

Общество с ограниченной ответственностью



СОЮЗЭНЕРГОПРОЕКТ

Свидетельство П-019-7728670290 от 29.12.2017 года

Заказчик – ОГУЭП «Облкоммунэнерго»

**«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г.
Усолье-Сибирское»**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5 Сведения об инженерном оборудовании, о се-тях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений

Подраздел 1. Система электроснабжения

Часть 4. Обеспечение электромагнитной совместимости

32110640565/620/2021. ИОС 1.4

г. Москва 2022 г.

Общество с ограниченной ответственностью



СОЮЗЭНЕРГОПРОЕКТ

Свидетельство П-019-7728670290 от 29.12.2017 года

Заказчик – ОГУЭП «Облкоммунэнерго»

«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г.
Усолье-Сибирское»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5 Сведения об инженерном оборудовании, о се-тях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений

Подраздел 1. Система электроснабжения

Часть 4. Обеспечение электромагнитной совместимости

32110640565/620/2021. ИОС 1.4

Генеральный директор

Синюков Н. Н.





ГИП

Головачев А. М.

г. Москва 2022 г

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
3211064.0565/620/2021.ИОС1.4.С	Содержание тома	2
3211064.0565/620/2021.ИОС1.4.ТЧ	<u>Текстовая часть</u>	3-29
	1 Общая информация об объекте	3
	1.1. Введение	3
	1.2 Размещение МП аппаратуры	5
	1.3 Размещение вторичных цепей	5
	1.4 Организация электроснабжения постоянным током	5
	1.5 Организация электроснабжения переменным током	5
	1.6 Принимаемые параметры токов КЗ	6
	1.7 Данные по помехоустойчивости МП аппаратуры	6
	1.8 Параметры вторичных цепей, принимаемые в данном отчете	6
	1.9. Допустимые значения напряжения прикосновения на объекте	7
	2. Анализ ЭМО	8
	2.2. Оценка удельного сопротивления грунта	8
	2.3 Устройство заземления на территории ПС и СУП в зданиях с МП аппаратурой	8
	2.4. Организация трасс прокладки вторичных цепей	11
	2.5. Расчетная модель ЗУ ПС	12
	2.6 Сопротивление растеканию ЗУ ПС	14
	2.7 Определение опасности коротких замыканий	14
	2.8 Система молниезащиты объекта	19
	2.9. Рекомендации по защите вторичных цепей и МП аппаратуры от импульсных перенапряжений и кондуктивных помех	22
	2.10. Оценка уровня магнитных полей	22
	2.11 Рекомендации по организации питания МП аппаратуры	26
	2.12. Оценка опасности воздействия электростатических разрядов	26
	3 Выводы	27
	<u>Графическая часть</u>	
3211064.0565/620/2021.ИОС1.4.ГЧ.л.1	Заземляющее устройство	
3211064.0565/620/2021.ИОС1.4.ГЧ.л.2	Молниезащита	

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	3211064.0565/620/2021.ИОС1.4							
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		
Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	Разраб.	Вытовтов			Содержание	стадия	лист	листов
			Провер.	Гончарук				П	1	1
			ГИП	Головачев				ООО «Союзэнергопроект»		
			Утвердил	Синюков						

1. Общая информация об объекте

1.1. Введение

Строительство подстанции ПС 35 кВ «ГПП-2» производится в г. Усолье-Сибирское в Слюдянском районе Иркутской области.

Отчет написан на основании следующих документов:

1. Схема заземления и молниезащиты.
 2. Конструктивные решения
 3. Схема электрическая главная
 4. Уровень грозовой активности в районе расположения ПС составляет 40-60 часов.
 5. Глубина промерзания грунта в зимний период составляет 2,69 м.
- План территории ПС 35 кВ представлен на Рисунке 1.1.

В проекте предусматривается:

- установка 2-х силовых маслонаполненных трехобмоточных трансформаторов 35/10/6 кВ, мощностью по 32 МВА;
- установка блочно-модульного ОРУ 35 кВ типа КТПБ-35 на железобетонных фундаментах;
- применение комплектного РУ 6 кВ, установленными в утепленном блочно-модульном здании на железобетонных фундаментах;
- размещение отдельно стоящего комплектного блочно-модульного здания ОПУ на железобетонных фундаментах;
- размещение силовых маслонаполненных трансформаторов собственных нужд (типа ТМГ-160/10) в трансформаторном отсеке внутри металлических уличных контейнеров КТПТ-160/10, установленных на железобетонные фундаменты;
- размещение силовых маслонаполненных трансформаторов образования нейтрали в сети 6 кВ (типа ТМПС 100/6) на улице, с установкой на железобетонные фундаменты;
- размещение маслонаполненных дугогасящих реакторов (типа РДМРС-100/6) на улице, с установкой на железобетонные фундаменты;
- размещение блоков с горизонтально-поворотными однополюсными разъединителями 35 кВ на улице, с установкой на железобетонные фундаменты.

Прокладка силовых и контрольных кабелей по территории подстанции организована в наземных железобетонных лотках, заглубленных кабельных каналах с кабельными металлоконструкциями, надземных металлических кабельных коробах, по кабельным полкам и консолям под блочно-модульными зданиями, в металлорукаве по опорным конструкциям.


Проектом предусмотрена отдельная прокладка силовых и контрольных кабелей в проектируемых наземных кабельных лотках с соблюдением требований ЭМС (СТО 5694.70.7007-29.240.044-2010 «Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства»).

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Вытовтов			
Провер.		Гончарук			
ГИП		Головачев			
Утв.		Синюков			

Обеспечение электромагнитной
совместимости

стадия лист листов

П 1 26

ООО «Союзэнергопроект»

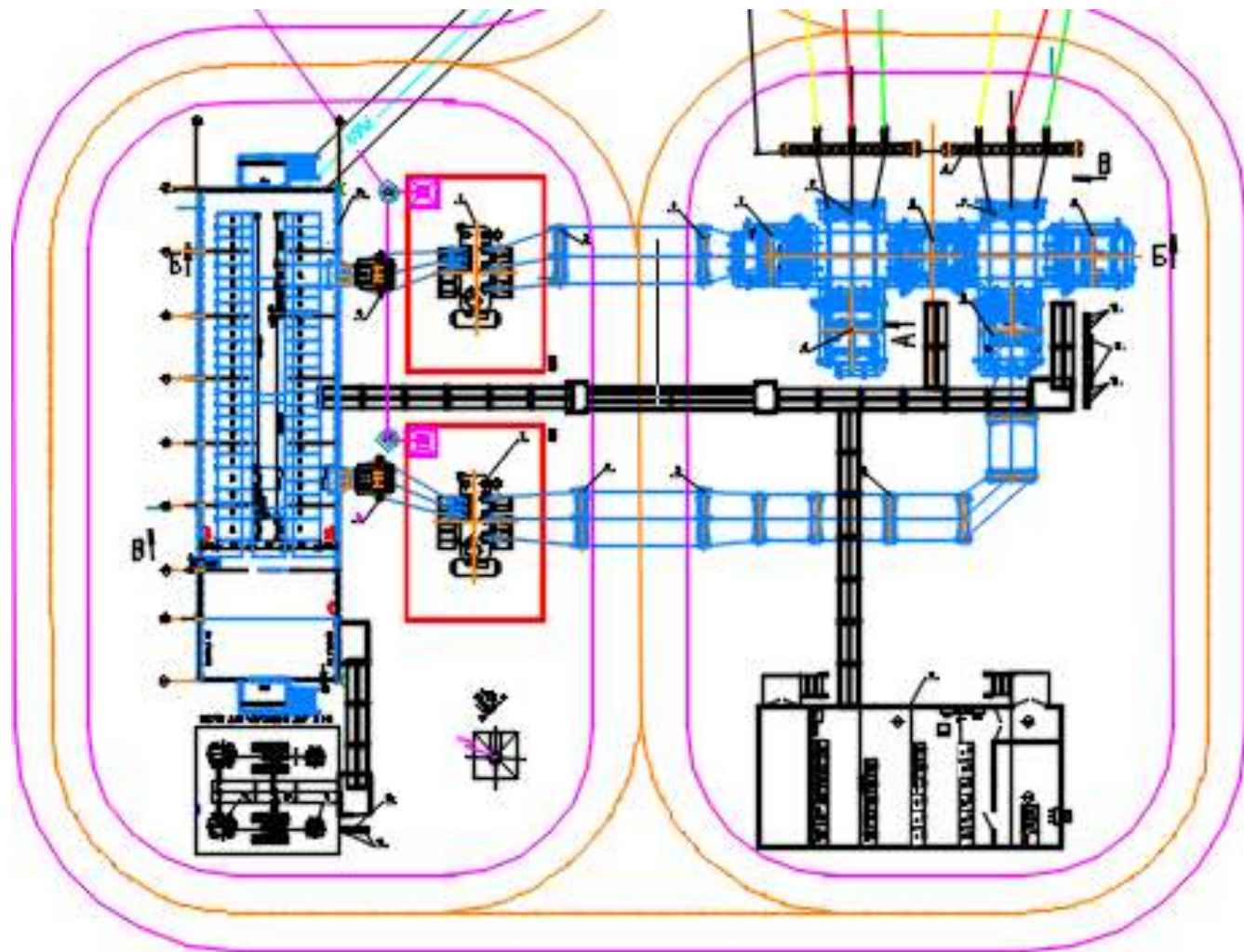


Рис. 1-1 План подстанции

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

2

1.2. Размещение МП аппаратуры

МП аппаратура будет размещаться в здании ОПУ и КРУ-6 кВ.

Здания ОПУ блочно-модульного исполнения.

Здание КРУ-6 блочно-модульного исполнения.

В качестве основной и резервной защиты предусматриваются микропроцессорные системы защиты. Устанавливаются электронные счетчики электрической энергии.

Таблица 2.1 содержит данные по МП аппаратуре РЗА и АСКУЭ, предполагаемой к установке в помещениях ОПУ и КРУ-10, 6 кВ.

Таблица 2.1 – МП аппаратура, планируемая к размещению в помещениях ОПУ и КРУ-6 кВ

Аппаратура	Подключены проводные цепи от:	Способ установки	Питание	Экранирование
РЗА	Силовые трансформаторы, ЭА РУ 35 кВ, информационный обмен в пределах здания	в стальных шкафах	ОТ	стены здания – 1 мм
Терминалы РЗА	Силовые трансформаторы, ЭА РУ 10, 6 кВ, информационный обмен в пределах здания	в стальных шкафах	ОТ	стены здания – 1 мм
Счетчик электрической энергии	Измерительные трансформаторы 35/10/6 кВ, информационный обмен в пределах здания	наружная установка	СН	стены здания – 1 мм
Оборудование связи	Оптический кабель	в стальных шкафах	ОТ / СН	стены здания – 1 мм

1.3. Размещение вторичных цепей

Прокладка силовых и контрольных кабелей по территории подстанции организована в наземных железобетонных лотках, заглубленных кабельных каналах с кабельными металлоконструкциями, надземных металлических кабельных коробах, по кабельным полкам и консолям под блочно-модульными зданиями, в металлорукаве по опорным конструкциям.

1.4. Организация электроснабжения постоянным током

Оперативный ток принять постоянный 220В. Применить автоматическое устройство управления оперативным током (далее УЧОТ). Выполнить контроль изоляции вторичных цепей ОТ. При установке аппаратов управления оперативным током предусмотреть их комплектацию малогабаритной необслуживаемой устойчивой к циклическим нагрузкам АБ на напряжение 220В, работающей в режиме постоянного подзаряда со сроком службы не менее 12 лет.

1.5. Организация электроснабжения переменным током

Проектом предусматривается установка двух силовых трансформаторов собственных нужд с масляной изоляцией, мощностью по 160 кВА каждый, типа ТМГ-160/10-У1, в уличные контейнеры КТП-Т-160/10. Трансформаторы СН работают по схеме неявного резервирования, с подключением каждого ТСН к своей секции РУ 10 кВ.

