

Заказчик - ООО «Трансэнерго-сервис»  
По договору №29-2022 от 03.02.2022 г.

**Строительство ПС 110/6 кВ для электроснабжения карьера  
Печегубский с подключением от ВЛ-110 кВ Куна – Оленегорск 12 с  
отпайкой на ПС Комсомольский (Л-110) (в рассечку) Мурманская обл.,  
Оленегорский район (АО «Олкон»)**

**Проектная документация**

**Раздел 6 «Технологические решения»  
Часть 6 «Электромагнитная совместимость»**

**29-2022/ПР-8701-ЭМС**

**Том 6.6**

Изм.	№ док	Подп.	Дата

Заказчик - ООО «Трансэнерго-сервис»  
По договору №29-2022 от 03.02.2022 г.

**Строительство ПС 110/6 кВ для электроснабжения карьера  
Печегубский с подключением от ВЛ-110 кВ Куна – Оленегорск 12 с  
отпайкой на ПС Комсомольский (Л-110) (в рассечку) Мурманская обл.,  
Оленегорский район (АО «Олкон»)**

**Проектная документация**

**Раздел 6 «Технологические решения»  
Часть 6 «Электромагнитная совместимость»**

**29-2022/ПР-8701-ЭМС**

**Том 6.6**

**Директор ООО «ТСН-Электро»**



**Н.И. Сычев**

**Главный инженер проекта**



**С.А. Погодина**

Изм.	№ док	Подп.	Дата

2023 г.


Инв. № подл.	200191ст
Взам. инв. №	
Подп. и дата	

## Содержание

Обозначение	Наименование	Примечание
29-2022/ПР-8701-ЭМС-С	Содержание	2
29-2022/ПР-8701-СП	Состав проектной документации	3
29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Пояснительная записка	4-24

Согласовано	

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

						<b>29-2022/ПР-8701-ЭМС-С</b>			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Содержание	Стадия	Лист	Листов
				<i>[Подпись]</i>	05.23		П	1	1
Разработал		Орлова		<i>[Подпись]</i>	05.23		 ООО «ТЧН-Электро»		
Проверил		Муханов		<i>[Подпись]</i>	05.23				
Н.контр.		Ушаков		<i>[Подпись]</i>	05.23				
ГИП		Погодина		<i>[Подпись]</i>	05.23				

## Состав проектной документации


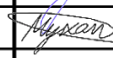



Состав проектной документации приведен в томе 29-2022/ПР-8701-СП «Состав проектной документации».

Согласовано	
-------------	--

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

						29-2022/ПР-8701-СП				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Состав проектной документации	Стадия	Лист	Листов	
Разработал	Орлова				05.23		П	1	1	
Проверил	Муханов				05.23					
Н.контр.	Ушаков				05.23					
ГИП	Погодина				05.23					
							 ООО «ТСН-Электро»			

## Содержание

1. Цели и задачи тома .....	2
2. Анализ ЭМО .....	3
2.1. Перечень источников внешних электромагнитных воздействий .....	3
2.2. Общие сведения .....	5
2.3. Заземляющее устройство .....	6
2.4. Система заземления в помещениях здания ОПУ .....	8
2.5. Молниезащита .....	9
2.6. Мероприятия по защите от импульсных помех .....	10
2.7. Системы питания постоянным и переменным током .....	11
2.8. Магнитные поля в местах расположения МП аппаратуры.....	12
2.9. Оценка опасности коммутационных помех .....	13
2.10. Электростатические разряды.....	14
2.11. Защита от прочих источников помех.....	15
3. Выводы и рекомендации по мероприятиям для обеспечения ЭМС устанавливаемых МП устройств.....	16
4. Требования к размещаемой на ПС МП аппаратуре в части ЭМС.....	17
Библиографический список .....	19







Согласовано

Взам. инв.№

Подл. и дата

Инв. № подл.

29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т

						Пояснительная записка		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Орлова			05.23	П	1	22
Проверил		Муханов			05.23			
Н.контр.		Ушаков			05.23	 ООО «ТСН-Электро»		
ГИП		Погодина			05.23			

## 1. Цели и задачи тома

В рамках разработки проектной документации для строительства объекта ПС 110/6 кВ «Печегубский карьер» согласно действующей нормативно-технической документации необходимо провести оценку электромагнитной обстановки (ЭМО).

Применяемые в проекте микропроцессорные устройства (МП) отличаются от традиционных электромеханических устройств повышенной чувствительностью к электромагнитным помехам. На объектах электроэнергетической отрасли, как правило, имеются в наличии мощные источники электромагнитных помех, поэтому возникает необходимость выполнения работ по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) МП аппаратуры с существующей электромагнитной обстановкой.

