



ООО «Альфа ЭМС»
620026, г. Екатеринбург,
ул. Куйбышева, 48/В, оф. 41
тел.: (343) 344-87-79
www.alfa-ems.ru



УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО «Альфа ЭМС»

Бондарчук Е.А.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

Обследование заземляющего устройства ПС 110 кВ Голубика

Ответственный исполнитель:
Ведущий инженер

Ершов А.Ю.

Екатеринбург
2015 г.

Содержание

Обозначения и сокращения	3
Введение	4
1 Удельное электрическое сопротивление грунта	5
2 Выполнение заземляющего устройства	7
2.1 Анализ компоновки подстанции	7
2.2 Сечения и коррозионный износ заземляющих проводников и заземлителей	7
2.3 Расчет термической стойкости заземляющих проводников и заземлителей.....	8
3 Фактическая схема заземляющего устройства	9
4 Сопротивление заземляющего устройства.....	10
5 Сопротивление металлосвязи оборудования с ЗУ	11
6 Напряжение прикосновения	12
7 Помехи промышленной частоты при КЗ на оборудовании и шинах	13
8 Импульсные помехи при КЗ на оборудовании и шинах.....	14
9 Импульсные помехи при ударах молнии	15
10 Способ заземления экранов контрольных кабелей	16
11 Выводы и предложения.....	17
12 Ссылочные нормативные документы.....	18
Приложение А (обязательное) Свидетельство СРО о допуске к работам	19
Приложение Б (обязательное) Протоколы измерений и расчётов.....	21
Протокол № 1 Удельное электрическое сопротивление грунта	21
Протокол № 2 Термическая стойкость заземляющих проводников и заземлителей.....	22
Протокол № 3 Сопротивление заземляющего устройства и напряжение на ЗУ.....	23
Протокол № 4 Сопротивление металлосвязи оборудования с заземляющим устройством	24
Протокол № 5 Напряжение прикосновения.....	27
Протокол № 6 Разности потенциалов и нагрев экранов кабелей при коротких замыканиях	28
Протокол № 7 Импульсные помехи, вызванные высокочастотной составляющей тока КЗ	29
Протокол № 8 Импульсные потенциалы на заземлителях при ударах молнии	30
Приложение В (обязательное) Расчетная схема заземляющего устройства подстанции.....	31
Приложение Г (обязательное) Фактическая схема заземляющего устройства ПС Голубика	32
Приложение Д (обязательное) Фактическая схема заземляющего устройства ПС Голубика с рекомендуемыми заземлителями	33

Обозначения и сокращения

В настоящем отчёте применяются следующие обозначения и сокращения:

АРМ – автоматизированное рабочее место
АСКУЭ – автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии
АСУ – автоматическая система управления
ВЛ – воздушная линия
ВЧ – высокочастотный
ВЭЗ – вертикальное электрическое зондирование
ГЩУ – главный щит управления
ЗРУ – закрытое распределительное устройство
КЗ – короткое замыкание
КРУН – комплектное распределительное устройство наружной установки
МПА – микропроцессорная аппаратура
МЭК – международная электротехническая комиссия
ОПН – ограничитель перенапряжений
ОПУ – общеподстанционный пункт управления
ОРУ – открытое распределительное устройство
ПА – противоаварийная автоматика
ПС – подстанция
ПУЭ – правила устройства электроустановок
РЗА – релейная защита и автоматика
РЩ – релейный щит
ТН – трансформатор напряжения
ТСН – трансформатор собственных нужд
ТТ – трансформатор тока
УЗИП – устройство защиты от импульсных перенапряжений
УРОВ – устройство резервирования при отказе выключателя
ШУП – шина уравнивания потенциалов
ЩПТ – щит постоянного тока
ЩСН – щит собственных нужд
ЭМО – электромагнитная обстановка
ЭМС – электромагнитная совместимость

Введение

Описание работы:

Обследование заземляющего устройства (ЗУ) ПС 110 кВ Голубика включает составление фактической схемы ЗУ, определение степени коррозии и термической стойкости элементов ЗУ, измерение удельного электрического сопротивления грунта, измерение сопротивления ЗУ и расчет напряжения на ЗУ, измерение напряжения прикосновения, сопротивления металlosвязи оборудования с ЗУ, помех при коротких замыканиях (КЗ), помех при ударах молнии. На основании полученных результатов даны рекомендации по улучшению схемы заземляющего устройства.

Работа выполнена по договору № 01/22-15 от 16.06.2015 г. с филиалом АО «Тюменьэнерго» «Северные электрические сети».

Время проведения обследования: август 2015 г.

Краткая характеристика подстанции:

Принадлежность: филиал АО «Тюменьэнерго» «Северные электрические сети».

Местоположение: Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Надым.

Класс напряжения: 110/6 кВ.

Максимальная величина тока КЗ на шинах 110 кВ составляет 2,74 кА, на шинах 6 кВ – 7,13 кА.

Время отключения КЗ с учётом времени отключения выключателя основной защитой принято 0,1 с, резервной защитой – 1 с.

Применяемые приборы и оборудование:

Прибор диагностики контуров заземления КДЗ-2.

Прибор измерения импульсного сопротивления контуров заземления ИК-1 в комплекте с импульсным вольтметром ВИ-6М.

Прибор измерения импульсных электромагнитных помех ИКП-1 в комплекте с импульсным вольтметром ВИ-1.

Применяемое программное обеспечение:

Программы «ОРУ-М» (разработчик: ООО «НПФ ЭЛНАП», г. Москва) и «ОРУ-Проект» (разработчик: Петров Станислав Рюрикович, г. Москва). Предназначены для расчёта заземляющих устройств ОРУ, станций и других электроустановок, а также для расчёта удельного сопротивления грунта, приведённого к двухслойной модели.

1 Удельное электрическое сопротивление грунта

Для определения эквивалентного удельного электрического сопротивления грунта проводилось вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) с помощью прибора КДЗ-2 на частоте 57 Гц. Ток и напряжение измерялись при помощи измерительного блока КДЗ-2.

Принципиальная схема измерений приведена на рисунке 1.

Токовые и потенциальные электроды представляют собой стальные стержни диаметром 1 см, длиной 0,8 м (токовые) и 0,4 м (потенциальные). Токовые электроды забиваются в грунт на глубину 0,1–0,8 м, потенциальные – на глубину 0,05–0,3 м по одной линии на территории, свободной от заземляющих проводников и подземных коммуникаций.

Так как ток между электродами в грунте протекает внутри полусферы, то расстояния между осью симметрии и токовыми электродами, а также глубина (Н), на которой измеряется удельное сопротивление грунта, являются радиусами этой полусферы и равны между собой.

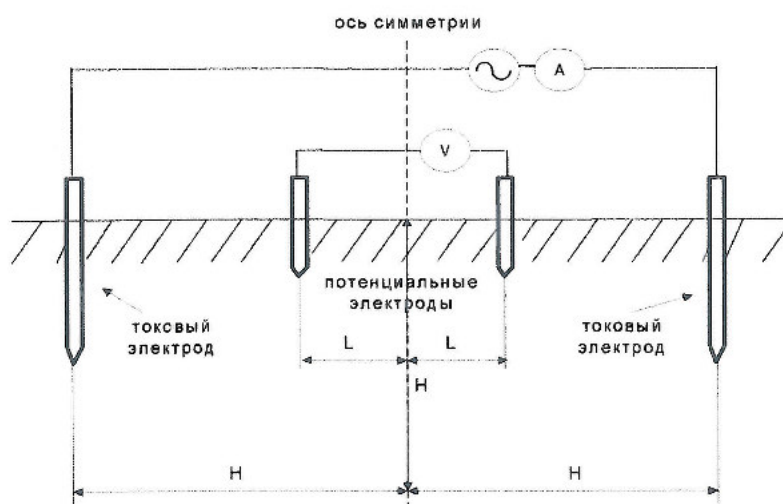


Рисунок 1 – Схема измерительной цепи при определении удельного электрического сопротивления грунта

Эквивалентное удельное электрическое сопротивление грунта рассчитывается по формуле:

$$\rho = \frac{U}{I} \cdot \frac{\pi \cdot (H^2 - L^2)}{2L} \text{ [Ом} \cdot \text{м]}, \quad (1)$$

где U – измеренное значение напряжения между потенциальными электродами;
I – измеренное значение тока между токовыми электродами;
L – половина расстояния между потенциальными электродами;
H – половина расстояния между токовыми электродами.

Результаты измерений и расчётов приведены в протоколе № 1 и на рисунке 2.

Для приведения к наиболее неблагоприятным условиям (промерзание и высыхание грунта) сопротивление верхнего слоя грунта (песок) принималось равным 2000 Ом·м.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта: 2,4 м.

Двухслойная модель грунта, принятая в расчете:

Удельное электрическое сопротивление верхнего слоя грунта в зимний период: 2000 Ом·м, в летний период: 800 Ом·м.

Удельное электрическое сопротивление нижнего слоя грунта: 200 Ом·м.

Глубина раздела слоёв грунта: 2,4 м.

