

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	Контур заземления с сопротивлением растекания 2,0 Ом	
3	Контур заземления с сопротивлением растекания 1,0 Ом	
4	Контур заземления с сопротивлением растекания 0,66 Ом	

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
	<u>Ссылочные документы</u>	
ПУЭ	Правила устройства электроустановок	
	<u>Прилагаемые документы</u>	
02-12-2015-ЭМ.СО	Спецификация оборудования, изделий и материалов	

Технические решения, принятые в проектной документации 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 проектной документацией мероприятий

Главный инженер проекта _____

Заземление. Общие указания.

Заземление выполнить в соответствии со СНиП 3.05.06-85 и ПУЭ (7 издание).

1. Все соединения заземляющего контура выполнить электросваркой внахлест.
2. Размер и расположение заземлителя уточнить по месту с учетом расположения существующих подземных коммуникаций.
3. Сопротивление заземлителя должно быть не более 2 [Ом]; 1[Ом]; 0,66[Ом](см. Расчет заземления - Вариант1; Вариант2; Вариант3). В случае, если сопротивление превышает 2[Ом]; 1[Ом]; 0,66[Ом] необходимо забить дополнительное количество электродов.
4. Внутренний контур заземления выполняется единым. Все помещения связаны между собой двумя лучами из стальной полосы 30x5.

5. Окраску (цветовое обозначение) рабочих (фазных и нулевых) проводников, а также проводников защитного заземления выполнить в соответствии с ПУЭ п.1.1.29 (7-е издание).

Допускается внутренний контур заземления окрашивать в черный и только в местах установки клемм заземления, в т.ч. ответвлений, переносных электроприемников, переносного заземления и т.п. выполнить полосы желтого и зеленого цвета.

6. Внутренний контур заземления выполнить из стальной полосы 30x5 мм. Полосу заземления внутреннего контура заземления прокладывать на высоте 400 мм от уровня чистого пола.

7. Провод заземления нулевого вывода трансформатора должен проходить на расстоянии не менее 120 мм от корпуса трансформатора.

8. Все конструкции, которые могут оказаться под напряжением в случае повреждения изоляции токоведущих элементов подлежат обязательному заземлению путем присоединения к внутреннему контуру заземления проводом МГ 1x25 или стальной полосой 30x5.

Входные двери и ворота заземлить следующим образом:

- стальная полоса 30x5 мм - коробка;
- провод МГ1x25 - полотно.

9. На скобах заземления, предназначенных для присоединения переносных заземлителей, установить гайку-барашек.

10. Проход полосы заземления сквозь стену выполнить в отрезке асбоцементной трубы.

Отверстия трубы уплотнить цементным раствором или другими негорючими материалами с обеих сторон прохода. Соединение заземляющих проводников в месте прохода не допускается.

11. Металлические конструкции крыши и металлических строительных конструкций подстанции присоединить к контуру заземления.

Согласовано

инв. N инв. N

дата и подпись

инв. N подл.

						02-12-2015-ЭМ			
						Технические решения по совмещению традиционных объектов распределительных сетей с зарядной инфраструктурой (интеллектуальный трансформатор сети СН/НН)			
Изм.	Кол.уч	Лист	N док.	Подпись	Дата	КТП 160 кВА 10(6)/0,4 кВ	Стадия	Лист	Листов
Проверил					02.15		Р	1.1	3
Разработал					02.15				
						Общие данные			
									

Расчет внешнего защитного заземляющего устройства

I. Общие данные

Наличие перенапряжений, обусловленных перемежающейся электрической дугой, является основным недостатком сети с изолированной нейтралью. Этот недостаток объясняет обилие предложений по оптимизации режима нейтрали городских электрических сетей.

Основным способом снижения перенапряжений при замыкании на землю, согласно ПТЭ, является компенсация емкостного тока замыкания на землю, что достигается с помощью специальных дугогасящих реакторов (катушек индуктивности), которые включают между нейтралью сети и заземлителем.

Некомпенсированные токи в месте замыкания на землю могут обеспечить неустойчивое горение электрической дуги, т. е. в итоге привести к появлению перенапряжений. Особенно опасно замыкание на землю в сетях с воздушными линиями на железобетонных и металлических опорах, т. к. ток $I_{зз}$ может вывести из строя заземляющие устройства и несущие металлические части опор. Поэтому в сетях напряжением 6-35 кВ с воздушными линиями на указанных опорах допустимое значение тока замыкания на землю составляет $I_{зз}=10$ [А] (в соответствии с требованиями ПТЭ).

Внешнее защитное заземляющее устройство (ВЗЗУ) выполняется общим для напряжения 0,4кВ и 10(6)кВ, соответственно значение его сопротивления растеканию тока в землю не должно превышать 4[Ом] (в соответствии с ПУЭ).

Предельно допустимое значение напряжения прикосновения при аварийном режиме электроустановок переменного тока, частотой 50Гц, напряжением до 1кВ с глухозаземленной или изолированной нейтралью и выше 1кВ с изолированной нейтралью, при продолжительности воздействия свыше 1сек. не должно превышать - 20[V] (ГОСТ 12.1.038-82).

