

Свидетельство № 0423-2017-7842342777-06 от 17.02.2017 г.

**«Реконструкция с заменой трансформаторов
ПС 110/10/6 кВ № 711 «Тополь»**

Заказчик: Северные электрические сети –
филиал ПАО «МОЭСК»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Подраздел 5.1.5 ЭМС

Часть 7. Электромагнитная совместимость

(Разработчик ООО «Финпром-Инжиниринг»)

ФПИ-116/03/16-ИОС1.7

Том 5.1.7

Свидетельство № 0423-2017-7842342777-06 от 17.02.2017 г.

**«Реконструкция с заменой трансформаторов
ПС 110/10/6 кВ № 711 «Тополь»**Заказчик: Северные электрические сети –
филиал ПАО «МОЭСК»**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ****Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, сетях инженерно-
технологического обеспечения, перечень инженерно-технических
мероприятий, содержание технологических решений****Подраздел 5.1.5 ЭМС****Часть 7. Электромагнитная совместимость****(Разработчик ООО «Финпром-Инжиниринг»)****ФПИ-116/03/16-ИОС1.7****Том 5.1.7**

Главный инженер проекта

Заместитель генерального
директора по проектированию

Б.С. Соболев

А.С. Клименко

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2017

Согласовано

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл



Электроэнергетика Защита От Помех

115201, Москва, Каширское ш. д. 22 кор. 3
тел. (495) 727-08-36
ezop@ezop.ru

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Определение электромагнитной обстановки, разработка рекомендаций по обеспечению ЭМС новой аппаратуры, устанавливаемой на ПС «Тополь»

Директор ООО «ЭЗОП»

Д. А. Кунгуров

Москва

2016

Исполнители:

Главный инженер ООО «ЭЗОП»

Валиуллин Р.Р.

Инженер ООО «ЭЗОП»

Безукладникова М.В.

Содержание

1	Существо проблемы и цель работы.....	5
2	Техническое задание.....	5
3	Краткие сведения об объекте.....	8
3.1	Общие сведения.....	8
3.2	Организация электроснабжения постоянным током.....	9
3.3	Организация электроснабжения переменным током	9
3.1	Вторичные цепи.....	10
3.2	МП аппаратура в здании ОПУ, ЗРУ 10 кВ и ЗРУ 6 кВ	11
3.3	Принимаемые параметры токов КЗ.....	12
3.4	Данные по помехоустойчивости МП аппаратуры. Электрическая прочность изоляции. Параметры помехоустойчивости, принимаемые в данном отчёте.....	13
3.5	Допустимые значения напряжения шага и напряжения прикосновения на объекте.....	13
4	Анализ ЭМО на ПС. Расчёты. Рекомендации по обеспечению ЭМС.....	15
4.1	Анализ существующей ЭМО на ПС.....	15
4.2	Анализ компоновки ПС и других факторов, влияющих на ЭМО на объекте.....	15
4.3	Устройство заземления и систем уравнивания потенциалов.....	16
4.3.1	Сечение заземлителей.....	16
4.3.2	Схема ЗУ	16
4.3.3	Заземляющие проводники	16
4.3.4	Прокладка ШУП	17
4.3.5	Заземление МП аппаратуры	17
4.3.6	Сопrotивление ЗУ ПС и максимальный потенциал на ЗУ ПС	17
4.3.7	Мероприятия по электробезопасности.....	18
4.4	Организация трасс прокладки вторичных цепей.....	18
4.5	Расчётная модель	18
4.6	Определение опасности коротких замыканий	20
4.6.2	Оценка ВЧ помех при КЗ.....	20
4.7	Система молниезащиты объекта. Оценка опасности для МП аппаратуры и вторичных цепей со стороны молниевых разрядов в элементы СМЗ.....	21
4.7.1	Анализ схемы СМЗ, рекомендации по корректировке схемы СМЗ.....	21
4.7.2	Анализ системы молниезащиты по условиям воздействия на МП аппаратуру	22
4.7.3	Определение импульсных помех и перенапряжений во вторичных цепях при молниевом разряде.....	22
4.7.4	Рекомендации по защите вторичных цепей от импульсных перенапряжений	23
4.8	Оценка уровня магнитных полей	24
4.8.1	Определение уровня магнитных полей в нормальном режиме работы объекта	24
4.8.2	Определение уровня магнитных полей при замыканиях	25
4.8.3	Определение магнитных полей при молниевых разрядах	25
4.8.4	Оценка уровня электромагнитных полей радиочастотного диапазона в нормальном режиме работы объекта.....	26
4.8.5	Защита МП аппаратуры от магнитных полей	26
4.9	Рекомендации по организации электроснабжения МП аппаратуры	26
4.9.1	Электроснабжение МП аппаратуры переменным током	26
4.9.2	Электроснабжение МП аппаратуры постоянным током	26
4.10	Сводка рекомендаций по обеспечению ЭМС МП аппаратуры.....	27
4.11	Дополнительные рекомендации по обеспечению ЭМС МП аппаратуры	27
5	Список используемой литературы	29
6	Протоколы расчётов ЭМО на ПС	32
7	Уровни помехоустойчивости МП аппаратуры. Требования НТД к уровням помехоустойчивости.....	51
7.1	Данные по аппаратуре, предоставленные Заказчиком.....	51
7.2	Требования НТД к помехоустойчивости МП аппаратуры и электрической прочности изоляции портов.....	72
8	Лицензии, свидетельства, сертификаты.....	76
9	Схемы, осциллограммы и графики, полученные в ходе выполнения определения ЭМО.....	83
9.1	Карты магнитных полей, полученные в ходе определения ЭМО.....	83
9.2	Схемы	85

Используемые термины и сокращения

АБ – аккумуляторная батарея
АСУ – автоматизированная система управления
ВЛ – воздушная линия
ВЧ – высокочастотный
ГЩУ – главный щит управления
ЗРУ – закрытое распределительное устройство
ЗУ – заземляющее устройство
ИБП – источник бесперебойного питания
ИМП – импульсное магнитное поле
КЗ – короткое замыкание
КРУ – комплектное распределительное устройство
МИП – микросекундная импульсная помеха
МП – микропроцессорный
МППЧ – магнитное поле промышленной частоты
МЭК – Международная электротехническая комиссия
НИП – наносекундная импульсная помеха
НТД – нормативно-техническая документация
ОПН – ограничитель перенапряжений
ОПУ – обще-подстанционный пункт управления
ОРУ – открытое распределительное устройство
ОТ – оперативный ток
ПС – подстанция
ПУЭ – Правила устройства электроустановок
РЗА – релейная защита и автоматика
СН – собственные нужды
ССН – система (сеть) собственных нужд
СОПТ – система оперативного постоянного тока
ТН – трансформатор напряжения
ТТ – трансформатор тока
УЗИП – устройство защиты от импульсных перенапряжений
ШУП – шина уравнивания потенциалов
ЩПТ – щит постоянного тока
ЩСН – щит собственных нужд
ЭМО – электромагнитная обстановка
ЭМП – электромагнитное поле
ЭМС – электромагнитная совместимость

1 Существо проблемы и цель работы

Внедрение современной микропроцессорной (МП) аппаратуры в электроэнергетике позволяет достигать лучших технических и экономических показателей за счет высокой функциональности таких устройств, простоты и гибкости настройки систем РЗА, АСУ ТП, АСКУЭ и связи. При внедрении МП аппаратуры следует, однако, учитывать, что энергообъекты являются источниками сильных электромагнитных полей и помех. Чувствительность МП устройств к помехам обычно выше, чем у традиционных электромеханических устройств РЗА. Поэтому для обеспечения нормальной работы МП устройств, перед их размещением на станциях и подстанциях, нормативной документацией (см., например, СТО-56947007-29.240.044-2010, СТО-56947007-29.240.043-2010) предписывается проводить оценку реальной электромагнитной обстановки (ЭМО) на предмет ее соответствия требованиям, предъявляемым к местам размещения такой аппаратуры. Обследования, проведенные фирмой «ЭЗОП» на ряде объектов (более 500) показали следующее: если требования ЭМС не учтены должным образом при проектировании, то уровни помех на объекте могут существенно превосходить уровни помехоустойчивости МП аппаратуры, испытанной в полном соответствии с Российскими стандартами и нормами МЭК. Это подтверждается результатами расследования аварий на существующих объектах.

Таким образом, при размещении МП аппаратуры как на существующих, так и на новых объектах возникает необходимость в проведении дополнительных работ, направленных на обеспечение ЭМС. Такие работы включают в себя: определение электромагнитной обстановки (расчетными и экспериментальными методами), разработку мероприятий по обеспечению ЭМС МП аппаратуры, реализацию разработанных мероприятий и итоговый контроль.

На ПС «Тополь» планируется реконструкция, включающая реконструкцию ОРУ-110кВ, ЗРУ 10кВ, ЗРУ 6 кВ, замену силовых трансформаторов и установку новой МП аппаратуры.

Цель работы

Целью работы является экспериментально-расчётное определение электромагнитной обстановки (ЭМО) на ПС «Тополь» по условиям обеспечения электромагнитной совместимости новой МП аппаратуры на этапе разработки проектной документации.

2 Техническое задание

Для обеспечения ЭМС МП аппаратуры целесообразно выполнить следующие работы:

1. Разработка принципиальных программ оценки ЭМО.
2. Сбор доступной информации по зафиксированным в процессе эксплуатации объектов нарушениям в работе вторичного оборудования. Выполняется путем опроса персонала. Выявление возможных проблем, связанных с ЭМС.
3. Измерение удельного сопротивления грунта методом ВЭЗ.
4. Измерение сопротивления растеканию ЗУ ПС.
5. Определение качества электрической связи с ЗУ объекта заземляющих 100% спусков аппаратов и конструкций
6. Оценка реальной схемы заземляющего устройства с помощью трассопоисковой системы.
7. Оценка коррозионного состояния элементов существующего ЗУ объекта.
8. Оценка разностей потенциалов, которые будут приложены к изоляции вторичных кабелей и (или) входам аппаратуры при внутренних и внешних КЗ в высоковольтной сети. Проводится по принципу имитационного моделирования (СО 34.35.311-2004). Схемы моделирования определяются в процессе выполнения п. 1.

9. Оценка доли тока, растекающейся по экранам и оболочкам вторичных кабелей в случае внутренних и внешних КЗ.
10. Определение надежности защиты реконструируемой части объекта от прямого удара молнии.
11. Мониторинг качества питания аппаратуры постоянным и переменным током.
12. Измерение напряженности магнитных полей в местах расположения аппаратуры в нормальном режиме работы объекта.
13. Оценка уровня напряженности электромагнитных полей радиочастотного диапазона от внешних источников.
14. Измерение электростатических потенциалов в помещениях с устанавливаемой МП аппаратурой.
15. Анализ полученных результатов. Выявление факторов, представляющих опасность для аппаратуры и вторичных кабелей.
16. Разработка мероприятий по восстановлению металlosвязей аппаратов и конструкций с ЗУ ПС.
17. Разработка на базе варианта Заказчика схемы заземляющего устройства нового силового оборудования, оптимизированной по условиям ЭМС. Схема разрабатывается с максимальным уровнем детализации, включая привязку к первичному оборудованию и поэтажные планы организации заземления в зданиях.
18. Разработка на базе варианта Заказчика схемы прокладки вторичных цепей, оптимизированной по условиям ЭМС и увязанной с разработанными схемами заземления и молниезащиты
19. Разработка рекомендаций по способам прокладки вторичных цепей, их экранированию и способам заземления экранов (с учетом термической стойкости).
20. Составление расчетных схем.
21. Расчетное определение электромагнитной обстановки для достраиваемой части объекта, включая:
 - Расчет разностей потенциалов, приложенных к изоляции вторичных цепей при КЗ в сетях выше 1 кВ.
 - Оценка величин напряжения шага и напряжения прикосновения в местах установки нового силового оборудования.
 - Расчет термической нагрузки на экраны кабелей до 1000В при КЗ в высоковольтной сети.
 - Расчет импульсных помех и перенапряжений, воздействующих на вторичное оборудование при молниевых разрядах на молниеотводы объекта.
 - Оценка импульсных помех и перенапряжений, воздействующих на вторичное оборудование при протекании ВЧ-токов при КЗ и коммутационных операциях.
 - Расчет магнитных полей промышленной частоты в местах размещения МП аппаратуры.
 - Расчет импульсных магнитных полей в местах размещения МП аппаратуры – при ударе молнии в ближайшие молниеотводы.

- Оценка опасности воздействия на вторичное оборудование электромагнитных полей радиочастотного диапазона.

- Оценка экранирующего эффекта, обеспечиваемого металлоконструкциями зданий и аппаратными шкафами.

- Оценка опасности воздействия на МП аппаратуру электростатических разрядов

22. Разработка рекомендаций по организации питания и заземления размещаемой аппаратуры.

23. Разработка рекомендаций по экранированию новой аппаратуры (при необходимости).

24. Разработка рекомендаций по защите от воздействия на новую аппаратуру электростатических разрядов.

25. Оценка других факторов, способных оказать воздействие на аппаратуру и выявленных в процессе выполнения работы.

26. Анализ представленных данных по помехоустойчивости планируемой к применению аппаратуры. Выявление факторов, представляющих опасность для вторичного оборудования.

27. Подготовка технического отчета по результатам работы и согласование с Заказчиком.

3 Краткие сведения об объекте

3.1 Общие сведения

Действующая ПС 110/10/6 кВ №711 «Тополь» ПАО «МОЭСК» - филиала Северные электрические сети расположена по адресу: Московская область, г. Мытищи, ул. Силикатная, д. 8. ПС предназначена для электроснабжения производственных и бытовых потребителей г. Мытищи.

Измерения на объекте проводились в апреле 2016 г.

Грозовая активность в районе расположения ПС составляет 40 часов в году.

При выполнении работ использовались следующие документы:

1. «Реконструкция с заменой трансформаторов ПС 110/10/6 кВ № 711 «Тополь» Проектная документация, Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, сетях инженерно-технологического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений, Подраздел 5.1. Система электроснабжения, Часть 1. Электротехнические решения. (Разработчик ООО «Финпром-Инжиниринг») ФПИ-109/08/15-ИОС1.1, Том 4.1.1

2. «Реконструкция с заменой трансформаторов ПС 110/10/6 кВ № 711 «Тополь» Проектная документация, Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, сетях инженерно-технологического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержания технологических решений, Подраздел 5.1 Система электроснабжения, Часть 2. Релейная защита и автоматика. (Разработчик ООО «Финпром-Инжиниринг») ФПИ-109/08/15-ИОС1.2, Том 4.1.2

В рамках данного титула планируется: установка новых ЭА 110 кВ (разъединителей, трансформаторов тока, трансформаторов напряжения, ОПН, заземлителей); силовых трансформаторов мощностью 2х65 МВА, оснащенных РПН; двух секций КРУ 10 кВ в существующем здании ЗРУ 6 кВ, реконструкция ячеек КРУ 6 и 10 кВ; установка новой МП аппаратуры.

План-схема рассматриваемого объекта представлена на Рис. 3-1.