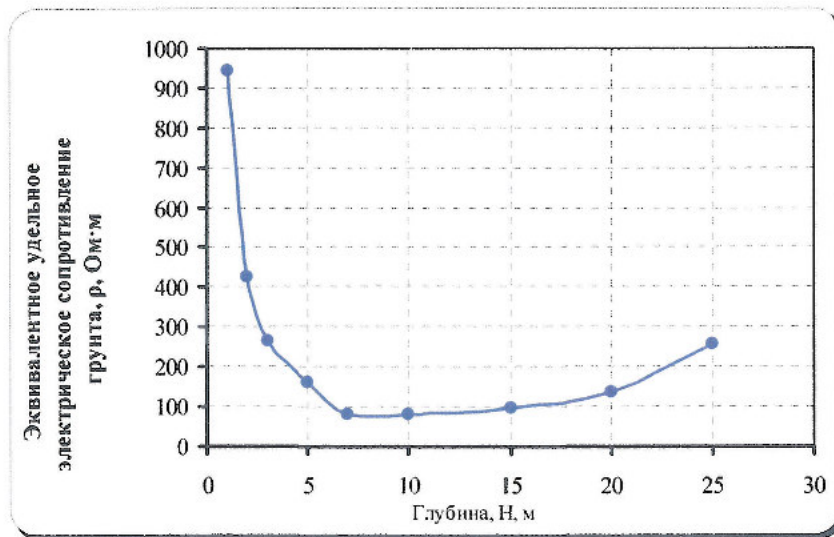


Рисунок 2 – Результаты вертикального электрического зондирования

2 Выполнение заземляющего устройства

2.1 Анализ компоновки подстанции

Габариты подстанции (ориентировочно): 72 х 74 м.

Молниезащита подстанции выполняется при помощи стержневых молниеотводов и молниеприемников, установленных на порталах.

Грозотрос отходящих ВЛ-110 кВ заземлён на концевой опоре ВЛ и не подключен к заземляющему устройству подстанции.

Защита электрооборудования от набегающих волн атмосферных и коммутационных перенапряжений производится ограничителями перенапряжений 110 кВ.

Силовые трансформаторы обладают встроенными трансформаторами тока.

Контрольные кабели к оборудованию проложены по ОРУ в надземных лотках, в ЗРУ-110 в кабельных каналах.

Цепи управления и сигнализации выполнены неэкранированным кабелем.

Вторичная аппаратура установлена на втором этаже здания ОПУ/ЗРУ-110 кВ из сэндвич-панелей в помещении релейного щита.

2.2 Сечения и коррозионный износ заземляющих проводников и заземлителей

Заземляющее устройство и заземляющие спуски с оборудования выполнены из полосовой стали сечением 40х4, 30х4, 25х4 мм и круглой стали диаметром 12 мм. Минимальная площадь сечения заземляющих спусков: 100 мм². Значительная часть заземляющих спусков ОРУ не видна, т.к. спуски приварены к металлическим стойкам оборудования под землёй. Оборудование ЗРУ-110 кВ заземлено на металлические стойки, приваренные к металлическому полу ЗРУ.

Шина уравнивания потенциалов в помещении ОПУ отсутствует. Выравнивание потенциалов осуществляется металлоконструкциями здания.

Для определения степени коррозии заземляющих спусков было произведено выборочное вскрытие грунта у заземляющих спусков оборудования в нескольких местах на ОРУ, в том числе у нейтралей силовых трансформаторов. В соответствии с СТО 56947007-29.130.15.105-2011 «Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств» элемент ЗУ должен быть заменен, если разрушено более 50 % его сечения.

Коррозионное состояние заземляющих спусков и заземлителей удовлетворительное. Коррозионный износ не превышает 5 %.



Рисунок 3 – Вскрытие грунта у заземляющих спусков

2.3 Расчет термической стойкости заземляющих проводников и заземлителей

Допустимые сечения для элементов заземляющих устройств определяют по следующему выражению, исходя из допустимой по ПУЭ температуры нагрева:

$$S \geq I_{КЗ} \cdot S_{1кА} \cdot q \quad [\text{Ом} \cdot \text{м}] \quad (2)$$

$$q = \begin{cases} \sqrt{t + 0,09}, & t < 1 \text{ с} \\ 0,8\sqrt{t}, & t > 1 \text{ с} \end{cases} \quad (3)$$

где $I_{КЗ}$ – максимальный ток короткого замыкания;
 $S_{1кА}$ – допустимое сечение для тока в 1 кА продолжительностью воздействия 1 с;
 q – коэффициент, учитывающий продолжительность воздействия тока;
 t – время воздействия тока (время отключения замыкания на землю).

В соответствии с СТО 56947007-29.130.15.114-2012 «Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ» для горизонтального стального заземлителя $S_{1кА} = 14 \text{ мм}^2/\text{кА}$, для стального заземляющего проводника, подсоединенного к аппарату, $S_{1кА} = 16,5 \text{ мм}^2/\text{кА}$.

Максимальный ток КЗ на шинах 110 кВ – 2,74 кА, на шинах 6 кВ – 7,13 кА.

Время отключения замыкания на землю (срабатывания основной защиты) принято равным 0,1 с.

Результаты расчетов площади сечения элементов ЗУ представлены в протоколе № 2.

Сечения заземляющих спусков и заземлителей соответствуют требованию термической стойкости.

3 Фактическая схема заземляющего устройства

Трассировка ЗУ позволяет выявить горизонтальные заземлители, составив фактическую схему заземляющего устройства. Для трассировки использовался прибор диагностики контуров заземления КДЗ-2.

Трассировка проводилась по схеме, представленной на рисунке 4. С помощью соединительных проводов генератор прибора КДЗ-2 подключается к двум точкам ЗУ, между которыми начинает протекать синусоидальный ток частотой 1000 Гц.

С помощью трассопоискового устройства, входящего в комплект КДЗ-2, производится поиск направлений по поверхности грунта с наибольшим значением напряженности магнитного поля частотой 1000 Гц, соответствующих реальному направлению прокладки заземлителя.

Также при помощи трассопоискового устройства выборочно определяется глубина прокладки горизонтальных заземлителей.

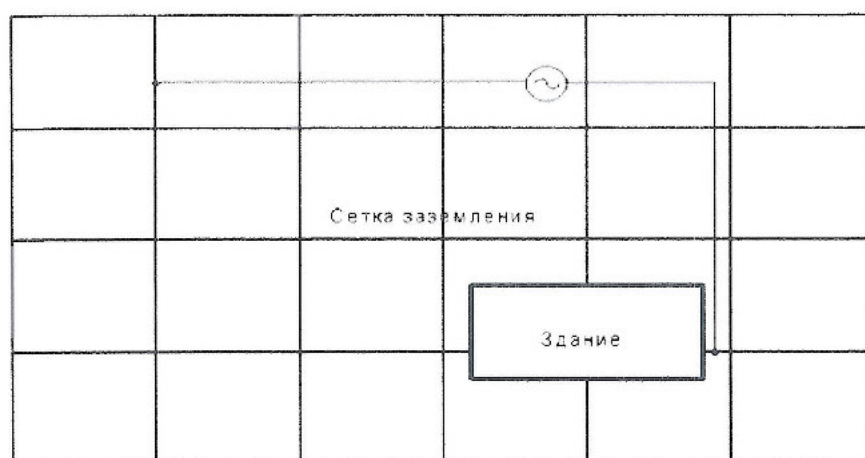


Рисунок 4 – Схема измерительной цепи при трассировке заземляющего устройства

Фактическая схема заземляющего устройства подстанции представлена в приложении Г.

Указанные на схеме заземляющего устройства размеры взяты с проектных схем заземляющего устройства или планов подстанции.

Определить наличие или отсутствие вертикальных заземлителей невозможно, поэтому на схеме заземляющего устройства отмечены вертикальные заземлители в соответствии с проектом.

Глубина прокладки горизонтальных заземлителей составляет порядка 0,5 м.

Сетка заземления подстанции в целом находится в удовлетворительном состоянии, однако некоторое оборудование **заземлено последовательно** (шинные мосты 6 кВ, ТСН), **отсутствует** замкнутый контур заземления вокруг зданий ЗРУ-110 кВ и ЗРУ-6 кВ. Ограда присоединена к заземляющему устройству ПС.

Рекомендуется выполнить ремонт заземляющего устройства в соответствии со схемой в приложении Д. В соответствии с п. 4.2.135 ПУЭ-7 с внешней стороны ограды на расстоянии 1 м от нее и на глубине 1 м проложить горизонтальный заземлитель. Дополнительные заземлители выполнить стальной полосой 30x5 мм (проходы под дорогами допускается выполнять прутком диаметром 14 мм). В местах пересечения с существующими заземлителями выполнить сварное соединение. Глубина прокладки горизонтальных заземлителей, необходимая для пересечения с существующими заземлителями: 0,6 м.

4 Сопротивление заземляющего устройства

Измерение сопротивления ЗУ проводилось по методу амперметра-вольтметра с помощью прибора КДЗ-2 на частоте 57 Гц. Ток и напряжение измерялись при помощи измерительного блока КДЗ-2.

Токовый и потенциальный электроды представляют собой стальные стержни диаметром 1 см и длиной 0,8 м. Стержни забиваются в грунт на глубину 0,8 м по территории, свободной, по возможности, от линий электропередачи и подземных коммуникаций.

