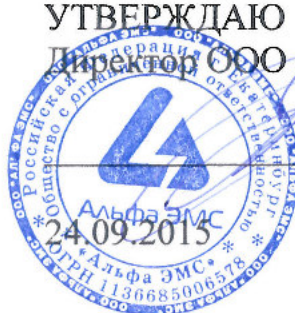




ООО «Альфа ЭМС»
620026, г. Екатеринбург,
ул. Куйбышева, 48/В, оф. 41
тел.: (343) 344-87-79
www.alfa-ems.ru

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО «Альфа ЭМС»



Бондарчук Е.А.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

Обследование заземляющего устройства ПС 110 кВ Старый Надым

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.....	7
3 Фактическая схема заземляющего устройства	9
4 Сопротивление заземляющего устройства.....	10
5 Сопротивление металlosвязи 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 металlosвязи оборудования с заземляющим устройством	24
Протокол № 5 Напряжение прикосновения.....	26
Протокол № 6 Разности потенциалов и нагрев экранов кабелей при коротких замыканиях	27
Протокол № 7 Импульсные помехи, вызванные высокочастотной составляющей тока КЗ	28
Протокол № 8 Импульсные потенциалы на заземлителях при ударах молнии	29
Приложение В (обязательное) Расчетная схема заземляющего устройства подстанции.....	30
Приложение Г (обязательное) Фактическая схема заземляющего устройства ПС Старый Надым..	31
Приложение Д (обязательное) Фактическая схема заземляющего устройства ПС Старый Надым с рекомендуемыми заземлителями	32

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 Старый Надым 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, п. Старый Надым.

Класс напряжения: 110/6 кВ.

Максимальная величина тока КЗ на шинах 110 кВ составляет 2,37 кА, на шинах 6 кВ – 5,59 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.

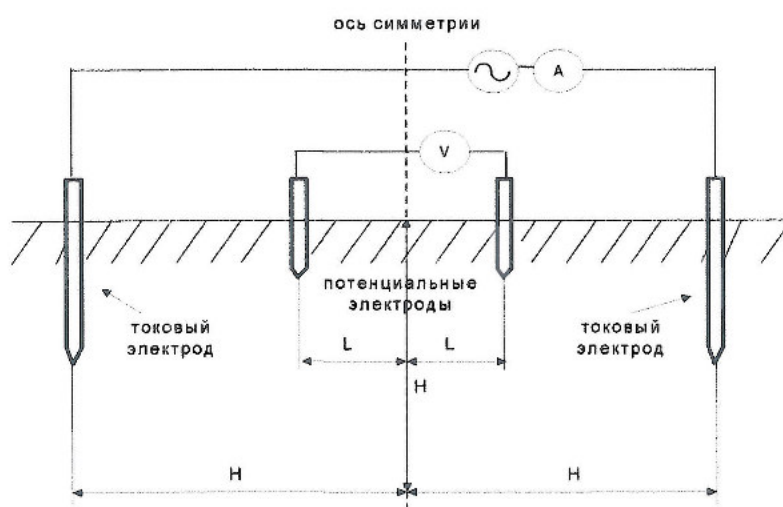


Рисунок 1 – Схема измерительной цепи при определении удельного электрического сопротивления грунта

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: 1200 Ом·м.

Удельное электрическое сопротивление нижнего слоя грунта: 1500 Ом·м.

Глубина раздела слоёв грунта: 2,4 м.

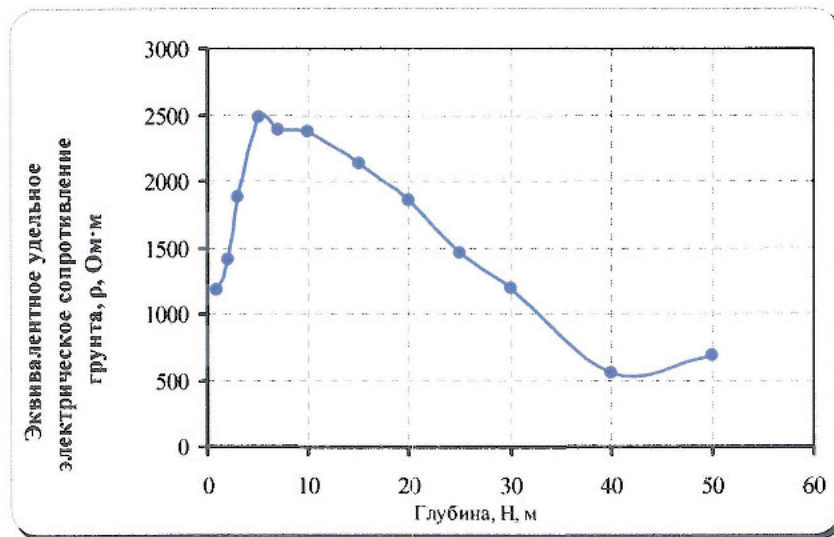


Рисунок 2 – Результаты вертикального электрического зондирования

2 Выполнение заземляющего устройства

2.1 Анализ компоновки подстанции

Габариты подстанции (ориентировочно): 57 х 62 м.

