

Общество с ограниченной ответственностью



СОЮЗЭНЕРГОПРОЕКТ

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

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Подраздел 5.1. Система электроснабжения

Часть 5. Молниезащита, заземление

Том 5.1.5

32110640565/620/2021/ИОС.1.5

г. Москва 2022 г.

Общество с ограниченной ответственностью



СОЮЗЭНЕРГОПРОЕКТ

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

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Подраздел 5.1. Система электроснабжения

Часть 5. Молниезащита, заземление

Том 5.1.5

32110640565/620/2021/ИОС.1.5

Генеральный директор

Синюков Н. Н.





ГИП

Головачев А. М.

г. Москва 2022 г

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
3211064.0565/620/2021/ИОС.1.5., л.1-2	Состав проектной документации	стр. 3
3211064.0565/620/2021/ИОС.1.5., л. 1-9	<u>Текстовая часть</u>	
	1 Введение	стр. 6
	2 Расчет заземления	стр. 7
	3 Расчет зоны защиты молниеотводов	стр. 8
	4 Список использованных источников	стр. 9
	<u>Графическая часть</u>	
3211064.0565/620/2021/ИОС.1.5.ГЧ, л. 1	План заземления	1 лист
3211064.0565/620/2021/ИОС.1.5.ГЧ, л. 1	Примечания	1 лист
3211064.0565/620/2021/ИОС.1.5.ГЧ, л. 1	План молниезащиты	1 лист

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	3211064.0565/620/2021/ИОС.1.5.С							
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		
Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	Разраб.	Лагарников			Содержание	стадия	лист	листов
			Провер.	Гончарук				П	1	1
			ГИП	Головачев				ООО «Союзэнергопроект»		
			Утвердил	Синюков						

1 Введение

Заземляющее устройство запроектировано, исходя из допустимого сопротивления растека-нию тока замыкания на землю.

Сопротивление заземляющего устройства в любое время года не должно превышать 4 Ом, включая сопротивление естественных заземлителей, в соответствии с п. 1.7.97, 1.7.101 ПУЭ-7.

На всей территории проектируемой подстанции выполняется сетка из продольных и попе-речных горизонтальных заземлителей с неравномерным шагом из полосовой стали диаметром 5x50 мм.

В углах заземляющей сетки, в местах установки блоков заземления нейтралей трансфор-маторов, 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.

Все присоединения элементов ЗУ выполняются сваркой внахлестку.

Конструктивно заземляющее устройство должно соответствовать пп. 1.7.90, 1.7.92, 1.7.93 ПУЭ.

Для снижения напряжения прикосновения у рабочих мест выполняется подсыпка щебня слоем толщиной 0,1-0,2 м.

Все работы по подземной части ЗУ выполнить одновременно со строительными работами по нулевому циклу подстанции.

Предусматривается молниезащита проектируемой подстанции. Уровень защиты проектируе-мой системы молниезащиты - II, надежность защиты - 0,95.

Для молниезащиты используется молниеотвод, устанавливаемый на металлической про-жекторной мачте типа ПМ-18, высотой 27,2 м и существующая опора 35 кВ.

Зоны защиты двойных стержневых молниеотводов одинаковой высоты приняты в соответ-ствии с рекомендациями СО 153-34.21.122-2003. Максимальная высота оборудования, устанавлива-емая на площадке ОРУ 35 кВ и используемая при расчетах системы молниезащиты - 7 м.