Согласно ТЗ, Щит собственных нужд (ЩСН) устанавливается в помещении РЗА здания ОПУ, состоит из трех напольных шкафов:

- панель отходящих линий (2 шт.);
- панель ввода от ТСН-1, ТСН-2 и секционирования 0,4 кВ (секционный выключатель в ком-

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

3

плекте с устройством АВР).

Размещение шкафов ЩСН – одностороннее, обслуживание шкафов ЩСН – двухстороннее. Проектом предусматриваются кабельные вводы для распределительных шкафов 0,4 кВ и вводного шкафа 0,4 кВ, с заходом кабелей через низ шкафа.

Распределительная сеть СН выполняется кабелями с медными жилами, с изоляцией из поливинилхлоридных композиций пониженной пожароопасности, с низким дымовыделением (ВВГнг-(А)-LS), с системой заземления TN-C-S (PEN проводник до щита СН, отдельные проводники РЕ и N к потребителям СН).

Щитки собственных нужд комплектного здания ОПУ и комплектного здания ЗРУ 6;10 кВ получают питание от двух секций щита СН, расположенного в помещении РЗА. От местных щитков СН питаются системы освещения, отопления, кондиционирования, вентиляции и розеточные сети зданий ОПУ и ЗРУ 6;10 кВ соответственно. Схемы СН блочно-модульных зданий разрабатываются заводами-изготовителями зданий.

1.6. Принимаемые параметры токов КЗ

Таблица 2.2 содержит информацию по принимаемым в отчете параметрам токов замыканий в сетях с изолированной нейтралью. В качестве исходных данных использовались значения, представленные Заказчиком. Остальные данные (помечены в таблице звездочкой) получены расчетным путем.

Таблица 2.2 – Значения токов замыканий в сетях с изолированной нейтралью

Напряжение, кВ	Ток замыкания, кА (с учетом перспектив развития)		Отключение однофазных замыканий / установка ДГР	Время отключения замыкания
	Трехфазного	Двухфазное*		
35	2,929	2,537		
6	7,685	6,652		

1.7. Данные по помехоустойчивости МП аппаратуры

МП аппаратура, предназначенная для применения на электрических станциях и подстанциях должна удовлетворять требованиям ГОСТ Р 51317-6.5-2006. Кроме того, целесообразно применение дополнительных требований устойчивости к импульсным магнитным полям при молниевых разрядах (ГОСТ Р 50649-94) и однократным ВЧ-помехам при КЗ на землю (ГОСТ Р 51317.4.12-99). Электрическая прочность изоляции интерфейсных компонентов по входам цепей с территории распределительных устройств должна быть не ниже принимаемой для изоляции прочего вторичного оборудования (см. Разд. 1.8).

1.8. Параметры вторичных цепей, принимаемые в данном отчете

Согласно [13], прочность изоляции вторичных цепей (выполненных кабелем типа КВВГЭ) на промышленной частоте принимается равной 2 кВ (действующее значение).

Согласно ГОСТ Р 50571-4-44-2011, прочность изоляции вторичных цепей при воздействии импульсных перенапряжений принимается равной 6 кВ (оборудования на вводе в установку – IV категория перенапряжения; амплитудное значение).

Инв.№ подл. Подпись и дата

Взам. инв.№

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

4

В случае протекания по экранам кабелей вторичных цепей части тока КЗ, допустимый нагрев экранов определяется согласно ПУЭ-7 п. 1.4.16 и составляет 150°C (с учетом начальной температуры).

1.9. Допустимые значения напряжения прикосновения на объекте

ГОСТ 12.1.038-82 предусматривает следующие требования к величине напряжения прикосновения:

Таблица 2.3 – Предельно допустимые значения напряжения прикосновения для сетей выше 1 кВ с заземленной нейтралью

Продолжительность воздействия t , с	Предельно допустимое значение U прикосновения, В
до 0,1	500
0,2	400
0,5	200
0,7	130
1,0	100
свыше 1,0 до 5,0	65

Таблица 2.4 – Предельно допустимые значения напряжения прикосновения для сетей выше 1 кВ с изолированной нейтралью

Продолжительность воздействия t , с	Предельно допустимое значение U прикосновения, В
до 0,1	340
0,2	160
0,5	105
0,7	85
1,0	60
свыше 1,0 до 5,0	20

Исходя из принятого времени отключения замыкания по каждому РУ (см. Разд. 1.6), принимаются следующие предельно допустимые напряжения прикосновения при КЗ:

Таблица 2.5 – Принятые допустимые значения U прикосновения при замыканиях в сетях выше 1 кВ

Вид КЗ	Однофазное, 35 кВ	Двойное замыкание, 10 кВ
Допустимое напряжение прикосновения на рабочих местах, В	160 В	20 В
Допустимое напряжение прикосновения на остальной территории ПС, В	340 В	160 В

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

5

2. Анализ ЭМО

2.2. Оценка удельного сопротивления грунта

Согласно предоставленным данным, удельное сопротивление грунта в пределах участка изысканий в летний период составляет 300 Ом*м.

С целью учета промерзания грунта в зимний период для данного типа грунта и географического района расположения объекта, сезонный коэффициент удельного сопротивления грунта принимается равным 1,03.

2.3. Устройство заземления на территории ПС и СУП в зданиях с МП аппаратурой

Проектная схема контура заземления ПС 35 кВ предоставлена на чертеже «Схема заземления». Проектная схема ЗУ ПС в полной мере соответствует требованиям НТД. Контур заземления выполнен в соответствии с требованиями ПУЭ-7 п. 1.7.96, НТД, удовлетворяет требованиям ЭМС и спроектирован с соблюдением требований к его сопротивлению растекания, которое в любое время года не должно превышать 4 Ом с учетом сопротивления естественных и искусственных заземлителей.

2.3.1. Прокладка заземлителей

Проектной документацией предусмотрены следующие мероприятия по организации контура заземляющего устройства ПС:

–Заземляющее устройство запроектировано по нормам к сопротивлению растекания тока короткого замыкания.

–Глубина заложения горизонтальных элементов заземляющего устройства в пределах ограды – 0,7 м.

–На всей территории проектируемой подстанции выполняется сетка из продольных и поперечных горизонтальных заземлителей с неравномерным шагом из полосовой стали диаметром 5х50 мм.

–В углах заземляющей сетки, в местах установки блоков заземления нейтралей трансформаторов, блоков ограничителей перенапряжения, в местах присоединения заземляющих спусков молниеотводов устанавливаются вертикальные заземлители из круглой стали диаметром 18 мм, длиной 5 м, забиваемые на глубину 0,7 м.

–В местах присоединения нейтралей силовых автотрансформаторов к заземляющему устройству выполняется заземляющая сетка с шагом не более 6х6 м.

–Все соединения элементов заземляющего устройства выполняются сваркой внахлестку в соответствии с ГОСТ 5264–80. Длина нахлестки должна быть не менее 6 диаметров для круглого заземлителя. Сварные швы обработать битумной мастикой.

Помимо вышеперечисленных, также рекомендуется предусмотреть следующие мероприятия:

1. При выборе сечения, типа и материала заземлителей и заземляющих проводников следует руководствоваться Таблицей 1.7.4 ПУЭ-7 и Техническим циркуляром №11/2006.

2. Схема ЗУ выполняется в соответствии с Главами 1.7 и 7.3 ПУЭ-7, СТО 56947007-29.130.15.114-2012.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

6

3. Продольные заземлители прокладываются вдоль осей электрооборудования со стороны обслуживания на глубине 0,7–1 м от поверхности земли и на расстоянии 0,8–1 м от фундаментов или оснований оборудования.

Поперечные заземлители прокладываются в удобных местах между оборудованием на глубине 0,7–1 м от поверхности земли. Расстояние между ними принимается увеличивающимся от периферии к центру заземляющей сетки.

4. К заземляющему контуру присоединяются все имеющиеся естественные заземлители, предусмотренные ПУЭ (в том числе и фундаменты зданий). Если при этом требуемая величина сопротивления заземления не достигается, сопротивление заземления контура следует уменьшить до необходимой величины. Это может быть выполнено с помощью вертикальных электродов, располагаемых вдоль заземляющего контура.

5. Для заземления зданий ОПУ и КРУ–10 кВ выполняется по периметру зданий замкнутый заземлитель на расстоянии 1 м от фундамента зданий на глубине основного контура заземления, в соответствии с требованиями п. 1.7.94 ПУЭ–7. Периметральный заземлитель связывается с общим ЗУ объекта не менее чем четырьмя горизонтальными заземлителями.

6. Проложенный по периметру зданий ОПУ и КРУ–10 кВ заземлитель усиливается вертикальными электродами из стального прутка длиной 3 м и диаметром 18 мм по углам зданий и в месте ввода вторичных цепей.

7. У входов и въездов на территорию ПС следует установить два вертикальных заземлителя, присоединенных к горизонтальному заземлителю (проложенному в земле по периметру территории ПС) напротив входов и въездов. Вертикальные заземлители должны быть длиной не менее 3 м, а расстояние между ними должно быть равно ширине входа или въезда.

8. С целью снижения перенапряжений, возникающих при протекании ВЧ составляющих токов КЗ, в местах присоединения заземляющих проводников ТТ (в том числе встроенные в выключатели), ТН, КС и ОПН к магистралям заземления дополнительно выполняются вертикальные электроды длиной 3 м и сечением не менее 18 мм.

9. В соответствии с требованиями [15], горизонтальные заземлители рекомендуется выполнять:

– в случае выполнения из стали без антикоррозионного покрытия: полосой сечением не менее 150 мм², толщиной не менее 5 мм;

– в случае выполнения из оцинкованной стали: полосой сечением не менее 150 мм², толщиной не менее 3 мм.

Использование заземлителей из указанного материала и с указанным сечением удовлетворяет требованиям п. 1.4.16 ПУЭ–6 по условию термической стойкости заземляющих проводников и заземлителей при допустимой температуре нагрева 400 °С.

10. В соответствии с требованиями [15], устанавливаемые вертикальные заземлители рекомендуется выполнять:

– в случае выполнения из стали без антикоррозионного покрытия: из круглой стали диаметром не менее 18 мм;

– в случае выполнения из оцинкованной стали: из круглой стали диаметром не менее 16 мм.

11. Внешнюю ограду ПС не рекомендуется присоединять к заземляющему устройству. Периметральный контур ЗУ ПС должен быть удален на расстояние не менее 2 м от внешней ограды ПС (ПУЭ–7 п. 1.7.93).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

7

12. Внутренняя ограда ОРУ соединяется с контуром ЗУ ПС минимум в 4 точках (желательно 8-12) для исключения возникновения опасных значений напряжения прикосновения.

13. Металлические корпуса коробов, используемых для прокладки кабелей на ОРУ, в помещениях ОПУ и КРУ-10 кВ заземляются по концам и в промежуточных точках с шагом 15-20 м.

2.3.2. Организация заземления элементов молниезащиты

Проектной документацией предусмотрены следующие мероприятия по организации заземления элементов молниезащиты ПС:

Установка двух стержневых молниеприемников, присоединенных к проектируемому контуру заземления ПС.

Помимо вышеперечисленных, также рекомендуется предусмотреть следующие мероприятия:

1. Заземляющие проводники электрических аппаратов и зданий с МП аппаратурой не рекомендуется прокладывать в сторону ближайших опор с молниеприемниками. Расстояние от заземляющих проводников ЭА и зданий до заземляющих проводников элементов системы молниезащиты по магистралям заземления должно быть не менее 5 м.

2. Заземляющие проводники измерительных трансформаторов присоединяются к заземляющему устройству ОРУ в наиболее удаленных от заземления ОПН местах, согласно ПУЭ-7 п. 4.2.136.

3. Места присоединения трансформаторных порталов с молниеприемниками к ЗУ ПС располагаются на расстоянии не менее 15 м по магистралям заземления от места присоединения к нему трансформаторов, в соответствии с требованиями ПУЭ-7 п. 4.2.135.