Принципиальная схема измерений приведена на рисунке 5.

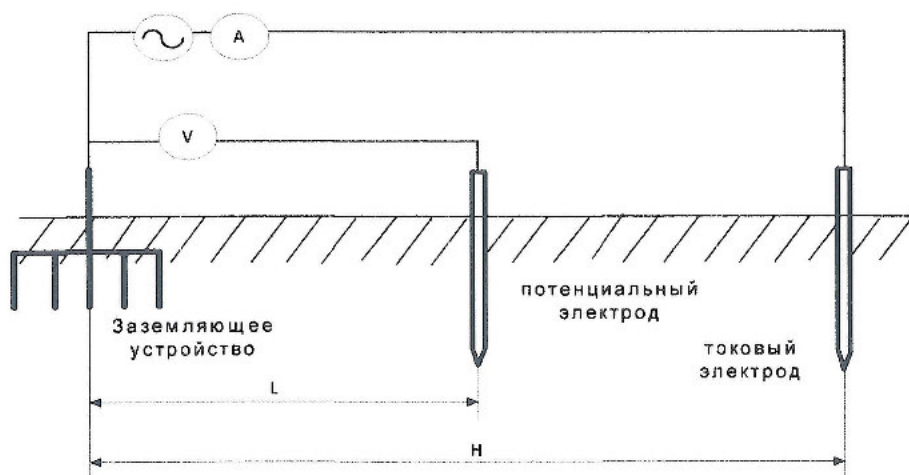


Рисунок 5 – Схема измерительной цепи при определении сопротивления заземляющего устройства

Результаты измерений и расчетов представлены в протоколе № 3.

Для приведения к наиболее неблагоприятным условиям используется сезонный коэффициент сопротивления заземлителя. В соответствии с СТО 56947007-29.130.15.105-2011 сезонный коэффициент сопротивления заземлителя принят равным 1,5.

Подстанция запроектирована по норме на допустимое напряжение прикосновения.

Измеренное сопротивление заземляющего устройства подстанции составляет 1,06 Ом. Сопротивление заземляющего устройства с учётом сезонного коэффициента составляет 1,60 Ом.

Максимальный ток короткого замыкания составляет 2,74 кА.

Напряжение на заземляющем устройстве при КЗ на шинах в наиболее неблагоприятный период составляет $U_{3У} = I_{КЗ} \cdot R_{3У} = 2,74 \cdot 1,60 = 4,37$ кВ, что не превышает установленное ПУЭ значение 5 кВ.

В случае возникновения необходимости снижения сопротивления заземляющего устройства ПС, рекомендуется присоединить к ЗУ ПС концевую опору ВЛ-110 кВ с заземлённым на ней грозотросом.

5 Сопротивление металlosвязи оборудования с ЗУ

Для определения наличия и сопротивления металlosвязи оборудования с заземляющим устройством использовался прибор диагностики контуров заземления КДЗ-2.

Проводился визуальный осмотр всех заземляющих спусков на наличие обрывов и дефектов.

Сопротивление металlosвязи измерялось методом амперметра-вольтметра по четырёхпроводной схеме, представленной на рисунке 6. С помощью соединительных проводов генератор прибора КДЗ-2 подключается к двум точкам ЗУ – опорной и точке измерения металlosвязи. В качестве опорной точки обычно выступает заземляющий проводник нейтрали трансформатора или заземляющий проводник оборудования, имеющего удовлетворительную связь с заземляющим проводником нейтрали трансформатора. Между точками подключения начинает протекать синусоидальный ток частотой 57 Гц. Измерительный блок прибора КДЗ-2 с помощью соединительных проводов также подключался между опорной точкой и точкой измерения металlosвязи. Ток и напряжение измерялись при помощи измерительного блока КДЗ-2 и определялось сопротивление металlosвязи.

Сопротивление металlosвязи измерялось у всех аппаратов и конструкций ПС.

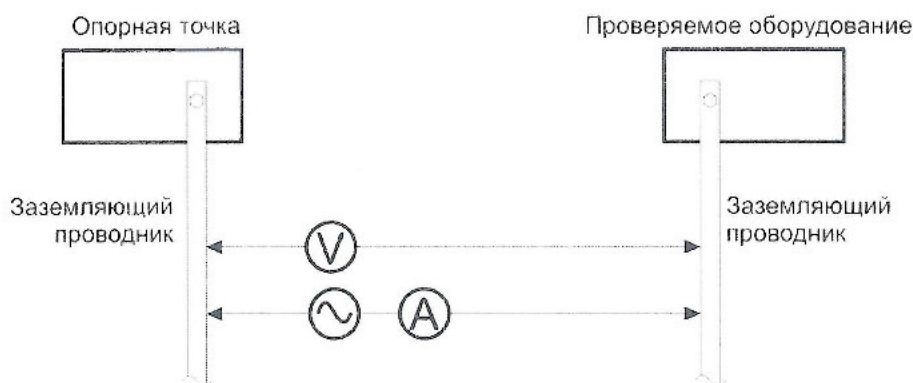


Рисунок 6 – Схема измерения сопротивления металlosвязи

В соответствии с СО 34.20.525-00 (РД 153-34.0-20.525-00) сопротивление металlosвязи не должно превышать 0,2 Ом.

Следует отметить, что сопротивление металlosвязи, измеренное таким образом, не является переходным сопротивлением соединения заземлителей с заземляемыми элементами, сопротивление которого не должно превышать 0,05 Ом в соответствии с СО 34.45-51.300-97 (РД 34.45-51.300-97) «Объем и нормы испытаний электрооборудования». Сопротивление металlosвязи включает два переходных сопротивления между заземляющими спусками и заземлителями, а также сопротивление проводников сетки ЗУ (в том числе переходные сопротивления в местах сварки) между точками измерения. Сопротивление металlosвязи более полно характеризует связь оборудования с заземляющим устройством.

При КЗ на аппаратах, сопротивление металlosвязи которых превышает допустимое значение, напряжение прикосновения, разности потенциалов и токи по экранам контрольных кабелей, а также импульсные помехи могут значительно превышать допустимые значения.

Данные по сопротивлению металlosвязи оборудования приведены в протоколе № 4.

Выявлено оборудование с **неудовлетворительным** сопротивлением металlosвязи с заземляющим устройством.

Рекомендуется восстановить металlosвязь оборудования, организовав дополнительный заземляющий спуск стальной полосой 30x5 мм в соответствии со схемой в приложении Д. После чего снова провести измерение сопротивления металlosвязи.

Для металлорукавов с повышенным сопротивлением металlosвязи рекомендуется проверить и затянуть крепление заземляющих хомутов.

6 Напряжение прикосновения

Напряжение прикосновения измерялось в соответствии с СТО 56947007-29.130.15.105-2011 при имитации КЗ на землю в контрольных точках каждого распределительного устройства на рабочих и нерабочих местах.

Для определения напряжения прикосновения на оборудовании использовался прибор диагностики контуров заземления КДЗ-2.

Выводы генератора КДЗ-2 подключались к заземляющему спуску оборудования и к токовому электроду. Выводы измерительного блока КДЗ-2 присоединялись к заземляющему спуску оборудования и к пластине размером 25×25 см, имитирующей стопы ног человека, которая располагается примерно в 1 м от оборудования. Выводы вольтметра шунтировались резистором 1 кОм, моделирующим сопротивление тела человека. Напряжение прикосновения измерялось на частоте 57 Гц. Коэффициент пересчёта к частоте 50 Гц принят равным 1.

Принципиальные схемы измерительных цепей при определении напряжения прикосновения представлены на рисунке 7.

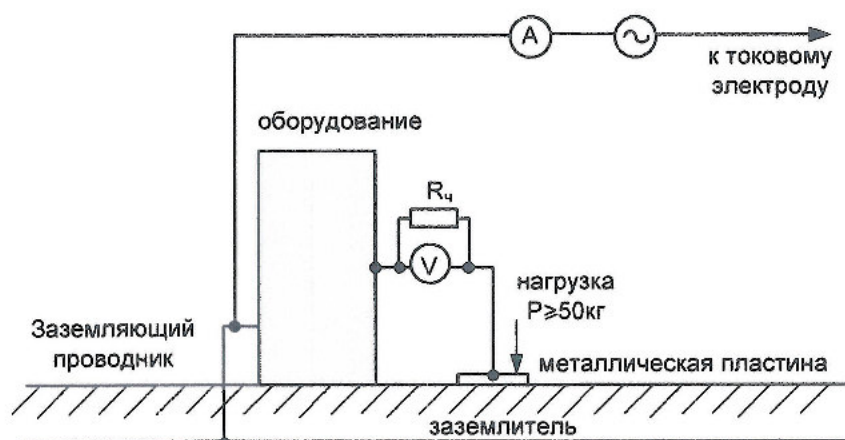


Рисунок 7 – Схема измерения напряжения прикосновения

Напряжение прикосновения определяется по формуле:
$$U_{\text{пр}} = U \cdot \frac{I_{\text{кз}}}{I} \quad (4)$$

где $I_{\text{кз}}$ – значение тока однофазного замыкания на землю в месте измерения;
 U – измеренное напряжение;
 I – измеренный ток.

Время срабатывания защиты при замыкании на землю составляет: основная защита – 0,1 с, резервная защита – более 1 с.