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

Грозотросы отходящих воздушных линий подключены 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 ОРУ проложены в надземных и подвесных металлических лотках.

Цепи управления и сигнализации выполнены неэкранированным кабелем.

Вторичная аппаратура установлена в одноэтажном модульном здании ЗРУ-6 кВ из сэндвич-панелей.

2.2 Сечения и коррозионный износ заземляющих проводников и заземлителей

Заземляющее устройство и заземляющие спуски с оборудования выполнены из полосовой стали сечением 30х5 мм и круглой стали диаметром 20 мм. Минимальная площадь сечения заземляющих спусков: 200 мм².

Шина уравнивания потенциалов в здании ЗРУ-6 кВ 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 %.

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:

$$S \geq I_{K3} \cdot S_{1kA} \cdot q \quad [\text{Ом} \cdot \text{м}] \quad (2)$$

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

где I_{K3} – максимальный ток короткого замыкания;
 S_{1kA} – 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 – 2,37 кА, на шинах 6 кВ – 5,59 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.



Рисунок 3 – Вскрытие грунта у заземляющих спусков

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.

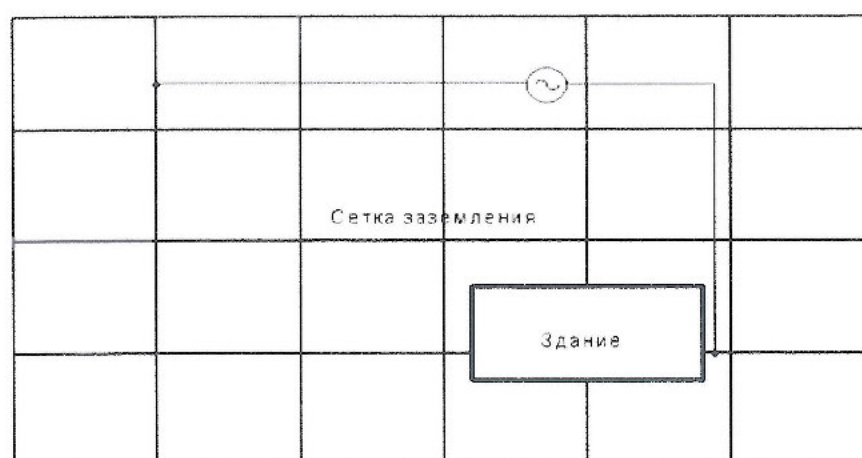


Рисунок 4 – Схема измерительной цепи при трассировке заземляющего устройства

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 не отмечены возможные вертикальные заземлители.

Глубина прокладки горизонтальных заземлителей составляет порядка 0,4 м.

Заземляющее устройство ПС находится в **неудовлетворительном** состоянии. Заземлители не образуют структуру сетки, оборудование **заземлено последовательно, отсутствует** замкнутый контур заземления вокруг здания ЗРУ-6 кВ, от молниеотводов **не обеспечивается** растекание тока в два и более направления (нарушение п. 1.7.93 ПУЭ-7). Ограда присоединена к заземляющему устройству ПС.

Необходимо выполнить ремонт заземляющего устройства в соответствии со схемой в приложении Д. В соответствии с п. 1.7.93 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: 0,5 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.

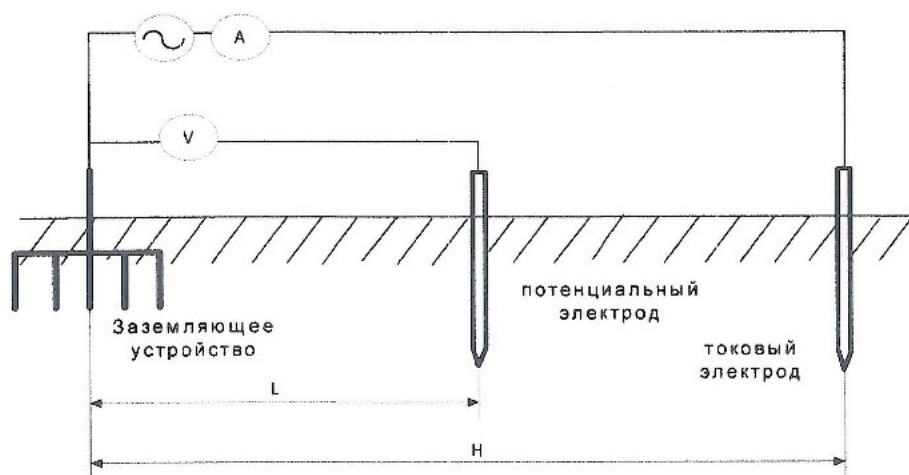


Рисунок 5 – Схема измерительной цепи при определении сопротивления заземляющего устройства

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.

В соответствии с п. 1.7.108 ПУЭ-7 «... допускается повысить требуемые настоящей главой значения сопротивлений заземляющих устройств в $0,002\rho$ раз, где ρ - эквивалентное удельное сопротивление земли, Ом·м». Таким образом, в наиболее неблагоприятный период (удельное электрическое сопротивление грунта 2000 Ом·м) сопротивление заземляющего устройства ПС не должно превышать 2 Ом.