Далее производится расчет внешнего защитного заземляющего (ВЗЗУ) КТП в трех вариантах:

1) - в качестве исходных данных принимаем значение тока замыкания на землю $I_{зз}=10$ [А] (согласно требованиям ПТЭ; сеть с ВЛ-10(6)кВ на железобетонных или металлических опорах), номинальное напряжение сети $U_{ном}=10(6)$ [кВ].

2) - в качестве исходных данных принимаем значение тока замыкания на землю $I_{зз}=20$ [А] (согласно требованиям ПТЭ; сеть КЛ/ВЛ-10кВ, исключена прокладка ВЛ по ж/б или металлическим опорам), номинальное напряжение сети $U_{ном}=10$ [кВ].

3) - в качестве исходных данных принимаем значение тока замыкания на землю $I_{зз}=30$ [А] (согласно требованиям ПТЭ; сеть КЛ/ВЛ-6кВ, исключена прокладка ВЛ по ж/б или металлическим опорам), номинальное напряжение сети $U_{ном}=6$ [кВ].
Допустимое сопротивление ВЗЗУ рассчитывается с учетом нормированного значения напряжения прикосновения ($U_{прек}$).

II. Расчет

Вариант 1

1.1 Расчетный ток однофазного замыкания

$$I_{зз}=10 \text{ А}$$

1.2 Допустимое сопротивление сети по току короткого замыкания

$$R_{д}=U_{прек}/(K_{пр}*I_{зз})=20/(1*10)=2 \text{ Ом}$$

где:

$U_{прек}=20$ В - допустимое напряжение прикосновения;

$K_{пр}=1$ - коэффициент прикосновения.

1.3 Полное сопротивление ВЗЗУ

$$R_{вззу}=1,81 \text{ Ом}$$

Расчеты см. лист 2 рабочих чертежей

1.4 Фактическое напряжение прикосновения

$$U_{пр}=I_{зз}*K_{пр}*R_{вззу}=10*1*1,81=18,1 \text{ В}$$

1.5 Выводы

В результате проведенных вычислений и на основании полученных данных можно сделать следующие выводы: так как полученное значение сопротивления растеканию тока ВЗЗУ равно 1,81 Ом < 2 Ом и полученное значение фактического напряжения прикосновения 18,1В < 20 В, то ВЗЗУ контурного типа в составе:

- глубинный заземлитель, ШИП12/20, L=20 м, d=16 мм - 2 шт;

- горизонтальный заземлитель, полоса стальная оцинкованная, 50x5 мм, длиной - 56 м удовлетворяет требованиям по электробезопасности (в соответствии с ПУЭ).

Вариант 2

2.1 Расчетный ток однофазного замыкания

$$I_{зз}=20 \text{ А}$$

2.2 Допустимое сопротивление сети по току короткого замыкания

$$R_{д}=U_{прек}/(K_{пр}*I_{зз})=20/(1*20)=1 \text{ Ом}$$

где:

$U_{прек}=20$ В - допустимое напряжение прикосновения;

$K_{пр}=1$ - коэффициент прикосновения.

2.3 Полное сопротивление ВЗЗУ

$$R_{вззу}=0,95 \text{ Ом}$$

Расчеты см. лист 3 рабочих чертежей

2.4 Фактическое напряжение прикосновения

$$U_{пр}=I_{зз}*K_{пр}*R_{вззу}=20*1*0,95=19,0 \text{ В}$$

2.5 Выводы

В результате проведенных вычислений и на основании полученных данных можно сделать следующие выводы: так как полученное значение сопротивления растеканию тока ВЗЗУ равно 0,95 Ом < 1 Ом и полученное значение фактического напряжения прикосновения 19,0 В < 20 В, то ВЗЗУ контурного типа в составе:

- глубинный заземлитель, ШИП12/20, L=20 м, d=16 мм - 4 шт;

- горизонтальный заземлитель, полоса стальная оцинкованная, 50x5 мм, длиной - 56 м удовлетворяет требованиям по электробезопасности (в соответствии с ПУЭ).

Согласовано

инв. N подл.	дата и подпись	взамен инв. N

Изм.	Кол.	Лист	N док.	Подпись	Дата

02-12-2015-ЭМ

Лист
1.2

Вариант 3

3.1 Расчетный ток однофазного замыкания

$I_{зз}=30 \text{ А}$

3.2 Допустимое сопротивление сети по току короткого замыкания

$$R_{д} = U_{прк} / (K_{пр} * I_{зз}) = 20 / (1 * 30) = 0,667 \text{ Ом}$$

где:

$U_{прк}=20 \text{ В}$ - допустимое напряжение прикосновения;

$K_{пр}=1$ - коэффициент прикосновения.

3.3 Полное сопротивление ВЗЗУ

$$R_{вззу}=0,63 \text{ Ом}$$

Расчеты см. лист 4 рабочих чертежей

3.4 Фактическое напряжение прикосновения

$$U_{пр} = I_{зз} * K_{пр} * R_{вззу} = 20 * 1 * 0,63 = 12,6 \text{ В}$$

3.5 Выводы

В результате проведенных вычислений и на основании полученных данных можно сделать следующие выводы:
так как полученное значение сопротивления растеканию тока ВЗЗУ равно $0,63 \text{ Ом} < 0,667 \text{ Ом}$ и полученное значение фактического напряжения прикосновения $12,6 \text{ В} < 20 \text{ В}$, то ВЗЗУ контурного типа в составе:
- глубинный заземлитель, ШИП15/30, $L=30 \text{ м}$, $d=16 \text{ мм}$ - 4 шт;
- горизонтальный заземлитель, полоса стальная оцинкованная, $50 \times 5 \text{ мм}$, длиной - 56 м удовлетворяет требованиям по электробезопасности (в соответствии с ПУЭ).