Принимаемые параметры грунта в зимний период: ρ верхнего слоя – 312 Ом*м, ρ нижнего слоя – 58 Ом*м, толщина верхнего слоя – 1,5 м; в летний период ρ верхнего слоя – 104 Ом*м, ρ нижнего слоя – 58 Ом*м, толщина верхнего слоя – 1,4 м. (см. Протокол 1).

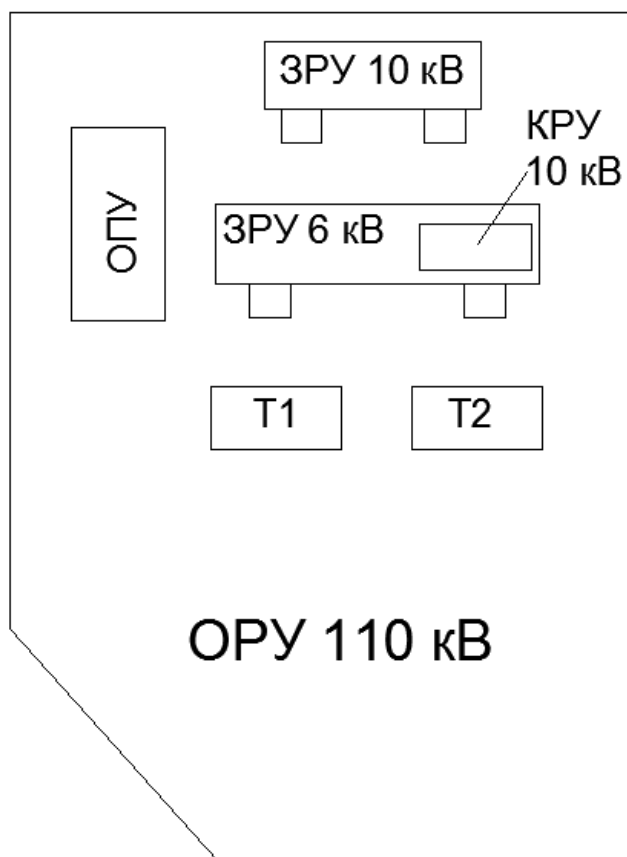


Рис. 3-1. План-схема объекта

3.2 Организация электроснабжения постоянным током

Электроснабжение новой МП аппаратуры планируется осуществлять от существующей системы электроснабжения постоянным током. Ниже представлено описание существующей схемы электроснабжения объекта постоянным током.

Таблица 3.1– Электроснабжение постоянным током

№ СОПТ	Название	Кол-во и расположение батарей	Расположение ЩПТ	~Расстояние от ЩПТ до АБ, м	Основные потребители	Примечание
1	Основная СОПТ ПС	1 батарея в помещении аккумуляторной здания ОПУ	Панели ЩПТ в ОПУ	<10	РЗ, АСУ ТП, аварийное освещение, сигнализация	-

3.3 Организация электроснабжения переменным током

Электроснабжение новой МП аппаратуры планируется осуществлять от существующей системы электроснабжения переменным током. Ниже представлено описание существующей схемы электроснабжения объекта переменным током.

Таблица 3.2. Данные по организации электроснабжения переменным током рассматриваемой МП аппаратуры.

№ССН	Название	Питание от: (указать название и место расположения)	Расположение главного ЩСН	~Расстояние от источника до ЩСН , м	Схема электроснабжения, место заземления нейтрали	Основные потребители	Примечание
1	Основная ССН ПС	ТСН 1 и 2 в ОПУ рядом с ЩПТ	В здании ОПУ	<15	TN-S, нейтраль заземлена только на ЩСН	Вся территория объекта	-

3.1 Вторичные цепи

Согласно требованиям, действующей НТД [20] (п. 9.2.7), все вторичные цепи, подключаемые к МП аппаратуре, в том числе цепи питания постоянным и переменным током, включая силовые цепи приводов выключателей и разъединителей, необходимо выполнить экранированным или бронированным кабелем.

Ниже (см. Таблица 3.3) приведён список вторичных цепей, рассматриваемых в настоящем отчёте.

Таблица 3.3. Вторичные цепи, рассматриваемые в настоящем

№ групп цепей	Название	Используемые кабельные конструкции: (новые/ существующие, тип)	Новым/ существующим кабелем	Экранирование	Примечание
1	ЭА ОРУ110 кВ – ОПУ	Существующие/новые магистральные лотки на ОРУ 110	Новый	экранированный кабель	-
2	Цепи питания переменным током	Существующие/новые магистральные лотки	Новый	экранированный кабель	-
3	Цепи питания постоянным током	Существующие/новые магистральные лотки	Новый	экранированный кабель	-
4	Межмашинный обмен (внутри зданий)	Существующие/новые магистральные лотки	Новый	экранированный кабель	-
5	ЭА 6 кВ – ОПУ	Существующие/новые магистральные лотки	Новый	экранированный кабель	-
6	ЭА 10 кВ – ОПУ	Существующие/новые магистральные лотки	Новый	экранированный кабель	-

Ниже представлены принимаемые в отчете параметры вторичных цепей (Таблица 3.4):

Таблица 3.4. Параметры вторичных цепей

Группы цепей	прочность изоляции		Допустимый нагрев, °С (ПУЭ-7 п. 1.4.16)
	На промышленной частоте, кВ (согласно [20])	Импульсная, кВ (ГОСТ Р 50571-4-44-2011)	
1-6	2	6	150

3.2 МП аппаратура в зданиях ОПУ, ЗРУ 10 кВ и ЗРУ 6 кВ

Здания ОПУ, ЗРУ 10 кВ и ЗРУ 6 кВ представляют собой одноэтажные кирпичные здания, где планируется установка новой МП-аппаратуры, обеспечение ЭМС которой предусматривается настоящим титулом.

Таблица 3-5. МП аппаратура, планируемая к размещению в помещениях зданий ОПУ, ЗРУ 10 кВ и ЗРУ 6 кВ, обеспечение ЭМС, которой предусматривается настоящим титулом.

Аппаратура	Подключены проводные цепи от:	Способ установки	Питание	Экранирование	Примечание
ОПУ					
Шкаф серверов (IEC DA-820, IEC DAS MX240 E6R4, MOXA PT-7728, KVM ATEN CL5708, TOPAZ PTS 100, TOPAZ ASR, TOPAZ DAS MX240 E2R8, TOPAZ MTU3)	(3) / (2), (4)	В шкафах	ТСН или ЦПТ	-	-
Модуль сбора дискретных сигналов DIN32C-xx-Pr	(3), (4), (1)	В шкафах	ЦПТ	-	-
Измерительный модуль TOPAZ TM PM7-PR	(3), (4), (1)	В шкафах	ЦПТ	-	-
Сетевой коммутатор EDS-516A	(3), (4)	В шкафах	ЦПТ	-	-
«Релематика» TOP 300 ДФЗ 516	(1), (3), (4)	В шкафах	ЦПТ	-	-
«Релематика» TOP 300 PAC-502	(1), (3), (4)	В шкафах	ЦПТ	-	-
«Релематика» TOP 300 ДЗТ PAC-507	(1), (3), (4)	В шкафах	ЦПТ	-	-
приемопередатчик АВАНТ РЗСК	(1), (3), (4)	В шкафах	ЦПТ	-	-
«Релематика» TOP 300 ДЗТ	(1), (3), (4), (5/6)	В шкафах	ЦПТ	-	-
«Релематика» TOP 100 ОМП	(1), (3), (4)	В шкафах	ЦПТ	-	-
Устройство УСЗ-3М производства ЗАО «ЧЭАЗ», г. Чебоксары	(3), (4), (6)	В шкафах	ЦПТ	-	-
Устройство оптической (дуговой) защиты "ОВОД".	(3), (4), (6)	В шкафах	ЦПТ	-	-
Микроконтроллерные регуляторы МИРК-5 ООО «МИКРО-Инжиниринг»	(3), (4), (6)	В шкафах	ЦПТ	-	-
«Релематика» TOP 300 PAC 502	(3), (4), (1/5/6)	В шкафах	ЦПТ	-	-
ЗРУ 10 кВ и КРУ-10кВ					
Модуль питания TOPAZ PSC	(2) / (3), (4)	В релейных отсеках и шкафах	ТСН или ЦПТ	-	-
Контроллер присоединения TOPAZ IEC DAS E2R4	(4)	В релейных отсеках и шкафах	ЦПТ	-	-
Сетевой коммутатор EDS-308A	(3), (4)	В релейных отсеках и	ЦПТ	-	-

		шкафах			
Модуль управления ячейкой TOPAZ MTU3	(3), (4), (6)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
Измерительный модуль TOPAZ TM PM7-PR	(3), (4)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
«Релематика» TOP 200-B-73	(3), (4), (6)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
«Релематика» TOP 200-Л	(3), (4), (6)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
«Релематика» TOP 200-СВ	(3), (4), (6)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
ЗРУ 6 кВ					
Модуль питания TOPAZ PSC	(2) / (3), (4)	В релейных отсеках и шкафах	ТСН или ЩПТ	-	-
Контроллер присоединения TOPAZ IEC DAS E2R4	(4)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
Сетевой коммутатор EDS-308A	(3), (4)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
Модуль управления ячейкой TOPAZ MTU3	(3), (4), (6)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
Измерительный модуль TOPAZ TM PM7-PR	(3), (4), (6)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
«Релематика» TOP 200-B-73	(3), (4), (6)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
«Релематика» TOP 200-Л	(3), (4), (6)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-
«Релематика» TOP 200-СВ	(3), (4), (6)	В релейных отсеках и шкафах	ЩПТ	-	-

3.3 Принимаемые параметры токов КЗ

Ниже (Таблица 3.6) приведена информация по принятым в данном отчете параметрам КЗ в сетях с заземленной нейтралью. В качестве исходных данных использовались значения токов КЗ, представленные Заказчиком.

Таблица 3.6. Параметры токов КЗ в сетях с заземленной нейтралью

U, кВ	Ток КЗ, кА (с учетом перспектив развития)		Токи в нейтральных трансформаторов, кА	Параметры ВЧ-составляющей тока КЗ (см. [20], [26])		Время отключения КЗ, с (основная защита/с учетом УРОВ)
	Трех-фазного	Одно-фазного		Ток, кА	Частота, кГц	
110	29,129	27,655	0/0	1.2	1000	0,01/0,5

Таблица 3.7 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 3.7. Параметры токов замыканий в сетях с изолированной нейтралью

Напряжение, кВ	Ток КЗ, кА (с учетом перспектив развития)		Отключение однофазных замыканий	Время отключения КЗ, с (основная/резервная защита)
	Трехфазного	Двухфазного		
10 кВ, до реакторов	14,85	12,86*	Не предусмотрено	0,5/1,0
10 кВ, после реакторов	11,15	9,65*	Не предусмотрено	0,5/1,0
10 кВ, одна точка до реактора, вторая - после	-	11,02*	Не предусмотрено	0,5/1,0
6 кВ	9,09	7,87*	Не предусмотрено	0,5/1,0
*значение получено расчётом				

3.4 Данные по помехоустойчивости МП аппаратуры. Электрическая прочность изоляции. Параметры помехоустойчивости, принимаемые в данном отчёте

МП аппаратура, предназначенная для применения на электрических станциях и подстанциях должна удовлетворять требованиям ГОСТ Р 51317-6.5-2006 и [20].

Электрическая прочность изоляции интерфейсных компонентов по входам цепей с территории распределительных устройств должна быть не ниже принимаемой для изоляции прочего вторичного оборудования (см. Разд. 3.1).

В Разд. 7.1 приведены данные по помехоустойчивости рассматриваемой МП аппаратуры. Для некоторой МП аппаратуры данные по помехоустойчивости отсутствуют, поэтому принимается, что данная МП аппаратура соответствует общим требованиям для аппаратуры (см. Разд. 7.2), применяемой на электрических станциях и подстанциях и удовлетворяет ГОСТ 51317-6.5-2006.

Перечень общих требований к МП аппаратуре, применяемой на электрических станциях и подстанциях, приведен в Разд. 7.2.

3.5 Допустимые значения напряжения шага и напряжения прикосновения на объекте

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

Таблица 3-8. Предельно допустимые значения напряжения прикосновения при аварийном режиме производственных электроустановок с частотой тока 50 Гц, напряжением выше 1000 В с заземлённой нейтралью.

Продолжительность воздействия t, с	Предельно допустимое значение напряжения прикосновения U, 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 3-9. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения при аварийном режиме производственных электроустановок с частотой тока 50 Гц, напряжением выше 1000 В с изолированной нейтралью.

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

Исходя из принятого времени отключения КЗ по каждому РУ (см. Разд. 3.3), принимаются следующие предельно допустимые напряжения шага и прикосновения при КЗ:

Таблица 3-10. Принятые допустимые значения напряжения шага и прикосновения при замыканиях в сетях выше 1 кВ.

Вид КЗ	Однофазное, 110 кВ	Двойное разнесенное, 10 кВ	Двойное разнесенное, 6 кВ
Допустимое напряжение прикосновения на рабочих местах, В	200	60	60
Допустимое напряжение шага/ прикосновения на остальной территории ПС, В	500	105	105

4 Анализ ЭМО на ПС. Расчёты. Рекомендации по обеспечению ЭМС

4.1 Анализ существующей ЭМО на ПС

По результатам обследования ПС «Тополь» можно сделать следующие выводы:

1. Сопротивление растекания существующего ЗУ с учётом естественных заземлителей составляет 0,21 Ом, что не превышает предельно допустимого значения 0,5 Ом согласно ПУЭ-7, п. 1.7.90 (см. Протокол 2).
2. Сечение существующих горизонтальных заземлителей удовлетворяет требованиям НТД (ПУЭ-7 п.1.7.111-п.1.7.112), нагрев не превышает 400°C. Выявлены заземляющие проводники, сечение которых не удовлетворяет требованиям НТД (ПУЭ-7 п.1.7.113-п.1.7.114), нагрев превышает 400°C (см. Протокол 3).
3. Схема ЗУ ПС (по результатам трассировки, см. Рис. 9-3) не вполне соответствует требованиям НТД:
 - в местах заземления нейтралей трансформаторов не выполнена сетка заземления с шагом 6 м (ПУЭ-7 п.1.7.90);
 - расстояние от спусков заземляющих проводников ЭА до магистральных заземлителей превышает максимально допустимое - 1,5 м (п. 8.2.4 [25])
4. Результаты замеров металлосвязей показали, что все ЭА имеют удовлетворительную металлосвязь с ЗУ ПС (см. Протокол 4). Ограждение имеет обособленное заземление.
5. Разности потенциалов на промышленной частоте при КЗ в сетях выше 1 кВ не превышают допустимые нормы воздействия для МП аппаратуры (см. Протокол 7).
6. Мониторинг качества питания оперативным постоянным током не выявил проблем, представляющих опасность для рассматриваемой МП аппаратуры. (см. Протокол 14).
7. Электростатические разряды в здании ОПУ не представляет опасность для устанавливаемой МП аппаратуры (см. Протокол 16).