Измеренное сопротивление заземляющего устройства подстанции составляет 1,36 Ом. Сопротивление заземляющего устройства с учётом сезонного коэффициента составляет 2,04 Ом, т.е. сопротивление **превышает** допустимое 2,0 Ом.

Максимальный ток короткого замыкания составляет 2,37 кА.

Напряжение на заземляющем устройстве при КЗ на шинах в наиболее неблагоприятный период составляет $U_{ЗУ} = I_{КЗ} \cdot R_{ЗУ} = 2,37 \cdot 2,04 = 4,83$ кВ, что не превышает установленное ПУЭ значение 5 кВ.

Необходимо 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: 0,5 м.

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.

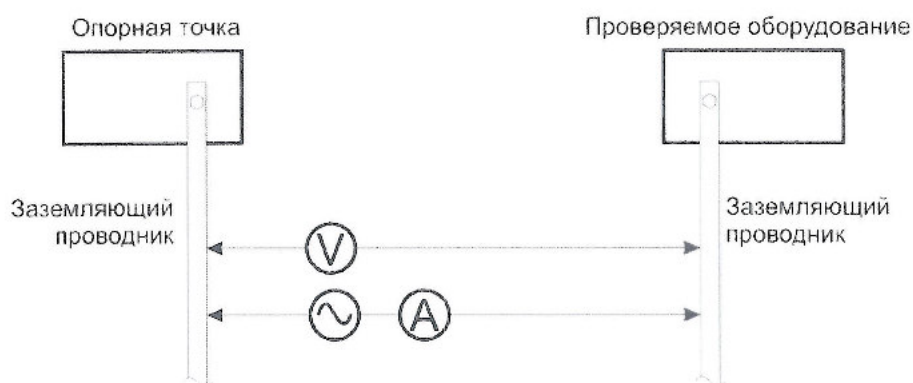


Рисунок 6 – Схема измерения сопротивления металlosвязи

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 (мачты освещения с молниеотводами) 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.

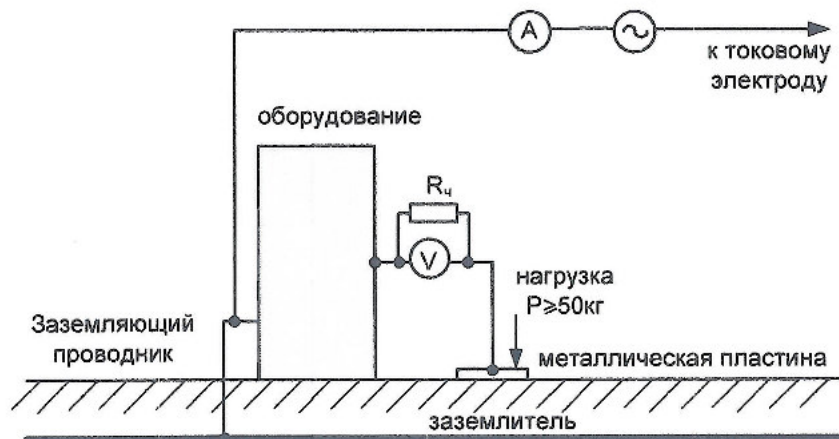


Рисунок 7 – Схема измерения напряжения прикосновения

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, 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 ЗРУ, в котором 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 ЗРУ 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 в контрольных точках ОРУ-110 кВ. 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 на ОРУ 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-110 кВ величина высокочастотной составляющей тока КЗ принималась 1 кА. Основная частота колебательного импульса для ОРУ-110 кВ 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, для экранированных кабелей с двухсторонним заземлением экрана не 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.

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 молниеприемников, возникающие при ударе молнии в молниеприемник, не создают опасности перекрытия с заземлителями на кабели вторичных цепей.

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.