Для обеспечения ЭМС МП аппаратуры необходимо соблюдение двух условий:

- МП устройства должны соответствовать уровням помехоустойчивости (проходить испытания на помехоустойчивость в соответствии с классами жесткости), предусмотренным соответствующими государственными и отраслевыми нормативно-техническими документами;
- уровни электромагнитных помех на объектах электроэнергетики не должны превышать предельно допустимых значений для МП устройств.

Целью настоящего тома является оценка ЭМО на строящейся ПС 110/6 кВ «Печегубский карьер» и разработка рекомендаций по обеспечению ЭМС планируемой к установке на объекте МП аппаратуры РЗА, ПА, АИИС КУЭ, АСУ ТП и связи.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
										2
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 2. Анализ ЭМО

### 2.1. Перечень источников внешних электромагнитных воздействий

Внешние источники электромагнитных воздействий, которые могут оказывать негативное влияние на МП аппаратуру, следующие:

#### Аварийные процессы в сетях выше 1 кВ

При возникновении аварийных процессов (например, КЗ) в сетях классов напряжения выше 1 кВ по проводникам заземляющего устройства (ЗУ) и естественным заземлителям протекают токи промышленной частоты с амплитудой до нескольких десятков кА, длительность которых обусловлена временем срабатывания защиты. При этом между различными точками ЗУ возникают разности потенциалов, величина которых зависит от сопротивления элементов ЗУ и качества электрической связи между ними. Если между точками ЗУ, имеющими разный потенциал, проходит трасса кабелей управления, измерения или сигнализации, то указанная разность потенциалов может быть приложена к изоляции кабелей и/или к входам аппаратуры, на которую заходят эти кабели.

Также при протекании токов КЗ по проводам и по заземлителям в пространстве вблизи них возникает магнитное поле промышленной частоты (МППЧ), напряженность которого зависит от конфигурации проводников, расстояния до них и от величины токов КЗ.

Ток КЗ имеет, кроме составляющей промышленной частоты, ВЧ составляющую. Процессы, связанные с протеканием ВЧ составляющей тока КЗ по проводникам заземления, отличаются от процессов, связанных с протеканием составляющей промышленной частоты. Это объясняется различием параметров ЗУ на высоких и на низких частотах.

#### Молниевые разряды в элементы системы молниезащиты объекта

При разряде молнии в молниеотвод, установленный на территории объекта, по проводникам системы заземления протекает импульсный ток амплитудой несколько десятков кА, продолжительностью несколько микросекунд. Разности потенциалов, возникающие при этом между различными точками ЗУ, зависят от импульсного сопротивления элементов ЗУ.

Импульсное сопротивление значительно отличается от сопротивления на промышленной частоте, поэтому характер распределения потенциалов на ЗУ при разрядах молнии отличается от характера распределения потенциалов в режимах КЗ. Импульсные разности потенциалов могут быть приложены к изоляции вторичных цепей и к входам аппаратуры.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
							3

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
							3

Также при протекании импульсных токов молнии по проводникам системы заземления возникают импульсные магнитные поля (ИМП), способные оказывать влияние на МП аппаратуру.

Процессы в сетях выше 1 кВ в нормальном режиме работы

В нормальном режиме работы сетей классов напряжения выше 1 кВ в пространстве вблизи фазных проводников присутствуют МППЧ, способные влиять на работу МП аппаратуры.

Коммутационные операции в сетях выше 1 кВ

Во время выполнения коммутационных операций в сетях классов напряжения выше 1 кВ происходят переходные процессы, характеризующиеся возникновением в первичной сети ВЧ составляющих токов и напряжений. При этом возможно проникновение ВЧ помех во вторичные цепи через измерительные трансформаторы и фильтры присоединения, а также в результате взаимной индукции между первичными и вторичными кабелями.

Процессы в сетях до 1 кВ (аварийные и в нормальном режиме работы)

Работа оборудования классов напряжения до 1 кВ в нормальных и в аварийных режимах характеризуется возникновением в пространстве вблизи оборудования и вблизи проводников системы заземления МППЧ, способных воздействовать на МП аппаратуру.

Кроме этого, при срабатывании электромеханических коммутационных аппаратов классов напряжения до 1 кВ, могут происходить переходные процессы, характеризующиеся возникновением импульсных перенапряжений продолжительностью несколько наносекунд, амплитудой до 2-4 кВ, которые могут воздействовать на входы МП аппаратуры.

Электростатические разряды

При разрядах статического электричества происходят импульсы тока, длительность которых может быть менее 1 нс. Такие импульсы тока оказывают воздействие на цепи МП аппаратуры через паразитные емкостные связи. Результатом обычно является возникновение сбоев, «зависания» и перезагрузки цифровой аппаратуры.

Другие источники воздействий, в том числе радиосредства

Радиооборудование может генерировать радиочастотные электромагнитные поля, способные наводить помехи в кабелях, служащих для передачи информации. Например, при использовании раций в помещениях релейного щита возможно воздействие радиочастотных электромагнитных полей на аппаратуру РЗА.