4.2 Анализ новой компоновки ПС и других факторов, влияющих на ЭМО на объекте

Основные особенности компоновки, места расположения МП аппаратуры, устанавливаемой по настоящему проекту на ПС 110 кВ «Тополь», и других факторов, влияющие на ЭМО, следующие:

- Высокие значения токов КЗ позволяют ожидать, в случае КЗ, возникновения разностей потенциалов, представляющих опасность для МП аппаратуры, устанавливаемой в зданиях ОПУ, ЗРУ 6 кВ и ЗРУ 10 кВ и изоляции вторичных цепей, которые подходят к этой МП аппаратуре.
- Установленные молниеприемные сетки на крыше зданий ОПУ, ЗРУ 6 кВ и ЗРУ 10 кВ обуславливают высокие значения импульсных магнитных полей при разряде молнии в эти элементы системы молниезащиты, что будет представлять опасность для МП аппаратуры, устанавливаемой в зданиях.
- Токоограничивающие реакторы 6 кВ и 10 кВ, установленные в непосредственной близости от ячеек КРУ 6 кВ и 10 кВ (в которых планируется установка МП-аппаратуры), позволяют

ожидать наведение магнитных полей, превышающих допустимые нормы для рассматриваемой МП-аппаратуры.

4.3 Устройство заземления и систем уравнивания потенциалов

Согласно проектным решениям планируется полная замена ЗУ ПС.

Высокие токи КЗ предъявляют повышенные требования к организации ЗУ ПС Тополь.

Ниже будет подробно описано предлагаемое устройство заземления ПС.

4.3.1 Сечение заземлителей

В проектной документации заложено использование в качестве заземлителей стальной полосы сечением $50 \times 8 \text{ мм}^2$ на территории ПС. Это решение является удовлетворительным для ОРУ 110 кВ как по условиям нагрева проводников заземления при КЗ (ПУЭ-7 п.1.7.112) с учётом коррозии (согласно [26]), так и по условиям снижения разностей потенциалов (возникающих при КЗ) до допустимых значений.

При КЗ на территории ПС нагрев заземлителей с указанным сечением с учётом коррозии (согласно [25]) не превысит значения 400°C (см. Протокол 3), что удовлетворяет требованиям ПУЭ-7 п.1.7.112 (не более 400°C).

4.3.2 Схема ЗУ

Проектом предусматривается реконструкция существующего ЗУ. Предварительная схема заземления ПС Тополь была разработана Заказчиком и представлена на Рис.9-4. Рекомендуются выполнить следующие мероприятия по доработке схемы ЗУ (схема ЗУ с учётом рекомендаций приведена на Рис. 9-5):

- Прокладку магистральных заземлителей необходимо осуществлять таким образом, чтобы расстояние от спусков заземляющих проводников ЭА до магистральных заземлителей было не более 1,5 м (см.п. 8.2.4 [25]);
- На площадке трансформаторов Т1 и Т2, выполнить сетку с шагом $6 \times 6 \text{ м}$ в районе заземления нейтралей (п.8.2.5 [25] и ПУЭ-7 п.1.7.90);
- Выполнить внешний контур заземления по периметрам зданий ОПУ, ЗРУ 6 кВ и ЗРУ 10 кВ (п.8.5.1 [25]);
- Установить вертикальные заземлители в местах присоединения заземляющих проводников ОПН к магистральным заземлителям;
- Установить вертикальные заземлители в местах соединения спусков токоотводов молниеприемной сетки с крыш зданий с внешним периметральным контуром заземления (данный пункт необходимо выполнить, если не будут выполнены рекомендации Разд. 4.7.1).
- От отдельно стоящих молниеотводов, расположенных за забором ПС, заземлители необходимо прокладывать на глубине 1 м (п. 8.2.2[25]).
- В случае установки на ограждении ПС охранной сигнализации или других устройств, питающихся от ЩСН, необходимо выполнить требования п.8.1.5 [25].

4.3.3 Заземляющие проводники

В проектной документации заложено использование в качестве заземляющих проводников стальной полосы сечением $50 \times 8 \text{ мм}^2$ на территории ПС. При КЗ на территории ПС и ближних КЗ на ВЛ, нагрев заземляющих проводников с учётом коррозии (согласно [26]) не превысит значения 400°C (см. Протокол 3), что удовлетворяет требованиям ПУЭ-7 п.1.7.114 (не более 400°C).

4.3.4 Прокладка ШУП

В каждом кабельном лотке, идущем на ОРУ 110 кВ с вторичными цепями №№1,2,3, необходимо проложить не менее чем по четыре стальных ШУП сечением не менее $50 \times 5 \text{ мм}^2$ каждая. Прокладку ШУП необходимо выполнить как в лотках с силовыми, так и с контрольными кабелями. Допускается прокладка ШУП по внешней стороне лотка или под лотком. В кабельных лотках ШУП необходимо прокладывать по противоположным сторонам лотков (см. Рис. 4-2).

Заземление ШУП выполнить по концам, а также в местах ввода цепей в кабельный лоток на КШ и на ЭА с помощью сварки.

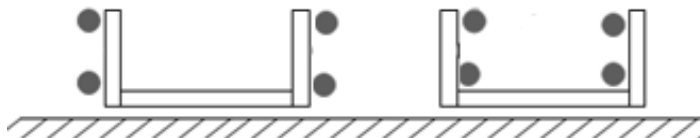


Рис. 4-1. Эскиз выполнения ШУП в лотках для цепей, идущих на ОРУ 110 кВ

В кабельных лотках, идущих в ЗРУ 6 кВ и ЗРУ 10 кВ (вторичные цепи №№2,3,4,5,6) необходимо проложить не менее двух стальных ШУП сечением не менее $60 \times 5 \text{ мм}^2$ каждая. Допускается прокладка ШУП по внешней стороне лотка или под лотком. В кабельных лотках ШУП необходимо прокладывать по противоположным сторонам лотка (см. Рис. 4-2).



Рис. 4-2. Эскиз выполнения ШУП в лотках для цепей, идущих на ЗРУ 10 кВ и ЗРУ 6 кВ

4.3.5 Заземление МП аппаратуры

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

В помещениях с МП аппаратурой РЕ проводники в щитах питания, а также в штепсельных розетках, через которые будет осуществляться питание аппаратуры, рекомендуется соединить с сеткой уравнивания потенциалов. Для критически важной аппаратуры даже при наличии третьего (РЕ) электрода в розетках должно быть выполнено дополнительное неразъемное соединение корпуса с системой заземления.

В местах ввода вторичных цепей в кабельный лоток из здания необходимо дополнительно соединить СУП здания с внешним ЗУ ПС.

В рамках данного титула реконструкция СУП зданий не предусматривается.

4.3.6 Сопротивление ЗУ ПС и максимальный потенциал на ЗУ ПС

Согласно ПУЭ (см. п. 1.7.90, изд. 7) сопротивление растеканию является одной из главных характеристик ЗУ электроустановок.

Измеренное значение сопротивления растеканию существующего ЗУ ПС, с учетом сезонного коэффициента составило 0,18 Ом (см. Протокол 2).

Для нового контура заземления рассчитанное сопротивление растеканию (см. Протокол 2) без учета естественных заземлителей в зимний период составит 0,41 Ом, с учетом естественных заземлителей – 0,20 Ом.

Согласно ПУЭ, сопротивление растеканию ПС не должно превосходить 0,5 Ом в любое время года с учетом естественных заземлителей (п. 1.7.90, изд. 7).

При этом максимальный потенциал на ЗУ при КЗ на ПС не превысит: летом 4,98 кВ зимой 5,53 кВ, что меньше нормально допустимого в ПУЭ значения 10 кВ. Так как напряжение на ЗУ в зимнее время может превышать 5 кВ, то в соответствии с п. 1.7.89 ПУЭ-7 должны быть предусмотрены меры по защите изоляции отходящих кабелей связи и телемеханики.

Таким образом, сопротивление растеканию ЗУ ПС соответствует требованиям ПУЭ и [25].

4.3.7 Мероприятия по электробезопасности

Расчёт напряжения шага и прикосновения на территории ПС показал (см. Протокол 5), что напряжение прикосновения могут превышать допустимые значения на всей территории ПС. Для снижения напряжения прикосновения/шага рекомендуется территорию ОРУ 110 кВ вблизи ЭА засыпать щебнем толщиной слоя 10 см.

4.4 Организация трасс прокладки вторичных цепей

Существующие трассы прокладки вторичных цепей в целом удовлетворяют требованиям НТД.

Для вторичных цепей МП аппаратуры необходимо использование только **экранированных** кабелей (см. [20] пп.8.6 и 9.2.7), в том числе и для силовых цепей переменного и постоянного тока приводов разъединителей и выключателей, выходящих на ОРУ. Поэтому экранированными кабелями рекомендуется выполнение всех проводных вторичных цепей, не только сигнальных цепей и цепей управления, но и силовых цепей электроснабжения приводов выключателей и разъединителей.

На участках между КШ и ЭА экраны кабелей заземляться не должны, поскольку на этих участках возможен перегрев (в случае возникновения КЗ) заземлённых с двух сторон экранов кабелей. Для ослабления импульсных помех на этих участках кабели вторичных цепей необходимо проложить в металлокоробах (металлорукаве) заземлённых с двух сторон. Также на данных участках рекомендуется прокладка медной шины, заземлённой с двух сторон, сечением не менее 70 мм² в металлокоробе (металлорукаве).

Экраны кабелей необходимо заземлять только на участках между КШ и ОПУ. На указанных участках заземление экранов кабелей должно быть обязательно **двусторонним** (см. [20]).

4.5 Расчётная модель

На основании изысканий с помощью программы «Контур» (разработка ООО «ЭЗОП») была составлена расчетная модель ЗУ ПС, представленная на Рис. 4-3.

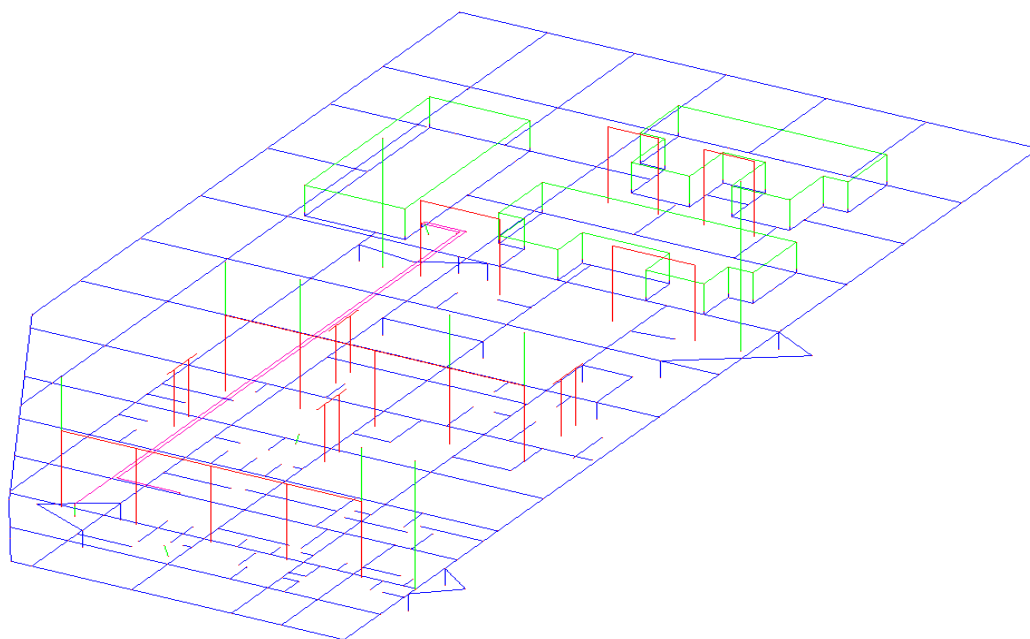


Рис. 4-3 Расчетная модель ЗУ ПС (на основе изысканий)

Также, на основе проектных решений была составлена расчетная схема проектируемого ЗУ (Рис. 4-4).

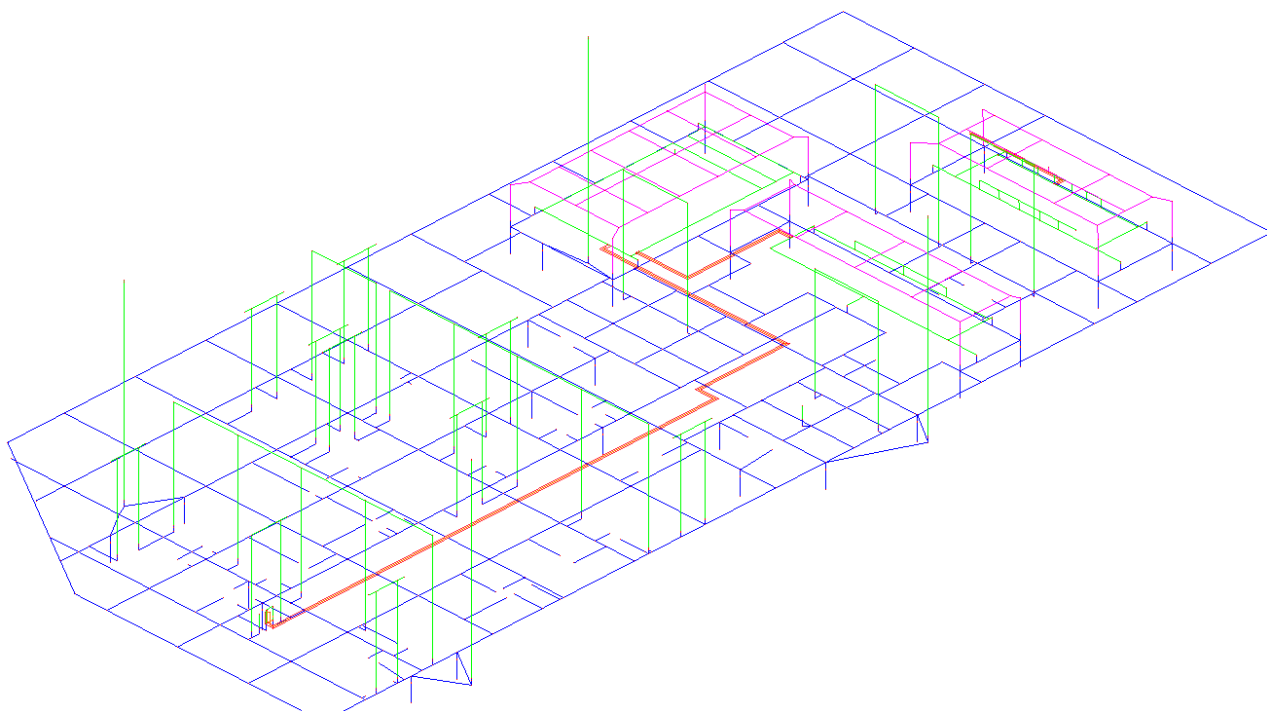


Рис. 4-4 Расчетная модель ЗУ ПС (после реконструкции)

В расчетной модели были заданы:

- Рекомендуемое заземляющее устройство,
- ШУП в кабельных лотках,
- Металлоконструкции и СУП зданий,

Для приведенных расчетных моделей были выполнены расчеты распределения потенциалов, возникающих на ЗУ при КЗ в высоковольтных сетях и разрядах молнии в элементы СМЗ. Расчеты проведены в программе «Контур» (Разработка ООО «ЭЗОП»).

4.6 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 (воздуховоды, экраны кабелей и т.п.).

В сетях с изолированной нейтралью, в частности в сети 6 кВ и 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.

В Разд. 6 (Протокол 7) приведены результаты измерений и расчетов.