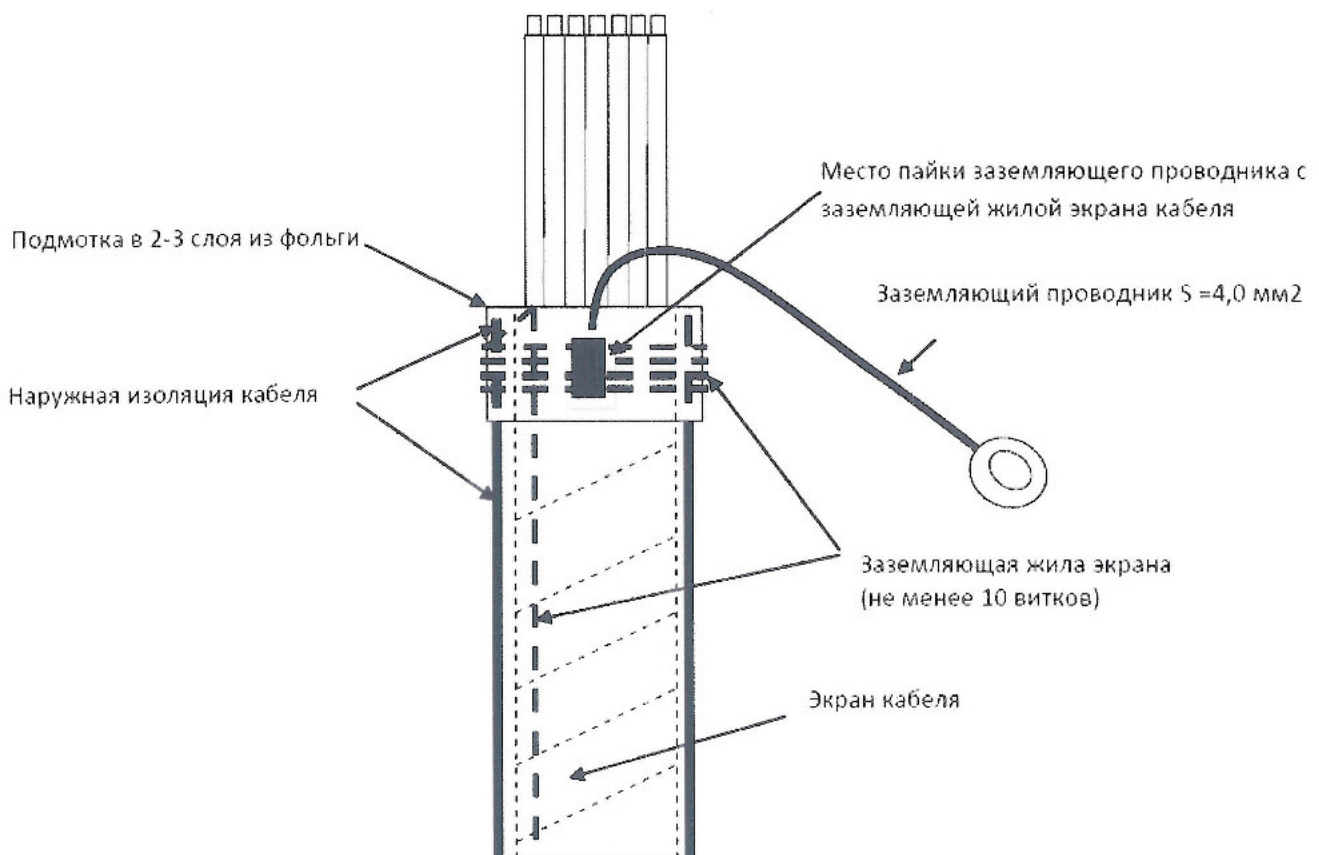


Рисунок 8 – Заземление экранов кабелей

11 Выводы и предложения

Проведено обследование заземляющего устройства ПС 110 кВ Старый Надым.

Сопротивление заземляющего устройства для наиболее неблагоприятных условий составляет 2,04 Ом. В соответствии с п. 1.7.108 ПУЭ-7 «... допускается повысить требуемые настоящей главой значения сопротивлений заземляющих устройств в 0,002р раз, где р - эквивалентное удельное сопротивление земли, Ом·м». Таким образом, в наиболее неблагоприятный период (удельное электрическое сопротивление грунта 2000 Ом·м) сопротивление заземляющего устройства ПС не должно превышать 2 Ом. Сопротивление заземляющего устройства ПС **превышает** допустимое.

Напряжение на заземляющем устройстве при КЗ на шинах для наиболее неблагоприятных условий составляет 4,83 кВ, что не превышает допустимое 5 кВ.

Коррозионный износ элементов ЗУ не превышает 5 %.

Сечения заземлителей и заземляющих спусков соответствуют условию термической стойкости.

Заземляющее устройство ПС находится в **неудовлетворительном** состоянии. Заземлители не образуют структуру сетки, оборудование **заземлено последовательно, отсутствует** замкнутый контур заземления вокруг здания ЗРУ-6 кВ, от молниеотводов **не обеспечивается** растекание тока в два и более направления (нарушение п. 1.7.93 ПУЭ-7). Ограда присоединена к заземляющему устройству ПС.

Выявлено оборудование (мачты освещения с молниеотводами) 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, не превышают допустимые значения (при использовании экранированных кабелей с двухсторонним заземлением экрана).

Импульсные потенциалы на заземлителях молниеприемников, возникающие при ударе молнии в молниеприемник, не создают опасности перекрытия с заземлителями на кабели вторичных цепей.

Рекомендации:

Необходимо 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: 0,5 м. После чего снова провести измерение сопротивления заземляющего устройства и для оборудования с восстановленной металlosвязью провести измерение сопротивления металlosвязи.

Требуемый объём материалов для ремонта ЗУ: стальная полоса 30х5 мм – 660 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.

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.

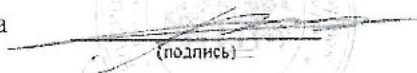
Начало действия с «04» декабря 2014 г.

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


(подпись)
М.П.

Макрушин А.А.