Инв.№ инв.№	Подпись и дата	Взам. инв.№							32110640565/620/2021/ИОС.1.5			
Инв.№ подл.			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	Система электроснабжения. Часть 5. Молниезащита, заземление	стадия	лист	листов
			Разраб.	Лагарников						П	1	3
			Провер.	Гончарук								
			ГИП	Головачев								
			Утв.	Синюков					ООО «Союзэнергопроект»			

2 Расчет заземления

Сопротивление одного вертикального заземлителя

$$r_g = \frac{0,366 \cdot k_1 \cdot \rho}{L} \cdot \left(\lg \left(\frac{2 \cdot L}{0,95 \cdot b} \right) + \frac{1}{2} \cdot \lg \left(\frac{4 \cdot t + L}{4 \cdot t - L} \right) \right), \text{ Ом}$$

Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Значение
r	удельное сопротивление нижнего слоя грунта		300
k_1	климатический коэффициент для вертикальных электродов		1.35
L	длина вертикального заземлителя	м	5
$t_{\text{полосы}}$	глубина заложения горизонтального заземлителя	м	0.7

$$r_g = 75,1 \text{ Ом}$$

Предполагаемое количество вертикальных заземлителей

$$n_{\text{вр}} = \frac{r_g}{R_n \cdot \eta_g}$$

Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Значение
R_f	нормируемое сопротивление растеканию тока в землю	Ом	4
η_g	коэффициент использования вертикальных заземлителей	-	0,66

$$n_{\text{вр}} = 30 \text{ шт.}$$

Предполагаемая длина горизонтального заземлителя

$$l_2 = 256 \text{ м}$$

Сопротивление горизонтального заземлителя

$$r_2 = \frac{0,366 \cdot k_2 \cdot \rho}{l_2 \cdot \eta_2} \cdot \lg \left(\frac{l_2^2}{b \cdot t_{\text{полосы}}} \right), \text{ Ом}$$

Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Значение
b	Сечение заземлителя	мм	50.00
k_2	климатический коэффициент для горизонтальных электродов	-	4.50
η_2	коэффициент использования горизонтальных электродов	-	0.45

$$r_2 = 145 \text{ Ом}$$

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

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

32110640565/620/2021/ИОС.1.5

Лист

2

Полное сопротивление заземлителей

$$R = \frac{R_n \cdot r_z}{r_z - R_n}, \text{ Ом}$$

$$R = 4,4 \text{ Ом}$$

Уточнённое количество вертикальных заземлителейс учётом соединительной полосы

$$n = \frac{r_6}{R \cdot \eta_6}, \text{ шт}$$

$$n = 32 \text{ шт}$$

Принимаем к установке 32 вертикальных заземлителей.

3 Расчет зоны защиты молниеотводов

Молниезащита проектируемой ПС 35 кВ «ГПП-2» рассчитана в соответствии с СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»

Проектируемая подстанция 35 кВ «ГПП-2» относится к специальным объектам с ограниченной опасностью. Принимаем уровень защиты ПС от прямого удара молнии II, с уровнем надежности защиты 0,95.

В соответствии с требованиями ПУЭ ([4], п.п.4.2.134, 4.2.135) – защита ОРУ 35 кВ и выше от прямых ударов молнии должна быть выполнена отдельно стоящими или установленными на конструкциях стержневыми молниеотводами.

На проектируемой ПС 35 кВ «ГПП-2» защита от грозовых перенапряжений обеспечивается отдельно стоящей металлической прожекторной мачтой (типа ПМ-18, высотой 27,2 м), совмещенной с молниеотводом и существующей опорой 35 кВ.

Для защиты от грозовых перенапряжений проектируемые КЛ 35 кВ защищаются с двух сторон нелинейными ограничителями перенапряжений 35 кВ.

Расчеты зон защиты выполнены в программном комплексе «Model Studio CS Молниезащита» и нанесены на план подстанции

4 Список использованных источников

1. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
2. Правила устройства электроустановок, седьмое издание.