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

						29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
							4
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		



## 2.2. Общие сведения

Площадка ПС 110/6 кВ «Печегубский карьер» расположена в Мурманской области, на территории Оленегорского района близ озера Окунье.

Среднегодовая продолжительность гроз в этом районе составляет менее 10 часов. Удельное электрическое сопротивление грунта на территории ПС согласно инженерно-геологическим изысканиям составляет 130 Ом.м (принято в соответствии с таблицей П.Ж.4 [42] для влажного песка при температуре выше 0 °С).

На ПС устанавливается МП аппаратура РЗА, ПА, АСУ ТП, связи и др. Планируемая к установке аппаратура размещается в помещениях здания ЗРУ 6 кВ, совмещенного с ОПУ.

Устанавливаемая МП аппаратура связана вторичными цепями с устанавливаемыми высоковольтными аппаратами на ОРУ 110 кВ. Обмен информацией между планируемой к установке на ПС МП аппаратурой и высоковольтными электроаппаратами осуществляется по проводным вторичным цепям (используются экранированные кабели) проложенным в кабельных ж/б лотках.

Электромагнитную совместимость оборудования встроенного в шкафы 6 кВ в ЗРУ 6 кВ, обеспечивает производитель шкафов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
										5
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

### 2.3. Заземляющее устройство

Геометрические характеристики общего заземляющего устройства на территории энергообъекта непосредственно влияют на условия обеспечения ЭМС МП аппаратуры, устанавливаемой на данном объекте. При этом заземляющее устройство (ЗУ), спроектированное только в соответствии с требованиями ПУЭ, не всегда в полном объеме обеспечивает ЭМС МП аппаратуры.

Чертеж заземляющего устройства на открытой территории ПС приведен в графической части тома. Схема ЗУ соответствует требованиям [35].

Сечение заземляющего проводника выбирается по условиям термической стойкости по формуле (ПУЭ, п.1.7.126):

$$S \geq \frac{I_p \cdot \sqrt{t}}{k}, \text{ где}$$

$S$  – площадь поперечного сечения заземляющего проводника, мм<sup>2</sup>;

$I_p$  – расчетный ток однофазного короткого замыкания (в соответствии с главной схемой 7,78 кА;

$t$  - время срабатывания защитного аппарата (принято равным 0,1 с);

$k$  - коэффициент, значение которого зависит от материала защитного проводника, его изоляции, начальной и конечной температур.

Для стального неизолированного проводника с конечной температурой 5000 °С значение коэффициента  $k = 82$  (ПУЭ, табл. 1.7.9).

$$S_{\text{ту}} \geq \frac{4780 \cdot \sqrt{0,1}}{82} = 18,2 \text{ мм}^2$$

При использовании стальных горизонтальных заземлителей к расчётному значению сечения, выбранного по термической стойкости, добавляется сечение, которое будет потеряно стальным горизонтальным заземлителем из-за коррозии в месте его установки за время дальнейшей эксплуатации электроустановки см. п. 15.2.7 [35]. Таким образом, полная площадь сечения стального заземляющего проводника и заземлителя определяется по формуле:

$$S_{\text{полн}} = S_{\text{ту}} + S_{\text{кор}},$$

где  $S_{\text{кор}}$  вычисляется по формуле:

$$S_{\text{кор}} = \pi \cdot \delta \cdot \left( \sqrt{\frac{4 \cdot S_{\text{ту}}}{\pi}} + \delta \right), \text{ где}$$

-  $\delta$  - глубина коррозии, для данного объекта принята 0,4 мм, в соответствии с табл. П.А.9, П.А.10 [35], сопротивление верхнего слоя грунта более 100 Ом·м. В связи с тем, что горизонтальный заземлитель выполняется из стали полосовой, значение  $\delta$  удваивается.

Расчетное значение  $S_{\text{кор}}$  составило 20,6 мм<sup>2</sup>, значение  $S_{\text{полн}}$ , для горизонтального заземлителя по результатам расчета, составляет 38,8 мм<sup>2</sup>.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата

Горизонтальные заземлители, а также заземляющие проводники выполняются из стали полосовой 40х5 мм, вертикальные заземлители выполняются из стали круглой диаметром 18 мм, длиной 5 м и 8 м, что соответствует указанным выше требованиям. Горизонтальные заземлители прокладываются на глубине 0,7 м и 1,0 м.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
								7
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата			

#### 2.4. Система заземления в помещениях здания ОПУ

МП аппаратура устанавливаемая по данному титулу будет размещена в помещениях здания ЗРУ 6 кВ, совмещенного с ОПУ.

Схема заземления в помещениях ОПУ удовлетворяет требованиям НТД с точки зрения ЭМС. Заземление аппаратуры устанавливаемой по данному титулу необходимо выполнить в соответствии с разделом 10 [35].