4.6.1.1 Однофазное КЗ в сети 110 кВ

Расчеты разностей потенциалов (приложенных к изоляции вторичных цепей и входам МП аппаратуры) при КЗ в сети 110 кВ проведены для наихудших грунтовых условий (зимнего периода). Результаты расчетов приведены в Разделе 6 (Протокол 7).

Максимальные разности потенциалов, возникающие при КЗ в сети 110 кВ для рекомендуемой схемы, не будут превышать 1,2 кВ.

Максимальный нагрев экранов кабелей вторичных цепей может превышать значения 150°C , регламентированного ПУЭ (Протокол 7, без учёта рекомендаций). Перегрев характерен как для экранов кабелей, заземленных на коротких участках (от ЭА до КШ), так и для цепей от КШ до ОПУ.

Для снижения нагрева экранов кабелей до допустимых значений необходимо выполнить рекомендации разделов 4.3.4 и 4.4. При выполнении рекомендаций нагрев экранов кабелей не будет превышать 150°C (см. Протокол 7, с учётом рекомендаций).

4.6.1.2 Двойные разнесенные замыкания в сети 10 кВ

Расчеты разностей потенциалов (приложенных к изоляции вторичных цепей и входам МП аппаратуры) при КЗ в сети 10 кВ проведены для наихудших грунтовых условий (зимнего периода). Результаты расчетов приведены в Разделе 6 (Протокол 7).

Максимальные разности потенциалов, возникающие при КЗ в сети 10 кВ для рекомендуемой схемы не будут превышать 340 В.

Нагрев экранов кабелей не будет превышать допустимых значений (150°C) при выполнении рекомендаций Раздела 4.3.4.

4.6.1.3 Двойные разнесенные замыкания в сети 6 кВ

Расчеты разностей потенциалов (приложенных к изоляции вторичных цепей и входам МП аппаратуры) при КЗ в сети 6 кВ проведены для зимнего периода. Результаты расчетов приведены в Разделе 6 (Протокол 7).

Максимальные разности потенциалов, возникающие при КЗ в сети 6 кВ для рекомендуемой схемы не будут превышать 80 В.

Нагрев экранов кабелей не будет превышать допустимых значений (150°C) при выполнении рекомендаций Раздела 4.3.4.

4.6.2 Оценка ВЧ помех при КЗ

Возникающий в результате КЗ ток имеет широкий спектр высокочастотных составляющих. Поэтому при коротких замыканиях на ЗУ, помимо разности потенциалов на основной ча-

стоте 50 Гц, будут возникать высокочастотные разности потенциалов. При этом имеет место резкий подъем потенциала в небольшой области вокруг точки КЗ. За счет индуктивного сопротивления заземлителей на высоких частотах, возникающая разность потенциалов между ЭА и входами МП аппаратуры может достигать десятков кВ даже при сравнительно небольших амплитудах ВЧ-составляющих токов КЗ, что может представлять опасность для МП аппаратуры.

Наибольшей опасности подвергается вторичное оборудование, цепи которого имеют непосредственную гальваническую связь с ЗУ ПС (например, в точке заземления цепей измерительных трансформаторов). Тем не менее, возможен пробой изоляции цепей, даже не связанных непосредственно с ЗУ.

Возможно также наведение существенных помех в цепях, не имеющих гальванической связи с ЗУ (по индуктивному и емкостному механизму). Степень опасности такого воздействия обычно ниже, чем прямое гальваническое влияние на цепи и их изоляцию.

Как показали измерения на различных энергообъектах, двухстороннее заземление экранов кабелей снижает разность импульсных потенциалов, приложенную к входам МП аппаратуры и изоляции цепей. Заглублённые и полузаглублённые каналы, металлические короба, лотки и также заметно снижают импульсные перенапряжения, приложенные к входам МП аппаратуры и изоляции цепей [20].

В настоящем отчёте (на основе данных, приведенных в [20], [26]) приняты следующие коэффициенты ослабления (экранирования) высокочастотных помех (возникающих при протекании через ЗУ ВЧ-составляющей тока КЗ) различными кабельными конструкциями и экранами кабелей заземлённых с двух сторон:

Таблица 4-1. Коэффициенты ослабления помех принятые в отчете (ВЧ – составляющая тока КЗ)

Вид экранирующего элемента	Экранированный кабель	4 ШУП в лотке 50х5	Металлокороб	Медная шина 50 мм ²
Коэффициент экранирования	6*	5,9	3	7,7

*при условии заземления экрана кабеля с двух сторон

При использовании нескольких экранирующих элементов приведённые коэффициенты должны перемножаться [20].

Согласно [20], [26] проводилось определение опасности ВЧ-составляющей тока КЗ расчетным методом.

Параметры ВЧ-составляющей тока КЗ для сети 110 выбраны в соответствии с рекомендациями [20],[26]. Для сети 110 кВ частота ВЧ-составляющей тока КЗ была принята равной 1,0 МГц, амплитуда –1,2кА.

В Разд. 6 (Протокол 8) – результаты расчётного определения уровней воздействия на вторичные цепи при протекании ВЧ-составляющей тока КЗ через ЗУ.

4.7 Система молниезащиты объекта. Оценка опасности для МП аппаратуры и вторичных цепей со стороны молниевых разрядов в элементы СМЗ

4.7.1 Анализ схемы СМЗ, рекомендации по корректировке схемы СМЗ

На Рис. 9-6 представлена текущая схема СМЗ, а также построенная зона молниезащиты на высоте 14м (высота порталов).

Зоны защиты построены для надежности 0,95 по РД 34.21.122-87.

Система молниезащиты ПС, включает в себя молниеприемную сетку на крыше зданий ОПУ, ЗРУ 10 кВ, ЗРУ 6 кВ и молниеотводные мачты на ОРУ 110 кВ. Представленная система молниезащиты не обеспечивает защиту порталов между 6 и 10кВ.

Схема молниезащиты ПС была доработана и представлена на Рис. 9-7. От проектной схема отличается добавлением двух отдельно стоящих молниеотводов.

Также следует отметить, что при установке двух отдельно стоящих молниеотводов в соответствии с рекомендованной схемой, вероятность разряда молнии в молниеприёмные сетки зданий ОПУ и ЗРУ-6кВ и ЗРУ-10кВ крайне мала, поэтому исключается опасность воздействия импульсных магнитных полей при растекании тока молнии по молниеотводным сеткам.

4.7.2 Анализ системы молниезащиты по условиям воздействия на МП аппаратуру

Расчетный ток молнии определен в Разд.6 (Протокол 6).

При ударах молнии в молниеотводы объекта возможно воздействие импульсных разностей потенциалов и наводок на вторичные цепи, а также влияние импульсного магнитного поля непосредственно на аппаратуру. Кроме того, опасность может представлять стекание импульсных токов с заземления высоковольтных ОПН. С целью выявления средств молниезащиты, протекание тока молнии через которые представляет опасность для вторичного оборудования, произведен предварительный визуальный осмотр системы молниезащиты. Ниже (Таблица 4-2) приводится список таких ЭСМЗ.

Таблица 4-2. Элементы системы молниезащиты, протекание токов через которые, представляет наибольшую опасность для вторичных цепей

№ группы цепей	Цепи	Элементы СМЗ, представляющие наибольшую опасность	Обоснование
1,2,3,4,5,6	ОРУ 110 кВ – ОПУ; ЗРУ 10 кВ – ОПУ; ЗРУ 6 кВ - ОПУ	М4	Ближайшие (менее 10 метров) к ЭА и трассам прокладки вторичных цепей, либо к ОПУ конструкции с молниеприемниками.
*так как при установке дополнительных молниеотводных мачт, исключается прямое попадание молнии в здания ОПУ и ЗРУ, то разряды молнии в молниеприемные сетки не рассматриваются			

Кроме того, определялись ЭСМЗ, протекание токов через которые, представляет наибольшую опасность по условиям влияния ИМП на аппаратуру. Список таких ЭСМЗ приведён ниже.

Таблица 4-3. Элементы системы молниезащиты, протекание токов через которые, представляет наибольшую опасность по условиям влияния ИМП на аппаратуру

№	Помещение	Элементы СМЗ, представляющие наибольшую опасность	Обоснование
1.	ГЩУ ОПУ	М4	Ближайший элемент СМЗ
2.	ЗРУ 10 кВ	М9	Ближайший элемент СМЗ

4.7.3 Определение импульсных помех и перенапряжений во вторичных цепях при молниевом разряде

Как показали измерения на различных энергообъектах, двухстороннее заземление экранов кабелей снижает разность импульсных потенциалов, приложенную к входам МП аппаратуры и изоляции цепей. Заглублённые и полузаглублённые каналы, металлические короба, лотки и также заметно снижают импульсные перенапряжения, приложенные к входам МП аппаратуры и изоляции цепей [20].

Для цепей, имеющих гальваническую связь с ЗУ ПС (например, цепи измерительных трансформаторов), разности потенциалов снижаются в $4 \div 7$ раз [23], [24], а для цепей, не имеющих гальванической связи с ЗУ – например, цепей оперативного тока – в $10 \div 100$ раз.

В настоящем отчёте приняты следующие коэффициенты ослабления (экранирования) микросекундных импульсных помех различными кабельными конструкциями и экранами кабелей заземлённых с двух сторон:

Таблица 4-4. Коэффициенты экранирования принятые в отчете (импульс молнии)

Вид экранирующего элемента	Экранированный кабель	4 ШУП в лотке 50х5	2 ШУП в лотке 60х5	Металлокороб
Коэффициент экранирования	4*	5,9	4,4	2

*при условии заземления экрана кабеля с двух сторон

При использовании нескольких экранирующих элементов приведённые коэффициенты должны перемножаться [20].

На стадии итогового контроля (после завершения строительства) на ПС рекомендуется провести измерения коэффициента ослабления импульсных помех (вызванных разрядами молнии и протеканием ВЧ-составляющей тока КЗ) экранами кабелей и кабельными конструкциями.

Определение уровней импульсных помех и перенапряжений во вторичных цепях производилось расчетными методами. Результаты приведены в Разд. 6 (Протокол 9 и Протокол 10).

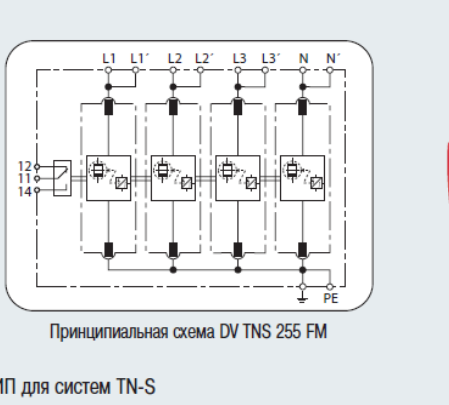
Определение уровней импульсных помех и перенапряжений во вторичных цепях производилось расчетными методами. Результаты расчетов показали, что импульсные помехи при ударах молнии не будут представлять опасность для вторичных цепей при условии выполнения рекомендаций Раздела (174.3.4 и 4.4). результаты расчетов приведены в Разд. 6 (Протокол 9 и Протокол 10). Разряд молнии будет представлять опасность для цепей СН, так как цепь СН заходит на прожекторные мачты.

4.7.4 Рекомендации по защите вторичных цепей от импульсных перенапряжений

Ниже (Таблица 4-5) представлены рекомендации по защите вторичных цепей и МП аппаратуры от импульсных перенапряжений.

Таблица 4-5. Мероприятия по защите вторичных цепей от импульсных перенапряжений

№ группы цепей	Цепи	Защитные мероприятия
1,3-6	Цепи, идущие от ОПУ к ЭА 110 кВ, в ЗРУ 6 кВ и ЗРУ 10 кВ. Цепи между КШ и ЭА, Цепи в пределах зданий.	В дополнительных мероприятиях (помимо указанных в Разд. 4.3, 4.4) нет необходимости.

№ группы цепей	Цепи	Защитные мероприятия
2	Цепи питания переменным током, проходящие между ОПУ и прожекторными мачтами.	<p>Для защиты цепей питания СН в ЩСН на каждую секцию рекомендуется установить комбинированные УЗИП для сетей переменного тока 1-2 класса, например – DEHNventil TNS 255 или DEHNventil ZP TT 255. Заземление УЗИП произвести в соответствии с инструкцией производителя на ближайший элемент СУП (или РЕ-шину).</p>  <p>Принципиальная схема DV TNS 255 FM</p> <p>УЗИП для систем TN-S</p> <p>схема установки DV TNS 255</p>

Замечание. Заземление экранов кабелей производить согласно требованиям [20], по всему периметру с помощью хомутов, специальных разъемов или пайки.

4.8 Оценка уровня магнитных полей

4.8.1 Определение уровня магнитных полей в нормальном режиме работы объекта

В соответствии с документацией, предоставленной Заказчиком (ФПИ-109_08_15-ИОС1.1). Новую МП-аппаратуру планируется размещать в ГЩУ ОПУ, а также в ячейках КРУ 6 кВ и 10 кВ. В соответствии с Планом открытой части ПС (ФПИ-109/08/15-ИОС1.1) токоограничивающие реакторы 6 кВ и 10 кВ располагаются в непосредственной близости от ячеек КРУ 6 кВ и 10 кВ, в результате чего на устанавливаемую МП-аппаратуру в ЗРУ 6 кВ и ЗРУ 10 кВ будут воздействовать магнитные поля промышленной частоты в нормальном режиме работы, превышающие допустимые уровни воздействия (см. Разд. 7.1).

На МП-аппаратуру, устанавливаемую в ОПУ, воздействующие магнитные поля составят 27,5 А/м и превышать допустимых значений не будут. Определение постоянно действующих магнитных полей производилось с помощью расчётных методов, результаты расчётов приведены в Разд. 6 (Протокол 11).

Для защиты устанавливаемой МП-аппаратуры в ЗРУ 6 кВ и 10 кВ необходимо выполнить комплекс мероприятий:

1. Релейные отсеки ячеек КРУ 6 кВ и 10 кВ и шкафы с МП аппаратурой должны иметь толщину стенки не менее 2 мм;
2. Ячейки КРУ 6 кВ и 10 кВ и шкафы с МП-аппаратурой необходимо располагать на расстоянии не менее 3,5 м от ближайшей фазы токоограничивающего реактора.

Указанные мероприятия необходимо выполнить совместно. Результаты расчётов с учётом рекомендаций представлены в Разд. 6 (Протокол 11, с учётом рекомендаций). При этом, напряжен-

ность магнитного поля в ЗРУ 6 кВ не будет превышать 70 А/м, в ЗРУ 10 кВ – 81 А/м, что не будет представлять опасность для устанавливаемой МП-аппаратуры.

4.8.2 Определение уровня магнитных полей при замыканиях

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. Результаты определения приведены в Разд. 6 (Протокол 12, без учёта рекомендаций).

Для МП-аппаратуры, устанавливаемой в ОПУ основным источником магнитного поля при КЗ являются шины 110 кВ, напряженность поля от этого источника не будет превышать 231 А/м, что не будет представлять опасность для новой МП-аппаратуры.