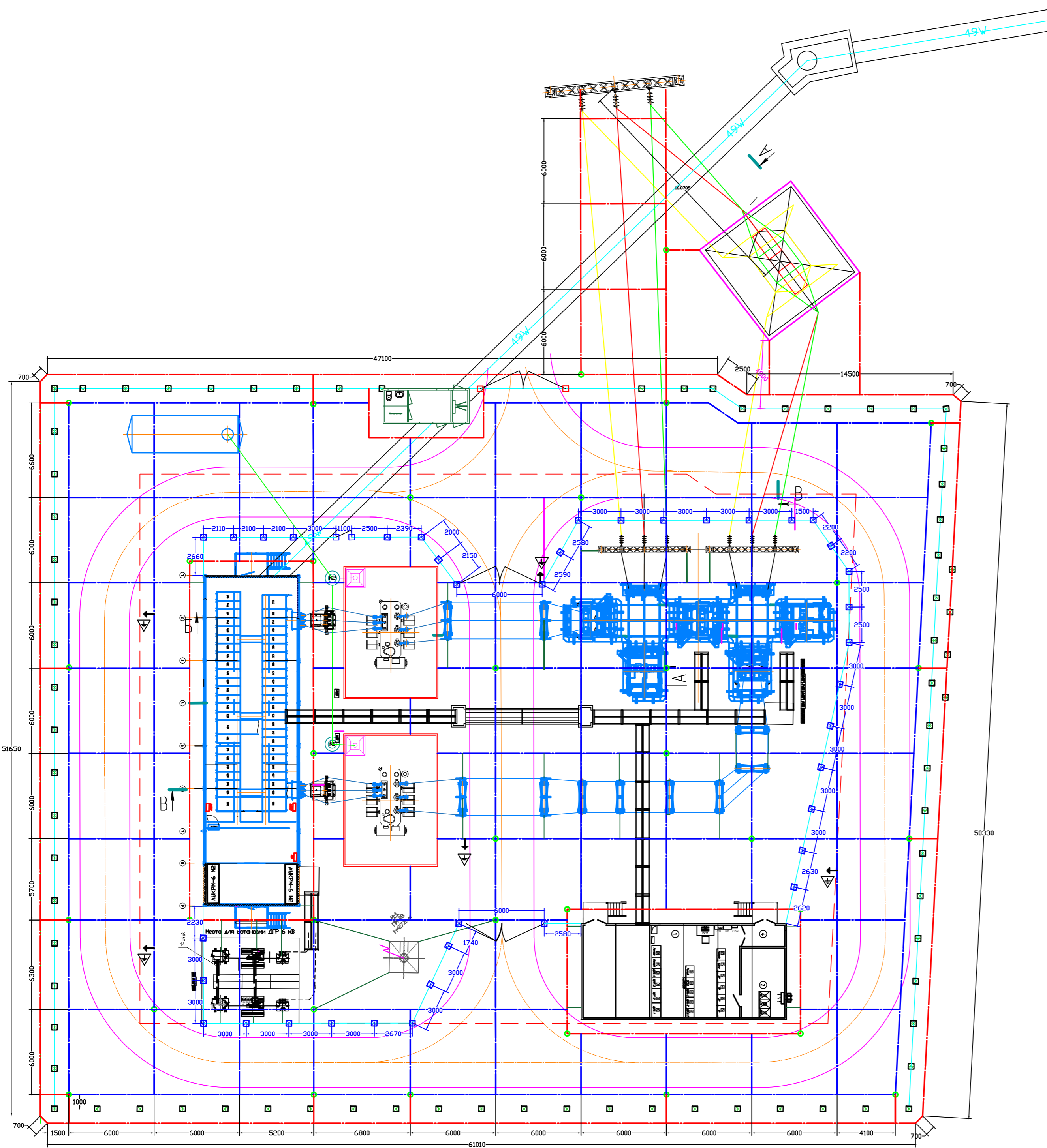
Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/ИОС.1.5

