нн.	=	6,06	> 2		Коэффициент чувствительности токовой отсечки (ТО)

Решение:

$$I_{тр.ном. вн.} = \frac{S_{тр.ном.}}{\sqrt{3} * U_{вн.ном.}} = \frac{400}{1,7321 * 6} = 38,5 \text{ А}$$

$$I_{тр.ном. нн.} = \frac{S_{тр.ном.}}{\sqrt{3} * U_{нн.ср.}} = \frac{400}{1,7321 * 0,4} = 577,4 \text{ А}$$

$$I_{с.з.тр.вн.} = \frac{K_{над.} * K_{с.з.}}{K_{возв.}} * I_{тр.ном. вн.} = \frac{1,2 * 0,3}{0,8} * 38,5 = 17,32 \text{ А}$$

$$I_{с.реле.вн.} = \frac{I_{с.з.тр.вн.}}{K_{тт}} = \frac{17,32}{120} = 0,14 \text{ А}$$

$$R_{тр.} = \frac{P_{к. з.} * U_{вн.ср.}^2}{S_{тр.ном.}^2} = \frac{5500 * 39,69}{160000} = 1,36 \text{ Ом}$$

$$Z_{тр.} = \frac{U_{к.з.} \% * U_{вн.ср.}^2}{100 * S_{тр.ном.}} = \frac{4,5 * 39,69}{100 * 0,4} = 4,47 \text{ Ом}$$

$$X_{тр.} = \sqrt{Z_{тр.}^2 - R_{тр.}^2} = \sqrt{19,94 - 1,86} = 4,25 \text{ Ом}$$

$$I_{к.з.(3ф)тр.нн} = \frac{U_{вн.ср.}}{\sqrt{3} * (X_{с.мин.} + X_{л.К1,К2} + X_{тр.})} = \frac{6300}{1,7321 * (1,1036 + 0,2152 + 4,25)} = 652,98 \text{ А}$$

$$I_{к.з.(2ф)тр.нн} = \frac{\sqrt{3}}{2} * I_{к.з.(3ф)тр.нн} = \frac{1,7321}{2} * 652,98 = 565,50 \text{ А}$$

$$K_{ч.(мтз)} = \frac{I_{к.з.(2ф)тр.нн}}{I_{с.з.тр.вн.}} = \frac{565,50}{17,32} = 32,65 > 1,5$$

ТО

$$I_{с.з.(то)} = K_{над.} * I_{к.з.(3ф)тр.нн} = 1,2 * 652,98 = 783,57 \text{ А}$$

$$I_{с.з.реле.вн.} = \frac{I_{с.з.(то)}}{K_{тт}} = \frac{783,57}{120} = 6,53 \text{ А}$$

Расчёт токов короткого замыкания (К.З.) для силового трансформатора Т1 ТМГ 100-10/0,4 У(ХЛ)1

Дано:

Увн.ном.	=	6	кВ	-	Номинальное напряжение высоковольтной части
Увн.ср.	=	6,3	кВ	-	Среднее напряжение высоковольтной части для расчёта к.з.
Унн.ср.	=	0,4	кВ	-	Среднее напряжение низковольтной части для расчёта к.з.
Стр.ном.	=	250	кВ*А	-	Номинальная мощность трансформатора
Ук.з.	=	4,5	%	-	Напряжение короткого замыкания.
Рк. з.	=	3700	Вт	-	Потери короткого замыкания
Кнад.	=	1,2		-	Коэффициент надёжности(циф.-1,1;РТВ-1,3;РТ40/80-1,2;РСТ11/13-1,15).
Квозв.	=	0,8		-	Коэффициент возврата(циф.-0,96;РТВ-0,65;РТ40/80-0,8;РСТ11/13-0,9).
Кс.з.	=	0,3		-	Коэффициент срабатывания защиты, при тс.з.≤0,5сек.
ТТ=Iтр.ном. вн.	=	400/5	А	-	Выбранный трансформатор тока
Ктт	=	80		-	Коэффициент трансформации