Ряды рамных конструкций оборудования (шкафов, панелей) соединяют между собой проводниками с шагом не более чем 2 м. Каждый ряд рамной конструкции присоединяют к магистралям заземления не менее, чем в 4-х местах. Экраны кабелей и параллельные заземленные проводники присоединяют к шинам заземления (корпусам) шкафов/панелей.

Внутреннее устройство заземления присоединяют к наружному контуру заземления не менее, чем в 4-х точках.

Металлосвязь между корпусами шкафов с устанавливаемой МП аппаратурой и закладными элементами, в случае отсутствия сварного соединения, должна обеспечиваться гибкими заземляющими проводниками, выполненными из меди и имеющими площадь поперечного сечения не менее 6 мм<sup>2</sup> (в соответствии с требованием п. 1.7.137 ПУЭ, 7-е издание). Электрический контакт указанных гибких заземляющих проводников с медными шинами заземления внутри шкафов и закладными элементами должен быть обеспечен при помощи болтовых соединений (выполненных в соответствии с требованиями ГОСТ 10434-82).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
										8
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 2.5. Молниезащита

В соответствии с требованиями [31] молниезащита токопроводов и аппаратов на ПС 110 кВ должна быть обеспечена молниеотводами с зоной защиты типа А (надежность 0,99).

Схема молниезащиты оборудования устанавливаемого по данному титулу приведена в графической части тома.

Импульсные помехи при ударах молнии в систему молниезащиты ПС не будут представлять опасности для устанавливаемого оборудования при одновременном выполнении следующих условий:

- соответствии уровня помехоустойчивости планируемой к установке на ПС МП аппаратуры 4-й и выше степени жесткости испытаний на устойчивость к воздействию микросекундных импульсных помех большой энергии (при значении импульса напряжения 4,0 кВ в соответствии с [17]);

- применению в качестве вторичных цепей МП аппаратуры экранированных кабелей с обязательным заземлением экранов этих кабелей с двух сторон (в этом случае, в соответствии с данными [34] коэффициент ослабления импульсного сигнала принимается равным 6).

Система молниезащиты, устанавливаемая по данному титулу удовлетворяет указанным выше требованиям.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
										9
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 2.6. Мероприятия по защите от импульсных помех

Для защиты планируемой к установке на ПС МП аппаратуры от импульсных разностей потенциалов при молниевых разрядах и при воздействии ВЧ составляющей тока КЗ, вторичные цепи данного оборудования (в соответствии с требованиями п.3.4.11 ПУЭ) и п.9.2.7 [34]) рекомендуется выполнить экранированными кабелями с обязательным заземлением экранов с двух сторон (в соответствии с требованием п. 8.6 [34]). При применении для аппаратуры экранирующих шкафов, заземление экранов кабелей необходимо произвести вне экранируемого объема (или на специально предназначенных для этого клеммных планках). На открытой территории ПС заземление экранов кабелей должно быть выполнено по кратчайшему пути на ближайший элемент ЗУ; при этом место заземления экранов должно быть защищено от влияния атмосферных осадков и от возможных механических повреждений. Заземление экранов кабелей должно быть обеспечено, по возможности, по всему периметру с помощью специальных металлических хомутов, пайки или сварки. Наглядные примеры заземления экранов кабелей приведены в приложении Е [34].

При прокладке экранирующих кабелей необходимо выполнение следующих условий:

- непрерывность экранов кабелей от передатчика сигнала до его приемника;
- отсутствие нарушений целостности экранов кабелей (отверстий, продольных разрезов и т.п.).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата				

## 2.7. Системы питания постоянным и переменным током

### Система питания МП аппаратуры переменным током

Система питания переменным током выполняется по схеме TN-C-S (в соответствии с требованием п. 12.5 [34]).

В случае размещения осветительных приборов системы освещения территории ПС на мачтах с молниеприемниками, при разрядах молнии в эти мачты, в сети собственных нужд существует вероятность возникновения импульсных помех, способных привести к возникновению сбоев или отказам в работе аппаратуры. Для защиты от таких помех на общие шины питания каждой из секций ЩСН рекомендуется установить комбинированные УЗИП 1-го и 2-го классов защиты для системы TN-C-S. Эти УЗИП необходимо заземлить по кратчайшему пути на ближайший элемент заземляющей сетки (системы заземления) помещения, в котором установлен ЩСН.

### Система питания МП аппаратуры постоянным током

Прокладку силовых кабелей от АБ до ЩПТ рекомендуется произвести по кратчайшему пути. При соблюдении этого условия защита системы питания устанавливаемой МП аппаратуры постоянным током от распространения высокочастотных и импульсных помех будет обеспечена.

Такое взаимное расположение элементов сети питания аппаратуры постоянным током является благоприятным с точки зрения обеспечения ЭМС МП аппаратуры в соответствии с п.11.7 [34].