Лист

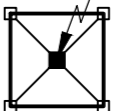

3



Спецификация материалов для заземления

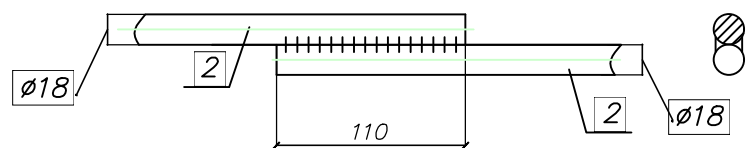
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
<u>Горизонтальный заземлитель</u>					
1	50x5 мм, ГОСТ 103-2006	Полоса стальная горячекатаная, м	1700	1.96 кг/п.м.	
<u>Вертикальный заземлитель</u>					
2	круг Φ 18 мм, ГОСТ 2590-2006	Сталь круглая горячекатаная, длина L=5 м, шт.	34	2.0 кг/п.м.	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:

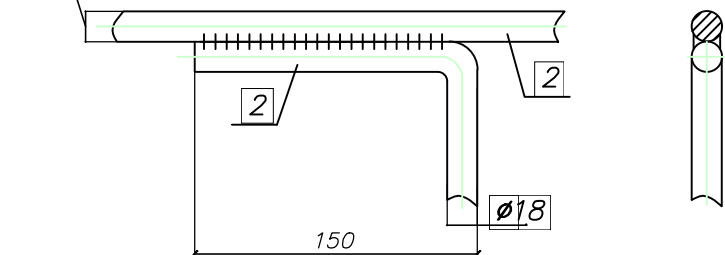
- - вертикальный заземлитель длиной 5 м;
- - горизонтальный заземлитель, проложенный на глубине 0,7 м;
- - горизонтальный заземлитель, проложенный на глубине 1,0 м;
- - спуск с оборудования (здания) для соединения с ЗУ подстанции;
-  - прожекторная мачта, совмещенная с молниеотводом;
-  - место заземления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

32110640565/620/2021/ИОС1.5.ГЧ					
«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Гончаров				
Провер.	Гаксюткин				
ГИП	Головачев				
Утв.	Синюков				
Молниезащита, заземление				Стадия	Лист
План заземления				П	1
ООО «Союзэнергопроект»				Листов	

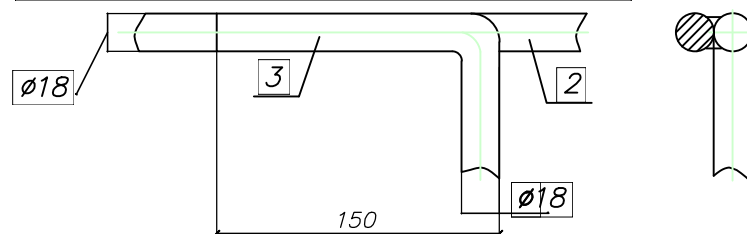
Продольное соединение сваркой горизонтальных заземлителей из круглой стали



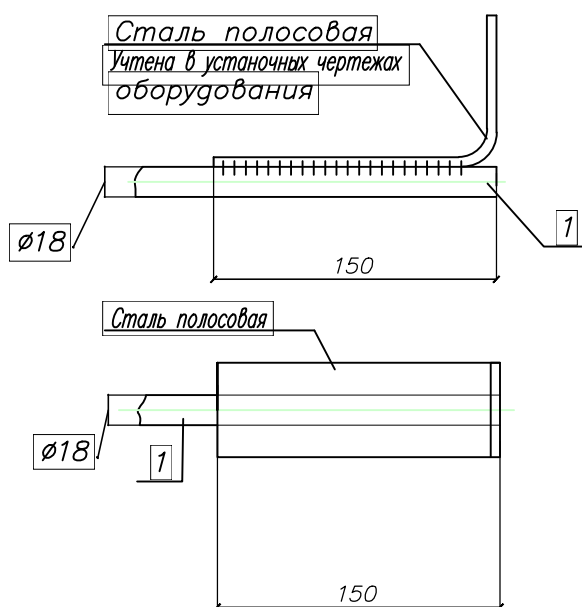
Ответвление сваркой горизонтального заземлителя из круглой стали