№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

Объект: ПС 110 кВ Старый Надым

Дата: 11.08.2015	Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
Измерения проведены прибором	КДЗ-2	Заводской номер	40	Дата очередной поверки
Характер грунта: влажный, средней влажности, сухой		средней влажности		11.03.2016
Количество осадков, предшествующее моменту измерения: большое, небольшое, незначительное		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	3,31	820	1180	
	2	0,3	3,81	263	1412	
	3	0,3	4,36	176	1882	
	5	0,3	5,26	100	2478	
	7	0,3	4,83	45	2385	
	10	0,3	5,49	24,9	2371	
	15	0,3	6,62	12	2134	
	20	5	1,18	18,6	1856	
	25	5	2,15	16,7	1463	
	30	10	3,71	35,2	1192	
	40	10	2,28	5,33	551	
	50	10	1,81	3,31	689	

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 Старый Надым

Дата: 11.08.2015

		Дата следующих измерений:	
Максимальный ток короткого замыкания	Шины 110 кВ	2,37	кА
	Шины 6 кВ	5,59	кА

2027 г.

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)	Минимальное допустимое	Минимальное существующее (с учётом коррозии)	Минимально допустимое		
Оборудование 110 кВ	0,1	180	18	180	15	Соответствует	
Оборудование 6 кВ	0,1	180	41	180	35	Соответствует	

Измерения и расчеты провел:

Инженер

 Меньшин М.Н.

Утверждаю:

Директор

 Бондарчук Е.А.

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

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

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

Объект: ПС 110 кВ Старый Надым

Дата: 11.08.2015

Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
Измерения проведены прибором	КДЗ-2	Заводской номер	40
Расчеты проведены в программе	ОРУ-М	Номер регистрации	2002611768
Характер грунта: влажный, средней влажности, сухой			
Количество осадков, предшествующее моменту измерения: большое, небольшое, незначительное			
Максимальный ток короткого замыкания			
Шины 110 кВ		2,37 кА	
Шины 6 кВ		5,59 кА	

Протокол № 3

Сопротивление заземляющего устройства и напряжение на ЗУ

Наименование объекта	Измеренное сопротивление ЗУ, Ом	Сопротивление ЗУ для наиболее неблагоприятных условий, Ом		Напряжение на ЗУ, кВ		Соответствие нормативным документам	Дата следующей проверки ЗУ	Примечания
		Расчетное	Допустимое	Расчетное	Допустимое			
ЗУ подстанции	1,36	2,04	2,0	4,83	5	Не соответствует	2027 г.	Согласно п 1.7.108 ПУЭ-7, в районах с большим удельным сопротивлением грунта допускается повысить требуемые значения сопротивлений заземляющих устройств (0,5 Ом) в 0,002 р раз. Требуемое значение сопротивления ЗУ ПС составляет 2 Ом.

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 Старый Надым

Дата: 11.08.2015

Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
Измерения проведены прибором	КДЗ-2	Заводской номер	40
Максимальный ток короткого замыкания	Шины 110 кВ	кА	
	Шины 6 кВ	кА	

Протокол № 4 Сопротивление металлосвязи оборудования с заземляющим устройством

№	Наименование объекта	Сопротивление металлосвязи, Ом	Кол-во спусков	Сечение видимых спусков, мм D – диаметр	Степень коррозии, %	Соответствие нормативным документам	Примечания
1	Ограждение ПС	0,01	-	-	5 %	Не соответствует	
2	Мачта освещения с молниеприемником М3	Нет	-	-	5 %	Не соответствует	Нет видимых спусков
3	Мачта освещения с молниеприемником М4	Нет	-	-	5 %	Не соответствует	Нет видимых спусков
4	КС-110 Надым - Береговая ф. А	0,01	4	40x5 -3 шт, D20	5 %	Соответствует	Общая конструкция
5	ЛР-110 Надым - Береговая						
6	Привод ЛР-110 Надым - Береговая	0,5	-	-	5 %	Не соответствует	
7	Металлорукава привода ЛР-110 Надым - Береговая						
8	ТР-110 1Т						
9	Привод ТР-110 1Т	0,01					
10	В-110 1Т						
11	Привод В-110 1Т	0,01	5	D20 – 2 шт, 40x5 – 3 шт	5 %	Соответствует	Общая конструкция
12	Металлорукав привода В-110 1Т						
13	Шкаф обогрева 1-ой ступени привода полюсов В-110 1Т						
14	Металлорукава шкафа обогрева	0,02					
15	ОПН-110 1Т ф. А, В, С	0,01					
16	Шкаф ОПН-110 1Т	0,03					
17	Металлорукава шкафа ОПН-110	0,03	1	40x5	5 %	Соответствует	Спуск на ЗОН-110 1Т, связь по рельсам
18	1Т	0,01					
19	Шкаф ЯЗТ	0,01	-	-	5 %	Соответствует	
20	Кабельный лоток возле 1Т	0,01	-	-	5 %	Соответствует	
21	ЗОН-110 1Т	0,01	1	40x5	5 %	Соответствует	Общая конструкция