2.3.3. Устройство СУП в зданиях с МП аппаратурой

Для организации системы уравнивания потенциалов здания необходимо проложить элементы СУП, соединив их с закладными частями, проложенными в полу помещений. В качестве элементов СУП необходимо использовать стальные шины сечением не менее 40x4 мм, которые прокладываются по стене на высоте 0,4-0,5 м с обходом дверей по периметру. ШУП выполнить в том случае, если пол и стены в помещениях ОПУ не металлические. Элементы СУП соединить друг с другом и с закладными металлическими элементами дополнительными проводниками в единую конструкцию (имеющую структуру сетки).

Заземление вводимых в здания ОПУ и КРУ-10 кВ металлических трубопроводов всех назначений (водопровод, канализация) и прочих проводящих коммуникаций (воздуховоды системы вентиляции) необходимо осуществлять в местах ввода в здание. Соединение с шиной заземления осуществлять с помощью сварки либо с использованием металлических хомутов.

Защитное заземление выполнить путем присоединения (желательно, сваркой) всех металлоконструкций (шкафы, панели и т.п.), предназначенных для размещения МП аппаратуры АСУ, АСКУЭ, РЗА и связи к элементам сетки уравнивания потенциалов, проложенным в полу помещений. При этом должен обеспечиваться надежный электрический контакт корпуса (клеммы РЕ) МП аппаратуры с металлоконструкциями (шкафами, панелями и т.п.), в которых она установлена.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

8

2.4. Организация трасс прокладки вторичных цепей

Согласно п. 7.6 СТО 56947007–29.240.044–2010 «При компоновке оборудования и выборе трасс прокладки вторичных кабелей следует располагать кабельные трассы так, чтобы участки, параллельные системам шин или протяженным участкам ошиновки ячеек, располагались как можно дальше от первичных цепей и молниеотводов. Снижение уровней импульсных помех достигается при расположении кабельных трасс перпендикулярно наиболее протяженным участкам ошиновки. В первую очередь кабельные трассы следует удалять от участков ошиновки, подвешенных наиболее низко».

При прокладке вторичных цепей по открытой территории объекта в кабельных лотках необходимо выполнение следующих рекомендаций:

1. Согласно приведенным расчетам и п. 9.2.6, п. 10.5, п. 10.6 СТО 56947007–29.240.044–2010, для защиты изоляции контрольных кабелей, проложенных в кабельных каналах в радиусе 5 м от молниеотводных мачт и опор порталов с молниеприемниками, рекомендуется предусмотреть одно из следующих мероприятий:

– Перенести кабельные каналы с контрольными кабелями на расстояние не менее 5 м от элементов системы молниезащиты;

– В случае невозможности выполнения предыдущей рекомендации необходимо выполнить гравирующую подсыпку под кабельными лотками толщиной не менее 0,1 м в местах сближения кабельных лотков и элементов СМЗ на расстояние менее 5 м.

– Либо выполнить прокладку контрольных кабелей в металлокоробах (проложив их в кабельном канале, см. рекомендации Разд. 2.9) на расстоянии по 10 м в обе стороны от места максимального сближения кабельных каналов и элементов СМЗ. Проложенные металлокороба заземлить с обеих сторон на ближайшие элементы контура заземления.

2. Согласно п. 9.2.7 СТО 56947007–29.240.044–2010 для вторичных цепей (особенно информационных и контрольных кабелей), а также цепей питания аппаратуры (согласно результатам расчетов и п. 9.2.6, п. 10.5 и п. 11.4 СТО 56947007–29.240.044–2010), прокладываемых по территории ОРУ, необходимо использовать экранированные кабели, например, марки КВВГЭнг(А)–LS для вторичных цепей. Требование справедливо, если не говорится иного по результатам расчетов термической устойчивости экранов при протекании по ним части тока КЗ. При этом заземление экранов (брони) необходимо выполнять с двух сторон (согласно п. 8.6 СТО 56947007–29.240.044–2010). Заземление экранов (брони) кабелей в зданиях необходимо осуществлять в месте концевой разделки кабелей. Экраны типа фольги также заземляются в местах концевой разделки с обоих концов кабелей [13]. Заземление экранов кабелей должно, по возможности, обеспечиваться по всему периметру с помощью металлических хомутов, пайки или сварки. Не допускается заземление экранов кабелей навитым проводом, т.к. создаваемая в этом случае индуктивность будет препятствовать растеканию импульсных токов с оболочек кабелей. В качестве специализированных разъемов для обеспечения заземления экранов кабелей могут быть использованы специальные вводы в ЭМС-безопасном исполнении типа SKINTOP MS–SC–M компании LAPPKABEL или аналогичные им. В случае отсутствия технической возможности к установке данных вводов, экран кабеля заземлять через болтовое соединение на предназначенную для этого шинку заземления внутри шкафа.

Согласно «Нормам устройства сетей заземления» допускается выполнять заземление экранов кабелей при помощи проводника: медным неизолированным проводом, сечением не менее 4 мм² минимальной длины без петель.

3. Согласно п. 4.3.2 РД 34.20.116–93 в одном контрольном кабеле не допускается объединение

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

9

цепей различных классов по уровню испытательного напряжения, измерительных цепей трансформаторов тока и напряжения, цепей управления с цепями измерения и сигнализации, цепей управления, измерения и сигнализации с силовыми цепями переменного тока 0,4/0,23 кВ.

4. Силовые кабели и вторичные кабели с цепями управления, измерения и сигнализации рекомендуется прокладывать по разным трассам. При прокладке их по одной трассе в соответствии с п. 9.2.9 [13] расстояние от контрольного кабеля должно быть не менее:

– 0,25 м – до силовых кабелей 0,4 кВ, ток КЗ в которых не превышает 1 кА, не используемых для питания потребителей на молниеотводах;

– 0,6 м – до других силовых кабелей до 1 кВ;

– 1,2 м – до силовых кабелей выше 1 кВ.

5. Согласно п. 4.2.141. ПУЭ, прокладка кабелей 0,4 кВ электроснабжения прожекторов со стороны конструкций с молниеприемниками должна выполняться отдельно от других цепей на расстоянии не менее 15–20 м по кабелям до места ввода в общие кабельные лотки/каналы. Кабели 0,4 кВ электроснабжения прожекторов должны иметь проводящую оболочку (броня, экран). При отсутствии проводящей оболочки кабели должны прокладываться в металлической трубе. При вводе кабелей прожекторов освещения в общий кабельный лоток/канал выполнять заземление проводящей оболочки кабеля на элементы общего ЗУ ПС.

2.5. Расчетная модель ЗУ ПС

На основании рекомендованной схемы заземления была составлена расчетная модель ЗУ ПС 35 кВ.

Модель ЗУ ПС учитывает (см. Рис. 2.1.):

– горизонтальные и вертикальные заземлители,

– молниеприемники на порталах и прожекторные мачты,

– СУП в зданиях.

Для разработанной модели выполнены расчеты:

– сопротивления растеканию ЗУ ПС,

– распределения потенциалов, возникающих на ЗУ ПС при КЗ в сетях 35/6 кВ,

– напряжений прикосновения при КЗ в сетях 35/6 кВ,

– оценка нагрева экранов вторичных цепей при КЗ в сети 35 кВ,

– распределения импульсных потенциалов, возникающих на ЗУ ПС при разрядах молнии в элементы системы молниезащиты ПС,

– кратковременных и импульсных магнитных полей в местах расположения МП аппаратуры.

Расчеты выполнялись с использованием специализированного зарегистрированного программного обеспечения *ElectriCS Storm* версии 5.0. Результаты расчетов представлены ниже.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

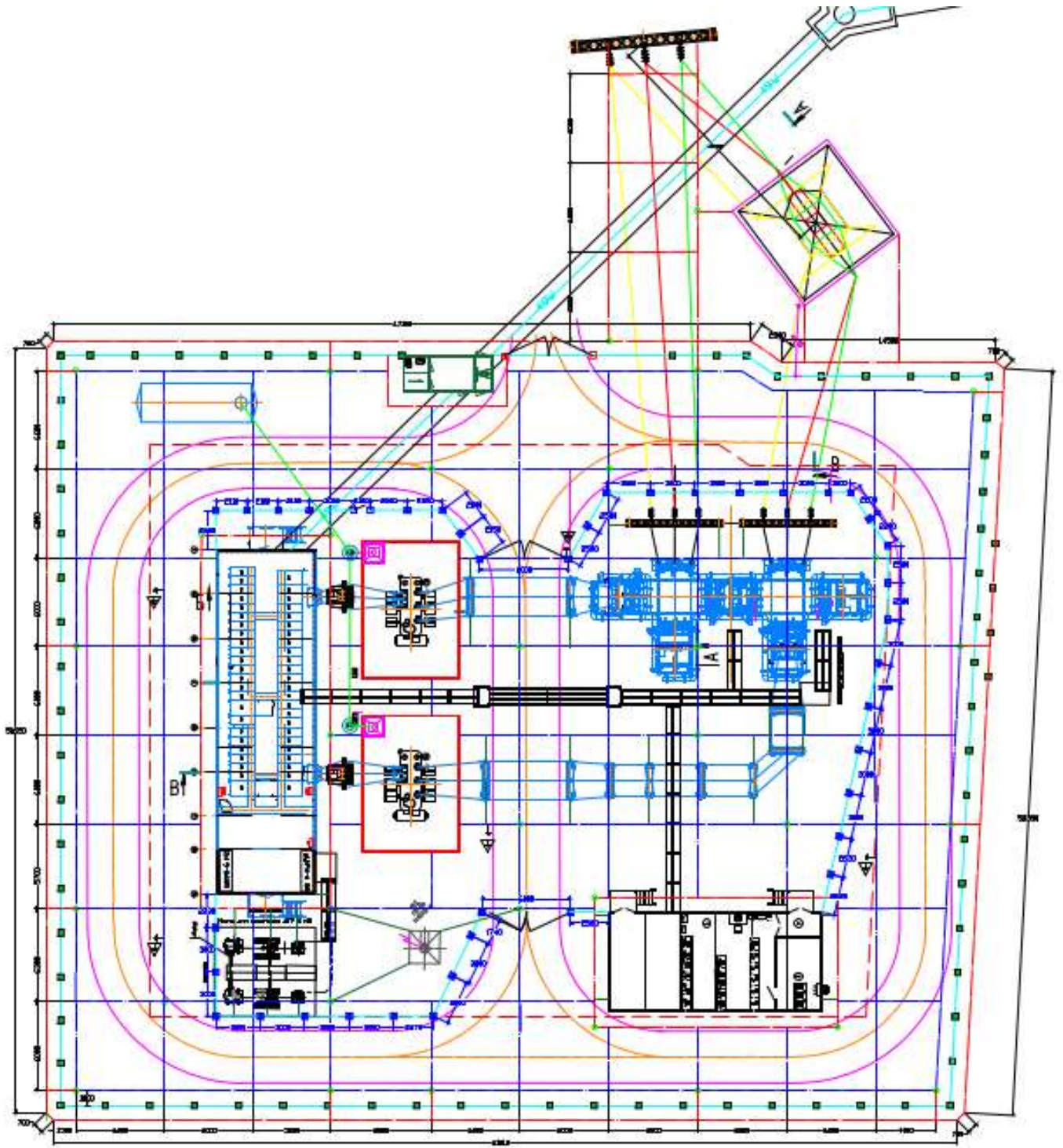


Рисунок 2.1 - Расчетная модель ЗУ ПС 35 кВ

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

2.6. Сопротивление растеканию ЗУ ПС

Согласно результатам расчетов сопротивление растеканию ЗУ ПС 35 кВ без учета естественных заземлителей (грозотросы, опоры ВЛ 35 кВ, броня кабелей 10 кВ и т.п.) в летний период не превысит 1,06 Ом. Сопротивление растеканию ЗУ ПС с учетом естественных заземлителей не превысит 4 Ом.