Также, как и в нормальном режиме, при протекании токов КЗ основными источниками магнитных полей для устанавливаемой МП-аппаратуры в ЗРУ 6 кВ и 10 кВ являются токоограничивающие реакторы. Без учёта рекомендаций Раздела 4.8.1 магнитные поля в режиме КЗ также будут превышать допустимые уровни магнитных воздействий на МП-аппаратуру (см. Протокол 12, без учёта рекомендаций).

При выполнении комплекса мероприятий, описанных в Разделе 4.8.1 напряженность магнитного поля в месте установки МП-аппаратуры не будет превышать 185 А/м в ЗРУ 6 кВ и 253 А/м – в ЗРУ 10 кВ, что не будет представлять опасности для МП-аппаратуры.

4.8.3 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 молниеотводы объекта.

Определение импульсных магнитных полей при разрядах молнии выполнялось с помощью расчетных методов. Результаты определения приведены в Разд. 6 (Протокол 13). При выполнении расчетов принимался ток молнии согласно Разд.6 (Протокол 6). Также учитывались рекомендации по модернизации молниезащиты здания ОПУ в разд. 4.7.1.

Расчеты напряженности поля проводились для здания ОПУ, ЗРУ 10 кВ и ЗРУ 6 кВ.

Для снижения импульсных магнитных воздействий МП-аппаратуру, устанавливаемую в ОПУ, необходимо разместить в экранирующих шкафах, с толщиной стенок не менее 1 мм из стали.

Экранирующие шкафы должны удовлетворять следующим требованиям: в экранирующем шкафу должно быть сведено к минимуму наличие щелей, которые значительно уменьшают экранирующий эффект. Это может быть сделано с помощью комбинированных уплотнителей ЭМС/ПР (например, ЭМС-прокладки, производство Rittal), которые обеспечивают герметичный и электрический контакт по всему периметру между панелями и каркасом шкафа. Таким же образом должен обеспечиваться контакт между дверью и корпусом шкафа в закрытом состоянии. При этом поверхности соприкосновения с уплотнителями должны быть либо не окрашены, либо зачищены от непроводящей краски, либо окрашены проводящей краской. Для экранирования смотровых окон может быть использована стальная сетка размером ячейки не более 20x20 мм и толщиной не менее 1 мм. Сетка должна иметь надежный электрический контакт с металлоконструкциями стенки шкафа по всему периметру.

С учётом рекомендаций Раздела 4.8.1 и текущего Раздела, максимальная напряженность импульсного магнитного поля составит: для МП-аппаратуры, устанавливаемой в ОПУ – 180 А/м; в ЗРУ 10 кВ – 120 А/м; в ЗРУ 6 кВ – 103 А/м. Указанные уровни напряженности магнитного поля не будут представлять опасность для новой МП-аппаратуры.

4.8.4 Оценка уровня электромагнитных полей радиочастотного диапазона в нормальном режиме работы объекта

Вблизи здания ОПУ отсутствуют 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.

Таким образом, в случае если будет запрещено использование портативных раций вблизи (на расстоянии менее 2 м) от устанавливаемой МП аппаратуры, опасность для МП аппаратуры поля радиочастотного диапазона представлять не будут.

4.8.5 Защита МП аппаратуры от магнитных полей

При выполнении рекомендаций разделов 4.8.1 - 4.8.3 дополнительных мероприятий по защите устанавливаемой МП-аппаратуры не требуется.

В случае замены напольного покрытия в помещениях, где будет размещена МП аппаратура, рекомендуется выполнить его из антистатического материала (специальный линолеум, проводящие фальшполы и т. п.).

4.9 Рекомендации по организации электроснабжения МП аппаратуры

4.9.1 Электроснабжение МП аппаратуры переменным током

Электроснабжение переменным током (включая силовые цепи приводов выключателей и разъединителей) необходимо выполнять только экранированным либо бронированным кабелем.

Электроснабжение должно быть выполнено по схеме звезда либо иерархическая звезда. Питание силового оборудования и МП аппаратуры должно быть организовано отдельными фидерами и разделено непосредственно на ЩСН.

Должно быть предусмотрено резервирование электроснабжения переменным током.

Для защиты цепей питания МП аппаратуры, питаемой переменным током необходимо установить комбинированный УЗИП 1-2 класса в ЩСН на каждую секцию (см. Разд. 4.7.4).

Для организации питания переменным током оборудования на ПС рекомендуется выполнить электроснабжение по схеме TN-S, что позволит исключить выбросы напряжения.

4.9.2 Электроснабжение МП аппаратуры постоянным током

Электроснабжение постоянным током (включая силовые цепи приводов выключателей и разъединителей) необходимо выполнять только экранированным кабелем.

Питание потребителей организовать по схеме «звезда» (либо «иерархическая звезда») с разделением питания силового и вторичного оборудования непосредственно на ЩПТ.

Должно быть предусмотрено резервирование электроснабжения постоянным током.

Питание постоянным током устанавливаемой МП аппаратуры рекомендуется организовать отдельным кабелем непосредственно от ЩПТ, либо от «чистой» зоны ЩПТ, от которой питается вторичное оборудование.

4.10 Сводка рекомендаций по обеспечению ЭМС МП аппаратуры

Ниже (Таблица 4-6) сведены воедино все описанные выше рекомендации по обеспечению ЭМС на ПС «Тополь», разработанные в результате настоящей работы, которые необходимо выполнить для решения выявленных проблем.

Таблица 4-6 Список мероприятий по защите МП аппаратуры и ее вторичных цепей

№ п/п	Вид опасности	Способы защиты
1.	Нарушение требований НТД по организации ЗУ	Корректировка проектной схемы (см. Разд. 4.3.2)
2.	Разности потенциалов при молниевых разрядах в СМЗ и ВЧ-помехи при КЗ	Выполнение мероприятий по защите вторичных цепей от импульсных помех с помощью заземления экранов кабелей, кабельных конструкций (ШУП и коробка) и установки УЗИП (см. Раздел 4.7.4, 4.3.4 и 4.4)
3.	Напряжения прикосновения/шага вблизи ЭА 110 кВ при протекании токов КЗ в сети 110 кВ превышают допустимые пределы	Снижение напряжений шага/прикосновения посредством насыпки щебня вблизи ЭА, расположенных на ОРУ 110 кВ (см. Разд. 4.3.7).
4.	Превышение допустимых уровней воздействия магнитных полей как промышленной частоты, так и импульсных магнитных полей.	Для МП-аппаратуры, устанавливаемой в зданиях ЗРУ 10 кВ и 6 кВ: -использование шкафов ячеек КРУ с толщиной стенок не менее 2 мм; -обеспечение минимального расстояния от токоограничивающих реакторов – 3,5 м (см. Разд. 4.8.1 и 4.8.2). Для МП-аппаратуры, устанавливаемой в ОПУ: -установка МП-аппаратуры в специальные экранирующие шкафы (см. Разд. 4.8.3).
5.	Зона молниезащиты не покрывает ошиновки 10 кВ и реакторы 10 кВ	Установка дополнительных отдельностоящих молниеотводов в соответствии с Рис. 9-7 (см. Разд.4.7.1)

4.11 Дополнительные рекомендации по обеспечению ЭМС МП аппаратуры

После завершения реконструкции ПС необходимо провести оценку ЭМО (согласно требованиям [7] и [20]) на объекте с целью экспериментальной проверки эффективности реализованных проектных решений и выявления возможных отклонений от выданных в настоящей работе рекомендаций. На стадии **итогового контроля** необходимо провести следующие работы:

- Измерение сопротивления растеканию ЗУ ПС.
- Проверка качества металlosвязи с ЗУ ПС электроаппаратов и конструкций на всей территории ПС.
- Определение реальной схемы заземляющего устройства с помощью трассопоисковой системы. Составление паспорта ЗУ.

- Обследование заземления в помещениях с установленной МП аппаратурой.
- Имитационное моделирование КЗ на ОРУ всех классов напряжения (на промышленной частоте и при протекании ВЧ-составляющей тока КЗ через ЗУ).
- Оценка доли тока, растекающейся по экранам и оболочкам вторичных кабелей в случае внутренних и внешних КЗ.
- Имитационное моделирование разрядов молний в элементы СМЗ. Выполняется для оценки импульсной разности потенциалов (приложенной к изоляции экранированных вторичных цепей и входам МП аппаратуры), возникающей при молниевом разряде в СМЗ.
- Экспериментальная оценка эффективности подавления импульсных помех (вызванных молниевыми разрядами и протеканием через ЗУ ВЧ-составляющей тока КЗ) экранами кабелей и кабельными конструкциями.
- Мониторинг качества питания аппаратуры постоянным или переменным током. По возможности, проводится мониторинг провалов напряжения при работе выключателей.
- Измерение импульсных помех во вторичных цепях (ТН, ВЧ-связь, СН и ОТ) при проведении коммутационных операций первичного оборудования сетей всех классов напряжений выше 1 кВ.
- Измерение напряженности магнитных полей в местах размещения МП аппаратуры в нормальном режиме работы ПС.
- Анализ данных по помехоустойчивости установленной МП аппаратуры. Выявление факторов, представляющих опасность для вторичного оборудования
- Другие работы, в которых может возникнуть необходимость – уточняется на объекте.

5 Список используемой литературы

- [1] 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.
- [2] ГОСТ Р 50571-4-44-2011 (МЭК 60364-4-44:2007) Электроустановки низковольтные. Часть 4-44. Требования по обеспечению безопасности. Защита от отклонений напряжения и электромагнитных помех.
- [3] Коструба С.И., Измерение электрических параметров земли и заземляющих устройств, М. Энергоатомиздат, 1983.
- [4] Guide on EMC in Power Plants and Substations. CIGRE Publ. 124, 1997.
- [5] Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. Санитарные правила и нормы СанПин 2.2.2/2.4.1340-03. М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
- [6] Физические факторы производственной среды. Электромагнитные поля в производственных условиях. СанПиН 2.2.4.1191-03, М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003
- [7] Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов, Стандарт организации, СТО-56947007-29.240.043-2010.
- [8] Методические указания по контролю заземляющих устройств электроустановок. РД 153-34.0-20.525-00, М. СПО ОРГРЭС, 2000.
- [9] Э. Хабигер. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике. М.: Энергоатомиздат, 1995.
- [10] А. Й. Шваб. Электромагнитная совместимость. – Энергоатомиздат, М., 1995 г.
- [11] Матвеев М.В.: Электромагнитная обстановка на объектах определяет ЭМС цифровой аппаратуры. Новости электротехники, №1-2 (13-14), 2002.
- [12] РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений, М., 1988
- [13] Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. СО-153-34.21.122-2003. Москва. Издательство МЭИ, 2004г.
- [14] Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР.- 6-е изд. Переработанное и дополненное – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.
- [15] 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.
- [16] Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях. СО 34.35.311-2004. М.: Издательство МЭИ, 2004
- [17] Understanding Direct Lightning Stroke Shielding of Substations P.K. Sen, Ph.D., P.E.Professor Division of Engineering Colo. School of Mines Golden, Colorado (303) PSERC Seminar Golden, Colorado November 6, 2001 ©2002 Colorado School of Mines
- [18] ГОСТ Р МЭК 62305-1 и -2-2010, Менеджмент риска. Защита от молнии.

- [19] Кузнецов М.Б., Кунгуров Д.А., Матвеев М.В., Тарасов В.Н. Проблемы защиты входных цепей аппаратуры РЗА от мощных импульсных перенапряжений. Новости электротехники, №6 (42), 2006.
- [20] Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства. СТО-56947007-29.240.044-2010.
- [21] Технический циркуляр №11/2006 «О заземляющих электродах и заземляющих проводниках». Дополнение к ПУЭ 7-го издания. Москва 2006.
- [22] Защита МП аппаратуры и её цепей на ПС и ЭС от вторичных проявлений молниевых разрядов. Кузнецов М. Б., Матвеев М. В., Электро, 6 (2007), 10.
- [23] Проблемы защиты входных цепей аппаратуры РЗА от мощных импульсных перенапряжений, 1-я Всероссийская конференция по молниезащите, Новосибирск, 2007, Кузнецов М.Б, Кунгуров Д.А, Матвеев М.В.
- [24] Матвеев М.В.. Кузнецов М.Б. Имитационное моделирование растекания тока молнии в ЗУ ПС и ЭС. "Энергоэксперт" №4(15) 2009.
- [25] Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ, СТО-56947007-29.130.15.114-2012.
- [26] Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств, СТО 56947007-29.130.15.105-2011.

Приложение 1

к техническому отчету «Определение электромагнитной обстановки, разработка рекомендаций по обеспечению ЭМС новой аппаратуры, устанавливаемой на ПС «Тополь»

Протоколы измерений и расчетов

6 Протоколы по анализу ЭМО на объекте

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Местонахождение объекта: **г. Мытищи**

Температура воздуха вне помещения	+8°C	Влажность воздуха	60%	Атмосферное давление	745 мм рт. ст.
Измерения проведены приборами типа	MRU 200	Заводской номер	700455	Дата очередной поверки	21.07.2016
Характер грунта:			- влажный		
Количество осадков, предшествующее моменту измерения:			- небольшое		

Протокол 1.Измерение значения удельного сопротивления грунта

Место измерения: за пределами ПС

D (расстояние между зондами), м	1	2	3	5	10
ρ , Ом•м	98,1	69,5	49,2	51,3	58,2

Эквивалентные параметры грунта:

Летний период – ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5 м.

Зимний период – ρ верхнего слоя – 312 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,4 м.

Измерения и расчеты
провели:

Должность
Главный инженер ООО
«ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014
Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи**

Расчёты были проведены программой		Контур	№ Регистрации	2008615248
Режим нейтрали			Заземлённая, изолированная	
Ток замыкания на землю	Однофазный	110 кВ	27,66 кА	
	Двухфазный	10 кВ	11,02 кА	
	Двухфазный	6 кВ	7,87 кА	
Удельное сопротивление грунта			Летний период – ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5м. Зимний период – ρ верхнего слоя – 312 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,4м.	

Протокол 2 Сопротивление растеканию заземляющего устройства

Наименование объекта	Параметры грунта	Сопротивление растеканию тока, с учетом естественных заземлителей, Ом	Сопротивление растеканию тока, без учета естественных заземлителей, Ом	Напряжение на заземляющем устройстве, кВ	Пригодность к эксплуатации	Дата следующей проверки
Результаты измерений (до реконструкции)						
ОРУ 110 кВ ПС Тополь	Двухслойная модель (лето). ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5 м	0,18(существующее ЗУ с учетом сезонного коэффициента)	0,35	5,10	Годен	После реконструкции
ОРУ 110 кВ ПС Тополь	Двухслойная модель (зима). ρ верхнего слоя – 312 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,4 м	0,21*	0,43	6,08	Годен	После реконструкции

Результаты расчета (после реконструкции)						
ОРУ 110 кВ ПС Тополь	Двухслойная модель (лето). ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5 м	0,18	0,33	4,98	Годен	После реконструкции
ОРУ 110 кВ ПС Тополь	Двухслойная модель (зима). ρ верхнего слоя – 312 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,4 м	0,20	0,41	5,53	Годен	После реконструкции
*- рассчитано согласно [26]						

Сопротивление растеканию удовлетворяет требованиям НТД.