№	Объект	Кол-во	Материал	Единица измерения	Процент	Соответствует	Видимая конструкция
22	ОПНН-110 1Т	-	0,01	-	5 %	Соответствует	Нет видимых спусков
23	ОПН-6 1Т	-	0,01	-	5 %	Соответствует	Общая конструкция
24	КС-110 Надым – Морошка ф. А	4	0,01	40x5 -2 шт. D20 – 2шт.	5 %	Соответствует	Общая конструкция
25	ЛР-110 Надым – Морошка						
26	Привод ЛР-110 Надым – Морошка						
27	ТР-110 2Т		0,01			Соответствует	
28	Привод ТР-110 2Т		0,01			Соответствует	
29	Металлорукава привода ТР-110 2Т		2,8			Не соответствует	
30	В-110 2Т		0,01			Соответствует	
31	Привод В-110 2Т		0,01			Соответствует	
32	Металлорукав привода		2,0			Соответствует	
33	Шкаф обогрева 1-ой ступени привода полюсов В-110 2Т	4	0,01	D20 – 2шт. 40x4 – 2 шт.	5 %	Соответствует	Общая конструкция
34	Металлорукава шкафа обогрева		0,03-0,7			Не соответствует	
35	ОПН-110 2Т ф. А, В, С		0,01			Соответствует	
36	Шкаф ОПН-110 2Т		0,01			Соответствует	
37	Металлорукава шкафа ОПН-110		0,7-2			Не соответствует	
38	2Т	1	0,01	40x5	5 %	Соответствует	Спуск на ЗОН-110 2Т, связь по рельсам
39	Кабельный лоток возле 2Т	-	0,01	-	5 %	Соответствует	
40	ЗОН-110 2Т	1	0,01	40x5	5 %	Соответствует	Общая конструкция
41	ОПНН-110 2Т	-	0,02	-	5 %	Соответствует	Нет видимых спусков
42	ОПН-6 2Т	3	0,01	D20	5 %	Соответствует	Общая конструкция
43	1РРГ-110	4	0,01	40x5	5 %	Соответствует	Общая конструкция
44	2РРГ-110	2	0,01	40x5	5 %	Соответствует	Общая конструкция
45	Молниеприемник на портале М1	4	0,6	40x5	5 %	Соответствует	Общая конструкция
46	Молниеприемник на портале М2	-	0,01	-	5 %	-	
47	Концевая опора ВЛ 110 кВ	-	0,01	-	5 %	Соответствует	
48	ЗРУ-6 кВ	-	0,01	-	5 %	Соответствует	
49	ЗРУ-6 кВ левый ряд панелей	-	0,01	-	5 %	Соответствует	
50	ЗРУ-6 кВ правый ряд панелей	-	0,01	-	5 %	Соответствует	
51	ЗТСН	1	0,01	D20	5 %	Соответствует	

Измерения и расчеты провел:
Инженер

 Меньшин 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 Старый Надым

Дата: 11.08.2015	Дата следующих измерений: 2027 г.
Температура воздуха вне помещения +15 °С	Дата очередной поверки 11.03.2016
Измерения проведены прибором КДЗ-2	Заводской номер 40
Характер грунта: влажный, средней влажности, сухой	средней влажности
Количество осадков, предшествующее моменту измерения: большое, небольшое, незначительное	небольшое
Максимальный ток короткого замыкания	Шины 110 кВ 2,37 кА
Время срабатывания защит	Шины 6 кВ 5,59 кА
	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	ЛР-110 Надым - Морошка	0	65 В – разъединители,	Соответствует	
2	ТР-110 2Г	0	500 В – остальное	Соответствует	
3	ТР-110 1Г	0	оборудование	Соответствует	
4	ЛР-110 Надым - Береговая	0		Соответствует	
Оборудование 6 кВ					
1	ЗРУ-6 кВ	0	20 В – разъединители, 340 В – остальное	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 Старый Надым

Дата: 11.08.2015	Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
	Измерения проведены прибором	КДЗ-2	Заводской номер	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 Шины 6 кВ	кА	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	Температура нагрева экрана контрольного кабеля, °С	Напряжение на кабеле, В	Температура нагрева экрана контрольного кабеля, °С	
Оборудование, на котором произошло КЗ – Место размещения МПА (ЗРУ)	1Т	37	70	2000	150	Соответствует допустимому уровню
	2Т	50	89	2000	150	Соответствует допустимому уровню
	КС-110 Надым – Береговая	79	59	2000	150	Соответствует допустимому уровню
	КС-110 Надым – Морошка	70	55	2000	150	Соответствует допустимому уровню

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 Старый Надым

Дата: 11.08.2015

Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
Измерения проведены прибором	ИКП-1	Заводской номер	32/11
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 на аппарате, кВ	Напряжение на устройстве с учетом экранирования, кВ	
Оборудование – ЗРУ	1Т	0,5 МГц	1 кА, 1 МГц	3,66	
		1 МГц			
Оборудование – ЗРУ	2Т	0,5 МГц	1 кА, 1 МГц	12,04	
		1 МГц			
Оборудование – ЗРУ	КС-110 Надым - Береговая ф. С	0,5 МГц	1 кА, 1 МГц	10,72	
		1 МГц			
Оборудование – ЗРУ	КС-110 Надым - Морошка ф. С	0,5 МГц	1 кА, 1 МГц	11,27	
		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 «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 Старый Надым