С учетом введенного коэффициента удельного сопротивления грунта, расчетное сопротивление растеканию ЗУ объекта в зимний период составит ~1,09 Ом без учета естественных заземлителей. Сопротивление растеканию ЗУ ПС с учетом естественных заземлителей не превысит 4 Ом.

Сопротивление растеканию ЗУ ОРУ не должно превосходить 4 Ом в любое время года с учетом естественных заземлителей (ПУЭ-7 п. 1.7.101). Таким образом, сопротивление растеканию ЗУ ПС 35 кВ соответствует требованиям НТД.

2.7. Определение опасности коротких замыканий

Протекание через заземляющее устройство сверхтоков при КЗ на землю в сетях выше 1 кВ создает опасность воздействия разностей потенциалов на вторичное оборудование и персонал. Помимо этого, протекание тока КЗ может повреждать некоторые проводящие коммуникации (экраны кабелей и т.п.).

При оценке разностей потенциалов, приложенных к изоляции вторичных цепей и/или входам устанавливаемой МП аппаратуры при КЗ, рассматривались наиболее опасные случаи КЗ на территории ПС – КЗ на наиболее удаленных от помещений с МП аппаратурой аппаратах на ОРУ 35 кВ.

2.7.1. КЗ в сети 35 кВ

В сетях с изолированной нейтралью, в частности в сети 35 кВ, потенциальную опасность по условиям влияния на вторичные цепи, могут представлять двойные замыкания на землю – при удаленных друг от друга местах одновременного замыкания на землю двух разных фаз. Такие замыкания могут представлять существенную опасность, если не предусматривается немедленное отключение однофазных замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.

Ток двухфазного замыкания предоставлен не был, поэтому значение тока двухфазного замыкания на землю было получено с помощью следующего выражения:

$$I_K^{(2)} \approx \frac{\sqrt{3}}{2} I_K^{(3)} \quad (2.1),$$

где $I_K^{(2)}$ – ток двухфазного замыкания на землю, $I_K^{(3)}$ – ток трехфазного КЗ.

В результате ток двухфазного замыкания принимался равным 2,537 кА.

Рассчитывались разности потенциалов, приложенные к изоляции вторичных цепей при двойном замыкании на землю в сети 35 кВ. Расчет проводился как для летнего, так и для зимнего периодов. Расчеты проведены для случаев двойного замыкания по стороне 35 кВ: одна точка замыкания – ТН 2 секция, вторая – ВЛ-35кВ секция 1 на ОРУ 35 кВ;

Результаты расчетов (с учетом сезонного изменения удельного сопротивления грунта) показали, что максимальные разности потенциалов, приложенные к изоляции вторичных цепей и входам МП аппаратуры при двойных замыканиях на землю в сети 35 кВ не превысят значения 160

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

12

В (Рисунок 2.2).

Такие значения разностей потенциалов не превысят предельно допустимое значение 1,2 кВ (приложенное к изоляции вторичных цепей) в соответствии с ГОСТ Р 50571.18.

2.7.2. Замыкание в сети 10 кВ

В сетях с изолированной нейтралью, в частности в сетях 10 кВ, потенциальную опасность по условиям влияния на вторичные цепи, могут представлять двойные замыкания на землю – при удаленных друг от друга местах одновременного замыкания на землю двух разных фаз. Такие замыкания могут представлять существенную опасность, если не предусматривается немедленное отключение однофазных замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.

Расчет проводился для следующей схемы: одна точка замыкания – Т-2, вторая – КРУ-10 кВ.

Согласно результатам расчетов максимальная разность потенциалов, приложенная к изоляции вторичных цепей, не превысит 0,3 кВ в любое время года, что меньше значения 2 кВ (приложенное к изоляции экранированных вторичных цепей) в соответствии с [13].

2.7.3. Замыкание в сети 6 кВ

В сетях с изолированной нейтралью, в частности в сетях 10 кВ, потенциальную опасность по условиям влияния на вторичные цепи, могут представлять двойные замыкания на землю – при удаленных друг от друга местах одновременного замыкания на землю двух разных фаз. Такие замыкания могут представлять существенную опасность, если не предусматривается немедленное отключение однофазных замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.

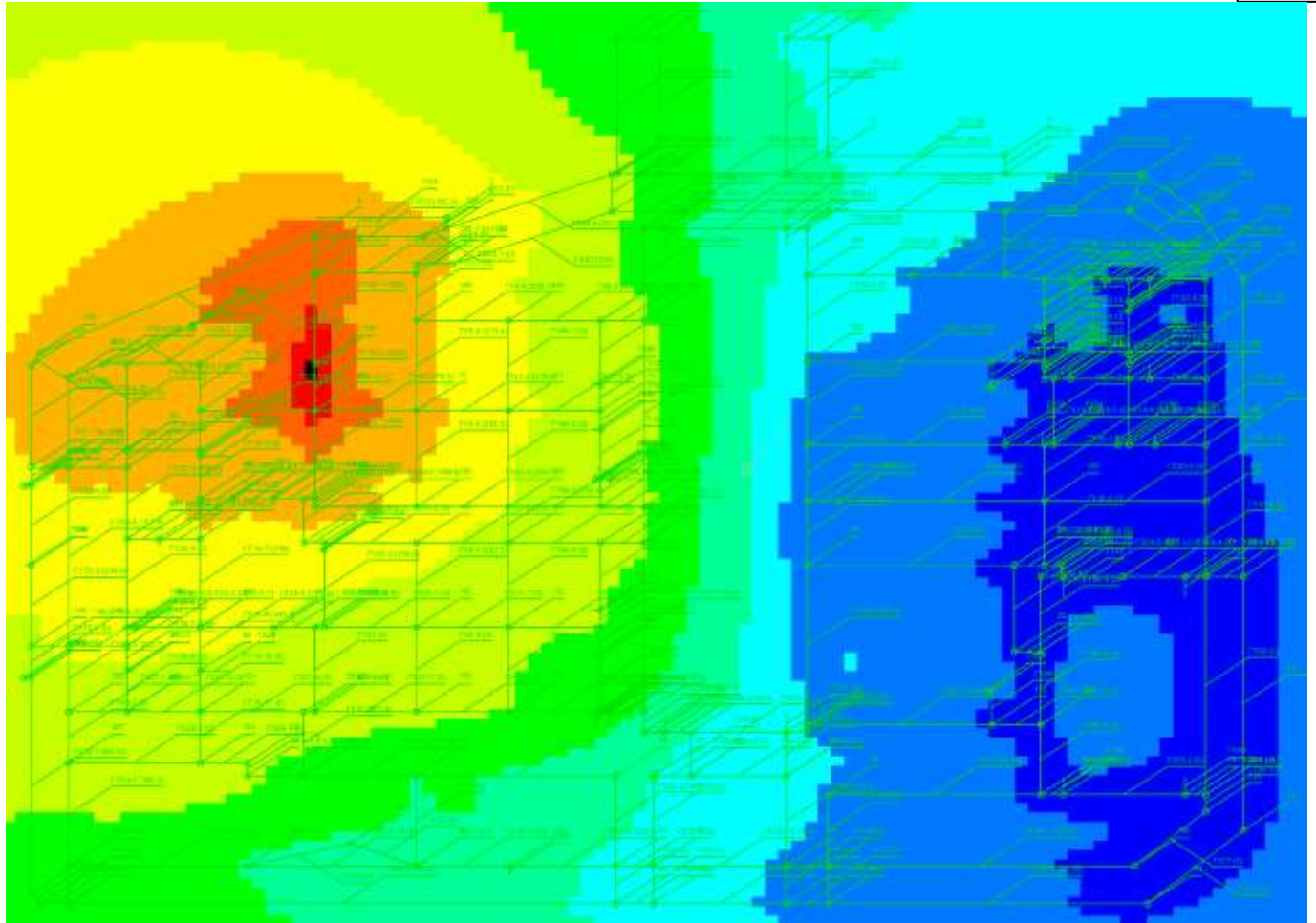
Расчет проводился для следующей схемы: одна точка замыкания – Т-2, вторая – КРУ-10 кВ.

Согласно результатам расчетов максимальная разность потенциалов, приложенная к изоляции вторичных цепей, не превысит 0,26 кВ в любое время года, что меньше значения 2 кВ (приложенное к изоляции экранированных вторичных цепей) в соответствии с [13].

2.7.4. Оценка напряжения прикосновения при КЗ в высоковольтных сетях

Согласно проектной документации: для снижения напряжения прикосновения у рабочих мест выполняется подсыпка щебня слоем толщиной 0,1-0,2 м. Таким образом не ожидается превышения напряжения прикосновения на ЗУ ПС при КЗ в сетях 35/6 кВ.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	32110640565/620/2021.ИОС1.4			



Диапазон	От	До	Цвет
1	1587	1588	
2	1588	1589	
3	1589	1590	
4	1590	1591	
5	1591	1592	
6	1592	1593	
7	1593	1594	
8	1594	1595	
9	1595	1596	
10	1596	1597	

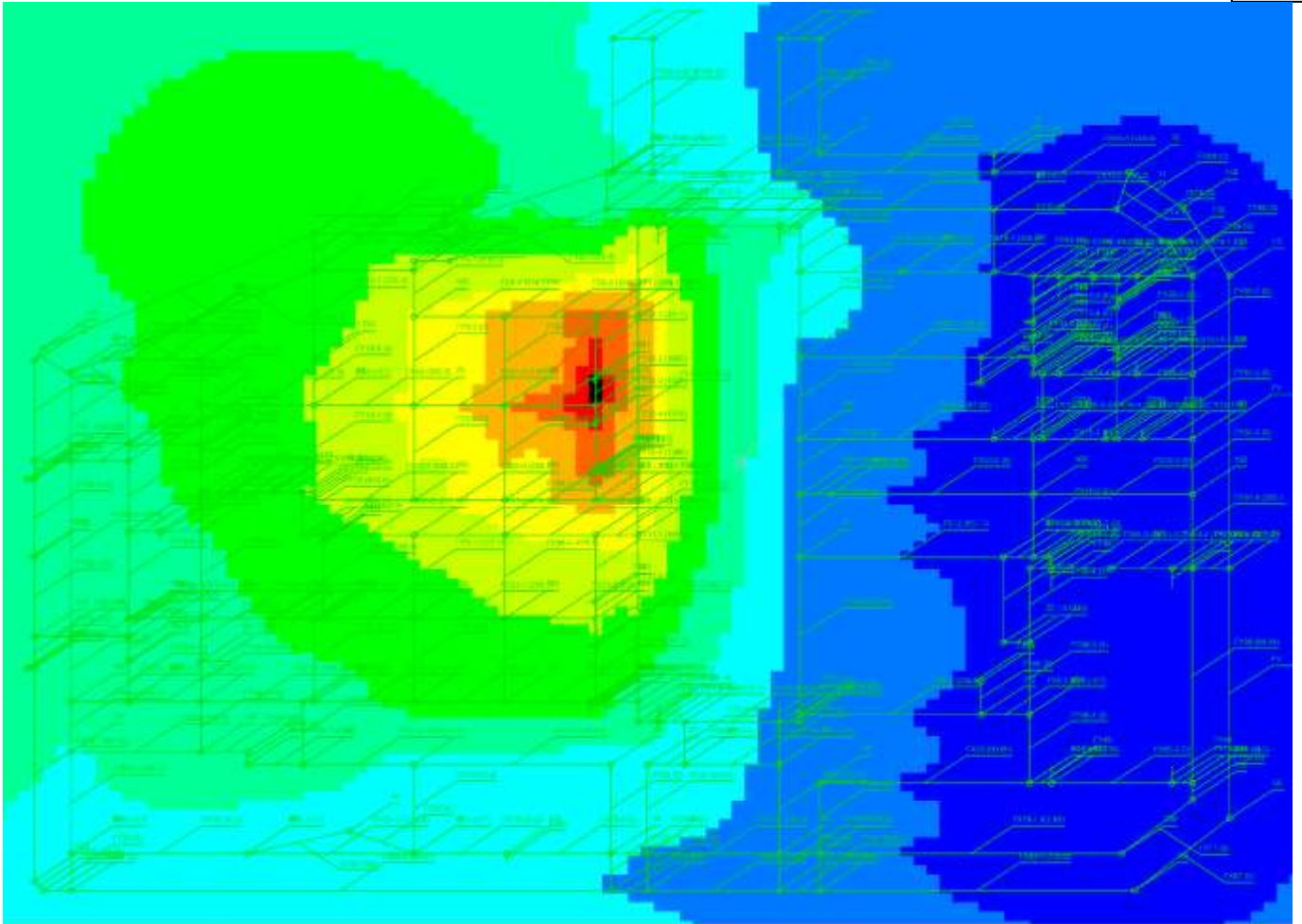
^2 По умолчанию Закрыть

Рисунок 2.2 - Распределение потенциалов по ЗУ при КЗ в сети 35 кВ.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4