Согласовано				
инв. N подл.	дата и подпись	взамен инв. N		

Изм.	Кол.	Лист	N док.	Подпись	Дата

02-12-2015-ЭМ

Условные обозначения:

Классы заземления

Классы заземления с гайкой-барашек М10

Горизонтальный заземлитель, полоса оцинкованная 50x5 мм

Глубинный заземлитель, d=16 мм, L=20 м, ШИП-12/20

Сопротивление растеканию многоэлектродного заземляющего устройства

$$R_{об} = \frac{R_1 \cdot R_2}{\eta_1 \cdot R_2 + \eta_2 \cdot R_1}$$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R _{об}	Сопротивление растеканию многоэлектродного заземляющего устройства	1,81	Ом
2	R ₁	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	9,27	Ом
3	R ₂	Сопротивление растеканию вертикального заземлителя	2,47	Ом
4	η ₁	Коэффициент использования горизонтального заземлителя (табл. 2.8)	0,45	-
5	η ₂	Коэффициент использования вертикального заземлителя (табл. 2.5)	0,62	-
6	n	Количество вертикальных заземлителей	2	-

Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя

$$R_{1,1} = \frac{\rho}{\pi^2 \cdot D} \cdot k_2 \cdot \ln \frac{7 \cdot D}{\sqrt{b \cdot h}}$$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R _{1.1}	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	12,31	Ом
2	ρ	Удельное сопротивление грунта	80	Ом*м
3	D	Диаметр кольца заземлителя	24,74	м
4	b	Ширина полосы	0,05	м
5	h	Глубина прокладки заземлителя	0,70	м
6	k ₂	Коэффициент промерзания грунта, учитывающий сезонные колебания температуры грунта для горизонтального заземлителя	5,50	-

Сопротивление растеканию вертикального заземлителя

$$R_2 = \frac{1}{2 \cdot \pi \left[\frac{h}{\rho_1} + (l-h) \right] \frac{1}{\rho_2}} \cdot \ln \frac{4 \cdot l}{d}$$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R ₂	Сопротивление растеканию вертикального заземлителя	2,47	Ом
2	ρ ₁	Удельное сопротивление верхнего слоя	80	Ом*м
3	ρ ₂	Удельное сопротивление нижнего слоя	40	Ом*м
4	h	Глубина верхнего слоя	4,00	м
5	l	Длина вертикального заземлителя	20,00	м
6	d	Диаметр вертикального заземлителя	0,16	м

Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя

$$R_{1,2} = \frac{\rho}{\pi^2 \cdot D} \cdot k_2 \cdot \ln \frac{7 \cdot D}{\sqrt{b \cdot h}}$$