Дата: 11.08.2015	Температура воздуха вне помещения	+15 °С	Дата следующих измерений:	2027 г.
Измерения проведены прибором	ИК-1	Заводской номер	142/181	Дата очередной поверки
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	
Параметры импульса молнии			Амплитуда: 100 кА, фронт: 10 мкс, полуспад: 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 ЗРУ, кВ	Допустимый уровень, кВ	Заключение
Молниеприемник на портале М1	8/20	4,17	100	10/350	14	60	Соответствует допустимому уровню
	1,2/50	14,36					
Молниеприемник на портале М2	8/20	7,33	100	10/350	25	60	Соответствует допустимому уровню
	1,2/50	6,38					
Молниевотвод М3	8/20	53,90	100	10/350	0 (нет связи с ЗУ)	60	Соответствует допустимому уровню
	1,2/50	77,06					
Молниевотвод М4	8/20	49,00	100	10/350	0 (нет связи с ЗУ)	60	Соответствует допустимому уровню
	1,2/50	94,93					

Измерения и расчеты провел:
Инженер

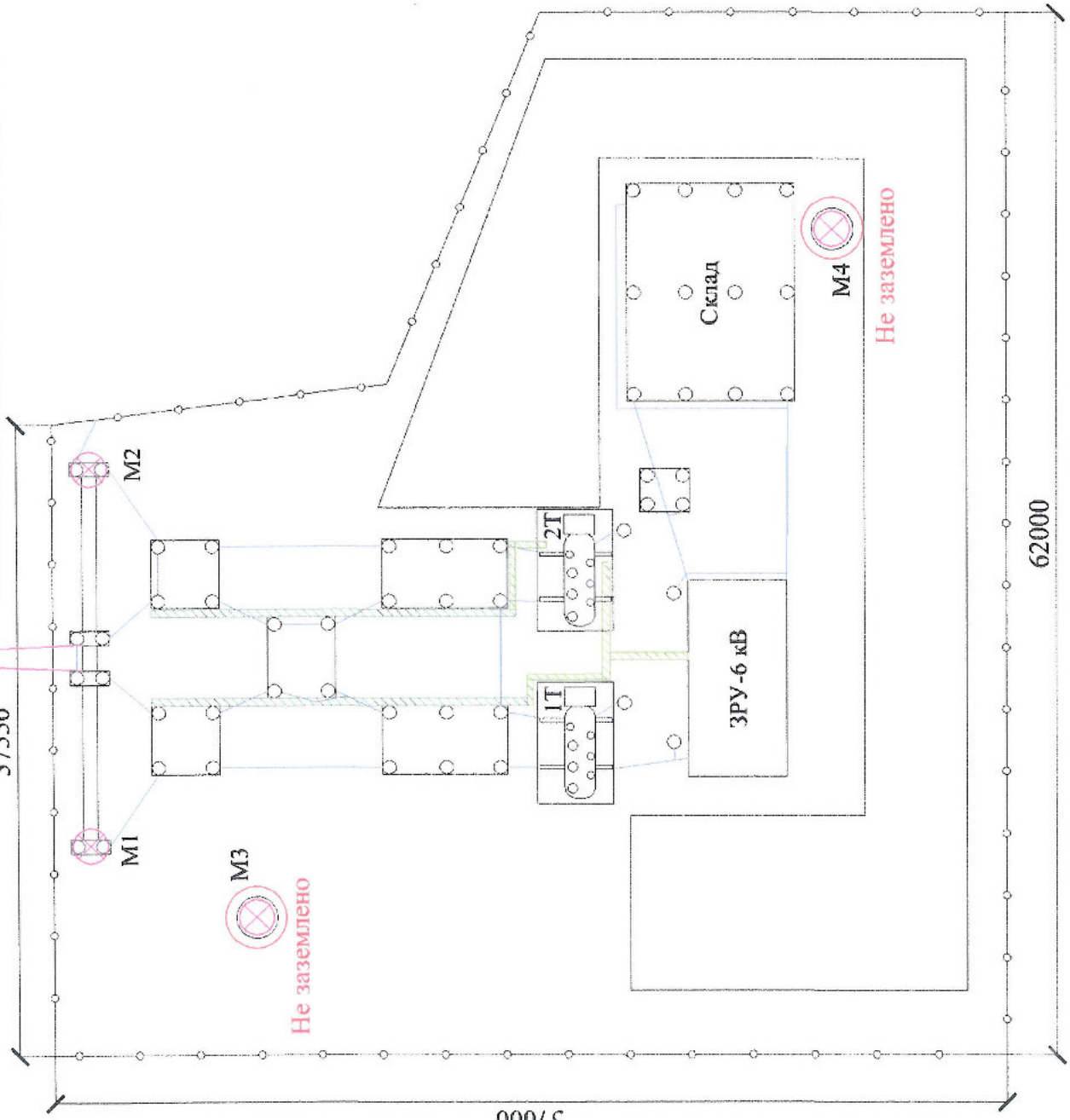
 Меньшенин М.Н.

Утверждаю:
Директор

 Бондарчук Е.А.