Настройка цветов

Диапазон	От	До	Цвет
1	3486	3488	
2	3488	3490	
3	3490	3492	
4	3492	3494	
5	3494	3496	
6	3496	3498	
7	3498	3500	
8	3500	3502	
9	3502	3504	
10	3504	3506	

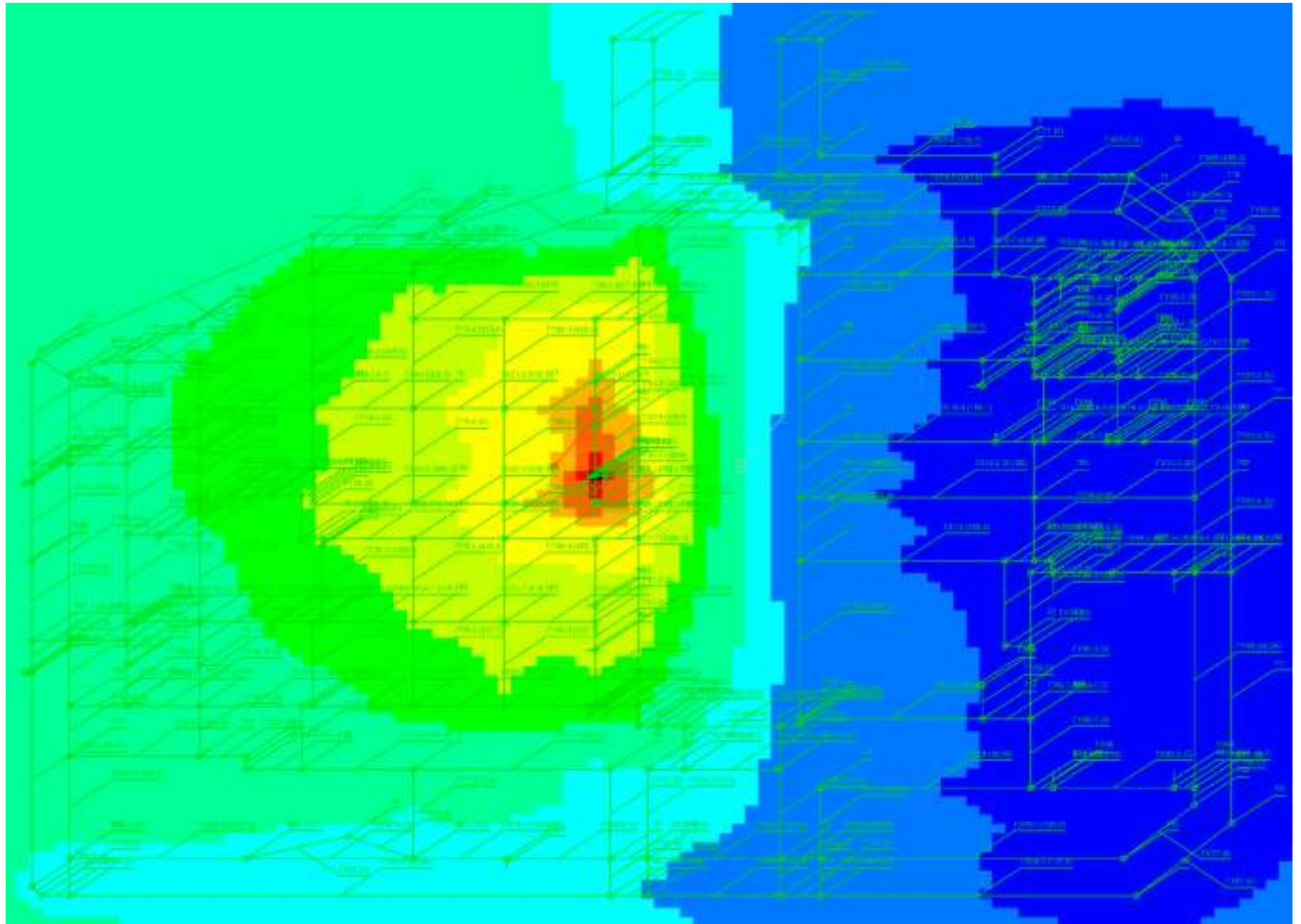
^2 По умолчанию Закрыть

Рисунок 2.3 - Распределение потенциалов по ЗУ при КЗ в сети

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4



Настройка цветов

Диапазон	От	До	Цвет
1	4163	4166	
2	4166	4168	
3	4168	4171	
4	4171	4173	
5	4173	4176	
6	4176	4179	
7	4179	4181	
8	4181	4184	
9	4184	4186	
10	4186	4189	

^2 По умолчанию Закрыть

Рисунок 2.4 - Распределение потенциалов по ЗУ при КЗ в сети

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

2.8. Система молниезащиты объекта

2.8.1. Анализ системы молниезащиты объекта

Система молниезащиты ПС 35 кВ организована отдельно стоящими прожекторными мачтами высотой 33,56 м – М1 и М2. Предусмотренная проектом схема молниезащиты приведена на чертеже «Схема молниезащиты». Максимальная высота оборудования, устанавливаемая на площадке ОРУ 35 кВ и используемая при расчетах системы молниезащиты – 7 м.

В соответствии с требованиями РД 153–34.3–35.125–99 (Приложение 29) система молниезащиты ПС рассчитывалась для надежности 0,995 (зона А) и 0,95 (зона Б). Проектная схема молниезащиты ПС 35 кВ полностью перекрывает территорию ПС.

2.8.2. Расчет среднего количества разрядов молнии на территорию объекта за год

Поражение объекта молнией носит вероятностный характер и зависит от характеристик грозовой активности в регионе, геометрических параметров рассматриваемого объекта и характеристик окружающей местности. Поэтому выбор принимаемого в расчетах значения тока молнии будет определяться ожидаемым средним числом поражений объекта за год.

Рассматривается поражение молнией всей территории объекта.

Расчет количества молниевых разрядов выполняется в соответствии с методикой МЭК 62305–2 «Молниезащита» (International Standard IEC 62305 Protection Against Lightning), что допускается СО–153–34.21.122–2003.

В районе расположения ПС уровень грозовой активности составляет 60 часов в год (согласно предоставленным данным). Вокруг территории ПС отсутствуют объекты равной или большей высоты (за исключением концевых опор ВЛ).

Плотность ударов молнии на 1 км² в год:

$$N_g = 6,7 \cdot T_d / 100.$$

Если принять верхнее значение уровня грозовой активности $T_d = 60$ часов в год, то $N_g = 4,02$.

Ожидаемое количество разрядов молнии в защищаемую территорию за год определяется по формуле:

$$N_D = N_g \cdot A_d \cdot C_d \cdot 10^{-6},$$

Здесь A_d – площадь сбора разрядов для рассматриваемой территории, C_d – коэффициент, учитывающий влияние относительного местонахождения защищаемого объекта [16] (для отдельно стоящего объекта, в непосредственной близости от которого нет других объектов $C_d = 1$).

Площадь сбора разрядов для территории ПС определена в соответствии с МЭК 62305–2 «Молниезащита».

$$A_d \approx 53200 \text{ м}^2.$$

$$N_D = 0.206, \text{ что соответствует 1 удару в } \sim 14,5 \text{ лет.}$$

По данным Международной Электротехнической Комиссии [17], молниевые разряды с амплитудой тока 35 кА и выше будут составлять 27,3% от общего числа молниевых разрядов.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

17

Для надежности молниезащиты 0,9 прорыв молниевых разрядов через систему молниезащиты возможен 1 раз в 48 лет, что не превышает срок службы первичного оборудования.

Согласно данным [18], в которых приведена эмпирическая формула для оценки вероятности молниевых разрядов с той или иной величиной тока молнии, молниевые разряды с величиной тока 46 кА и выше будут составлять 15,6% от общего числа молниевых разрядов.

В данной работе срок службы ПС (исходя из максимального срока службы первичного оборудования) до полной реконструкции принимается не более ~ 30 лет. Молниевые разряды с током молнии выше 46 кА будут происходить в среднем 1 раз в 31 год.

Учитывая вышеприведенные допущения, для целей обеспечения ЭМС можно с достаточной степенью надежности рассматривать молниевые разряды с током 46 кА.

2.8.3. Оценка разностей потенциалов, прикладываемых к изоляции вторичных цепей и входам МП аппаратуры, при молниевых разрядах

Как показали измерения на различных ПС, двухстороннее заземление экранов кабелей снижает разность импульсных потенциалов, приложенную к входам МП аппаратуры и изоляции цепей.

Для цепей, имеющих гальваническую связь с ЗУ ПС (например, цепи измерительных трансформаторов), разности потенциалов снижаются в 4 ÷ 7 раз, а для цепей, не имеющих гальванической связи с ЗУ – например, цепей оперативного тока – в 10 ÷ 100 раз.

С учетом сказанного выше и согласно ГОСТ 51317.4.5 и ГОСТ Р 50571.19-2000, диапазон максимально допустимых значений разностей импульсных потенциалов вдоль трассы прокладки вторичных цепей для экранированных кабелей при условии двухстороннего заземления экранов могут быть ориентировочно приняты равными:

-16 кВ – для цепей, имеющих гальваническую связь с ЗУ (например, ТН и ТТ), если эта разность потенциалов приложена между точкой заземления цепи и точкой заземления аппаратуры;

-24 кВ – для цепей, имеющих гальваническую связь с ЗУ, если эта разность потенциалов приложена между точкой заземления цепи и промежуточной точкой на протяжении трассы прокладки этой цепи;

-60 кВ – для цепей, не имеющих гальванической связи с ЗУ ПС.