Напряжение прикосновения должно соответствовать ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов». Для сети с заземлённой нейтралью на рабочих местах (у разъединителей) оно не должно превышать 65 В, а у остальных аппаратов – 500 В. Для сети с изолированной нейтралью на рабочих местах (у разъединителей) оно не должно превышать 20 В, а у остальных аппаратов – 320 В.

Данные по измерениям напряжения прикосновения приведены в протоколе № 5.

Напряжение прикосновения не превышает допустимые уровни.

7 Помехи промышленной частоты при КЗ на оборудовании и шинах

При КЗ в распределительных устройствах высокого напряжения к изоляции вторичных цепей и входам вторичной аппаратуры будет приложена разность потенциалов: потенциала в помещении установки МПА и потенциала на заземлении аппарата, где произошло КЗ. Данная разность потенциалов может представлять опасность для МПА и изоляции кабелей вторичных цепей.

При замыкании на землю в первичных цепях, по заземлённым с двух сторон экранам вторичных кабелей будет протекать ток, который может вызвать недопустимый нагрев экрана. В соответствии с СТО 56947007-29.130.15.105-2011 нагрев экрана не должен превышать 150 °С – допустимой температуры для резиновой или ПВХ изоляции кабеля. Время нагрева принималось равным 1 с, что соответствует полному времени отключения КЗ резервной защитой. Начальная температура принималась равной 36 °С.

Напряжение, воздействующее на изоляцию кабеля и изоляцию МПА, в соответствии с СТО 56947007-29.130.15.114-2012 «Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ» не должно превышать 2 кВ.

Измерения проводились в соответствии с СО 34.35.311-2004 и СТО 56947007-29.130.15.105-2011 в контрольных точках ОРУ и ЗРУ-110 кВ, в том числе, на аппаратах, наиболее удалённых от места размещения МПА.

Для имитации помех, возникающих при КЗ, использовался измерительный комплекс КДЗ-2. Генератор синусоидального тока прибора КДЗ-2 подключался между заземляющими спусками аппаратов и заземлённым электродом за пределами ПС.

При помощи измерительного блока прибора КДЗ-2 измерялась разность потенциалов между заземляющим спуском аппарата, к которому подключался генератор, и заземлением релейного щита, где размещается вторичная аппаратура. Полученные результаты измерений пересчитывались к реальному току КЗ. Коэффициент пересчёта равен отношению тока КЗ к току от генератора. На основе полученных разностей потенциалов рассчитывались температуры нагрева экранов контрольных кабелей.

Расчет разности потенциалов и токов по экранам также проводился в программе ОРУ-М с использованием двухслойной модели удельного электрического сопротивления грунта в зимний период (т.е. для наиболее неблагоприятных условий).

Результаты измерений и расчётов – нагрев экранов и разности потенциалов при КЗ, приложенные к контрольным кабелям, соединяющим ОПУ и оборудование 110 кВ, приведены в протоколе № 6.

При КЗ на ПС амплитуда напряжения, приложенного ко вторичным цепям и входам аппаратуры, не превысит 2 кВ, допустимую по ГОСТ 30328-95 для электрической прочности изоляции МПА номинальным напряжением 250 В.

Нагрев экранов кабелей вторичных цепей не превысит допустимого.

8 Импульсные помехи при КЗ на оборудовании и шинах

При коротком замыкании на аппаратах 110 кВ происходит разряд емкостей оборудования и участков шин на землю, в ЗУ проходит импульсный ток высокой частоты (высокочастотная составляющая тока КЗ). Возросший потенциал с определенным коэффициентом ослабления передается по контрольным кабелям на входы микропроцессорных устройств. Данная разность потенциалов может представлять опасность для МПА и изоляции кабелей вторичных цепей.

Измерения проводились в соответствии с СО 34.35.311-2004 и СТО 56947007-29.130.15.105-2011. Для имитации импульсных помех, возникающих при КЗ, использовался измерительный комплекс ИКП-1. Амплитудные значения напряжения замерялись импульсным вольтметром ВИ-1, входящим в комплект ИКП-1.

Генератор высокочастотных импульсов ИКП-1 подключался между заземляющими спусками аппаратов и заземлённым электродом на расстоянии 70 м от аппарата. При помощи ВИ-1 измерялся импульсный потенциал на аппарате, к которому подключался ИКП-1, и рассчитывалось импульсное сопротивление оборудования.

Полученные результаты измерений пересчитывались к высокочастотной составляющей тока КЗ. Значения высокочастотной составляющей тока КЗ принимались по таблице 1 в СТО 56947007-29.240.044-2010. Для ОРУ и ЗРУ-110 кВ величина высокочастотной составляющей тока КЗ принималась 1 кА. Основная частота колебательного импульса принималась 1 МГц.

В расчетах учитывались коэффициенты экранирования для многожильных экранированных кабелей вторичной коммутации с заземлением экранов с обеих сторон. В соответствии с СТО 56947007-29.240.044-2010 коэффициент экранирования принимался равным 6.

Результаты измерений и расчётов – импульсные сопротивления оборудования и импульсные помехи, воздействующие на вторичную аппаратуру при КЗ, приведены в протоколе № 7.

Импульсные помехи, вызванные высокочастотной составляющей тока КЗ, **превышают 2,5 кВ**, допустимые для аппаратуры, испытанной по 3 степени жесткости на устойчивость к затухающим колебаниям частотой 0,1 и 1 МГц в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.12-99.

Рекомендуется выполнить ремонт заземляющего устройства в соответствии со схемой в приложении Д. Дополнительные заземлители выполнить стальной полосой 30x5 мм (проходы под дорогами допускается выполнять прутком диаметром 14 мм). В местах пересечения с существующими заземлителями выполнить сварное соединение. Глубина прокладки горизонтальных заземлителей, необходимая для пересечения с существующими заземлителями: 0,6 м.

Неэкранированные кабели цепей трансформаторов тока 110 кВ рекомендуется заменить на экранированные при ближайшей реконструкции ПС. Заземление экранов выполнять согласно рекомендациям раздела 10 настоящего отчёта.

9 Импульсные помехи при ударах молнии

При ударе молнии в молниеотвод, на его заземлителе появляется высокий потенциал. Возможно обратное перекрытие с заземлителя, по которому растекается ток молнии, на кабели вторичных цепей, проложенные по ОРУ. Перекрытие может происходить как по поверхности грунта, так и сквозь слой грунта. Напряженность пробоя по поверхности земли составляет 100 кВ/м. Напряженность пробоя сквозь слой грунта составляет 300 кВ/м. Расстояние в грунте от заземлителя до контрольных кабелей принималось равным 0,2 м. Таким образом, потенциал на заземлителе вблизи кабельной трассы не должен превышать 60 кВ относительно потенциалов по концам кабельной трассы.

Импульсные помехи, возникающие при ударе молнии, имитировались при помощи генератора импульсных токов ИК-1.

Измерения проводились в соответствии с СО 34.35.311-2004 и СТО 56947007-29.130.15.105-2011 для всех молниеприемников подстанции.

Для измерений импульсных сопротивлений молниеотводов генератор ИК-1 подключался между заземляющим спуском молниеотвода и заземлённым электродом на расстоянии 70 м от молниеотвода. Импульсным вольтметром ВИ-6М, входящим в комплект ИК-1, измерялся потенциал на молниеотводе относительно заземлённого электрода, удаленного на расстояние 70 м в направлении, противоположном от точки заземления генератора, и рассчитывалось импульсное сопротивление молниеотвода.

Расчеты распределения импульсных потенциалов проводились в программе ОРУ-М. Моделировались удары молнии во все молниеприемники подстанции. Расчет проводился с использованием двухслойной модели удельного электрического сопротивления грунта в летний период (т.е. в грозовой сезон).

В соответствии с СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» при расчёте принимались следующие параметры импульса молнии: амплитуда – 100 кА, фронт – 10 мкс, спад – 350 мкс.

Результаты измерений и расчётов – импульсные сопротивления молниеотводов и потенциалы на ближайших к кабельным трассам заземлителях приведены в протоколе № 8.

Импульсные потенциалы на заземлителях молниеприемника М2, возникающие при ударе молнии в молниеприемник, **создают опасность** перекрытия с заземлителями на кабели вторичных цепей.

Рекомендуется выполнить ремонт заземляющего устройства в соответствии со схемой в приложении Д. Дополнительные заземлители выполнить стальной полосой 30x5 мм (проходы под дорогами допускается выполнять прутком диаметром 14 мм). В местах пересечения с существующими заземлителями выполнить сварное соединение. Глубина прокладки горизонтальных заземлителей, необходимая для пересечения с существующими заземлителями: 0,6 м.

10 Способ заземления экранов контрольных кабелей

Для надежного заземления экранов предпочтительно использовать специальные зажимы или разъемы. Если использование зажимов или разъемов невозможно, то используется описанный ниже способ заземления экранов (рисунок 8).

Снимается наружный слой изоляции кабеля, освобожденная часть экрана из фольги заворачивается поверх наружной изоляции кабеля и наматывается в 2-3 слоя. К фольге прикладывается луженый конец заземляющего проводника, который приматывается к фольге не менее 10-ю витками заземляющей жилы экрана кабеля, далее производится пайка заземляющего проводника и лужение витков заземляющей жилы экрана. Продолжительность каждой пайки не должна превышать 3 минут во избежание нагрева изоляции кабеля. Место пайки заматывается изолентой ПВХ.