В соответствии с требованиями раздела 11 [34], питание устанавливаемой МП аппаратуры рекомендуется осуществлять экранированным кабелем непосредственно от ЩПТ. Использование общих защитных коммутационных аппаратов для цепей питания устройств РЗА и цепей приводов включения/отключения высоковольтных выключателей и других силовых электроприемников недопустимо.

В случае использования неэкранированных кабелей питания рекомендуется предусмотреть установку УЗИП на входы питания устанавливаемой МП аппаратуры.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т							11
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 2.8. Магнитные поля в местах расположения МП аппаратуры

Уровни помехоустойчивости МП устройств, специально спроектированных для применения на электростанциях и подстанциях, согласно требованиям [23], должны соответствовать 5-му классу жесткости испытаний:

- 100 А/м – для непрерывных МППЧ [9];
- 1000 А/м – для кратковременных МППЧ [9];
- 1000 А/м – ИМП [10].

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата				



## 2.9. Оценка опасности коммутационных помех

Снижение уровня коммутационных помех до приемлемых значений будет достигнуто при выполнении рекомендаций указанных в п 2.6. Реальные уровни перенапряжений на ПС должны оцениваться при проведении работ по измерению коммутационных помех после завершения строительства ПС и постановки ее под рабочее напряжение и нагрузку.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата				

## 2.10. Электростатические разряды

В соответствии с положениями раздела 6 [23], планируемая к установке на ПС МП аппаратура должна быть испытана по 3-й степени жесткости испытаний (6 кВ для контактного разряда и 8 кВ для воздушного разряда) на устойчивость к воздействию электростатических разрядов.

В целях защиты планируемой к установке на объекте МП аппаратуры от воздействия электростатических потенциалов, в помещениях с устанавливаемым оборудованием здания ЗРУ 6 кВ, совмещенного с ОПУ, рекомендуется произвести монтаж специальных напольных покрытий (антистатического линолеума, наливного антистатического покрытия и т.п.).

В качестве дополнительной меры защиты от накопления электростатического потенциала со значением, опасным для микропроцессорной аппаратуры, а также предотвращения сбоев в работе оборудования, связанных с повышенной температурой в летнее время года, в помещениях с МП аппаратурой рекомендуется выполнить установку систем кондиционирования воздуха.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
										14
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

### 2.11. Защита от прочих источников помех

Для защиты планируемой к установке на ПС МП аппаратуры от электромагнитных воздействий, создаваемых радиосредствами, все переносные средства радиосвязи, которые планируется использовать на ПС, должны соответствовать по уровню помехоэмиссии требованиям [24].

Других источников помех на стадии проектной документации не выявлено.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
										15
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

### 3. Выводы и рекомендации по мероприятиям для обеспечения ЭМС устанавливаемых МП устройств.

Проектная документация по данному титулу соответствует современным требованиям для обеспечения ЭМС устанавливаемых МП устройств.

Дополнительно рекомендуется выполнить вторичные цепи МП аппаратуры в соответствии с разделом 3.4 ПУЭ 7 изд., а именно:

- не допускается применение жил одного контрольного кабеля для цепей разного назначения – цепи переменного напряжения от ТН, токовые цепи от ТТ, цепи оперативного постоянного тока, цепи оперативного переменного напряжения, цепи питания собственных нужд, цепи связи (диспетчерской, технологической) должны быть выполнены отдельными кабелями с выполнением всех требований раздела 3.4 ПУЭ;

- не допускается прокладка силовых и контрольных кабелей по одним и тем же кабельным каналам.

При проведении пусконаладочных работ необходимо провести итоговый контроль электромагнитной обстановки в соответствии с [42]. По результатам измерений и расчетов необходимо составить технический отчет по определению электромагнитной обстановки на энергообъекте, включая результаты измерений в виде протоколов, анализ результатов измерений и заключение о выполнении условий ЭМС для вторичного оборудования и систем связи по всем видам электромагнитных воздействий. При не соблюдении условий ЭМС должны быть разработаны и реализованы дополнительные технические решения по устранению выявленных дефектов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
										16
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

#### 4. Требования к размещаемой на ПС МП аппаратуре в части ЭМС

Планируемая к установке на ПС МП аппаратура, а также используемая для ее работы вспомогательная аппаратура, должна обладать уровнями помехоустойчивости не ниже указанных в Таблице 1.2

Таблица 1.2. Требуемые уровни помехоустойчивости защищаемой аппаратуры.