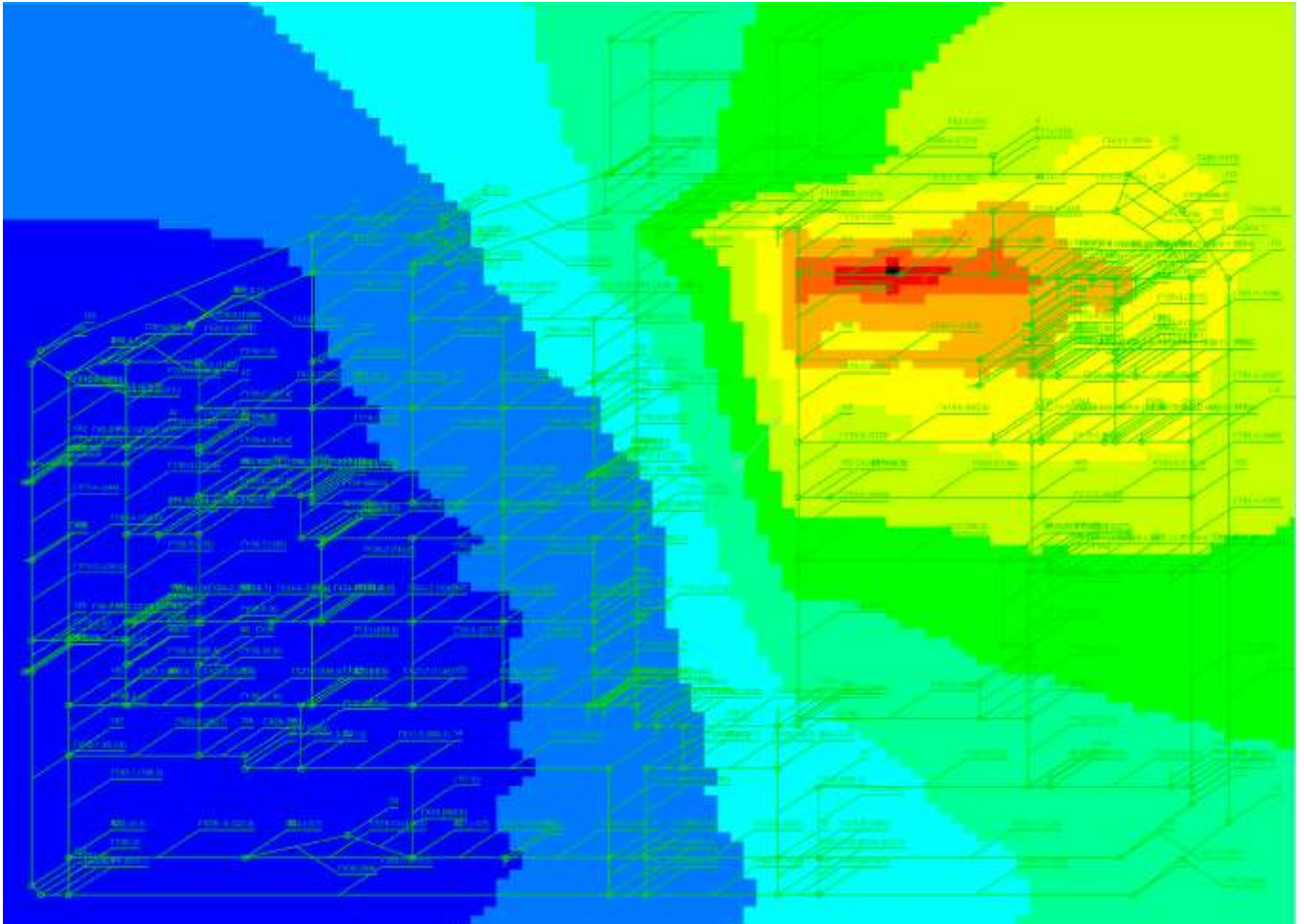
Были проведены расчеты импульсных разностей потенциалов на ЗУ ПС при молниевых разрядах в молниеотводы М1, М2. Ток молнии в расчетах принят равным 46 кА (см. Разд. 2.7.2). Результаты расчетов с указанием потенциалов представлены на рисунках 2.5.

Полученные значения разностей потенциалов не будут представлять опасность для МП аппаратуры и изоляции вторичных цепей при условии использования экранированных кабелей с заземлением экранов с двух сторон, испытанной по 4 классу жесткости к МИП (аппаратура, испытанная согласно ГОСТ Р 51317-6.5-2006).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4



Настройка цветов

Диапазон	От	До	Цвет
1	28778	28799	Blue
2	28799	28821	Light Blue
3	28821	28842	Cyan
4	28842	28863	Green
5	28863	28884	Bright Green
6	28884	28906	Yellow-Green
7	28906	28927	Yellow
8	28927	28948	Orange
9	28948	28970	Red-Orange
10	28970	28991	Red

^2 По умолчанию Закреть

Рисунок 2.6 - Распределение потенциалов при молниевом разряде в М1

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

19

2.9. Рекомендации по защите вторичных цепей и МП аппаратуры от импульсных перенапряжений и кондуктивных помех

Для защиты устанавливаемой МП аппаратуры и прокладываемых вторичных цепей необходимо:

1. Вторичные цепи выполнить экранированным кабелем с двусторонним заземлением экрана в соответствии с требованиями Разд. 2.4.

2. Установить УЗИП для коаксиальных кабелей класса II на базе разрядника с остаточным напряжением не выше 0,7 кВ (например, серии DGA AG производства фирмы DEHN, Германия) в цепи РК-кабелей, заходящих на устанавливаемую аппаратуру от КС 110 кВ. УЗИП устанавливается непосредственно в РК кабель по схеме «провод-земля», как вблизи от устанавливаемой МП аппаратуры, так и на КС на ОРУ 110 кВ (если там не предусмотрены штатные устройства защиты от перенапряжений). Заземление УЗИП произвести на ближайший к месту установки устройства элемент СУП помещения. Заземление УЗИП фильтров присоединения произвести на ближайший к ФП заземлитель ЗУ ПС. Необходимость такой меры вызвана возможностью наводок помех значительной величины (до нескольких кВ) на кабели ВЧ связи/защиты, т.к. эти цепи являются несимметричными.

3. Согласно п. 12.4 СТО 56947007-29.240.044-2010 на каждую секцию шин 0,4 кВ ЩСН здания ОПУ и КРУ-10 кВ необходимо установить комбинированные УЗИП класса I+II с остаточным напряжением не выше 1,5 кВ (например, DV M TNS (TNC) 255 производства фирмы DEHN, Германия). УЗИП должны быть заземлены по кратчайшему пути на ближайший элемент системы уравнивания потенциалов здания. Установка УЗИП необходима для ограничения импульсных перенапряжений в сети СН, которые могут возникнуть при молниевых разрядах в прожекторные мачты.

4. Согласно п. 10.1 СТО 56947007-29.120.40.041-2010 и п. 11.3 СТО 56947007-29.240.044-2010 установить УЗИП класса I на базе варистора с остаточным напряжением не выше 1,25 кВ (например, DG S 275 производства фирмы DEHN, Германия) в каждую секцию ЩПТ. УЗИП установить по схеме «провод-провод». Заземлить УЗИП по кратчайшему пути на ближайший элемент СУП здания. Установка УЗИП необходима для ограничения импульсных перенапряжений в сети ОТ, которые могут возникнуть при молниевых разрядах в элементы системы МЗ, при условии организации электропитания зданий на территории ПС от ЩПТ ОПУ.

2.10. Оценка уровня магнитных полей

2.10.1. Определение магнитных полей в нормальном режиме работы объекта

Расчет напряженности магнитного поля в зданиях с МП аппаратурой был проведен на основе закона Био-Савара. При расчетах для штатного режима работы ПС и КЗ в высоковольтной сети, учитывались магнитные поля, индуцируемые токами, которые могут протекать по шинным мостам, расположенным возле мест установки МП аппаратуры. Согласно результатам расчетов напряженность постоянно действующего МП ПЧ в помещениях с МП аппаратурой зданий ОПУ и КРУ-10 кВ не превысит значения 17 А/м и не будет представлять опасности для МП аппаратуры, испытанной по 4-му (30 А/м) классу жесткости испытательных воздействий согласно ГОСТ Р 50648-94.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №						Лист
			32110640565/620/2021.ИОС1.4					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				

2.10.2.

Определение магнитных полей в режиме КЗ

Из-за протекания сверхтоков по элементам первичной сети и заземляющего устройства, а также из-за несимметричной схемы протекания токов, магнитные поля промышленной частоты в режиме КЗ могут существенно превосходить поля в нормальном режиме работы объекта. Определение кратковременных магнитных полей в режиме КЗ выполнялось с помощью расчетных методов.

При расчете кратковременного МП ПЧ в зданиях ОПУ рассматривались ближайшие к этим зданиям ошиновки.

Согласно результатам расчетов в помещениях ОПУ, для устанавливаемой аппаратуры, испытанной по 4-му (300 А/м) классу жесткости испытательных воздействий согласно ГОСТ Р 50648-94, кратковременные МП ПЧ опасности представлять не будут.

2.10.3.

Определение магнитных полей при молниевых разрядах

Помимо постоянно действующих и кратковременных магнитных полей при КЗ, опасность для МП аппаратуры могут представлять импульсные магнитные поля при разрядах молнии в ближайшие элементы молниезащиты.

Определение импульсных магнитных полей выполнялось с помощью расчетных методов от ближайшего к ОПУ молниеприемника. Согласно результатам расчетов для аппаратуры, испытанной по 4-му (300 А/м) классу жесткости испытательных воздействий согласно ГОСТ Р 50649-94, размещенной в помещениях ОПУ ИМП не будут представлять опасность, с учетом экранирующих свойств зданий ОПУ.

2.10.4.

Оценка электромагнитных полей радиочастотного диапазона

Вблизи зданий ОПУ отсутствуют мощные стационарные радиопередатчики широкой направленности. Поэтому для МП аппаратуры опасность могут представлять только электромагнитные поля, создаваемые такими источниками, как портативные рации, неисправный электроинструмент, люминесцентные лампы без помехоподавляющих конденсаторов и т.п.

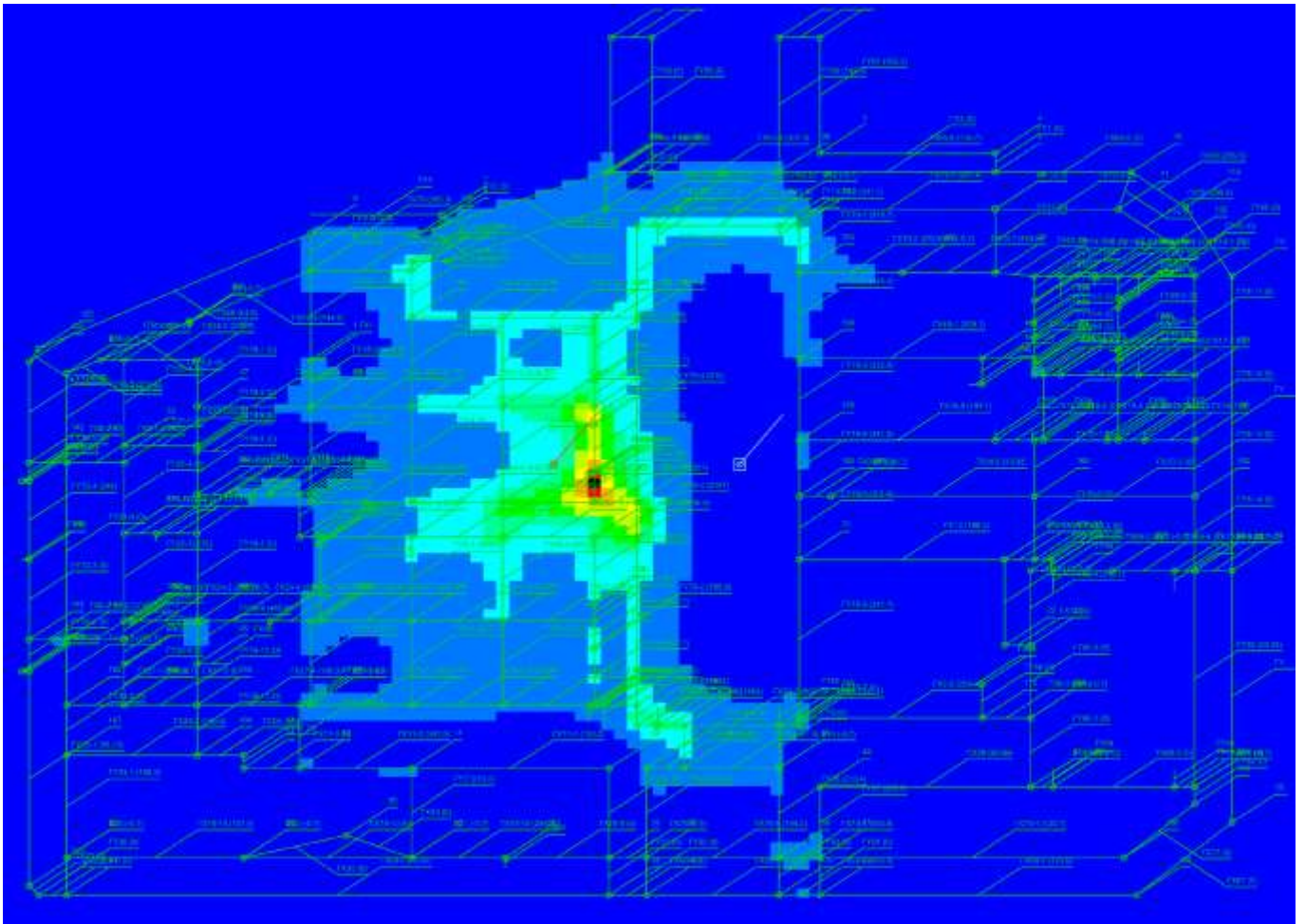
Для предотвращения опасности воздействия на МП аппаратуру полей радиочастотного диапазона рекомендуется выполнить следующее: вторичные цепи устанавливаемой МП аппаратуры, проходящие внутри здания ОПУ, выполнить экранированными кабелями. Экраны кабелей необходимо заземлить на специально выполненную шину уравнивая потенциалов в шкафу с МП аппаратурой.