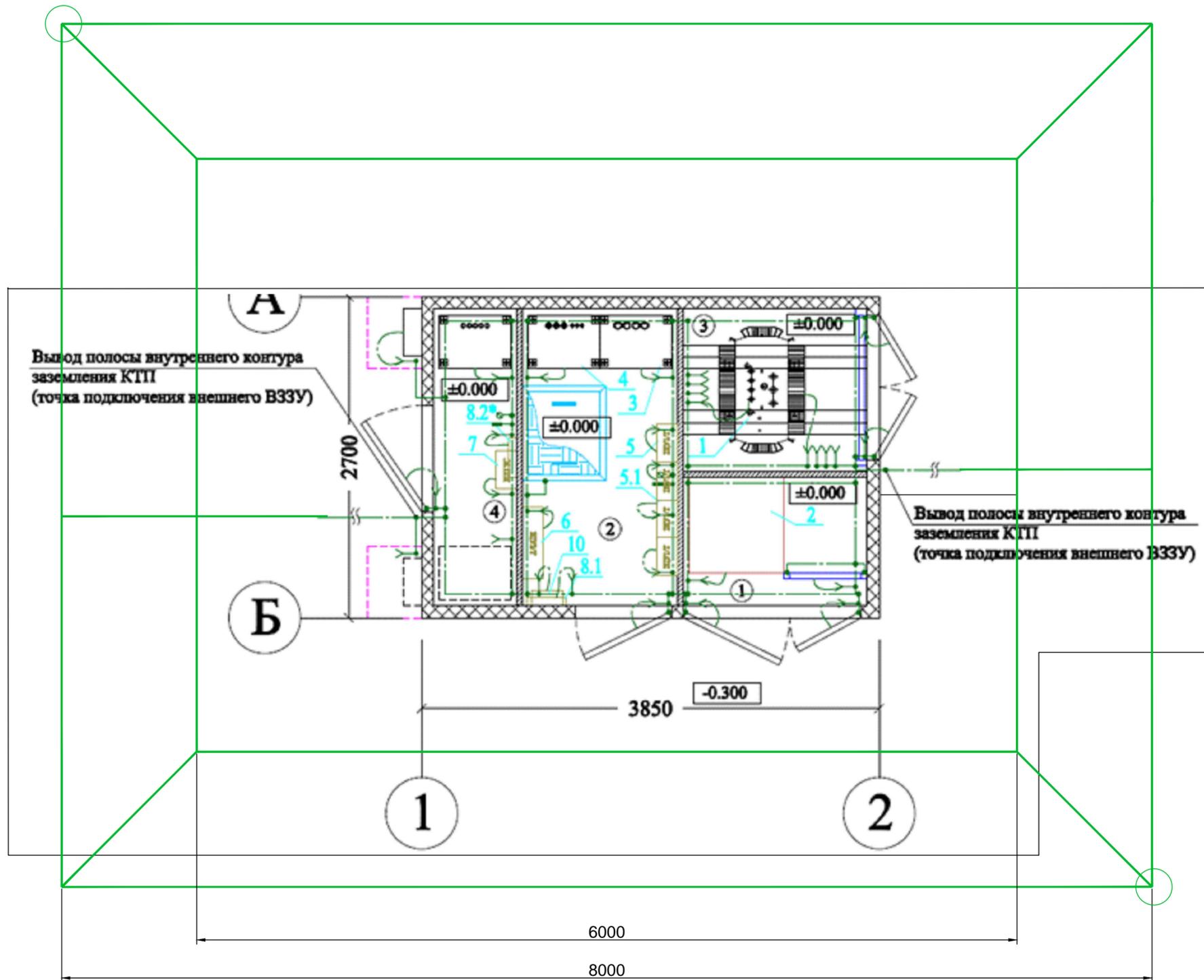
№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R _{1.2}	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	10,79	Ом
2	ρ	Удельное сопротивление грунта	80	Ом*м
3	D	Диаметр кольца заземлителя	28,86	м
4	b	Ширина полосы	0,05	м
5	h	Глубина прокладки заземлителя	0,70	м
6	k ₂	Коэффициент промерзания грунта, учитывающий сезонные колебания температуры грунта для горизонтального заземлителя	5,50	-

Сопротивление 2-х горизонтальных заземлителей

$$R_1 = \frac{R_{1,1} \cdot R_{1,2}}{\eta_3 \cdot R_{1,1} + \eta_3 \cdot R_{1,2}}$$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R ₁	Сопротивление растеканию многоэлектродного заземляющего устройства	9,27	Ом
2	R _{1.1}	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	12,31	Ом
3	R _{1.2}	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	10,79	Ом
4	η ₃	Коэффициент использования горизонтального заземлителя (табл. 2.6)	0,62	-

Коэффициенты взяты с "Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации заземлений в установках проводной связи и радиотрансляционных узлов. Минсвязи СССР от 1971-01-01"



Примечание:

1. Провод заземления нулевого вывода трансформатора должен проходить на расстоянии не менее 120 мм от корпуса трансформатора. для этого его необходимо провести до внутреннего контура заземления в трансформаторной камере через клицу для н/я кабелей.

Марка, обозначение	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, кг/ед.	Примечание
1	ТМГС/11-160/10(6)-У1	Трансформатор 10(6)/0,4 кВ, 160 кВА	1	670	станд. - 167 кг
2	КСО-305	Распределительное устройство 10(6) кВ	1	450	
3	РУ-0,4кВ	Вводно-распределительное устройство 0,4 кВ	1	450	
4	СН-ЭСС	Блок питания собственных нужд	1		в комплекте РУ-0,4кВ
5	ЩУ1/Т	Щит учета (Ввод)	1		H=1400
5.1	ЩУ3/Т	Щит учета (Отх. линия)	1		H=1400
6	ЩУ2/Т	Щит учета (ЭС)	1		H=1400
7	ШПТ ЭС	Щит питания внешней сети	1		H=1400
8.1, 8.2	Ввод 0,5кВ	Печь электрическая, 0,5 кВт	2*		H=150
10	ЭСН-103.00.0	Полка комплектная	1		H=1200
23	НВО.00.001.20	Кольца заземления	30		
24	УН42-171	Классы заземления с гайкой-барашек М10	2		
24.1		Классы для переносного заземления	2		
25	ЭСН 1000.06.00А	Накладная для переносного заземления для высоковольтных тр-ра	1		
26	МП 1x50 ГОСТ 6323-79	Провод медный голый	5м		
27	МП 1x25 ГОСТ 6323-79	Провод медный голый	50м		
28	Б30x5 ГОСТ1103-76	Полоса заземления	40м		

02-12-2015-ЭМ				
Технические решения по совмещению традиционных объектов распределительных сетей с зарядной инфраструктурой (интеллектуальный трансформатор сети СН/НН)				
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись
Проверил				02.15
Разработал				02.15
КТП 160 кВА 10(6)/0,4 кВ			Стадия	Лист
Контур заземления с сопротивлением растекания 2,0 Ом			Р	2
АИСТРИА ЭНЕРДЖИ				

Условные обозначения:

Классы заземления

Классы заземления с гайкой-барашек М10

Горизонтальный заземлитель, полоса оцинкованная 50x5 мм

Глубинный заземлитель, d=16 мм, L=20 м, ШИП-12/20

Сопротивление растеканию многоэлектродного заземляющего устройства

$$R_{об} = \frac{R_1 \cdot R_2}{\eta_1 \cdot R_2 + \eta_2 \cdot n \cdot R_1}$$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R _{об}	Сопротивление растеканию многоэлектродного заземляющего устройства	0,95	Ом
2	R ₁	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	9,27	Ом
3	R ₂	Сопротивление растеканию вертикального заземлителя	2,47	Ом
4	η ₁	Коэффициент использования горизонтального заземлителя (табл. 2.8)	0,45	-
5	η ₂	Коэффициент использования вертикального заземлителя (табл. 2.5)	0,62	-
6	n	Количество вертикальных заземлителей	4	-

Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя

$$R_{1,1} = \frac{\rho}{\pi^2 \cdot D} \cdot k_2 \cdot \ln \frac{7 \cdot D}{\sqrt{b \cdot h}}$$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R _{1.1}	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	12,31	Ом
2	ρ	Удельное сопротивление грунта	80	Ом*м
3	D	Диаметр кольца заземлителя	24,74	м
4	b	Ширина полосы	0,05	м
5	h	Глубина прокладки заземлителя	0,70	м
6	k ₂	Коэффициент промерзания грунта, учитывающий сезонные колебания температуры грунта для горизонтального заземлителя	5,50	-

Сопротивление растеканию вертикального заземлителя

$$R_2 = \frac{1}{2 \cdot \pi \left[\frac{h}{\rho_1} + (l-h) \right] \frac{1}{\rho_2}} \cdot \ln \frac{4 \cdot l}{d}$$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R ₂	Сопротивление растеканию вертикального заземлителя	2,47	Ом
2	ρ ₁	Удельное сопротивление верхнего слоя	80	Ом*м
3	ρ ₂	Удельное сопротивление нижнего слоя	40	Ом*м
4	h	Глубина верхнего слоя	4,00	м
5	l	Длина вертикального заземлителя	20,00	м
6	d	Диаметр вертикального заземлителя	0,16	м

Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя

$$R_{1,2} = \frac{\rho}{\pi^2 \cdot D} \cdot k_2 \cdot \ln \frac{7 \cdot D}{\sqrt{b \cdot h}}$$

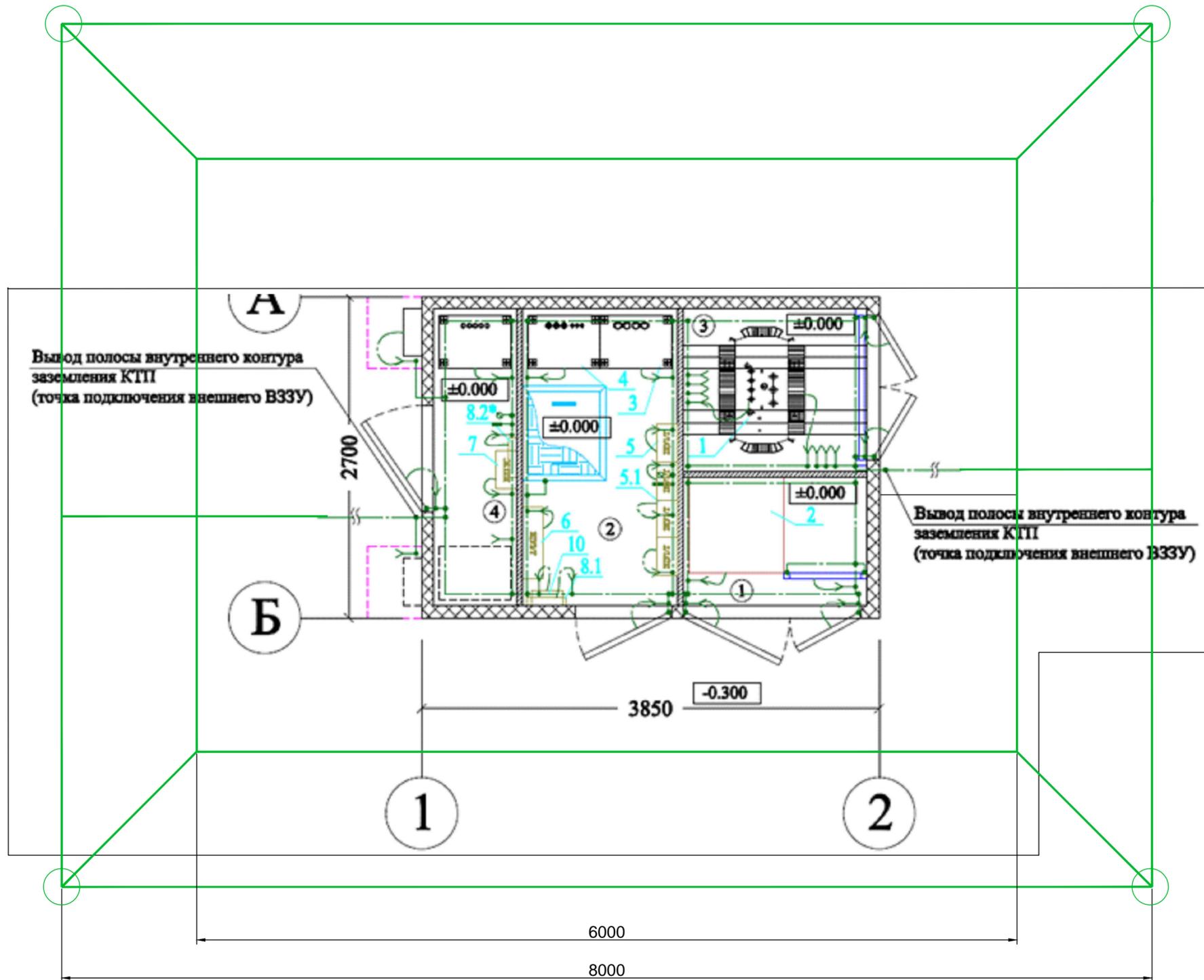
№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R _{1.2}	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	10,79	Ом
2	ρ	Удельное сопротивление грунта	80	Ом*м
3	D	Диаметр кольца заземлителя	28,86	м
4	b	Ширина полосы	0,05	м
5	h	Глубина прокладки заземлителя	0,70	м
6	k ₂	Коэффициент промерзания грунта, учитывающий сезонные колебания температуры грунта для горизонтального заземлителя	5,50	-