Ответ:

Iтр.ном. вн.	=	24,1	А	-	Ток трансформатора в высоковольтной части
Iтр.ном. нн.	=	360,8	А	-	Ток трансформатора в низковольтной части
Ис.з.тр.вн.	=	10,83	А	-	Ток срабатывания защиты трансформатора в высоковольтной части
Ис.з.реле.вн.	=	0,14	А	-	Ток срабатывания защиты реле в высоковольтной части
Ртр.	=	2,35	Ом	-	Активное сопротивление трансформатора
Зтр.	=	7,14	Ом	-	Индуктивное сопротивление трансформатора
Хтр.	=	6,75	Ом	-	Сопротивление трансформатора
Ik.з.(3ф)тр.нн.	=	450,97	А	-	Ток трёхфазного короткого замыкания за трансформатором
Ik.з.(2ф)тр.нн.	=	390,55	А	-	Ток двухфазного короткого замыкания за трансформатором
Kч.(мтз)тр.нн.	=	36,08	> 1,5		Коэффициент чувствительности максимальной токовой защиты (МТЗ)
Ис.з.(то)тр.нн.	=	541,16	А		Ток срабатывания защиты отсечки (ТО)
Ис.реле.(то)	=	6,76	А	-	Ток срабатывания защиты реле по (ТО)
Kч.(то)тр.нн.	=	8,78	> 2		Коэффициент чувствительности токовой отсечки (ТО)

Решение:

$$I_{тр.ном. вн.} = \frac{Стр.ном.}{\sqrt{3} * Увн.ном.} = \frac{250}{1,7321 * 6} = 24,1 \text{ А}$$

$$I_{тр.ном. нн.} = \frac{Стр.ном.}{\sqrt{3} * Унн.ср.} = \frac{250}{1,7321 * 0,4} = 360,8 \text{ А}$$

$$I_{с.з.тр.вн.} = \frac{Кнад. * Кс.з.}{Квозв.} * I_{тр.ном. вн.} = \frac{1,2 * 0,3}{0,8} * 24,1 = 10,83 \text{ А}$$

$$I_{с.реле.вн.} = \frac{I_{с.з.тр.вн.}}{Ктт} = \frac{10,83}{80} = 0,14 \text{ А}$$

$$R_{тр.} = \frac{Рк. з. * Увн.ср.^2}{Стр.ном.^2} = \frac{3700 * 39,69}{62500} = 2,35 \text{ Ом}$$

$$Z_{тр.} = \frac{Ук.з. \% * Увн.ср.^2}{100 * \frac{Стр.ном.}{1000}} = \frac{4,5 * 39,69}{100 * 0,25} = 7,14 \text{ Ом}$$

$$X_{тр.} = \sqrt{Z_{тр.}^2 - R_{тр.}^2} = \sqrt{51,04 - 5,52} = 6,75 \text{ Ом}$$

$$I_{k.з.(3ф)тр.нн} = \frac{Увн.ср.}{\sqrt{3} * (X_{с.min.} + X_{л.К1,К2} + X_{тр.})} = \frac{6300}{1,7321 * (1,1036 + 0,2152 + 6,75)} = 450,97 \text{ А}$$

$$I_{k.з.(2ф)тр.нн} = \frac{\sqrt{3}}{2} * I_{k.з.(3ф)тр.нн} = \frac{1,7321}{2} * 450,97 = 390,55 \text{ А}$$

$$K_{ч.(мтз)} = \frac{I_{k.з.(2ф)тр.нн}}{I_{с.з.тр.вн.}} = \frac{390,55}{10,83} = 36,08 > 1,5$$

ТО

$$I_{с.з.(то)} = Кнад. * I_{k.з.(3ф)тр.нн} = 1,2 * 450,97 = 541,16 \text{ А}$$

$$I_{с.з.реле.вн.} = \frac{I_{с.з.(то)}}{Ктт} = \frac{541,16}{80} = 6,76 \text{ А}$$