Измерения и расчеты
провели:

Должность
Главный инженер ООО
«ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи****Протокол 3 от 15.04.2016. Сечение и коррозионное состояние элементов ЗУ на обследуемой территории**

Место	Материал	Форма	Сечение кв. мм	коррозия (% от сечения)	Эффективное сечение кв. мм	Нагрев при КЗ, °С	Критерий	Итог	Рекомендации по прокладке дополнительных заземлителей
До реконструкции (существующие элементы ЗУ)									
Заземляющие проводники									
ОРУ 110 кВ	Сталь	Полоса 40х4	160	10	144	>500	ПУЭ-7, п. 1.7.113, 1.7.114	Неуд.	См. Раздел 4.3.1
Заземлители									
ОРУ 110 кВ	Сталь	Полоса 40х4	160	10	144	234	ПУЭ-7, п. 1.7.111, 1.7.112	Удовл.	-
После реконструкции									
Заземляющие проводники									
ОРУ 110 кВ	Сталь	Полоса 50х8	400	11,5*	354	188	ПУЭ-7, п. 1.7.113, 1.7.114	Удовл.	-
Заземлители									
ОРУ 110 кВ	Сталь	Полоса 50х8	400	11,5*	354	66	ПУЭ-7, п. 1.7.111, 1.7.112	Удовл.	-
*расчётное значение коррозии через 30 лет согласно [25]									

Измерения и расчеты
провели:

Должность
Главный инженер ООО «ЭЗОП»

инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Местонахождение объекта: **г. Мытищи****Протокол 4 от 15.04.2016. Определение наличия и качества связи оборудования энергообъекта с заземляющим устройством**

№	Оборудование	Сопротивле- ние связи ап- паратов и конструкций, Ом	Наличие свя- зи оборудо- вания с за- земляющим устройством	Растекание тока КЗ по элементам системы заземления, %			Степень корро- зии заземляю- щих проводни- ков, %	Пригодность к эксплуатации	Дата следующей проверки
				Заземлитель	Кабе- ли/нагр ев, °С	Металло- констр.			
ОРУ 110 кВ									
Ячейка Новые Подлипки									
1.	Линейный портал	0,11	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
2.	ЛР ВЛ Подлипки	0,10	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
3.	ЭВ	0,096	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
4.	ШР	0,097	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
5.	Портал	0,1	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
6.	Шинный портал 1 сек	0,09	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
7.	Забор ПС	0,8	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
Ячейка ТН 2 сек									
8.	ОИ ф. А	0,105	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
9.	ОИ ф. В	0,112	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
10.	ОИ ф. С	0,103	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
11.	СР2 2 сек	0,108	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
12.	ШР ТН 2 сек	0,105	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
13.	ТН 2 сек	0,103	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
14.	Разрядники ТН ф. Ж	0,112	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
15.	Разрядники ТН ф. З	0,121	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
16.	Разрядники ТН ф. К	0,106	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
Ячейка ВЛ Клязьма									
17.	ЛР	0,101	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
18.	ЭВ	0,09	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.

№	Оборудование	Сопротивле- ние связи ап- паратов и конструкций, Ом	Наличие свя- зи оборудо- вания с за- земляющим устройством	Растекание тока КЗ по элементам системы заземления, %			Степень корро- зии заземляю- щих проводни- ков, %	Пригодность к эксплуатации	Дата следующей проверки
				Заземлитель	Кабе- ли/нагр ев, °С	Металло- констр.			
19.	ШР	0,101	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
20.	ОИ (1 спуск на 3 опоры)	0,098	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
Ячейка СЭВ									
21.	Шкаф СЭВ	0,09	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
22.	СЭВ	0,09	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
23.	СР1	0,09	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
24.	ШР Т1	0,08	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
25.	ЭВ Т1	0,07	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
Ячейка ТН 1 сек									
26.	Разрядники ф. Ж	0,08	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
27.	Разрядники ф. З	0,08	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
28.	Разрядники ф. К	0,08	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
29.	ТН 1 сек	0,09	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
30.	ШР ТН 1 сек	0,07	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
Ячейка Т2									
31.	ЭВ Т2	0,111	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
32.	ШР Т2	0,094	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
33.	ОИ1	0,10	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
34.	ОИ2	0,10	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
35.	ОИ3	0,10	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
36.	ОПУ	0,102	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
37.	ЗРУ 10 кВ	0,120	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.
38.	ЗРУ 6 кВ	0,110	+	100	0	-	Не более 5%	удовл.	2028 г.

Измерения и расчеты
провели:

Должность

Главный инженер ООО «ЭЗОП»

инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия

Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014
Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи**

Расчёты были проведены программой		Контур	№ Регистрации	2008615248
Режим нейтрали			Заземлённая, изолированная	
Ток замыкания на землю	Однофазный	110 кВ	27,66 кА	
	Двухфазный	10 кВ	11,02 кА (одна точка до реактора, вторая – после)	
	Двухфазный	6 кВ	9,0 кА	
Удельное сопротивление грунта			Летний период – ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5м. Зимний период – ρ верхнего слоя – 312 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,4м.	

Протокол 5. Результаты расчета напряжений прикосновения/шага.

№	Оборудование	Нормативное значение (согласно ГОСТ 12.1.038-82), В	Рассчитанное значение напряжения прикосновения/шага, В	заключение
КЗ в сети 110 кВ (после реконструкции)				
1.	Новый ТТ 110	200	850/1500	Не соответствует требованиям ГОСТ
2.	ЛР ВЛ 110 Хвойная - Тополь	200	860/1630	Не соответствует требованиям ГОСТ
3.	Т2 110 кВ	200	907/1590	Не соответствует требованиям ГОСТ
4.	За территорией ОРУ 110 кВ	500	-/70	Соответствует требованиям ГОСТ
КЗ в сети 10 кВ				
5.	Территория ПС возле ЗРУ 10кВ	105	-/35	Соответствует требованиям ГОСТ
КЗ в сети 6 кВ				
6.	Территория ПС возле ЗРУ 6кВ	105	-/27	Соответствует требованиям ГОСТ

Для ЭА 110кВ напряжение прикосновения/шага может превышать допустимые пределы.

Измерения и расчеты
провели:

Должность
Главный инженер ООО «ЭЗОП»

инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512 от 29.06.2012 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи****Протокол 6. Расчет среднего количества разрядов молнии на территорию объекта за год**

Территория	T_d , часов	P , о.е.	A_d , м.кв.	срок службы оборудования, лет	C_d , о.е.	N_D , удар/год	прорыв через СМЗ 1 раз в, лет	I_m , кА
рассматриваемая территория	40	0.95	17504	30	1	0.05	400	38
Расчет количества молниевых разрядов выполняется в соответствии с методикой ГОСТ Р МЭК 62305-1 «Защита от молнии»								

Примечание: T_d – уровень грозовой активности в районе расположения объекта P – надежность системы молниезащиты (определена исходя из параметров СМЗ объекта и срока службы оборудования); A_d – площадь сбора разрядов; C_d – коэффициент, учитывающий влияние относительного местонахождения защищаемого объекта [18]; N_D – ожидаемое количество разрядов молнии в защищаемую территорию за год I_m – ток молнииИзмерения и расчеты про-
вели:Должность
Главный инженер ООО «ЭЗОП»

инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014
Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи**

Расчёты были проведены программой		Контур		№ Регистрации	2008615248
Режим нейтрали				Заземлённая, изолированная	
Ток замыкания на землю	Однофазный	110 кВ	27,66 кА		
	Двухфазный	10 кВ	11,02 кА		
	Двухфазный	6 кВ	7,87 кА		
Время срабатывания защит	110 кВ	Основная – 0,1 сек, с учётом УРОВ – 0,5 сек			
	10 кВ	Основная – 0,5 сек, резервная (МТЗ) – 1,0 сек			
	6 кВ	Основная – 0,5 сек, резервная (МТЗ) – 1,0 сек			
Удельное сопротивление грунта				Летний период – ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя –58 Ом·м, толщина верхнего слоя –1,5м. Зимний период - ρ верхнего слоя – 312 Ом·м, ρ нижнего слоя –58 Ом·м, толщина верхнего слоя –1,4м.	

Протокол 7. Токи и напряжения промышленной частоты при коротком или двойном замыкании на землю

N ка- беля, устро- йство	Трасса кабеля	Место при- ложения воздей- ствия,	Подпитка	Расчетно-экспериментальные воздействия			Время воздей- ствия, с	Допустимый уровень воздей- ствия		Выводы	Рекоменда- ции
				Наибольшее напряжение на кабеле или устройстве (рас- чет, f=50 Гц), кВ	Наибольший ток в экране, оболочке или броне кабеля А / температура нагрева, °С			Наибольшее напряжение на кабеле или устройстве, кВ	Наибольшая температура нагрева экрана, оболочки или брони кабеля, °С		
					ЭА-КШ	КШ- помещение					
До реконструкции											
ОРУ 110 кВ (измерение)											
2,3,4	ТН 2 СШ-ОПУ	ТН 2 СШ	От системы	1,38	-	-	0,5	2,0	150	уд.	-
После реконструкции											
ОРУ 110 кВ зимнее время (без учета рекомендаций)											
1	Новый ТТ 110 – ОПУ	Новый ТТ 110	От системы	0,4	8200/>700	280/53	0,5	2,0	150	неуд.	см. Разд. 4.3.4 и 4.4
1,2,3	ЛР ВЛ 110 Хвой- ная-Тополь - ОПУ	ЛР ВЛ 110	От системы	1,2	-	1500/>700	0,5	2,0	150	неуд.	см. Разд. 4.3.4 и 4.4

N ка- беля, устро- йство	Трасса кабеля	Место при- ложения воздей- ствия,	Подпитка	Расчетно-экспериментальные воздействия			Время воздей- ствия, с	Допустимый уровень воздей- ствия		Выводы	Рекоменда- ции
				Наибольшее напряжение на кабеле или устройстве (рас- чет, f=50 Гц), кВ	Наибольший ток в экране, оболочке или броне кабеля А / температура нагрева, °С			Наибольшее напряжение на кабеле или устройстве, кВ	Наибольшая температура нагрева экрана, оболочки или брони кабеля, °С		
					ЭА-КШ	КШ- помещение					
ОРУ 110 кВ зимнее время (с учетом рекомендаций)											
1	Новый ТТ 110 – ОПУ	Новый ТТ 110	От системы	0,4	-	650/147	0,5	2,0	150	уд.	-
1,2,3	ЛР ВЛ 110 Хвой- ная-Тополь - ОПУ	ЛР ВЛ 110	От системы	0,9	-	623/136	0,5	2,0	150	уд.	-
Сеть 10 кВ зимнее время (с учетом рекомендаций)											
2,3,4,6	ЗРУ 10кВ -ОПУ	Т2-ЗРУ 10кВ	(ток замы- кания – 11,02кА)	0,34	-	493/132	1,0	2,0	150	уд.	-
Сеть 6 кВ зимнее время (с учетом рекомендаций)											
2,3,4,5 ,6	ЗРУ 6кВ -ОПУ	Т2-ЗРУ 6кВ	(ток замы- кания – 9 кА)	0,08	-	303/69	1,0	2,0	150	уд.	-

Разности потенциалов при КЗ не будут представлять опасности для МП аппаратуры и ее цепей при выполнении рекомендаций по прокладке ШУП(см. Разд. 4.2.4)..

Измерения и расчеты
провели:

Должность
Главный инженер ООО
«ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи**

Расчёты были проведены программой	Контур	№ Регистрации	2008615248
Удельное сопротивление грунта	Летний период – ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5м. Зимний период – ρ верхнего слоя – 312 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,4м.		

Протокол 8. Импульсные помехи, связанные с импульсным подъемом потенциала ЗУ при протекании ВЧ-составляющей тока КЗ

Кабель (вид цепей) устройство	Оборудование, от которого приходят цепи к устройству	Параметры ВЧ-составляющей тока КЗ			Расчетные уровни воздействия		Допустимый уровень воздействия (ГОСТ Р 51317.4.12 и ГОСТ Р 50571-4-44), кВ	Наличие УЗИП, тип, уровень срабатывания/уровень защиты, кВ	Выводы	Рекомендации
		$I_{ВЧ}$, кА	f , МГц	$K_{перед}$, о.е.	Наибольшее напряжение на устройстве, кВ (без экр.)	Уровень помехи в цепях (с учетом экр.), кВ				
ОРУ 110 кВ (с учетом рекомендаций)										
Новый ТТ 110 кВ - КШ	КШ ТТ 110 кВ	1,2	1,0	23*	23,4	1,02	6 – изоляция кабеля	-	уд.	
Новый ТТ 110 кВ (КШ) – ОПУ (1)	КШ ТТ 110 кВ	1,2	1,0	35,4**	24,8	0,7	2,5 – МП аппаратура 6 – изоляция кабеля	-	уд.	
ЛР ВЛ 110 Хвойная-Тополь – ОПУ (1,2,3)	ЛР ВЛ 110 Хвойная-Тополь	1,2	1,0	35,4	15,57	0,44	2,5 – МП аппаратура 6 – изоляция кабеля	-	уд.	
T2 – ОПУ (1,2,3,5,6)	T2	1,2	1,0	35,4	18,1	0,51	2,5 – МП аппаратура 6 – изоляция кабеля	-	уд.	
*7,67·3=23 – общий коэффициент экранирования от медной шины 70 мм ² и металлического короба										
**5,89·6=35,4 – общий коэффициент экранирования от 4 ШУПов 50х5 и экрана кабеля, заземленного с двух сторон										

Помехи, связанные с ВЧ составляющей тока КЗ, не будут представлять опасность для цепей МП аппаратуры при выполнении рекомендаций по прокладке ШУП (см. Разд. 4.3.4) и выполнении рекомендаций по прокладке вторичных цепей (см. Разд. 4.4).

Измерения и расчеты
провели:

Должность
Главный инженер ООО
«ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи**

Расчёты были проведены программой	Контур	№ Регистрации	2008615248
Удельное сопротивление грунта		Летний период – ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5м.	

Протокол 9. Импульсные напряжения, воздействующие на контрольные кабели и входы аппаратуры при ударах молнии

Обо- значе- ние ЭСМЗ	Трасса кабе- лей (N трассы)	Место заземле- ния цепи	Ток мол- нии, кА/ток генерато- ра, А	Парамет- ры им- пульса, мкс	Разность по- тенциалов вдоль трассы, измерен- ное,В/расчет, кВ	Импульсная помеха, кВ		Коэффициент ослабления, о.е.	Допустимый уровень воз- действия, кВ		Выводы	Рекоменда- ции
						со стороны аппаратуры	со стороны ЭА (КШ)		приложенное к кабелю (ГОСТ 50571-4-44)	приложенное к входам ап- паратуры (ГОСТ Р 51317.4.5)		
После реконструкции (с учётом рекомендаций по прокладке ШУП)												
M4	ЗРУ 10 кВ – ОПУ (2,3,6)	ЗРУ 10 кВ	38/-	10/350	-/19,8	1,13	-	17,6*	6	4	удовл	-
M4	КШ ТТ 110 – ОПУ (1)	КШ ТТ 110	38/-	10/350	-/23,9	1,01	-	23,6**	6	4	удовл	-
M2	ЛР ВЛ 110 Хвойная- Тополь – ОПУ (1,2,3)	ЛР ВЛ 110 Хвойная- Тополь	38/-	10/350	-/28,1	-	1,19	23,6	6	4	удовл	-
M1	T2 – ОПУ (1,2,3,5,6)	T2	38/-	10/350	-/19,8	-	0,84	23,6	6	4	удовл	-

*4,4=17,6 – общий коэффициент экранирования от двух ШУП 60х5 и экрана кабеля, заземленного с двух сторон

**5,9*4=23,6 – общий коэффициент экранирования от четырёх ШУП 50х5 и экрана кабеля, заземленного с двух сторон

Импульсные разности потенциалов не будут представлять опасность для вторичных цепей при выполнении рекомендаций по прокладке ШУП (см. Разд. 4.3.4) и выполнении рекомендаций по прокладке вторичных цепей (см. Разд. 4.4).