Сопротивление 2-х горизонтальных заземлителей

$$R_1 = \frac{R_{1,1} \cdot R_{1,2}}{\eta_3 \cdot R_{1,1} + \eta_3 \cdot R_{1,2}}$$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R ₁	Сопротивление растеканию многоэлектродного заземляющего устройства	9,27	Ом
2	R _{1.1}	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	12,31	Ом
3	R _{1.2}	Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя	10,79	Ом
4	η ₃	Коэффициент использования горизонтального заземлителя (табл. 2.6)	0,62	-

Коэффициенты взяты с "Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации заземлений в установках проводной связи и радиотрансляционных узлов. Минсвязи СССР от 1971-01-01"



Примечание:

1. Провод заземления нулевого вывода трансформатора должен проходить на расстоянии не менее 120 мм от корпуса трансформатора. для этого его необходимо провести до внутреннего контура заземления в трансформаторной камере через клицу для н/в кабелей.

Марка, обозначение	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, кг/ед.	Примечание
1	ТМГС/11-160/10(6)-У1	Трансформатор 10(6)/0,4 кВ, 160 кВА	1	670	станд.-167 кг
2	КСО-305	Распределительное устройство 10(6) кВ	1	450	
3	РУ-0,4кВ	Вводно-распределительное устройство 0,4 кВ	1	450	
4	СН-ЭСС	Блок питания собственных нужд	1		в отк. РУ-0,4кВ
5	ЩУ1/Т	Щит учета (Ввод)	1		H=1400
5.1	ЩУ3/Т	Щит учета (Отк. линия)	1		H=1400
6	ЩУ2/Т	Щит учета (ЭС)	1		H=1400
7	ШПТ ЭС	Щит питания внешней стороны	1		H=1400
8.1, 8.2	Ввод 0,5УВ	Печь электрическая, 0,5 кВт	2*		H=150
10	ЭСН-103.00.0	Полка комплектная	1		H=1200
23	НВО.00.001.20	Кольца заземления	30		
24	УН42-171	Классы заземления с гайкой-барашек М10	2		
24.1		Классы для переносного заземления	2		
25	ЭСН 1000.06.00А	Накладка для переносного заземления для высоковольтных тр-ра	1		
26	МП 1x50 ГОСТ 6323-79	Провод медный голый	5м		
27	МП 1x25 ГОСТ 6323-79	Провод медный голый	50м		
28	Б30x5 ГОСТ1103-76	Полоса заземления	40м		

Согласовано
 взамен инв. N
 дата и подпись
 инв. N подл.

02-12-2015-ЭМ

Технические решения по совмещению традиционных объектов распределительных сетей с зарядной инфраструктурой (интеллектуальный трансформатор сети СН/НН)