Соединение сваркой заземляющего проводника из круглой стали с заземлителем из круглой стали



Соединение сваркой выпуска из полосовой стали от оборудования с выпуском из круглой стали от магистрали заземления

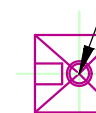


Указания по выполнению заземляющего устройства:

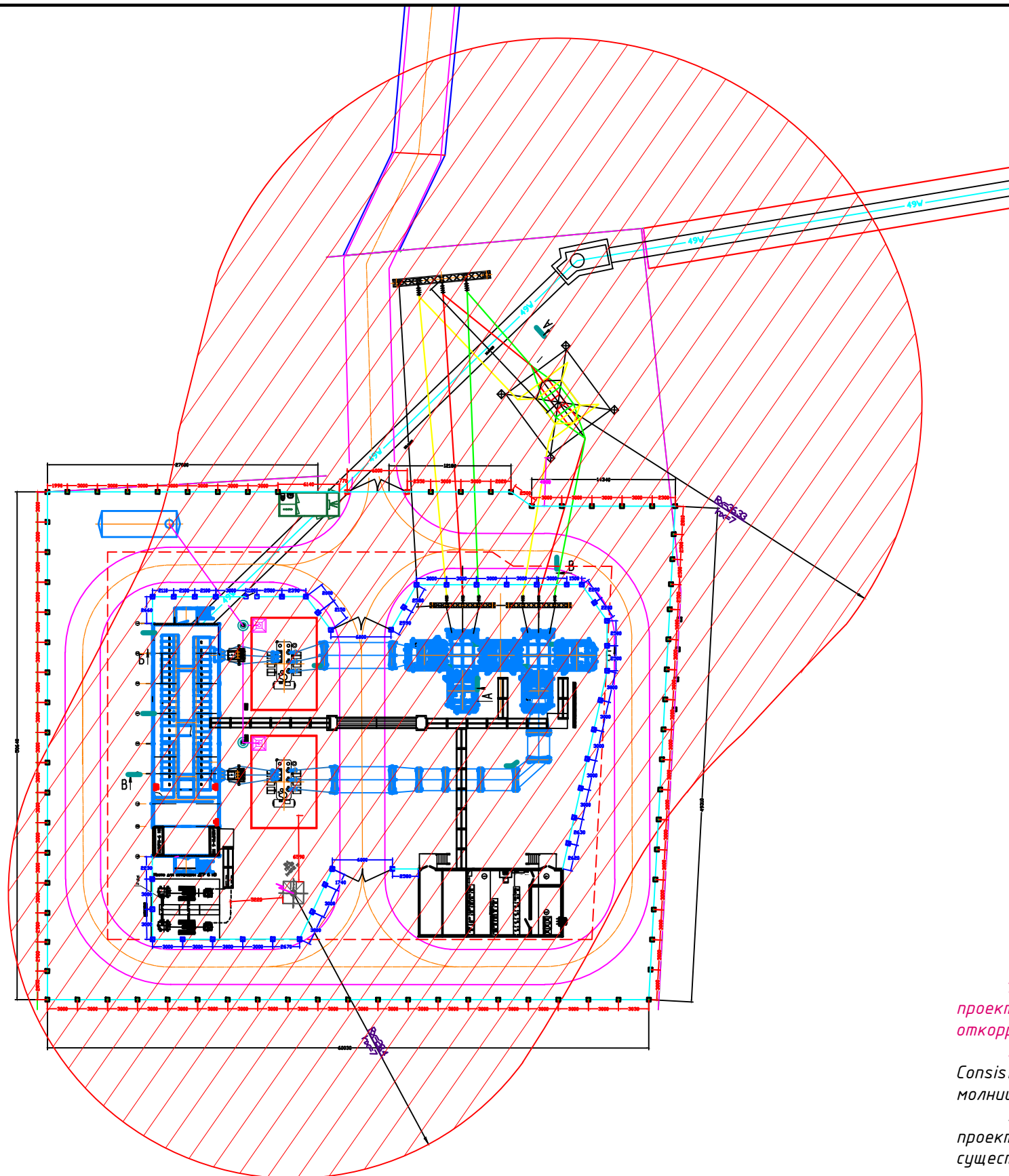
1. Заземляющее устройство ПС выполнено в соответствии с разделом 1.7 ПУЭ (7-е издание) для электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью, с соблюдением требований к напряжению прикосновения.
2. Заземляющее устройство ПС в любое время года должно быть не более 4,0 Ом. Если сопротивление заземляющего устройства ПС более 4,0 Ом, то заземляющий контур необходимо усилить путем забивки дополнительных вертикальных заземлителей.
3. Горизонтальные заземлители (поз. 1) прокладывают по территории ПС на глубине 0,7 м (от спланированной территории).
4. Все работы по подземной части заземляющего устройства выполнять одновременно со строительными работами нулевого цикла подстанции. Для выполнения горизонтальных заземлителей на проектируемой глубине от спланированной территории площадки подстанции необходимо учесть вертикальные отметки грунта.
5. Все соединения проводников заземляющего устройства между собой выполнить внахлестку, их присоединения к металлоконструкциям выполнить электродуговой сваркой по ГОСТ 5264-80 электродами типа Э-42 по ГОСТ 9467-75. Сварные швы соединений проводников прямоугольного сечения между собой должны соответствовать ГОСТ 5264-80 (два сварных шва с двух сторон проводника, длиной не менее 50 мм).
6. В соответствии с требованиями СТО 56947007-29.130.15.114-2012, п.8.1.3, долговечность заземляющего устройства рекомендуется обеспечивать защитным покрытием (в два слоя) мест входа в грунт и мест сварных соединений горизонтальных заземлителей с вертикальными и с заземляющими проводниками (для защитного покрытия следует применять защитные материалы, например, «ЦИНОЛ» или «ЦИНОТАН»); у мест входа в грунт - на 20 см выше и ниже поверхности грунта; в местах сварных соединений - полностью сварной шов и на 5-10 см в обе стороны от сварного шва.
7. Все электрооборудование ПС необходимо присоединить к заземляющему устройству подстанции. Присоединение выполнить полосой (поз. 3), методом сварки, либо болтовым соединением, если для этого предусмотрено устройство для заземления на самом оборудовании.
8. Металлические части опор под оборудование, которые могут оказаться под напряжением в следствии нарушения изоляции, присоединить к заземляющему устройству подстанции. Присоединение выполнить методом сварки.