Сечение заземляющего проводника должно быть не менее $2,5 \text{ мм}^2$ - при наличии механической защиты, либо 4 мм^2 - при отсутствии механической защиты. Длина заземляющего проводника должна быть минимально возможной. Закреплять заземляющий проводник необходимо таким образом, чтобы исключить его случайный обрыв механическим воздействием.

Не допускается заземление экранов кабелей навитым проводом, т.к. создаваемая в этом случае индуктивность будет препятствовать растеканию импульсных токов с оболочек кабелей.

Для того, чтобы помехи, распространяющиеся вдоль экранирующей оболочки кабеля, не могли войти в шкаф, экран должен заземляться непосредственно в точке, где он входит в шкаф. Если экранирующие оболочки кабелей заземляются внутри шкафа или корпуса, то поле, генерируемое током экрана, проникает не только в неэкранированные сигнальные кабели, но также и в контуры модулей после входных схем защиты и генерирует напряжения помех.

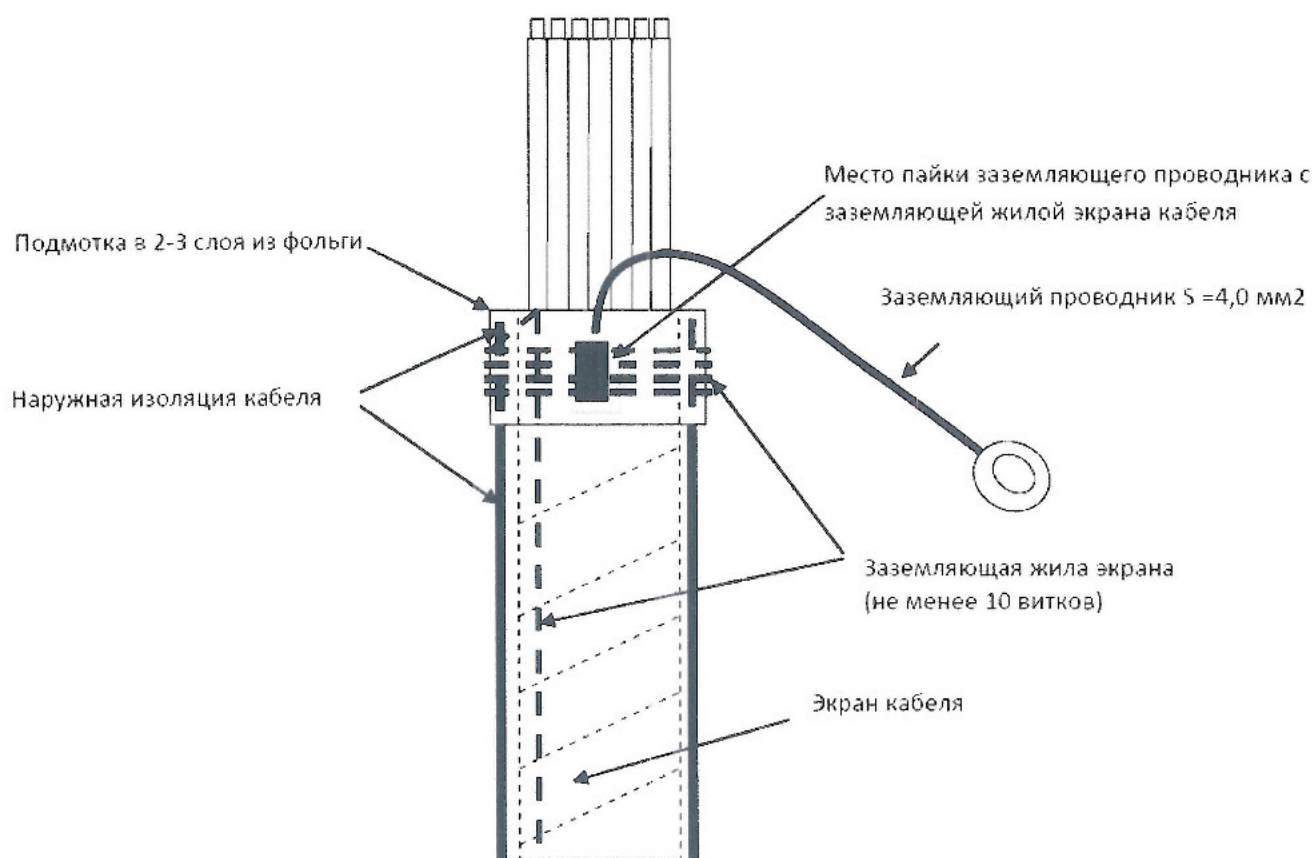


Рисунок 8 – Заземление экранов кабелей

11 Выводы и предложения

Проведено обследование заземляющего устройства ПС 110 кВ Голубика.

Сопротивление ЗУ подстанции в наиболее неблагоприятный период составляет 1,6 Ом. Подстанция запроектирована по норме на допустимое напряжение прикосновения.

Напряжение на заземляющем устройстве при КЗ на шинах для наиболее неблагоприятных условий составляет 4,37 кВ, что не превышает допустимое 5 кВ.

Коррозионный износ элементов ЗУ не превышает 5 %.

Сечения заземлителей и заземляющих спусков соответствуют условию термической стойкости.

Сетка заземления подстанции в целом находится в удовлетворительном состоянии, однако некоторое оборудование **заземлено последовательно** (шинные мосты 6 кВ, ТСН), **отсутствует** замкнутый контур заземления вокруг зданий ЗРУ-110 кВ и ЗРУ-6 кВ. Ограда присоединена к заземляющему устройству ПС.

Выявлено оборудование с **неудовлетворительным** сопротивлением металlosвязи с заземляющим устройством.

Напряжение прикосновения не превышает допустимые значения.

Нагрев экранов контрольных кабелей при КЗ не превысит допустимого.

Напряжения на изоляции контрольных кабелей и входах аппаратуры при КЗ не превышают допустимые уровни.

Импульсные помехи, вызванные высокочастотной составляющей тока КЗ, **превышают** допустимые значения.

Импульсные потенциалы на заземлителях молниеприемника М2, возникающие при ударе молнии в молниеприемник, **создают опасность** перекрытия с заземлителями на кабели вторичных цепей.

Рекомендации:

Рекомендуется выполнить ремонт заземляющего устройства в соответствии со схемой в приложении Д. Дополнительные заземлители выполнить стальной полосой 30х5 мм (проходы под дорогами допускается выполнять прутком диаметром 14 мм). В местах пересечения с существующими заземлителями выполнить сварное соединение. Глубина прокладки горизонтальных заземлителей, необходимая для пересечения с существующими заземлителями: 0,6 м. После чего для оборудования с восстановленной металlosвязью снова провести измерение сопротивления металlosвязи.

Требуемый объем материалов для ремонта ЗУ: стальная полоса 30х5 мм – 540 м.

Для металлорукавов с повышенным сопротивлением металlosвязи рекомендуется проверить и затянуть крепление заземляющих хомутов.

Неэкранированные кабели цепей трансформаторов тока 110 кВ рекомендуется заменить на экранированные при ближайшей реконструкции ПС. Заземление экранов выполнять согласно рекомендациям раздела 10 настоящего отчёта.

12 Ссылочные нормативные документы

- 1 СО 153-34.20.120-2003 Правила устройства электроустановок (все действующие разделы шестого и седьмого изданий).
- 2 СО 153-34.20.501-2003 (РД 34.20.501-95) Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.
- 3 СО 34.45-51.300-97 (РД 34.45-51.300-97) Объем и нормы испытаний электрооборудования.
- 4 СО 34.20.525-00 (РД 153-34.0-20.525-00) Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств распределительных устройств электроустановок.
- 5 СО 34.35.311-2004 Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях.
- 6 СО 34.20.116-93 (РД 34.20.116-93) Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех.
- 7 СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.
- 8 РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
- 9 СТО 56947007-29.240.043-2010 (Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС») Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов.
- 10 СТО 56947007-29.240.044-2010 (Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС») Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства.
- 11 СТО 56947007-29.130.15.105-2011 (Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС») Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств.
- 12 СТО 56947007-29.130.15.114-2012 (Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС») Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ.
- 13 ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95). Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний.
- 14 ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95). Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебательным затухающим помехам. Требования и методы испытаний.

**Приложение А (обязательное)
Свидетельство СРО о допуске к работам**



Саморегулируемая организация, основанная на членстве лиц,
осуществляющих подготовку проектной документации
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
«Саморегулируемая организация «Межрегиональная Проектная Группа»
620014, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Чернышевского, д. 16, оф. 408
www.sromsg.ru

Номер в государственном реестре саморегулируемых организаций
СРО-П-158-11082010

г. Екатеринбург

«04» декабря 2014 г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО

**о допуске к определенному виду или видам работ, которые
оказывают влияние на безопасность объектов капитального
строительства**

№ 0156.03-2013-6685030710-П-158

Выдано члену саморегулируемой организации: **Обществу с ограниченной
ответственностью «Альфа ЭМС»**, ИНН 6685030710, ОГРН 1136685006578, 620026,
Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д. 48, корпус В, пом. 41.