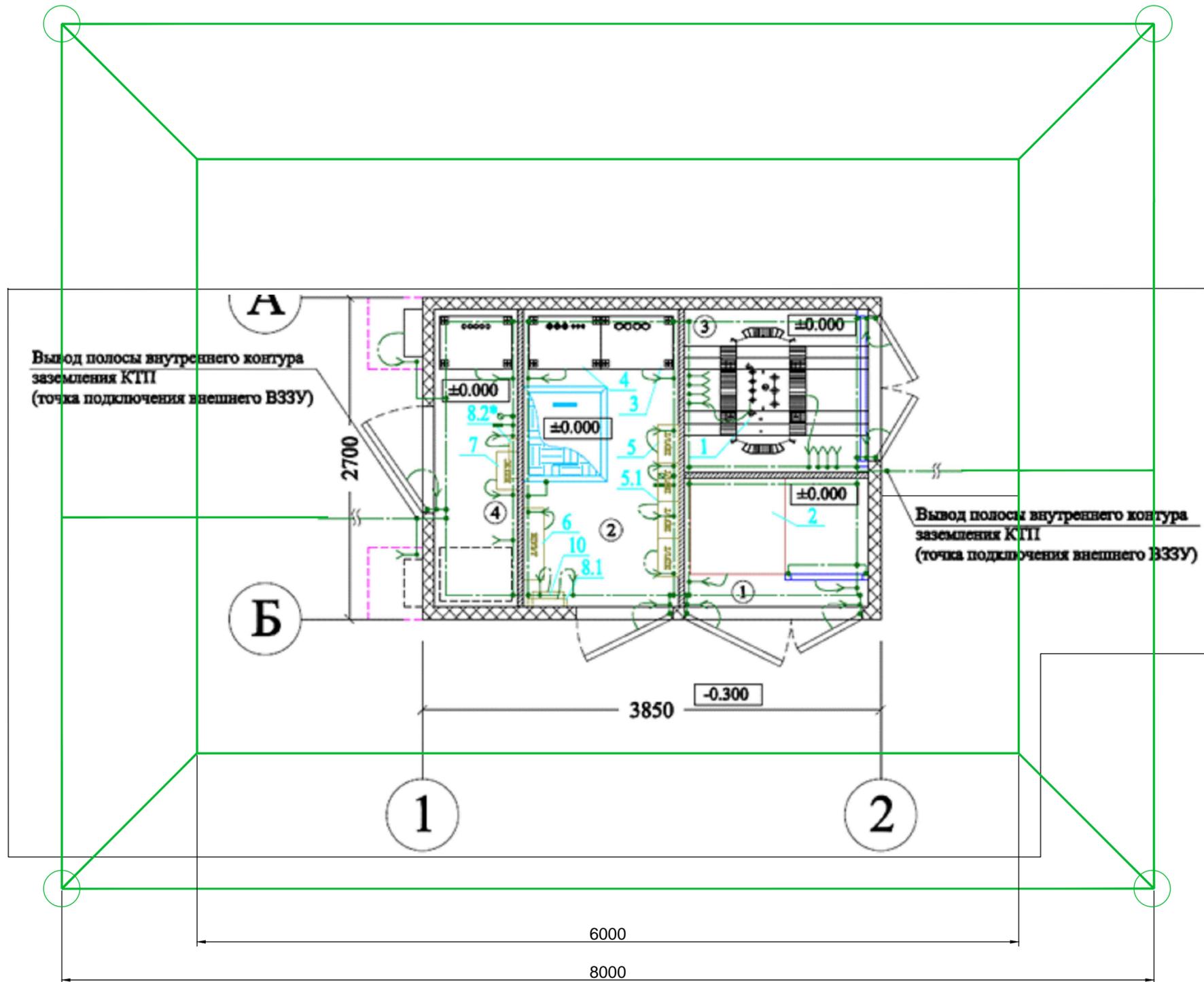
Изм.	Кол.уч	Лист	N док.	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Проверил					02.15	КТП 160 кВА 10(6)/0,4 кВ	Р	3
Разработал					02.15			
Контур заземления с сопротивлением растекания 1,0 Ом								

Условные обозначения:

- Клемма заземления
- Клемма заземления с гайкой-барашек М10

Горизонтальный заземлитель, полоса оцинкованная 50x5 мм

Глубинный заземлитель, d=16 мм, L=30 м, ШИП-15/30



Сопrotивление растеканию многоэлектродного заземляющего устройства $R_{об} = \frac{R_1 \cdot R_2}{\eta_1 \cdot R_2 + \eta_2 \cdot n \cdot R_1}$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R _{об}	Сопrotивление растеканию многоэлектродного заземляющего устройства	0,63	Ом
2	R ₁	Сопrotивление растеканию горизонтального заземлителя	9,27	Ом
3	R ₂	Сопrotивление растеканию вертикального заземлителя	1,62	Ом
4	η ₁	Кoэффициент использования горизонтального заземлителя (табл. 2.8)	0,45	-
5	η ₂	Кoэффициент использования вертикального заземлителя (табл. 2.5)	0,62	-
6	n	Кoличество вертикальных заземлителей	4	-

Сопrotивление растеканию горизонтального заземлителя $R_{11} = \frac{\rho}{\pi^2 \cdot D} \cdot k_2 \cdot \ln \frac{7 \cdot D}{\sqrt{b \cdot h}}$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R _{1.1}	Сопrotивление растеканию горизонтального заземлителя	12,31	Ом
2	ρ	Удельное сопротивление грунта	80	Ом*м
3	D	Диаметр кольца заземлителя	24,74	м
4	b	Ширина полосы	0,05	м
5	h	Глубина прокладки заземлителя	0,70	м
6	k ₂	Кoэффициент промерзания грунта, учитывающий сезонные колебания температуры грунта для горизонтального заземлителя	5,50	-

Сопrotивление растеканию вертикального заземлителя $R_2 = \frac{1}{2 \cdot \pi \left[\frac{h}{\rho_1} + (l-h) \right]} \cdot \frac{1}{\rho_2} \cdot \ln \frac{4 \cdot l}{d}$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R ₂	Сопrotивление растеканию вертикального заземлителя	1,62	Ом
2	ρ ₁	Удельное сопротивление верхнего слоя	80	Ом*м
3	ρ ₂	Удельное сопротивление нижнего слоя	40	Ом*м
4	h	Глубина верхнего слоя	4,00	м
5	l	Длина вертикального заземлителя	30,00	м
6	d	Диаметр вертикального заземлителя	0,16	м