Не рекомендуется использование портативных раций вблизи (на расстоянии менее 2 м) от устанавливаемой МП аппаратуры.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4



Настройка цветов

Диапазон	От	До	Цвет
1	7.486	144.9	
2	144.9	282.4	
3	282.4	419.8	
4	419.8	557.3	
5	557.3	694.7	
6	694.7	832.2	
7	832.2	969.6	
8	969.6	1107	
9	1107	1245	
10	1245	1382	

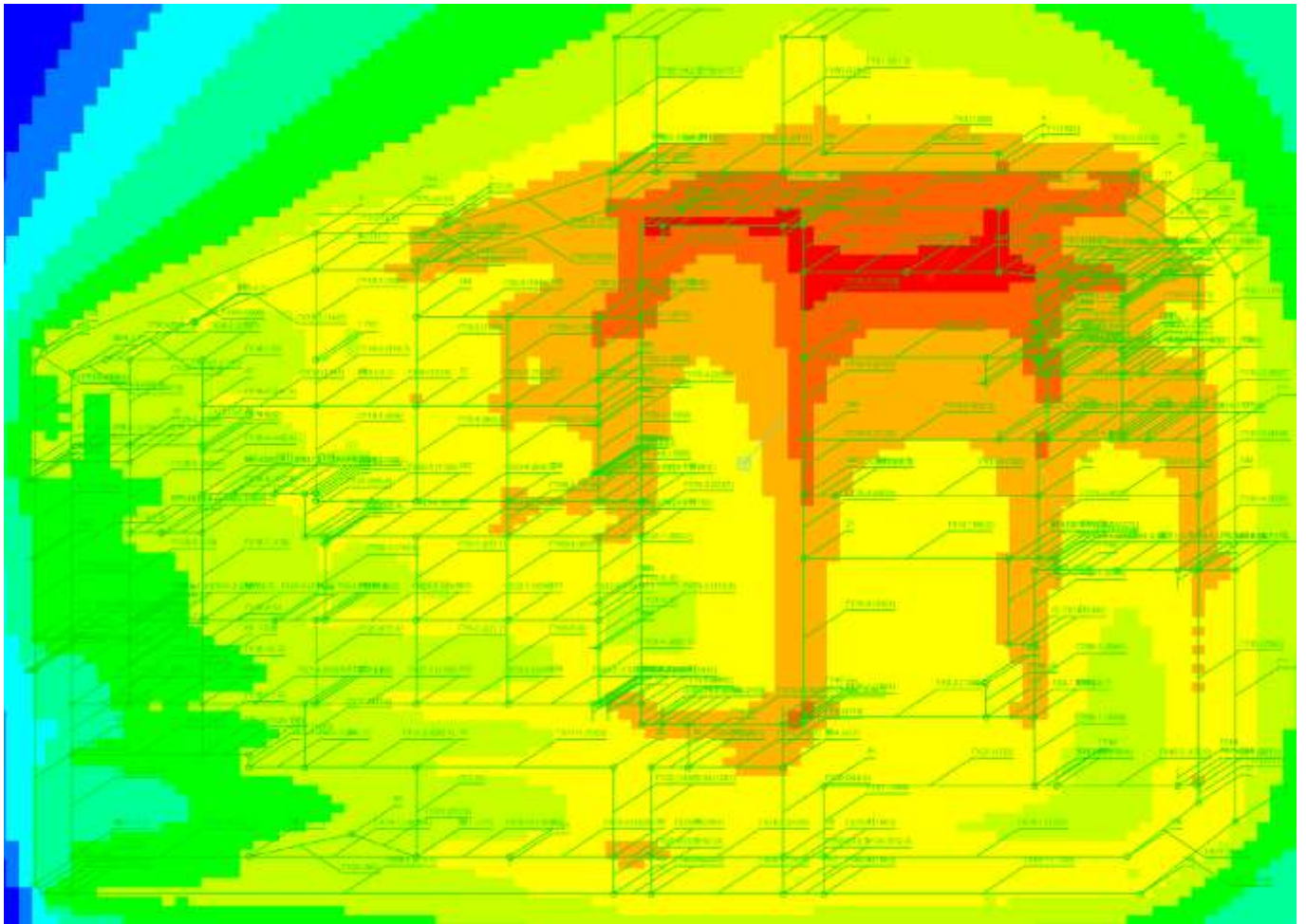
^2 По умолчанию Закрыть

Рисунок 2.7 – Расчет импульсных магнитных полей ОПУ при КЗ по 6 кВ, А/м

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4



Настройка цветов

Диапазон	От	До	Цвет
1	54.75	777	Blue
2	777	1499	Light Blue
3	1499	2221	Cyan
4	2221	2944	Green
5	2944	3666	Light Green
6	3666	4388	Yellow
7	4388	5110	Light Yellow
8	5110	5833	Orange
9	5833	6555	Red-Orange
10	6555	7277	Red

^2 По умолчанию Закрыть

Рисунок 2.8 - Расчет импульсных магнитных полей ОПУ при ударе молнии, А/м

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

2.11.Рекомендации по организации питания МП аппаратуры

2.11.1. Электропитание аппаратуры постоянным током

Согласно п. 4.10, 4.11, 5.9 и 8.7 СТО 56947007–29.120.40.041–2010:

–Основные и резервные комплекты устройств РЗА должны иметь отдельное электропитание (от разных АВ через разные секции ЩПТ, через разные ШРОТы).

–Для устройств РЗА должны быть выделены отдельные секции шин или сборки на ЩПТ и отдельные ШРОТы.

–ЩПТ должен иметь секции шин или сборки с отдельными цепями ввода питания для кабельных линий, питающих микропроцессорные терминалы и цепи, не выходящие за пределы ОПУ, релейного щита и секции шин или сборки с отдельными цепями ввода питания для кабельных линий, выходящих за пределы здания или питающих приводы высоковольтных выключателей.

–Запрещается объединение на одной сборке цепей питания электроприемников, чувствительных к перенапряжениям и высокочастотным помехам (микропроцессорные устройства, устройства связи и т.п.), и цепей, выходящих за пределы помещения, в котором размещен ШРОТ.

2.11.2. Электропитание аппаратуры переменным током

Электропитание МП аппаратуры переменным током должно быть организовано по схеме типа «звезда», с питанием МП устройств от отдельных «ветвей» звезды, т.е., от ЩСН электропитание МП аппаратуры должно осуществляться по выделенному экранированному кабелю с двухсторонним заземлением экрана. Недопустимо обеспечивать от этой же «ветви» электропитание электромеханических устройств (реле и других источников помех), если они не были установлены заводом-изготовителем шкафа с МП аппаратурой.

2.12.Оценка опасности воздействия электростатических разрядов

Для исключения возникновения электростатических потенциалов рекомендуется в местах размещения МП аппаратуры применение антистатического, либо проводящего напольного покрытия (антистатический линолеум, проводящий фальшпол и т.п.). Применение подобной меры позволит исключить возникновение электростатических потенциалов, представляющих опасность для устанавливаемой МП аппаратуры.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	32110640565/620/2021.ИОС1.4		
						Лист	
						24	

3 Выводы

Электромагнитную обстановку на ПС 35 кВ следует считать, как легкую (класс 1) по условиям обеспечения ЭМС МП аппаратуры.

– Удельное сопротивление верхнего и нижнего слоев грунта в месте расположения объекта является благоприятным по условиям растекания тока с заземлителей в летний и зимний периоды.

– Сечение и материал заземлителей и заземляющих проводников удовлетворяют требованиям НТД (в том числе, по условиям нагрева при КЗ).

– Предусмотренная проектом система уравнивания потенциалов в помещениях здания ОПУ и КРУ-10, 6 кВ соответствует требованиям НТД.

– Расчетное сопротивление растеканию ЗУ ПС 35 кВ не превысит 4 Ом в любое время года.

– Разности потенциалов на промышленной частоте при КЗ в сетях выше 1 кВ не будут представлять опасности для МП аппаратуры и ее вторичных цепей.

– Максимальный потенциал на ЗУ ОРУ 35 кВ составит 1,6 кВ (при КЗ в сети 35 кВ на территории объекта). Такое значение потенциала не будет превышать требование НТД (ПУЭ-7, п. 1.7.89).

– Согласно результатам расчетов, при замыканиях в сетях 35/10/6 кВ не ожидается превышение допустимых значений напряжения прикосновения на рабочих местах обслуживающего персонала.

– Помехи и перенапряжения, возникающие вследствие протекания через ЗУ объекта ВЧ составляющих токов КЗ в сети 35 кВ, не будут представлять опасность для МП аппаратуры и вторичных цепей в случае выполнения последних экранированным кабелем с двухсторонним заземлением экрана. Исключение составляют кабели ВЧ связи от КС 35 кВ.

– Проектная схема молниезащиты ПС 35 кВ полностью перекрывает территорию ПС.

– Помехи и перенапряжения при молниевом разряде в элементы СМЗ не будут представлять опасность для МП аппаратуры и вторичных цепей, при условии выполнения указанных цепей экранированным кабелем с двухсторонним заземлением экранов.

– Постоянно действующее и кратковременное магнитное поле промышленной частоты не будет представлять опасность для устанавливаемой МП аппаратуры в здании ОПУ и КРУ-10, 6 кВ.

– Импульсные магнитные поля в помещениях ОПУ и КРУ-10, 6 кВ, при молниевых разрядах в ближайшие элементы СМЗ, не будут представлять опасности для рассматриваемой МП аппаратуры.

– Радиочастотные магнитные поля в помещениях ОПУ и КРУ-10, 6 кВ не будут представлять опасности для рассматриваемой МП аппаратуры.

– Система электропитания переменным током на территории ПС выполнена по схеме TN-S, что удовлетворяет современным требованиям ЭМС и НТД.

– Электростатические разряды не будут представлять опасность для МП аппаратуры, размещаемой в помещениях ОПУ и КРУ-10, 6 кВ.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

ЛИТЕРАТУРА

1.ГОСТ Р 50571.18-2000 (МЭК 60364-4-442-93) Электроустановки зданий. Требования по обеспечению безопасности. Защита от перенапряжений. Защита электроустановок до 1 кВ от перенапряжений, вызванных замыканиями на землю в электроустановках выше 1кВ.

2.ГОСТ Р 50571.19-2000 (МЭК 60364-4-443-93) Электроустановки зданий. Требования по обеспечению безопасности. Защита от перенапряжений. Защита электроустановок от грозовых и коммутационных перенапряжений, М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

3.ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5-2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электрических станциях и подстанциях. Технические требования и методы испытаний.

4.ПУЭ-7. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.5, 7.6, 7.10. – 7-е изд. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.–194 с.

5.РД 153-34.0-20.525-00 Методические указания по контролю заземляющих устройств электроустановок. М. СПО ОРГРЭС, 2000.

6.РД 153-34.3-35.125-99 Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений.

7.РД 34.45-51.300-97 Объемы и нормы испытания электрооборудования. Утверждены РАО «ЕЭС России» 08.05.1997, М., Издательство НЦ ЭНАС, 2004.

8.СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. Санитарные правила и нормы. М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.

9.СанПиН 2.2.4.1191-03 Физические факторы производственной среды. Электромагнитные поля в производственных условиях. М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.