Вид испытательных воздействий	Степень жесткости испытаний/ испытательный уровень
Порт корпуса: ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93) непрерывное магнитное поле промышленной частоты	3 степень / 10 А/м
Порт корпуса: ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93) кратковременное магнитное поле промышленной частоты	4 степень / 300 А/м
Порт корпуса: ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93) импульсное магнитное поле	5 степень / 1000 А/м
Порт корпуса: ГОСТ Р 51317.4.3-99 (МЭК 61000-4-3-95) радиочастотное электромагнитное поле	3 степень / 10 В/м
Порт корпуса: ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95) электростатический контактный разряд	3 степень / 6кВ
Порт корпуса: ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95) электростатический воздушный разряд	3 степень /8кВ
Сигнальные порты: ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) микросекундные импульсные помехи большой энергии	4 степень / провод–земля: 4 кВ 3 степень / провод–провод: 2 кВ
Сигнальные порты: ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95) повторяющиеся колебательные затухающие помехи	3 степень / провод–земля: 2,5 кВ 3 степень / провод–провод: 1 кВ
Сигнальные порты: ГОСТ Р 51317.4.4-2007 (МЭК 61000-4-4-2004) наносекундные импульсные помехи	4 кВ
Сигнальные порты: ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98) напряжение промышленной частоты	4 степень / 30 В
Порт питания постоянного тока: ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-95) кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	3 степень / 10 В
Порт питания переменного тока: ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-95) кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	3 степень / 10 В
Порт питания переменного тока: ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11-2004) провалы напряжения электропитания	DU 30 % (1 период) DU 60 % (50 период) <sup>1)</sup>

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Взам. инв. №
						Подп. и дата

29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т

Порт питания переменного тока: ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11-2004) прерывания напряжения электропитания	$\Delta U$ 50 % (1 период) $\Delta U$ 100 % (50 период) <sup>1)</sup>
Порт питания постоянного тока: ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99) пульсации напряжения	3 степень / 10 % $U_n$

<sup>1)</sup> Применяют только для портов электропитания, непосредственно подключенных к низковольтным системам электроснабжения общего назначения.

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

						29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
							18
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		



15. ГОСТ Р 51317.4.3-99 (МЭК 61000-4-3-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний.

16. ГОСТ Р 51317.4.4-2007 (МЭК 61000-4-4-2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний.

17. ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии.

18. ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний.

19. ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11-2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.

20. ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебательным затухающим помехам. Требования и методы испытаний.

21. ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц. Требования и методы испытаний.

22. ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к пульсациям напряжения электропитания постоянного тока. Требования и методы испытаний.

23. ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5-2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний.

24. ГОСТ Р 51317.6.4-99 (МЭК 61000-6-4-97) Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в промышленных зонах. Нормы и методы испытаний.

25. Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР.- 6-е изд. переработанное и дополненное – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.

26. Правила устройства электроустановок. 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.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.						
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата

							29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
								20



27. РД 34.35.310-97 Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. М.: РАО «ЕЭС России», 1997.

28. РД 153-34.0-20.525-00 Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок М. СПО ОРГЭС, 2000.

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

30. 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.

31. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.

32. Стандарт МЭК 62305 «Молниезащита» (International Standard IEC 62305 Protection Against Lightning).

33. СТО 56947007-29.240.043-2010 Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов.

34. СТО 56947007-29.240.044-2010 Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства.

35. СТО 56947007-29.130.15.114-2012 Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ.

36. Методические указания по применению ограничителей в сетях 110-750 кВ, Москва: ОАО «Институт «Энергосетьпроект»», 2000 г.

37. ГОСТ 1516.3-96 Электрооборудование переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции.

38. СТО 56947007-29.130.10.025-2009 Ограничители перенапряжений нелинейные класса напряжения 220 кВ. Типовые технические требования.

39. СТО 56947007-29.240.01.221-2016 Руководство по защите электрических сетей напряжением 110-750 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений.

40. МУ 34-70-163-87 (СО 153-34.20.517) «Методические указания по предотвращению феррорезонанса в распределительных устройствах 110-500 кВ с электромагнитными трансформаторами напряжения и выключателями, содержащими емкостные делители напряжения».

41. СТО 56947007-29.120.50.076-2011 Типовые технические требования к ограничителям перенапряжения классов напряжения 6-750 кВ.

42. СТО 56947007-29.130.15.105-2011 Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т	Лист
										21
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата					

Таблица регистрации изменений

Изм.	Номера листов(страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подп.	Дата
	Изменённых	Заменённых	Новых	Аннулированных				

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата

29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т

## Ведомость документов графической части






Обозначение	Наименование	Примечание
29-2022/ПР-8701-ЭМС, лист 1	Схема заземляющего устройства и молниезащиты ПС	
29-2022/ПР-8701-ЭМС, лист 2	3D-модель заземляющего устройства и молниезащиты ПС	