Сопrotивление растеканию горизонтального заземлителя $R_{12} = \frac{\rho}{\pi^2 \cdot D} \cdot k_2 \cdot \ln \frac{7 \cdot D}{\sqrt{b \cdot h}}$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R _{1.2}	Сопrotивление растеканию горизонтального заземлителя	10,79	Ом
2	ρ	Удельное сопротивление грунта	80	Ом*м
3	D	Диаметр кольца заземлителя	28,86	м
4	b	Ширина полосы	0,05	м
5	h	Глубина прокладки заземлителя	0,70	м
6	k ₂	Кoэффициент промерзания грунта, учитывающий сезонные колебания температуры грунта для горизонтального заземлителя	5,50	-

Сопrotивление 2-х горизонтальных заземлителей $R_1 = \frac{R_{1.1} \cdot R_{1.2}}{\eta_3 \cdot R_{1.1} + \eta_3 \cdot R_{1.2}}$

№ п/п	Обозначение	Наименование	Значение	Размерность
1	R ₁	Сопrotивление растеканию многоэлектродного заземляющего устройства	9,27	Ом
2	R _{1.1}	Сопrotивление растеканию горизонтального заземлителя	12,31	Ом
3	R _{1.2}	Сопrotивление растеканию горизонтального заземлителя	10,79	Ом
4	η ₃	Кoэффициент использования горизонтального заземлителя (табл. 2.6)	0,62	-

Примечание:
1. Провод заземления нулевого вывода трансформатора должен проходить на расстоянии не менее 120 мм от корпуса трансформатора. для этого его необходимо провести до внутреннего контура заземления в трансформаторной камере через клицу для и/в кабелей.

Марка, обозначение	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, кг/ед.	Примечание
1	ТМГС/11-160/10(6)-У1	Трансформатор 10(6)/0,4 кВ, 160 кВА	1	670	станд.-167 кг
2	КСО-305	Распределительное устройство 10(6) кВ	1	450	
3	РУ-0,4кВ	Вводно-распределительное устройство 0,4 кВ	1	450	
4	СН-ЭСС	Бокс литая для собственных нужд	1		из сект. РУ-0,4кВ
5	ЩУ1/Т	Щит учета (Ввод)	1		H=1400
5.1	ЩУ3/Т	Щит учета (Отх. линия)	1		H=1400
6	ЩУ2/Т	Щит учета (ЭС)	1		H=1400
7	ШПТ ЭС	Щит питания вращающей станция	1		H=1400
8.1, 8.2	Валон 05УВ	Печь электрическая, 0,5 кВт	2*		H=150
10	ЭСН-103.00.0	Полка комплектная	1		H=1200
23	НВО.00.001.20	Кольца заземления	30		
24	УН42-171	Клемма заземления с гайкой-барашек М10	2		
24.1		Клемма для переносного заземления	2		
25	ЭСН 1000.06.00А	Накладка для переносного заземления для высоковольтных тр-ра	1		
26	МП 1x50 ГОСТ 6323-79	Провод медный голый	5м		
27	МП 1x25 ГОСТ 6323-79	Провод медный голый	50м		
28	Б30x5 ГОСТ1103-76	Полоса заземления	40м		

Кoэффициенты взяты с "Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации заземлений в установках проводной связи и радиотрансляционных узлов. Минсвязи СССР от 1971-01-01"

02-12-2015-ЭМ

Технические решения по совмещению традиционных объектов распределительных сетей с зарядной инфраструктурой (интеллектуальный трансформатор сети СН/НН)

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата	КТП 160 кВА 10(6)/0,4 кВ	Стадия	Лист	Листов
Проверил					02.15		Контур заземления с сопротивлением растекания 0,66 Ом	Р	4
Разработал					02.15				

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель*	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ВЗЗУ вариант 1 (2 Ом)							
	Полоса стальная оцинкованная 50x5 мм				м.	66		
	Модульный стержневой заземлитель, 20 м, d=16 мм	ШИП-12/20			шт	2		
	ВЗЗУ вариант 2 (1 Ом)							
	Полоса стальная оцинкованная 50x5 мм				м.	66		
	Модульный стержневой заземлитель, 20 м, d=16 мм	ШИП-12/20			шт	4		
	ВЗЗУ вариант 3 (0,66 Ом)							
	Полоса стальная оцинкованная 50x5 мм				м.	66		
	Модульный стержневой заземлитель, 30 м, d=16 мм	ШИП-15/30			шт	4		

Согласовано

Взам инв.№

Подпись и дата

Инв. № подл

Изм	Кол	Лист	N док	Подпи	Дат
Разработ.					
Проверил					
Н.контрол					
ГИП					

02-12-2015-ЭМ		
Технические решения по совмещению традиционных объектов распределительных сетей с зарядной инфраструктурой (интеллектуальный трансформатор сети СН/НН)		
КТП 160 кВА 10(6)/0,4 кВ	Стадия	Лист
	Р	-
		Листов
		1
Спецификация оборудования и материалов		