10.СО-153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. Москва. Издательство МЭИ, 2004г.

11.СО 34.35.311-2004 Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях. М.: Издательство МЭИ, 2004.

12.СТО-5694 7007-29.240.043-2010 Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов.

13.СТО-5694 7007-29.240.044-2010 Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на электросетевых объектах ЕНЭС. Стандарт организации.

14.СТО 5694 7007-29.130.15.114-2012 Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанция напряжением 6-750 кВ. Стандарт организации.

15.Технический циркуляр №11/2006 «О заземляющих электродах и заземляющих проводниках». Дополнение к ПУЭ 7-го издания. Москва 2006.

16.IEC 62305 Lightning Protection (МЭК 62305 Молниезащита).

17.Understanding Direct Lightning Stroke Shielding of Substations P.K. Sen, Ph.D., Colorado (303) PSERC Seminar Golden, Colorado November 6, 2001 ©2002 Colorado School of Mines.

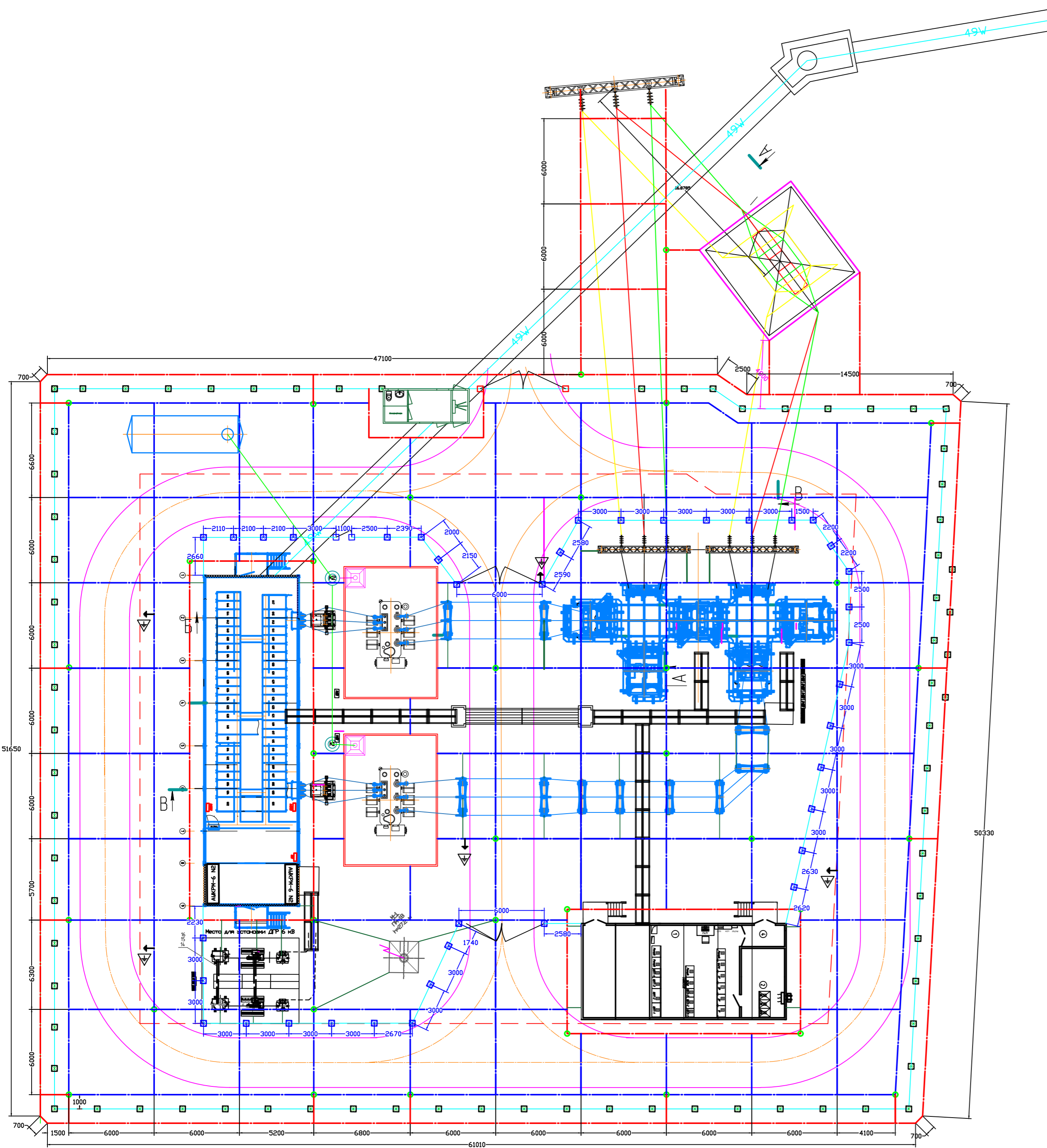
Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021.ИОС1.4

Лист

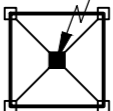

26



Спецификация материалов для заземления

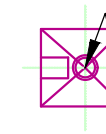
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
<u>Горизонтальный заземлитель</u>					
1	50x5 мм, ГОСТ 103-2006	Полоса стальная горячекатаная, м	1700	1.96 кг/п.м.	
<u>Вертикальный заземлитель</u>					
2	круг Φ 18 мм, ГОСТ 2590-2006	Сталь круглая горячекатаная, длина L=5 м, шт.	34	2.0 кг/шт.	10 кг/шт.
<u>Спуски заземления от оборудования, зданий</u>					
3	50x5 мм, ГОСТ 103-2006	Полоса стальная горячекатаная, м	300	1.96 кг/п.м.	
<u>Материалы</u>					
4	ТУ 2313-012-12288779-99	Антикоррозионная защита стали "Цинол"	3		кг
<u>Заземление пожарной техники</u>					
5	Уголок 63x5, ГОСТ 8509-93	Уголок стальной горячекатаный, L= 2.0 м, шт.	5	4.81 кг/п.м.	Разместить зажим и плакат на вертикальном уголке
6	ГОСТ 21130-75	Зажим ЭШ-С-8x30-1	5		
7	ГОСТ Р 12.4.026-2001	Знак «Место заземления пожарной техники»	5		

Условные обозначения:

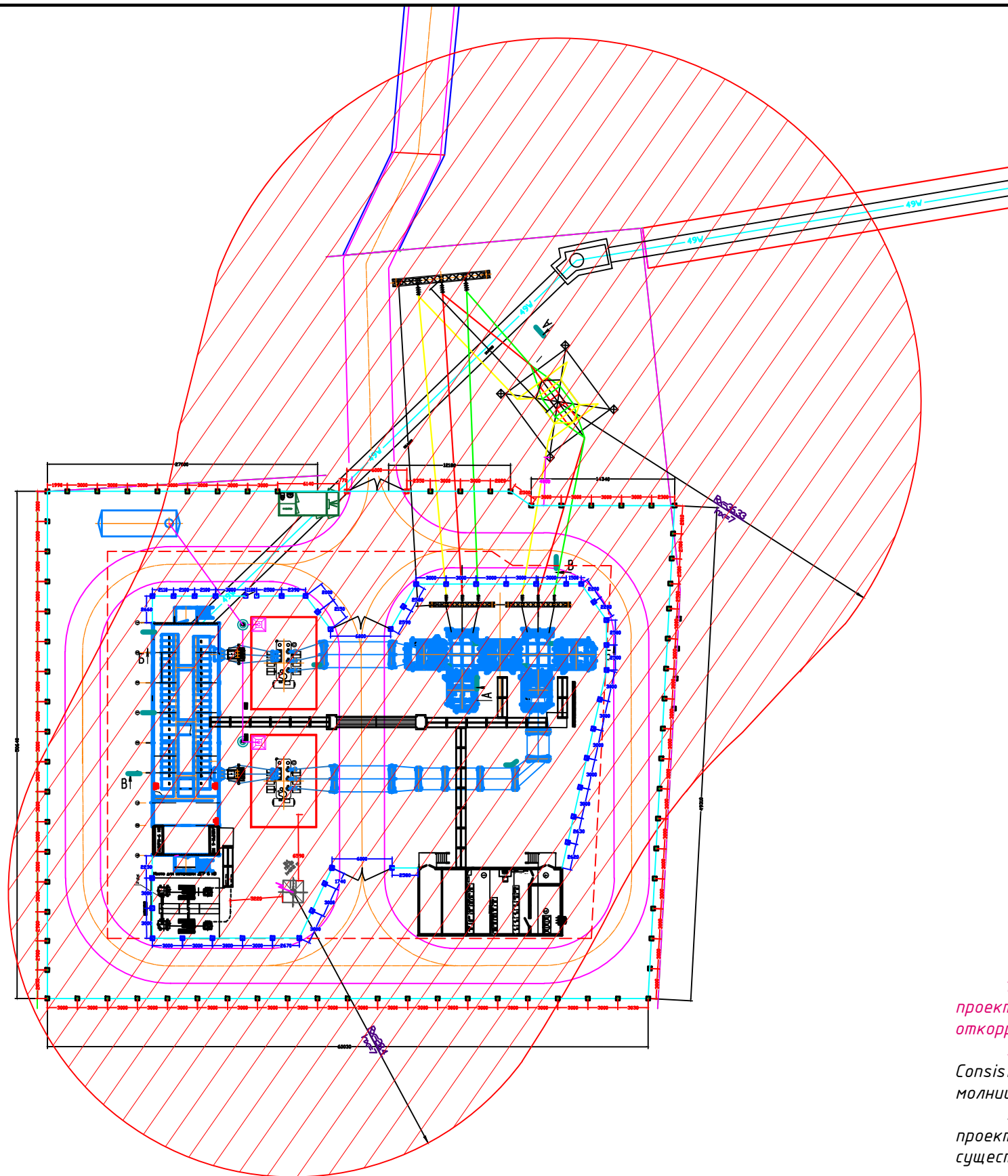
- - вертикальный заземлитель длиной 5 м;
- - горизонтальный заземлитель, проложенный на глубине 0,7 м;
- - горизонтальный заземлитель, проложенный на глубине 1,0 м;
- - спуск с оборудования (здания) для соединения с ЗУ подстанции;
-  - прожекторная мачта, совмещенная с молниеотводом;
-  - место заземления пожарной техники.

32110640565/620/2021/ИОС1.4.ГЧ					
«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Гончарук			06.22
Провер.		Головачев			06.22
ГИП		Головачев			06.22
Утв.		Головачев			06.22
Обеспечение электромагнитной совместимости					Стадия
План заземления					Лист
ООО «Союзэнергопроект»					Листов

Условные обозначения



- прожекторная мачта, совмещенная с молниеотводом



Расчетные величины:

H - высота молниеотвода
 H_x - высота защищаемого объекта
 R - радиус защиты молниеотвода

Таблица расчета молниезащиты

Номера молниеотводов	H , м	H_x , м	R , м
M-1	27,2	7	28,4
Опора	35,3	7	36,33

Примечания:

1. На данном чертеже показан план молниезащиты ПС 35 кВ ГПП-2 для стадии проектной документации. На стадии рабочей документации данный план может быть откорректирован.
2. Расчет молниезащиты выполнен в программе "ElectricS Storm" фирмы Consistent Software по СО 153-34.21.122-2003 с надежностью защиты от прямых ударов молнии 0,95 для специального объекта с ограниченной опасностью.
3. Молниезащита открытой части проектируемой подстанции обеспечивается проектируемым молниеотводом, установленным на прожекторной мачте и существующей опорой 35 кВ.
4. Все размеры указаны в метрах.

						32110640565/620/2021/ИОС1.4.ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Обеспечение электромагнитной совместимости	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Гончарук		<i>[Signature]</i>	06.22		П	2	
Провер.		Головачев		<i>[Signature]</i>	06.22				
ГИП		Головачев		<i>[Signature]</i>	06.22				
Утв.		Головачев		<i>[Signature]</i>	06.22				
						План молниезащиты		ООО «Союзэнергопроект»	