Согласовано

Взам. инв. №

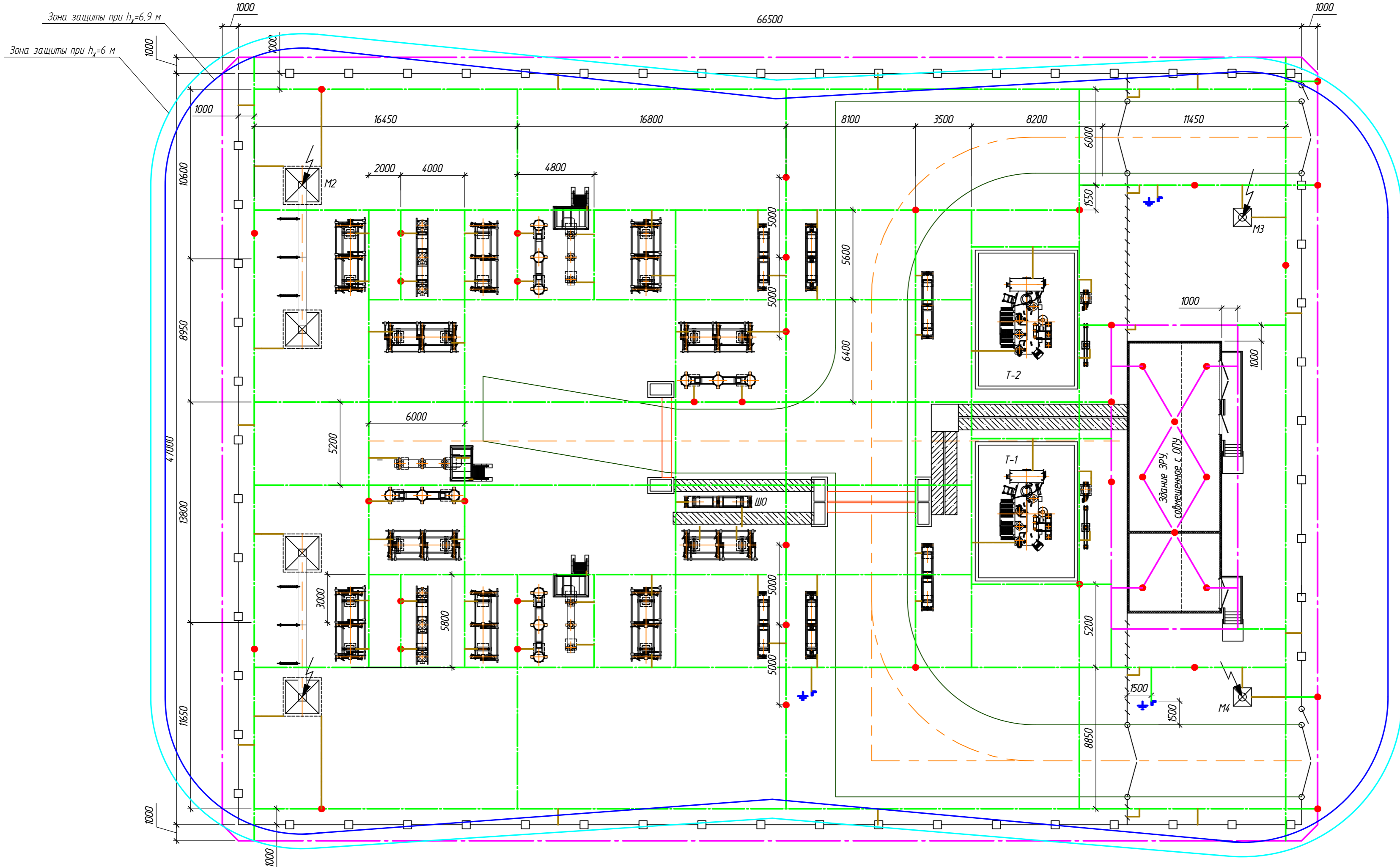
Подп. и дата

Инв. № подл.

29-2022/ПР-8701-ЭМС.Т					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
		Разработал	Орлова		05.23
		Проверил	Муханов		05.23
		Н.контр.	Ушаков		05.23
		ГИП	Погодина		05.23
Ведомость документов графической части					
		Стадия	Лист	Листов	
		П	1	1	
		 ООО «ТСН-Электро»			

План  
(1:200)

66500



Условные обозначения

- горизонтальный заземлитель на глубине 0,7 м
- горизонтальный заземлитель на глубине 1,0 м
- заземляющий проводник
- вертикальный заземлитель
- места заземления пожарной техники
- молниеотвод

Согласовано

Взам. инв. N

Лист и дата

Инв. N подл.