9. С целью выравнивания потенциалов вокруг зданий ОПУ и ЗРУ 6;10 кВ на глубине 1 м и на расстоянии 1 м от фундамента проложить горизонтальный контурный заземлитель, который не менее чем в двух местах присоединить к заземляющему устройству ПС.
10. Заземлители молниеотводов, установленных на прожекторных мачтах (и отдельно стоящих молниеотводах), присоединить к заземляющему устройству ПС. От молниеотвода должно быть обеспечено растекание тока молнии по магистралям заземления не менее чем в двух направлениях с углом не менее 90 градусов между соседними магистралями. Кроме того, должно быть установлено не менее одного вертикального электрода длиной 5 м на каждом направлении, на расстоянии не менее длины вертикального электрода от места присоединения к магистрали заземления стойки молниеотвода.
11. Так как модульные здания ОПУ и ЗРУ 6;10 кВ комплектные, заводской поставки, то внутренний контур заземления здания разрабатывается заводом производителем. Необходимо выполнить соединение внутреннего контура заземления каждого здания с заземляющим контуром ПС не менее чем в двух точках.
12. Для заземления бака силового трансформатора, а также металлических конструкций шинных опор, устанавливаемых на ограждение маслоприемной чаши из монолитного железобетона, использовать полосу заземления сечением 50x5 мм, прокладываемую по поверхности дна железобетонной маслоприемной чаши и наружной поверхности фундамента трансформатора. Полосу заземления крепить к железобетону с помощью анкерных болтов по бетону.
13. Для обеспечения заземления машин пожарной охраны предусмотреть выпуски полосы заземления с опознавательными знаками у границ проезжей части, соединить выпуск заземления с вертикально расположенным уголком (поз. 5), выполнить в уголке два отверстия диаметром 16 мм, приварить зажим (поз. 6). На уголке разместить знак "Место заземления пожарной техники" (поз. 7).
14. Внешнее ограждение проектируемой ПС 35 кВ ГПП-2, выполненное из оцинкованных секций металлической сварной сетки, устанавливается на металлические опоры изготовленные из труб квадратного сечения. В проекте предусматривается электрическое соединение всех секций сетчатого ограждения между собой при помощи накладных металлических перемычек.
15. Так как по внешнему ограждению ПС размещаются светильники охранного освещения с номинальным напряжением питания ~220 В, то в соответствии с требованиями ПУЭ, п., внешнее ограждение необходимо присоединить к заземляющему устройству подстанции. Так как стойки внешнего ограждения выполнены из заглубленных в грунт металлических труб, то установка дополнительных вертикальных электродов вдоль ограждения не требуется (ПУЭ, п.1.7.93).