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

**Приложение Г (обязательное)
Фактическая схема заземляющего устройства ПС Старый Надым**



- Ось конденсаторов связи
- Ось линейных разъединителей
- Ось разъединителей ремонтной перемычки
- Ось трансформаторных разъединителей
- Ось выключателей
- Ось ОПН
- Ось силовых трансформаторов

- Существующие заземлители
- Кабельные лотки
- Подвесные кабельные лотки
- Грозотрос
- Молниеприемники
- Оборудование с повышенным сопротивлением металловязи

0 5 10 15 20 м

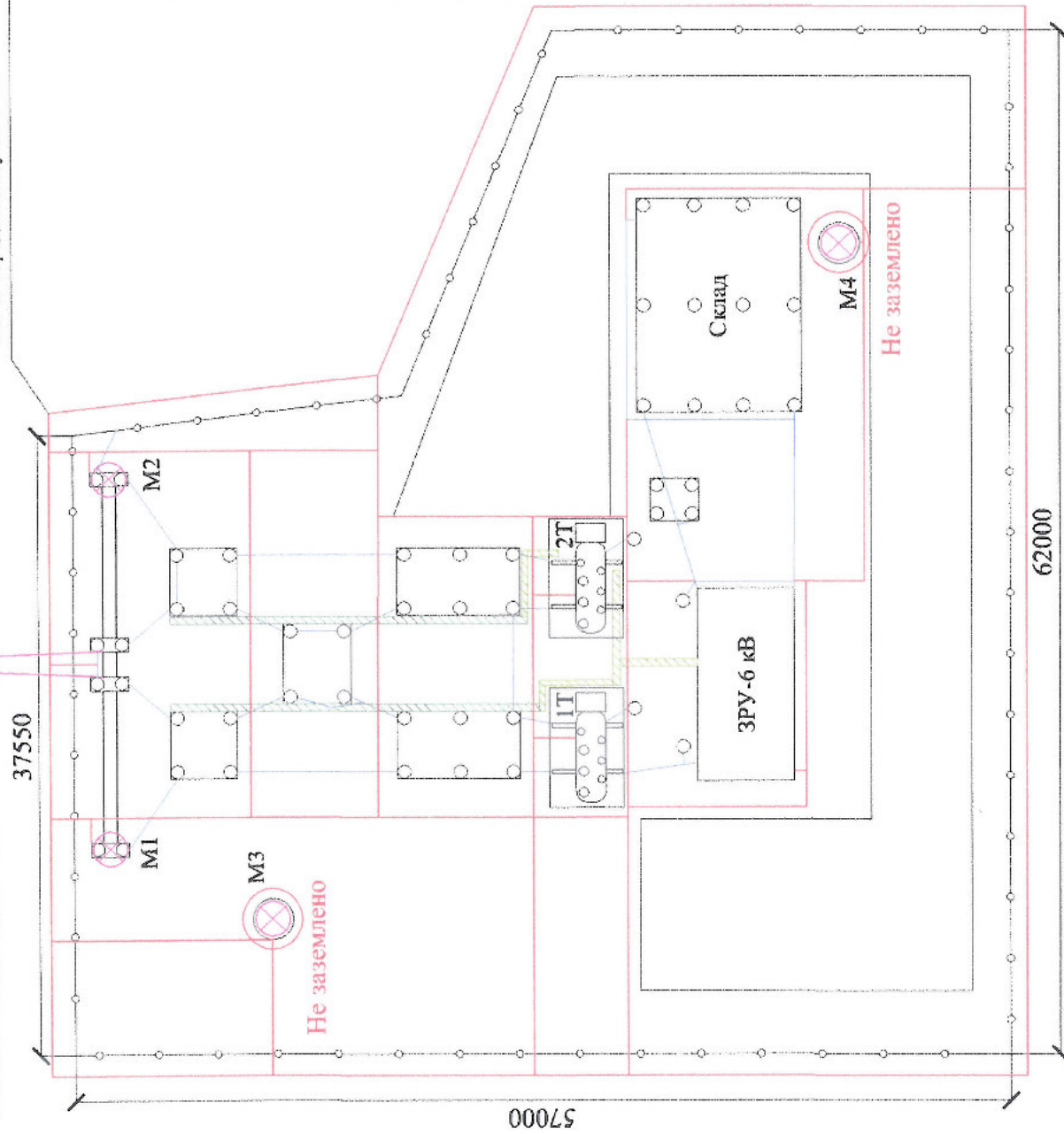
Примечание: Размеры указаны для справки.
Трассировку выполнил: _____ Комлев М.Ю.

Приложение Д (обязательное)

Фактическая схема заземляющего устройства ПС Старый Надым с рекомендуемыми заземлителями

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

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



Ось конденсаторов связи

Ось линейных разъединителей

Ось разъединителей ремонтной перемычки

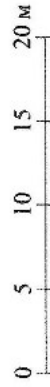
Ось трансформаторных разъединителей

Ось выключателей

Ось ОПН

Ось силовых трансформаторов

- Рекомендуемые заземлители
- Существующие заземлители
- ▨ Кабельные лотки
- ▨ Подвесные кабельные лотки
- ↑ Грозотрос
- ⊗ Молниеприемники
- Оборудование с повышенным сопротивлением металловязи



Примечание: Размеры указаны для справки.

Трассировку выполнит: Комлев М.Ю.