Основание выдачи Свидетельства: **Решение Совета Некоммерческого партнерства
«Саморегулируемой организации «Межрегиональная Проектная Группа»**, протокол
№ 228 от «04» декабря 2014 года.

Настоящим Свидетельством подтверждается допуск к работам, указанным в
приложении к настоящему Свидетельству, которые оказывают влияние на безопасность
объектов капитального строительства.

Начало действия с «04» декабря 2014 г.

Свидетельство без приложения не действительно.

Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Свидетельство выдано взамен ранее выданного № 0156.02-2013-6685030710-П-158 от
«19» декабря 2013 г.

Председатель Совета Партнерства



Макрушин А.А.

М.П.

№413 МПГ

ПРИЛОЖЕНИЕ

к Свидетельству о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства от «04» декабря 2014 г.
№ 0156.03-2013-6685030710-П-158

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства (кроме особо опасных и технически сложных объектов, объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член Некоммерческого партнерства «Саморегулируемая организация «Межрегиональная Проектная Группа» Общество с ограниченной ответственностью «Альфа ЭМС», имеет Свидетельство

№	Наименование вида работ
1.	4. Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий 4.3. Работы по подготовке проектов внутренних систем электроснабжения
2.	5. Работы по подготовке сведений о наружных сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий 5.3. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений 5.4. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения не более 110 кВ включительно и их сооружений 5.5. Работы по подготовке проектов наружных сетей Электроснабжение 110 кВ и более и их сооружений 5.6. Работы по подготовке проектов наружных сетей слаботочных систем
3.	13. Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком)

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член Некоммерческого партнерства «Саморегулируемая организация «Межрегиональная Проектная Группа» Общество с ограниченной ответственностью «Альфа ЭМС» имеет Свидетельство

№	Наименование вида работ
1.	4. Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий 4.3. Работы по подготовке проектов внутренних систем электроснабжения
2.	5. Работы по подготовке сведений о наружных сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий 5.3. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений 5.4. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения не более 110 кВ включительно и их сооружений 5.5. Работы по подготовке проектов наружных сетей Электроснабжение 110 кВ и более и их сооружений 5.6. Работы по подготовке проектов наружных сетей слаботочных систем
3.	13. Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком)

Общество с ограниченной ответственностью «Альфа ЭМС» вправе заключать договоры по осуществлению организации работ по подготовке проектной документации для объектов капитального строительства, стоимость которых по одному договору не превышает (составляет) 5 000 000 (пять миллионов) рублей.

Председатель Совета Партнерства

Макрушин А.А.

(подпись)
М.П.

**Приложение Б (обязательное)
Протоколы измерений и расчётов**

Исполнитель: ООО «Альфа ЭМС», г. Екатеринбург
(наименование организации, предприятия)

Заказчик: Филиал АО «Тюменьэнерго»
«Северные электрические сети»
(наименование организации, предприятия)

Свидетельство о регистрации электролаборатории: 13-01-28-ЭТЛ/67, действительно до 04.06.2016

Дата: 12.08.2015

Объект: ПС 110 кВ Голубика

Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
Измерения проведены прибором	КДЗ-2	Дата очередной поверки	11.03.2016
Характер грунта: влажный, средней влажности, сухой	Заводской номер	средней влажности	
Количество осадков, предшествующее моменту измерения: большое, небольшое, незначительное	40	небольшое	

Протокол № 1

Удельное электрическое сопротивление грунта

Место измерений	Половина расстояния между токовыми электродами, м	Половина расстояния между потенциальными электродами, м	Ток, мА	Напряжение, мВ	Удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м	Примечания
За территорией подстанции	1	0,3	4,09	812	945	
	2	0,3	4,06	84,4	425	
	3	0,3	4,79	27,3	266	
	5	1,5	5,57	37,2	159	
	7	1,5	7,92	12,7	78	
	10	3	7,48	12,5	80	
	15	3	6,3	5,41	97	
	20	3	10,8	7,16	136	
	25	3	7,62	6,05	256	

Измерения и расчеты провел:

Инженер I категории

Комлев М.Ю.

Утверждаю:

Директор

Бондарчук Е.А.

Исполнитель: ООО «Альфа ЭМС», г. Екатеринбург
(наименование организации, предприятия)

Заказчик: Филиал АО «Тюменьэнерго»
«Северные электрические сети»
(наименование организации, предприятия)

Свидетельство о регистрации электролаборатории: 13-01-28-ЭЛЛ/67, действительно до 04.06.2016

Объект: ПС 110 кВ Голубинка

Дата: 12.08.2015

Дата следующих измерений:		2027 г.	
Максимальный ток короткого замыкания	Шины 110 кВ	2,74	кА
	Шины 6 кВ	7,13	кА

Протокол № 2
Термическая стойкость заземляющих проводников и заземлителей

Наименование объекта	Время срабатывания защиты, с	Сечение заземляющих спусков, мм ²		Сечение заземлителей, мм ²		Соответствие нормативным документам	Примечания
		Минимальное существующее (с учётом коррозии)	Минимально допустимое	Минимальное существующее (с учётом коррозии)	Минимально допустимое		
Оборудование 110 кВ	0,1	95	20	95	17	Соответствует	
Оборудование 6 кВ	0,1	95	52	95	44	Соответствует	

Измерения и расчеты провел:
Инженер

 Меньшенин М.Н.

Утверждаю:
Директор

 Бондарчук Е.А.

Исполнитель: ООО «Альфа ЭМС», г. Екатеринбург
(наименование организации, предприятия)

Заказчик: Филиал АО «Тюменьэнерго»
«Северные электрические сети»
(наименование организации, предприятия)

Свидетельство о регистрации электролаборатории: 13-01-28-ЭТЛ/67, действительно до 04.06.2016

Объект: ПС 110 кВ Голубика

Дата: 12.08.2015	Дата следующих измерений: 2027 г.
Температура воздуха вне помещения +15 °С	Дата очередной поверки 11.03.2016
Измерения проведены прибором КДЗ-2	40
Расчеты проведены в программе ОРУ-М	Номер регистрации 2002611768
Характер грунта: влажный, средней влажности, сухой	средней влажности
Количество осадков, предшествующее моменту измерения: большое, небольшое, незначительное	небольшое
Максимальный ток короткого замыкания	Шины 110 кВ 2,74 кА
	Шины 6 кВ 7,13 кА

Протокол № 3 Сопrotивление заземляющего устройства и напряжение на ЗУ

Наименование объекта	Измеренное сопротивление ЗУ, Ом	Сопrotивление ЗУ для наиболее неблагоприятных условий, Ом		Напряжение на ЗУ, кВ		Соответствие нормативным документам	Дата следующей проверки ЗУ	Примечания
		Расчетное	Допустимое	Расчетное	Допустимое			
ЗУ подстанции	1,06	1,60	-	4,37	5	Соответствует	2027 г.	Подстанция запроектирована по норме на допустимое напряжение прикосновения.

Измерения и расчеты провел:
Инженер I категории

Комлев М.Ю.

Утверждаю:
Директор

Бондарчук Е.А.

Исполнитель: ООО «Альфа ЭМС», г. Екатеринбург
(наименование организации, предприятия)

Заказчик: Филиал АО «Тюменьэнерго»
«Северные электрические сети»
(наименование организации, предприятия)

Свидетельство о регистрации электролаборатории: 13-01-28-ЭТЛ/67, действительно до 04.06.2016

Объект: ПС 110 кВ Голубика

Дата: 12.08.2015	Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
Измерения проведены прибором	КДЗ-2	Заводской номер	Дата очередной поверки	11.03.2016
Максимальный ток короткого замыкания	Шины 110 кВ	2,74	кА	
	Шины 6 кВ	7,13	кА	

Протокол № 4 Сопротивление металлосвязи оборудования с заземляющим устройством

№	Наименование объекта	Сопротивление металлосвязи, Ом	Кол-во спусков	Сечение видимых спусков ков, мм, D – диаметр	Степень коррозии, %	Соответствие нормативным документам	Примечания
1	Ограждение ПС	0,02	-	-	5 %	Не соответствует	
2	Молниевод М1	0,4	-	-	5 %	Не соответствует	Видимых спусков нет
3	Стойка заземления пожарных машин возле молниеотвода М1	Нет	-	-	5 %	Не соответствует	
4	КС-110 Надым - Багульник ф. А	0,02	-	-	5 %	Соответствует	Заземлено на ЗРУ-110
5	ЛР-110 Надым - Багульник	0,02	-	-	5 %	Соответствует	
6	Привод ЛР-110 Надым - Багульник	0,02	-	-	5 %	Соответствует	
7	Металлорукав привода ЛР-110 Надым - Багульник	Нет	-	-	5 %	Не соответствует	
8	ТР-110 2Т	0,02	-	-	5 %	Соответствует	
9	Привод ТР-110 2Т	0,02	-	-	5 %	Соответствует	
10	Металлорукав привода ТР-110 2Т	Нет	-	-	5 %	Не соответствует	
11	В-110 2Т						
12	Привод В-110 2Т	0,02	-	-	5 %	Соответствует	Общая конструкция
13	Шкаф обогрев привода и заводка пружин В-110 2Т	0,03	-	-	5 %	Соответствует	
14	ОПН-110 2Т ф. А						
15	ОПН-110 2Т ф. В	0,03	-	-	5 %	Соответствует	Общая конструкция Видимых спусков нет
16	ОПН-110 2Т ф. С						
17	2Т	0,04	-	-	5 %	Соответствует	
18	РПН 2Т	0,04	-	-	5 %	Соответствует	
19	Металлорукав РПН 2Т	0,65	-	-	5 %	Не соответствует	Общая конструкция Видимых спусков нет
20	ОПН-6 2Т	0,04	-	-	5 %	Соответствует	
21	Опора ШИМ 6 кВ первая от 2Т	0,02	-	-	5 %	Соответствует	Видимых спусков нет