29-2022/ПР-8701-ЭМС

Строительство ПС 110/6 кВ для электроснабжения карьера  
Печегудский

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Орлова				05.23
Проверил	Муханов				05.23
Н. контроль	Ушаков				05.23
ГИП	Погодина				05.23

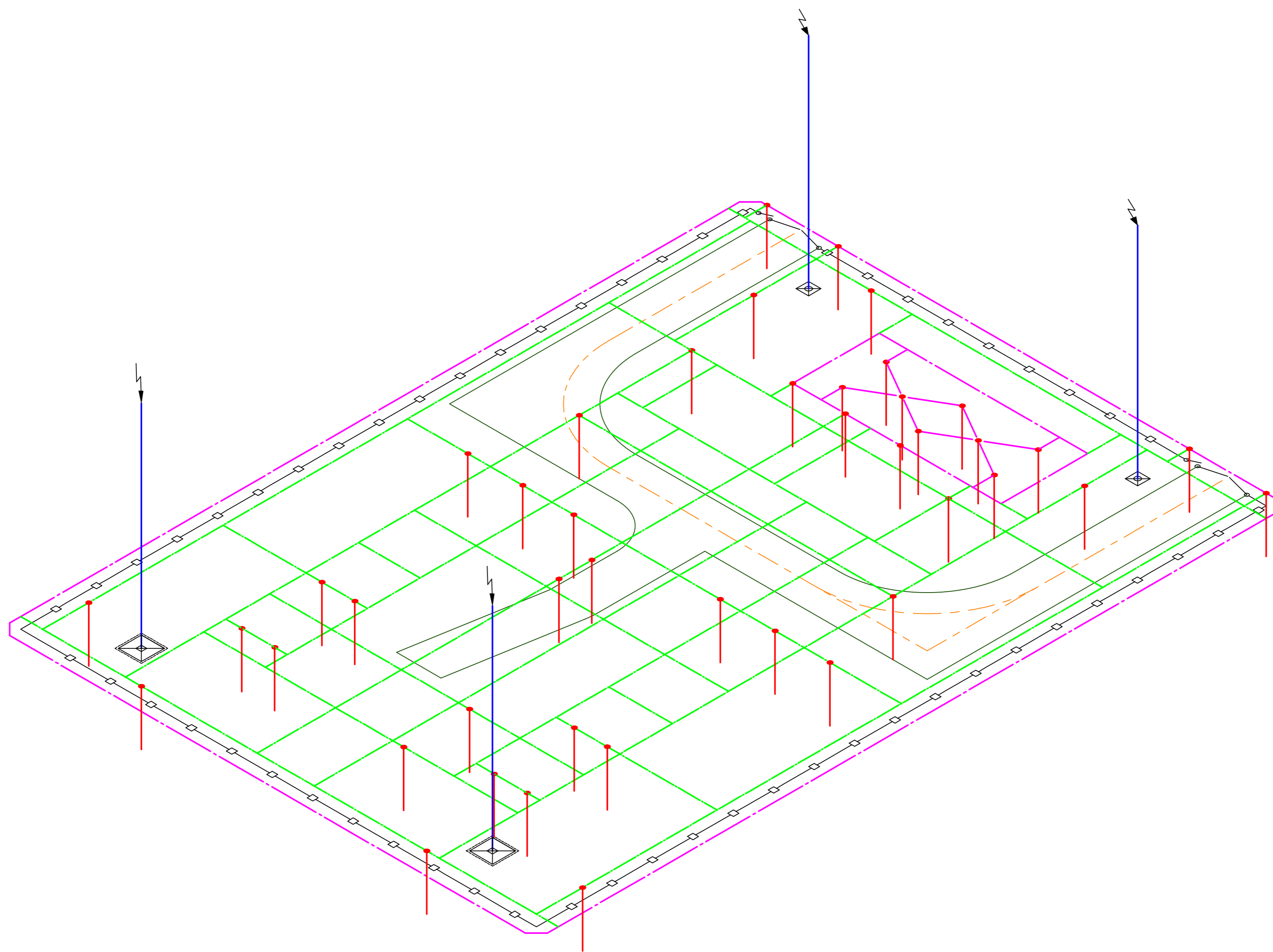
Раздел 6 «Технологические решения»  
Часть 6 «Электромагнитная совместимость»

Стадия	Лист	Листов
П	1	

Схема заземляющего устройства и  
молниезащиты ПС

ООО "ТЭН-Электро"  
г. Нижний Новгород

Формат А2



Условные обозначения

- — — — — - горизонтальный заземлитель на глубине 0,7 м
- — — — — - горизонтальный заземлитель на глубине 1,0 м
- - вертикальный заземлитель
- молниеотвод

					29-2022/ПР-8701-ЭМС				
					Строительство ПС 110/6 кВ для электроснабжения карьера Печегубский				
Изм.	Колуч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Раздел 6 «Технологические решения» Часть 6 «Электромагнитная совместимость»	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Орлова				05.23		П	2	
Проверил	Муханов				05.23	3D-модель заземляющего устройства и молниезащиты ПС	ООО "ТСН-Электро" г. Нижний Новгород		
Н. контроль	Ушаков				05.23				
ГИП	Погодина				05.23				

Согласовано	
Взам. инв. N	
Подп. и дата	
Инв. N подл.	