Измерения и расчеты
провели:

Должность
Главный инженер ООО
«ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: *ООО "Финпром-Инжиниринг"*Объект: *ПС 110 кВ "Тополь"*Местонахождение объекта: *г. Мытищи*

Расчёты были проведены программой	Контур	№ Регистрации	2008615248
Удельное сопротивление грунта		Летний период – ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5м.	

Протокол 10. Импульсные излучаемые помехи при ударах молнии, воздействующие на контрольные кабели и входы аппаратуры при ударах молнии (определение возможности перекрытия и пробоя изоляции)

Обозначение ЭСМЗ	Трасса кабелей (N трассы)	Ток молнии, кА/ток генератора, А	Параметры импульса, мкс	Перекрытие		Повреждение изоляции кабеля вдоль трассы прокладки цепей			Выводы	Рекомендации
				Отношение разности потенциалов между трассой кабеля и молниеотводом (кВ) к длине промежутка (м), кВ/м	Допустимый уровень воздействия для рассматриваемого молниеприемника и трассы цепей, кВ 500кВ/1м – по воздуху 300кВ/1м – в грунте 100кВ/1м – по поверхности земли	Разность потенциалов вдоль трассы прокладки цепи, кВ	Разность потенциалов вдоль трассы прокладки цепи с учетом экранирования, кВ	Допустимый уровень воздействия, кВ		
М4	Кабельный лоток (1,2,3,4,5,6)	38/-	10/350	16,8/1,7=9,9 кВ/1м	100кВ/1м	-	-	6	Удовл.	-

Измерения и расчеты провели:

Должность
Главный инженер ООО «ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи**

Расчёты были проведены программой	Контур	№ Регистрации	2008615248
-----------------------------------	--------	---------------	------------

Протокол 11 Магнитные поля промышленной частоты, нормальный режим

Место рас-чета	Источник поля	Влияю-щий ток, А	Напряжен-ность поля, А/м	Экранирующие кон-струкции/ толщина, мм	Напряженность с учетом экранирова-ния, А/м	Карта поля	Допустимый уровень воздействия (ГОСТ Р 50648-94), А/м	Выводы	Рекомендации
Без учёта рекомендаций									
ЗРУ 6 кВ	Шкафы 6 кВ и реак-торы 6 кВ	2860	1627	Стенка шкафа ячее-ки/1,0	490	-	100	неуд.	См. Разд. 4.8.1
ЗРУ 10 кВ	Шкафы 10 кВ и ре-акторы 10 кВ	3150	2034	Стенка шкафа ячее-ки/1,0	610	-	100	неуд.	
ОПУ	Ошиновки 10 кВ и реакторы 6 кВ	3150	27,5	-	27,5	-	100	удовл.	-
С учётом рекомендаций									
ЗРУ 6 кВ	Шкафы 6 кВ и реак-торы 6 кВ	2860	839	Стенка шкафа ячее-ки/2,0	70	-	100	удовл.	-
ЗРУ 10 кВ	Шкафы 10 кВ и ре-акторы 10 кВ	3150	1027	Стенка шкафа ячее-ки/2,0	81	-	100	удовл.	-
ОПУ	Ошиновки 10 кВ и реакторы 6 кВ	3150	27,5	Стенка шкафа/1,0	2,5	-	100	удовл.	-

Измерения и расчеты
провели:

Должность

Главный инженер ООО

«ЭЗОП»

инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия

Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи**

Расчёты были проведены программой	Контур	№ Регистрации	2008615248
Удельное сопротивление грунта		Летний период – ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5м. Зимний период - ρ верхнего слоя – 312 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,4м.	

Протокол 12. Магнитные поля промышленной частоты, режим КЗ

Место рас- чета	Источник поля	Влияющий ток КЗ, кА	Экранирующие конструк- ции/ толщина экранов, мм	Расчетная напряжен- ность, А/м		Карта поля	Допустимый уровень воздействия (ГОСТ Р 50648-94), А/м	Выводы	Рекомендации
				без экр.	с экр.				
Без учёта рекомендаций									
ЗРУ 6 кВ	Шкафы 6 кВ и ре- акторы 6 кВ	9,0	Стенка шкафа ячейки/1,0	4800	1470	Рис. 9-1	1000	Неуд.	См. Разд. 4.8.2
ЗРУ 10 кВ	Шкафы 10 кВ и реакторы	11,02	Стенка шкафа ячейки/1,0	6900	2081	-	1000	Неуд.	См. Разд. 4.8.2
ОПУ	Ошиновки 10 кВ	11,02	-	92	92	-	1000	Уд.	-
ОПУ	Ошиновки 110 кВ	27,66	-	231	231	-	1000	Уд.	-
С учётом рекомендаций									
ЗРУ 6 кВ	Шкафы 6 кВ и ре- акторы 6 кВ	9,0	Стенка шкафа ячейки/2,0	2308	185	-	1000	Уд.	-
ЗРУ 10 кВ	Шкафы 10 кВ и реакторы	11,02	Стенка шкафа ячейки/2,0	3239	253	-	1000	Уд.	-
ОПУ	Ошиновки 10 кВ	11,02	Стенка шкафа/1,0	92	5,3	-	1000	Уд.	-
ОПУ	Ошиновки 110 кВ	27,66	Стенка шкафа/1,0	231	7,8	-	1000	Уд.	-

Измерения и расчеты
провели:

Должность
Главный инженер ООО «ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.
Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: *ООО "Финпром-Инжиниринг"*Объект: *ПС 110 кВ "Тополь"*Местонахождение объекта: *г. Мытищи*

Расчёты были проведены программой	Контур	№ Регистрации	2008615248
Удельное сопротивление грунта		Летний период – ρ верхнего слоя – 104 Ом·м, ρ нижнего слоя – 58 Ом·м, толщина верхнего слоя – 1,5м.	

Протокол 13. Импульсные магнитные поля

Источник поля	Место расчёта	Влияющий ток, кА	Расчетная напряженность без учёта экранирования, А/м	Экранирующие конструкции/ толщина экранов, мм	Расчетная напряженность с учётом экранирования, А/м	Карта поля	Допустимый уровень воздействия (ГОСТ Р 50649-94), А/м	Выводы	Рекомендации
Без учёта рекомендаций									
М4	ГЩУ в ОПУ	38	2000	-	2000	Рис. 9-2	300	неуд.	См. Разд. 4.8.3
МО на крыше ЗРУ 10 кВ	ЗРУ 10 кВ	38	3000	Стенка шкафа ячейки/1,0	208	-	300	Уд.	-
С учётом рекомендаций									
М4	ГЩУ в ОПУ	38	2000	Стенка шкафа/1,0	139	-	300	Уд.	-
М9	ЗРУ 10 кВ	38	2500	Стенка шкафа ячейки/2,0	112	-	300	Уд.	-

Измерения и расчёты
провели:

Должность
Главный инженер ООО «ЭЗОП»

инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: ООО "Финпром-Инжиниринг"Объект: ПС 110 кВ "Тополь"Местонахождение объекта: г. Мытищи

Температура воздуха вне помещения	15°C	Влажность воздуха	50 %	Атмосферное давление	747 мм. рт. ст.
Измерения проведены приборами типа	Tektronix THS 730A	Заводской номер	B020821	Дата очередной поверки	15.09.2017

Протокол 14. Кондуктивные помехи в цепях постоянного оперативного тока

Цепи (место подключения)	Уровень напряжения		Уровень кратковременных провалов напряжения		Пульсации напряжения		Импульсные помехи		Выводы	Рекомендации
	Измеренный, В	Допустимый (ГОСТ Р 51179), В	Измеренный, %	Допустимый (МЭК 61000-4-29), %	Наибольший уровень %	Допустимый уровень (ГОСТ Р 51317.4.17) %	Наибольшее напряжение, кВ	Допустимый уровень (ГОСТ Р 51317.4.12-99), кВ		
РЦ	110	99/121	-	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с) ΔU 100 % (0,5 с)	3,6	10	$\leq 0,1$	2	удовл	-

Измерения и расчеты
провели:

Должность
Главный инженер ООО
«ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: ООО "Финпром-Инжиниринг"Объект: ПС 110 кВ "Тополь"Местонахождение объекта: г. Мытищи

Температура воздуха вне помещения	15°C	Влажность воздуха	50 %	Атмосферное давление	747 мм. рт. ст.
Измерения проведены приборами типа	Tektronix THS 730A	Заводской номер	B020821	Дата очередной поверки	15.09.2017

Протокол 15. Экспресс-оценка качества электроснабжения переменным током

Точка подключения	Действующее значение напряжения, мальный/максимальный уровень (ГОСТ Р 51317.4.14)		Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения (ГОСТ Р 51317.4.13, ГОСТ 13109)		Частота (ГОСТ Р 51317.4.28)		Провалы и прерывания (ГОСТ Р 51317.4.11). Величина, % /длительность, мс		Импульсные помехи (ГОСТ Р 51317.4.12)		Осциллограмма	Выводы	Рекомендации
	Измеренные значения, В	Допустимый уровень, В	Наибольший уровень, %	Допустимые значения, %	Измеренное значение, Гц	Допустимые значения, Гц	Измерено	Допустимо	Измерено, кВ	Допустимо, кВ			
РЩ	224-231	198/242	2,0	8	50	49,60 – 50,40	-	30/50	-	2,5	-	Удовл.	

Измерения и расчеты провели:

Должность
Главный инженер ООО «ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

ООО «ЭЗОП»

(наименование организации, предприятия)

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация проектировщиков «СтройОбъединение» № СРО-П-145-040032010, свидетельство №10279 от 19.02.2014
Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Свидетельство о регистрации электролаборатории № 4512-2 от 26.06.2015 г.

Заказчик: **ООО "Финпром-Инжиниринг"**Объект: **ПС 110 кВ "Тополь"**Местонахождение объекта: **г. Мытищи**

Температура воздуха вне помещения	+8°C	Влажность воздуха	60%	Атмосферное давление	745 мм рт. ст.
Измерения проведены приборами типа	ИЭСП-01	Заводской номер	870	Дата очередной поверки	21.07.2017

Протокол 16. Определение электростатических потенциалов.

Помещение	Тип покрытия пола	Измерения					Расчетно-экспериментальное значение			Допустимый уровень воздействия (ГОСТ Р 51317.4.2), кВ	Выводы	Рекомендации
		Влажность, %	Температура, °C	Напряжённость поля, кВ/м	Расстояние между напольным покрытием и измерителем, м	Потенциал напольного покрытия или тела человека, кВ	Влажность, %	Температура, °C	Наибольший потенциал напольного покрытия или тела человека, кВ			
ОПУ	кафель	60	23	0,3	0,1	0,03	20	20	0,06	6	Удовл.	-

Измерения и расчеты провели:
Должность
Главный инженер ООО «ЭЗОП»
инженер ООО «ЭЗОП»

подпись

И.О. Фамилия
Валиуллин Р.Р.

Безукладникова М.В.

7 Уровни помехоустойчивости МП аппаратуры. Требования НТД к уровням помехоустойчивости

7.1 Данные по аппаратуре, предоставленные Заказчиком

Ниже приводятся данные по помехоустойчивости устанавливаемой МП аппаратуры, представленные в соответствующих руководствах по эксплуатации, а также данные, принимаемые в данном отчете.

Таблица 7.1. Помехоустойчивость МП устройств TOPAZ серии ТМ

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Степень жесткости согласно ГОСТ Р 51317-6.5 и [20]	Уровень помехоустойчивости
Испытания электрической прочности изоляции	2кВ	соответствует
Воздействие на порт корпуса		
Постоянно действующее МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/100 А/м	соответствует
Кратковременное МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/1000 А/м	соответствует
Радиочастотное электромагнитное поле ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	3/10 В/м (80 – 3000 МГц)	соответствует
Электростатический разряд ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95)	3/ 6 кВ (контактный) 8 кВ (воздушный)	соответствует
ИМП ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	4/300 А/м	соответствует
Сигнальные порты		
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ(провод-земля)	4/ 4 кВ (провод-провод) 4 кВ(провод-земля)
Колебательные затухающие помехи, повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует

Помехи по цепям питания переменным током		
Провалы напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 30% (1 период) или ΔU 60% (50 периодов)	U 30% (50 период) или ΔU 60% (5 периодов)
Прерывания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 50 % (1 периодов) или ΔU 100 % (50 периодов)	ΔU 100 % (25 периодов)
Выброс напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-99*	3/ ΔU 20 % (1 с)	соответствует
Отклонение действующего значения напряжения ГОСТ 13109 и ГОСТ Р 51317.4.14-2000*	0,9-1,1 U_n	нет данных
Колебания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99)	3/ $\pm 12\% U_{ном}$ ($U_{ном}$) $+12\% U_{ном}$ (0,9 $U_{ном}$) $-12\% U_{ном}$ (1,1 $U_{ном}$)	нет данных
Отклонение частоты ГОСТ 13109	0,4 Гц	нет данных
Коэффициент искажения синусоидальности кривой ГОСТ 13109*	8%	нет данных
Микросекундные импульсные помехи большой энергии (ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	4/ 4 кВ (провод-провод) 4 кВ(провод-земля)
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004),	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ Повторяющиеся 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания постоянным током		

Провалы напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)	соответствует
Прерывания напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 100 % (0,5 с)	соответствует
Пульсация напряжения питания постоянного тока ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	3/ 10 % (50 Гц)	соответствует
Отклонения действующего значения напряжения питания ГОСТ Р 51179-98	0,9-1,1 U_n	0,6-1,2 U_n
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	4/ 4 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	3/ 10В (длительные), 100В (кратковремен- ные, 1 с)	4/ 30В (длительные), 300В (кратковременные, 1 с)
Порт функционального заземления		
НИП (ввод помехи с применением емкостных клещей связи) ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (Требования применяют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления.)	4/4 кВ	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, ГОСТ Р 51317.4.6-99	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Все данные по аппаратуре даются согласно руководству по эксплуатации ПЛСТ.421457.018РЭ		

Таблица 7.2. Помехоустойчивость МП устройств аппаратуры АВАНТ РЗСК

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Степень жесткости согласно ГОСТ Р 51317-6.5 и [20]	Уровень помехоустойчивости
Испытания электрической прочности изоляции	2кВ	соответствует
Воздействие на порт корпуса		
Постоянно действующее МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/100 А/м	соответствует