60	ОПНН-110 1Т								
61	Молниеприемник на портале М2	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
62	Молниеприемник на портале М3	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
63	Молниеотвод М4	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
64	Ограждение ТСН	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
65	Ограждение ОПН-110 1Т	0,03	-	-	5 %	Соответствует			
66	Опора 0,4 кВ возле ЗРУ-6 кВ	0,07	-	-	5 %	Соответствует			
67	ТСН	0,03	-	-	5 %	Соответствует			
68	Ящик ТТ нейтрали 1ТСН								
69	Металлорукав ящика ТТ нейтрали 1ТСН	Нет	-	-	5 %	Не соответствует			
70	2ТСН	0,03	-	-	5 %	Соответствует			
71	Ящик ТТ нейтрали 2ТСН								
72	ЗРУ-6 кВ ячейки 1-17	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
73	ЗРУ-6 кВ ячейки 2-16	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
74	ЗРУ-6 кВ ячейки 38-37	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
75	ЗРУ-6 кВ АЧР 1 и 2 секции	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
76	ЩСН в ОПУ	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
77	ОПУ панели П2У-П8	0,02	-	-	5 %	Соответствует			
78	АУОТ, шкаф АБ	0,02	-	-	5 %	Соответствует			

Измерения и расчеты провел:

Инженер

Меньшенин М.Н.

Утверждаю:

Директор

Бондарчук Е.А.

Исполнитель: ООО «Альфа ЭМС», г. Екатеринбург
 (наименование организации, предприятия)
 Свидетельство о регистрации электролаборатории: 13-01-28-ЭТЛ/67, действительно до 04.06.2016

Заказчик: Филиал АО «Тюменьэнерго»
 «Северные электрические сети»
 (наименование организации, предприятия)

Объект: ПС 110 кВ Голубика

Дата: 12.08.2015	Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Заводской номер	40	Дата следующих измерений:	2027 г.
	Измерения проведены прибором	КДЗ-2			Дата очередной поверки	11.03.2016
Характер грунта: влажный, средней влажности, сухой						
Количество осадков, предшествующее моменту измерения: большое, небольшое, незначительное						
Максимальный ток короткого замыкания						
Шины 110 кВ 2,74 кА						
Шины 6 кВ 7,13 кА						
Время срабатывания защит						
основная: 0,1 с., резервная – более 1 с.						

Протокол № 5

Напряжение прикосновения

№	Наименование объекта	Напряжения прикосновения, В	Нормативное значение, В	Соответствие нормативным документам	Примечания
Оборудование 110 кВ					
1	1Г	0	65 В – разъединители,	Соответствует	
2	2Г	0	500 В – остальное	Соответствует	
3	ЛР-110 Надым - Морошка	0	оборудование	Соответствует	
4	ТР-110 1Г	0		Соответствует	
Оборудование 6 кВ					
1	ЗРУ-6 кВ	0	20 В – разъединители, 340 В – остальное оборудование	Соответствует	

Измерения и расчеты провел:
 Инженер  Меньшенин М.Н.

Утверждаю:
 Директор  Бондарчук Е.А.

Исполнитель: ООО «Альфа ЭМС», г. Екатеринбург
(наименование организации, предприятия)

Заказчик: Филиал АО «Томеньэнерго»
«Северные электрические сети»
(наименование организации, предприятия)

Свидетельство о регистрации электролаборатории: 13-01-28-ЭТЛ/67, действительно до 04.06.2016

Объект: ПС 110 кВ Голубинка


Дата: 12.08.2015

Температура воздуха вне помещения	+15 °С		Дата следующих измерений:	2027 г.	
Измерения проведены прибором	КДЗ-2	Заводской номер	40	Дата очередной поверки	11.03.2016
Расчеты проведены в программе	ОРУ-М	Номер регистрации	2002611768		
Характер грунта: влажный, средней влажности, сухой	средней влажности				
Количество осадков, предшествующее моменту измерения: большое, небольшое, незначительное	небольшое				
Максимальный ток короткого замыкания	Шины 110 кВ	кА			
	Шины 6 кВ	кА			


Протокол № 6 Разности потенциалов и нагрев экранов кабелей при коротких замыканиях

Трасса кабеля	Место приложения воздействия	Воздействие при КЗ		Допустимый уровень		Заключение
		Напряжение на кабеле, В	Нагрев экрана кабеля, °С	Напряжение на кабеле, В	Нагрев экрана кабеля, °С	
Оборудование – ОПУ/1Т		24	43	2000	150	Соответствует допустимому
Оборудование – ОПУ/2Т		19	58	2000	150	Соответствует допустимому
Оборудование – ОПУ/КС-110 Надым – Багульник		10	105	2000	150	Соответствует допустимому
Оборудование – ОПУ/КС-110 Надым – Морошка		11	50	2000	150	Соответствует допустимому

Измерения и расчеты провел:
Инженер I категории

 Комлев М.Ю.

Утверждаю:
Директор

 Бондарчук Е.А.

Исполнитель: ООО «Альфа ЭМС», г. Екатеринбург
(наименование организации, предприятия)

Заказчик: Филиал АО «Томеньэнерго»
«Северные электрические сети»
(наименование организации, предприятия)

Свидетельство о регистрации электролаборатории: 13-01-28-ЭТЛ/67, действительно до 04.06.2016

Объект: ПС 110 кВ Голубика

Дата: 12.08.2015

Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
Измерения проведены прибором	ИКП-1	Дата очередной поверки	04.04.2016
Расчеты проведены в программе	ОРУ-М	Номер регистрации	2002611768
Характер грунта: влажный, средней влажности, сухой	средней влажности		
Количество осадков, предшествующее моменту измерения: большое, небольшое, незначительное	небольшое		

Протокол № 7

Импульсные помехи, вызванные высокочастотной составляющей тока КЗ

Трасса кабеля	Место приложения воздействия	Импульсное сопротивление оборудования, Ом	Пересчет к реальным воздействиям		Соответствие 3 степени жесткости по ГОСТ Р 51317.4.12 (2,5 кВ)
			ВЧ составляющая тока КЗ	Напряжение на аппарате, кВ	
Оборудование – ОПУ	1Т	0,5 МГц	1 кА, 1 МГц	6,37	Соответствует только для экранированных вторичных кабелей с двухсторонним заземлением экрана.
		1 МГц			
Оборудование – ОПУ	2Т	0,5 МГц	1 кА, 1 МГц	3,11	Соответствует
		1 МГц			
Оборудование – ОПУ	КС-110 Надым - Морошка ф. В	0,5 МГц	1 кА, 1 МГц	15,29	Не соответствует
		1 МГц			
Оборудование – ОПУ	КС-110 Надым - Багульник ф. А	0,5 МГц	1 кА, 1 МГц	32,80	Не соответствует
		1 МГц			

Измерения и расчеты провел:
Инженер I категории

 Комлев М.Ю.

Утверждаю:
Директор

 Бондарчук Е.А.

Исполнитель: ООО «Альфа ЭМС», г. Екатеринбург
(наименование организации, предприятия)

Заказчик: Филиал АО «Томьэнерго»
«Северные электрические сети»
(наименование организации, предприятия)

Свидетельство о регистрации электролаборатории: 13-01-28-ЭТЛ/67, действительно до 04.06.2016

Объект: ПС 110 кВ Голубика

Дата: 12.08.2015

Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
Измерения проведены прибором	ИК-1	Дата очередной поверки	16.06.2016
Расчеты проведены в программе	ОРУ-М	Номер регистрации	2002611768
Характер грунта: влажный, средней влажности, сухой			
Количество осадков, предшествующее моменту измерения: большое, небольшое, незначительное			
Параметры импульса молнии			
		Амплитуда: 100 кА, фронт: 10 мкс, полупад: 350 мкс	

Протокол № 8 Импульсные потенциалы на заземлителях при ударах молнии

Молниеприемник	Длительность фронта/спада импульса, мкс	Импульсное сопротивление заземлителя молниеприёмника, Ом	Ток молнии, кА	Длительность фронта/спада импульса, мкс	Наибольший потенциал на заземлителе вблизи кабельной трассы относительно ОПУ, кВ	Допустимый уровень, кВ	Заключение
Молниеотвод М1	8/20	6,67	100	10/350	37	60	Соответствует допустимому уровню
	1,2/50	13,13					
Молниеприемник на портале М2	8/20	13,27	100	10/350	122	60	Не соответствует допустимому уровню
	1,2/50	17,04					
Молниеприемник на портале М3	8/20	2,63	100	10/350	59	60	Соответствует допустимому уровню
	1,2/50	1,65					
Молниеотвод М4	8/20	3,65	100	10/350	15	60	Соответствует допустимому уровню
	1,2/50	5,46					