16. Контурный заземлитель, проложенный за пределами внешней ограды, должен выполняться в виде многоугольника с тупыми углами, горизонтальные электроды проложить на глубине 1 м и на расстоянии 1 м от внешнего ограждения. Контурный заземлитель присоединить к заземляющему устройству подстанции не менее чем в 4-х местах.
17. При выходе заземляющего устройства за пределы ограждения электроустановки горизонтальные заземлители, находящиеся вне территории электроустановки, следует прокладывать на глубине не менее 1 м. Внешний контур заземляющего устройства в этом случае рекомендуется выполнять в виде многоугольника с тупыми или скругленными углами (ПУЭ, п.1.7.92).
18. Так как проектируемые кабельные линии 35 кВ для электроснабжения ОРУ 35 кВ проектируемой ПС 35 кВ ГПП-2 прокладываются по полкам проектируемой технологической эстакады, которая расположена за пределами проектируемого ОРУ 35 кВ, то заземлители проектируемой эстакады соединяются горизонтальными электродами с контуром заземления ПС 35 кВ ГПП-2.
19. Выходящие за пределы ограды горизонтальные заземлители, трубы и кабели с металлической оболочкой или броней и другие металлические коммуникации должны быть проложены посередине между стойками ограды на глубине не менее 0,5 м (ПУЭ, п.1.7.93).
20. Проектируемые кабельные линии 35 кВ проложены под внешней оградой ПС 35 кВ ГПП-2 в железобетонных плитах, расположенных на глубине 1,5 метра от уровня грунта. Внутри заглубленной трассы железобетонных лотков проложен горизонтальный электрод сечением 50x5 мм, соединенный с двух сторон с ЗУ ПС.
21. Проектируемое заземляющее устройство соединить с заземляющим спуском опоры 35 кВ. Соединение выполнить электродуговой сваркой по ГОСТ 5264-80 электродами типа Э-42 по ГОСТ 9467-75.

						32110640565/620/2021/ИОС1.5.ГЧ		
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Гончаров				Молниезащита, заземление		
Провер.		Паксюткин						
ГИП		Головачев						
Утв.		Синюков						
						Примечания		
						ООО «Союзэнергопроект»		

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
М-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/ИОС1.5.ГЧ		
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Гончаров				Молниезащита и заземление		Стадия
Провер.		Паксюткин						Лист
ГИП		Головачев						Листов
Утв.		Синюков				План молниезащиты		П
								3
								ООО «Союзэнергопроект»