Измерения и расчеты провел:
Инженер

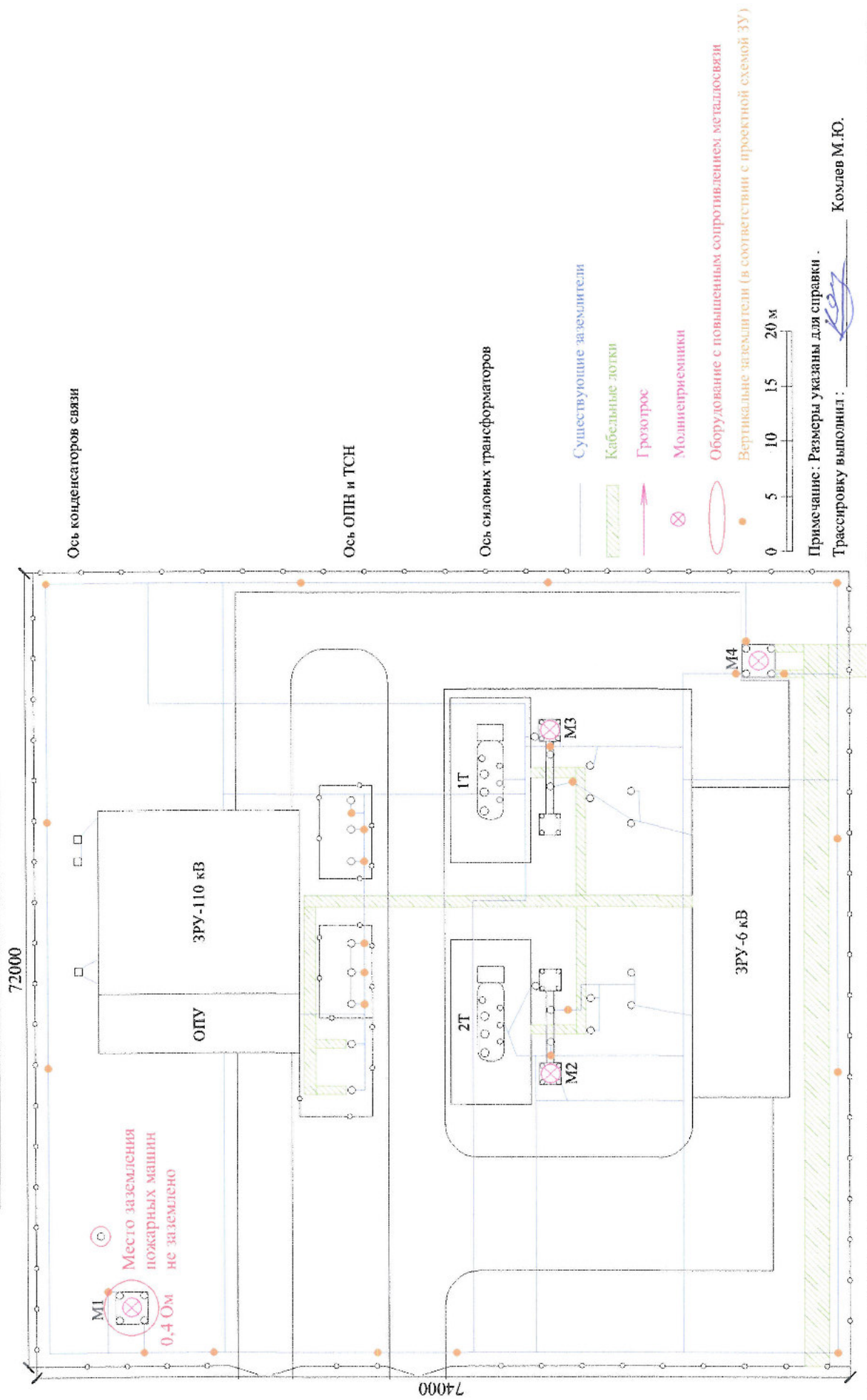
 Меньшин М.Н.

Утверждаю:
Директор

 Бондарчук Е.А.

Приложение Г (обязательное) Фактическая схема заземляющего устройства ПС Голубика

Наименование ячеек ОРУ-110 кВ	ВЛ 110 кВ Багульник	Пере- мычка	ВЛ 110 кВ Морюшка
----------------------------------	------------------------	----------------	----------------------

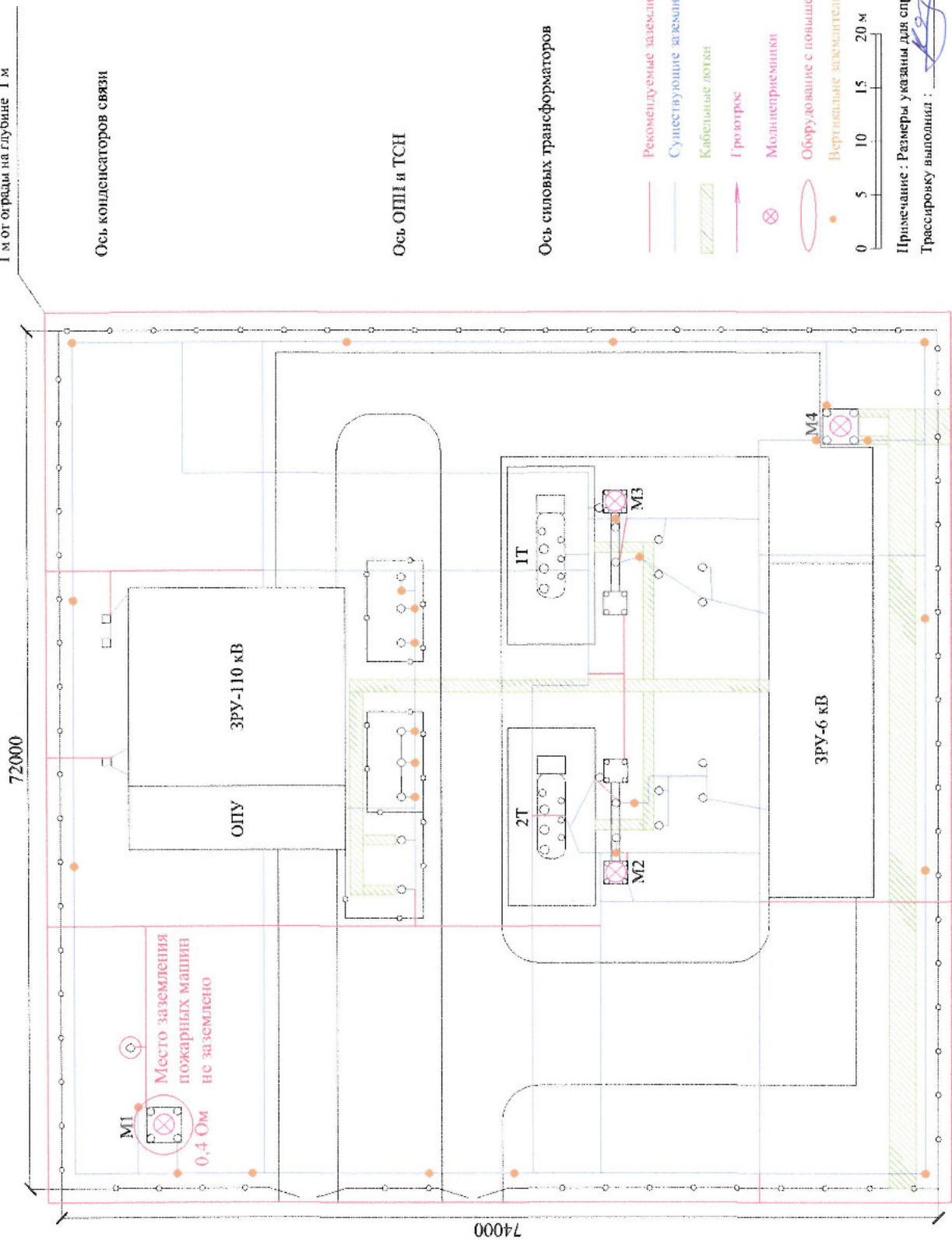


Приложение Д (обязательное)

Фактическая схема заземляющего устройства ПС Голубика с рекомендуемыми заземлителями

Наименование ячеек	ВЛ 110 кВ	Пере- мычка	Морошка
ОРУ-110 кВ	Багульник		

Заземлитель проложить на расстоянии 1 м от ограды на глубине 1 м



Ось конденсаторов связи

Ось ОПШ и ТСН

Ось силовых трансформаторов

- Рекомендуемые заземлители
- Существующие заземлители
- ▨ Кабельные лотки
- Грозотрос
- ⊗ Молниеприемник
- Оборудование с повышенным сопротивлением, металловязи
- Вертикальные заземлители (в соответствии с проектной схемой ЗУ)

0 5 10 15 20 м

Примечание: Размеры указаны для справки.
Трассировку выполнил: _____
Комлев М.Ю.