Кратковременное МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/1000 А/м	соответствует
Радиочастотное электромагнитное поле ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	3/10 В/м (80 – 3000 МГц)	соответствует
Электростатический разряд ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95)	3/ 6 кВ (контактный) 8 кВ (воздушный)	4/ 8 кВ (контактный) 15 кВ (воздушный)
ИМП ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	4/300 А/м	5/1000 А/м
Сигнальные порты		
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	по схеме «провод-провод» - 1 кВ (степень жесткости 2), по схеме «провод-земля» - 2 кВ (степень жесткости 3)
Колебательные затухающие помехи, повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	по схеме «провод-провод» - 0.5 кВ (степень жесткости 2), по схеме «провод-земля» - 1 кВ (степень жесткости 2)
Колебательные затухающие помехи, одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	3/ 1 кВ (провод-провод) 3/ 2 кВ (провод-провод)
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	4/ нет данных (провод-провод) 2 кВ (провод-земля)
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания постоянным током		
Провалы напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,5 с)
Прерывания напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 100 % (0,5 с)	соответствует
Пульсация напряжения питания постоянного тока ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	3/ 10 % (50 Гц)	соответствует
Отклонения действующего значения напряжения питания ГОСТ Р 51179-98	0,9-1,1 Ун	0,8-1,1 Ун
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует

Колебательные затухающие помехи повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	3/ 10В (длительные), 100В (кратковремен- ные, 1 с)	4/ 30 В (длительные), 300 В (кратковременные, 1 с)
Порт функционального заземления		
НИП (ввод помехи с применением емкостных клещей связи) ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (Требования применяют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления.)	4/4 кВ	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, ГОСТ Р 51317.4.6- 99	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Все данные по аппаратуре даются согласно руководство по эксплуатации ПБКМ.42 4325.004 РЭ.03 для каналов ВОЛС и мультиплексируе- мых каналов стандарта IEEE C37.94		

Таблица 7.3. Помехоустойчивость МП устройств аппаратуры TOP-100 ЛОК 61

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Степень жесткости согласно ГОСТ Р 51317-6.5 и [20]	Уровень помехоустойчивости
Испытания электрической прочности изоляции	2кВ	соответствует
Воздействие на порт корпуса		
Постоянно действующее МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/100 А/м	соответствует
Кратковременное МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/1000 А/м	соответствует
Радиочастотное электромагнитное поле ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	3/10 В/м (80 – 3000 МГц)	соответствует
Электростатический разряд ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95)	3/ 6 кВ (контактный) 8 кВ (воздушный)	соответствует
ИМП ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	4/300 А/м	5/1000 А/м
Сигнальные порты		
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ(провод-земля)	соответствует

Колебательные затухающие помехи, повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	нет данных
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания переменным током		
Провалы напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 30% (1 период) или ΔU 60% (50 периодов)	ΔU 50 % (10 периодов)
Прерывания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 50 % (1 периодов) или ΔU 100 % (50 периодов)	ΔU 100 % (25 периодов)
Выброс напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-99*	3/ ΔU 20 % (1 с)	
Отклонение действующего значения напряжения ГОСТ 13109 и ГОСТ Р 51317.4.14-2000*	0,9-1,1 U_n	0,8-1,1 U_n , (Допустимые кратковременные отклонения напряжения 0,5-1,2 U_n)
Колебания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99)	3/ $\pm 12\% U_{ном}$ ($U_{ном}$) $+12\% U_{ном}$ ($0,9U_{ном}$) $-12\% U_{ном}$ ($1,1U_{ном}$)	соответствует
Отклонение частоты ГОСТ 13109	0,4 Гц	-5 до +3 Гц
Коэффициент искажения синусоидальности кривой ГОСТ 13109*	8%	нет данных
Микросекундные импульсные помехи большой энергии (ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95))	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует

Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004),	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ Повторяющиеся 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания постоянным током		
Провалы напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)	ΔU 50 % (0,2 с)
Прерывания напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 100 % (0,5 с)	соответствует
Пульсация напряжения питания постоянного тока ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	3/ 10 % (50 Гц)	соответствует
Отклонения действующего значения напряжения питания ГОСТ Р 51179-98	0,9-1,1 U_n	Соответствует 0,8-1,1 U_n
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	3/ 10В (длительные), 100В (кратковременные, 1 с)	нет данных

Порт функционального заземления		
НИП (ввод помехи с применением емкостных клещей связи) ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (Требования применяют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления.)	4/4 кВ	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, ГОСТ Р 51317.4.6-99	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Все данные по аппаратуре даются согласно руководству по эксплуатации Руководство по эксплуатации АИПБ.656122.006-02 РЭ		

Таблица 7.4. Помехоустойчивость МП устройств аппаратуры TOP-200 В-73

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Степень жесткости согласно ГОСТ Р 51317-6.5 и [20]	Уровень помехоустойчивости
Испытания электрической прочности изоляции	2кВ	соответствует
Воздействие на порт корпуса		
Постоянно действующее МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/100 А/м	соответствует
Кратковременное МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/1000 А/м	соответствует
Радиочастотное электромагнитное поле ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	3/10 В/м (80 – 3000 МГц)	соответствует 3/10 В/м (80 – 1000 МГц)
Электростатический разряд ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95)	3/ 6 кВ (контактный) 8 кВ (воздушный)	соответствует
ИМП ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	4/300 А/м	5/1000 А/м
Сигнальные порты		
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ(провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	нет данных
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует

Помехи по цепям питания переменным током		
Провалы напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 30% (1 период) или ΔU 60% (50 периодов)	ΔU 50% (100 период)
Прерывания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 50 % (1 периодов) или ΔU 100 % (50 периодов)	ΔU 100 % (25 периодов)
Выброс напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-99*	3/ ΔU 20 % (1 с)	Нет данных
Отклонение действующего значения напряжения ГОСТ 13109 и ГОСТ Р 51317.4.14-2000*	0,9-1,1 U_n	0,8-1,1 U_n Допустимые кратковременные отклонения 0,5-1,2 U_n
Колебания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99)	3/ $\pm 12\% U_{ном}$ ($U_{ном}$) $+12\% U_{ном}$ (0,9 $U_{ном}$) $-12\% U_{ном}$ (1,1 $U_{ном}$)	соответствует
Отклонение частоты ГОСТ 13109	0,4 Гц	соответствует -5 до +3 Гц
Коэффициент искажения синусоидальности кривой ГОСТ 13109*	8%	нет данных
Микросекундные импульсные помехи большой энергии (ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004),	4/ 2 кВ (провод-провод) 4/4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ Повторяющиеся 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания постоянным током		

Провалы напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)	ΔU 50% (2 с)
Прерывания напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 100 % (0,5 с)	соответствует
Пульсация напряжения питания постоянного тока ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	3/ 10 % (50 Гц)	соответствует
Отклонения действующего значения напряжения питания ГОСТ Р 51179-98	0,9-1,1 U_n	0,8-1,1 U_n
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	3/ 10В (длительные), 100В (кратковремен- ные, 1 с)	нет данных
Порт функционального заземления		
НИП (ввод помехи с применением емкостных клещей связи) ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (Требования при- меняют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления.)	4/4 кВ	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, ГОСТ Р 51317.4.6-99	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Все данные по аппаратуре даются согласно руководству по эксплуатации АИПБ.656122.005-08 РЭ		

Таблица 7.5. Помехоустойчивость МП устройств аппаратуры TOP-200 Л

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Степень жесткости согласно ГОСТ Р 51317-6.5 и [20]	Уровень помехоустойчивости
Испытания электрической прочности изоляции	2кВ	соответствует
Воздействие на порт корпуса		
Постоянно действующее МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/100 А/м	соответствует

Кратковременное МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/1000 А/м	соответствует
Радиочастотное электромагнитное поле ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	3/10 В/м (80 – 3000 МГц)	3/10 В/м (80 – 1000 МГц)
Электростатический разряд ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95)	3/ 6 кВ (контактный) 8 кВ (воздушный)	соответствует
ИМП ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	4/300 А/м	5/1000 А/м
Сигнальные порты		
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ(провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	нет данных
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания переменным током		
Провалы напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 30% (1 период) или ΔU 60% (50 периодов)	ΔU 50% (100 период)
Прерывания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 50 % (1 периодов) или ΔU 100 % (50 периодов)	ΔU 100 % (250 периодов)
Выброс напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-99*	3/ ΔU 20 % (1 с)	
Отклонение действующего значения напряжения ГОСТ 13109 и ГОСТ Р 51317.4.14-2000*	0,9-1,1 U_n	0,8-1,1 U_n Допустимые кратковременные отклонения 0,5-1,2 U_n

Колебания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99)	3/ $\pm 12\% U_{ном}$ ($U_{ном}$) $+12\% U_{ном}$ ($0,9U_{ном}$) $-12\% U_{ном}$ ($1,1U_{ном}$)	соответствует
Отклонение частоты ГОСТ 13109	0,4 Гц	от -5 до +3 Гц
Коэффициент искажения синусоидальности кривой ГОСТ 13109*	8%	нет данных
Микросекундные импульсные помехи большой энергии (ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004),	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ Повторяющиеся 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания постоянным током		
Провалы напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)	ΔU 50 % (2 с)
Прерывания напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 100 % (0,5 с)	соответствует
Пульсация напряжения питания постоянного тока ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	3/ 10 % (50 Гц)	соответствует
Отклонения действующего значения напряжения питания ГОСТ Р 51179-98	0,9-1,1 U_n	0,8-1,1 U_n Допустимые кратковременные отклонения 0,5-1,2 U_n
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует

Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	3/ 10В (длительные), 100В (кратковремен- ные, 1 с)	нет данных
Порт функционального заземления		
НИП (ввод помехи с применением емкостных клещей связи) ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (Требования при- меняют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления.)	4/4 кВ	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, ГОСТ Р 51317.4.6-99	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Все данные по аппаратуре даются согласно руководству по эксплуатации АИПБ. 656122.005-18 РЭ		

Таблица 7.6. Помехоустойчивость МП устройств аппаратуры TOP-200-СВ

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Степень жесткости согласно ГОСТ Р 51317-6.5 и [20]	Уровень помехоустойчивости
Испытания электрической прочности изоляции	2кВ	соответствует
Воздействие на порт корпуса		
Постоянно действующее МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/100 А/м	соответствует
Кратковременное МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/1000 А/м	соответствует
Радиочастотное электромагнитное поле ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	3/10 В/м (80 – 3000 МГц)	3/10 В/м (80 – 1000 МГц)
Электростатический разряд ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95)	3/ 6 кВ (контактный) 8 кВ (воздушный)	соответствует
ИМП ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	4/300 А/м	5/1000 А/м
Сигнальные порты		

Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ(провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	нет данных
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания переменным током		
Провалы напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 30% (1 период) или ΔU 60% (50 периодов)	ΔU 50% (100 периодов)
Прерывания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 50 % (1 периодов) или ΔU 100 % (50 периодов)	ΔU 100 % (25 периодов)
Выброс напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-99*	3/ ΔU 20 % (1 с)	нет данных
Отклонение действующего значения напряжения ГОСТ 13109 и ГОСТ Р 51317.4.14-2000*	0,9-1,1 U_n	0,8-1,1 U_n Допустимые кратковременные отклонения 0,5-1,2 U_n
Колебания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99)	3/ $\pm 12\% U_{ном}$ ($U_{ном}$) $+12\% U_{ном}$ (0,9 $U_{ном}$) $-12\% U_{ном}$ (1,1 $U_{ном}$)	соответствует
Отклонение частоты ГОСТ 13109	0,4 Гц	от -5 до +3 Гц
Коэффициент искажения синусоидальности кривой ГОСТ 13109*	8%	нет данных

Микросекундные импульсные помехи большой энергии (ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95))	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004),	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ Повторяющиеся 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания постоянным током		
Провалы напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)	ΔU 50% (2 с)
Прерывания напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 100 % (0,5 с)	соответствует
Пульсация напряжения питания постоянного тока ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	3/ 10 % (50 Гц)	соответствует
Отклонения действующего значения напряжения питания ГОСТ Р 51179-98	0,9-1,1 U_n	0,8-1,1 U_n Допустимые кратковременные отклонения 0,5-1,2 U_n
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	нет данных

Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	3/ 10В (длительные), 100В (кратковременные, 1 с)	нет данных
Порт функционального заземления		
НИП (ввод помехи с применением емкостных клещей связи) ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (Требования применяют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления.)	4/4 кВ	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, ГОСТ Р 51317.4.6-99	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Все данные по аппаратуре даются согласно руководству по эксплуатации АИПБ.656122.005-02 РЭ		

Таблица 7.7. Помехоустойчивость МП устройств аппаратуры TOP 300 PAC 502

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Степень жесткости согласно ГОСТ Р 51317-6.5 и [20]	Уровень помехоустойчивости
Испытания электрической прочности изоляции	2кВ	соответствует
Воздействие на порт корпуса		
Постоянно действующее МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/100 А/м	соответствует
Кратковременное МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/1000 А/м	соответствует
Радиочастотное электромагнитное поле ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	3/10 В/м (80 – 3000 МГц)	соответствует
Электростатический разряд ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95)	3/ 6 кВ (контактный) 8 кВ (воздушный)	соответствует
ИМП ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	4/300 А/м	соответствует
Сигнальные порты		
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ(провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует

Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания переменным током		
Провалы напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 30% (1 период) или ΔU 60% (50 периодов)	ΔU 20% (250 период) ΔU 30% (25 период) ΔU 60% (10 период) ΔU 100 (1 период) ΔU 100 (1 период)
Прерывания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 50 % (1 периодов) или ΔU 100 % (50 периодов)	соответствует
Выброс напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-99*	3/ ΔU 20 % (1 с)	нет данных
Отклонение действующего значения напряжения ГОСТ 13109 и ГОСТ Р 51317.4.14-2000*	0,9-1,1 U_n	0,8-1,1 U_n
Колебания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99)	3/ $\pm 12\% U_{ном}$ ($U_{ном}$) $+12\% U_{ном}$ (0,9 $U_{ном}$) $-12\% U_{ном}$ (1,1 $U_{ном}$)	нет данных
Отклонение частоты ГОСТ 13109	0,4 Гц	$\pm 15\%$
Коэффициент искажения синусоидальности кривой ГОСТ 13109*	8%	нет данных
Микросекундные импульсные помехи большой энергии (ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004),	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует

Колебательные затухающие помехи ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ Повторяющиеся 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания постоянным током		
Провалы напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)	соответствует
Прерывания напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 100 % (0,5 с)	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)
Пульсация напряжения питания постоянного тока ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	3/ 10 % (50 Гц)	соответствует
Отклонения действующего значения напряжения питания ГОСТ Р 51179-98	0,9-1,1 U_n	0,8-1,2 U_n (ступенчато)
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	3/ 10В (длительные), 100В (кратковремен- ные, 1 с)	нет данных
Порт функционального заземления		
НИП (ввод помехи с применением емкостных клещей связи) ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (Требования применяют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления.)	4/4 кВ	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, ГОСТ Р 51317.4.6-99	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует

Все данные по аппаратуре даются согласно «ТОР 300 РАС 502» Руководство по эксплуатации. Общие технические требования
АИПБ.656122.011 РЭ1

Таблица 7.8. Помехоустойчивость МП устройств аппаратуры ТОР 300

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Степень жесткости согласно ГОСТ Р 51317-6.5 и [20]	Уровень помехоустойчивости
Испытания электрической прочности изоляции	2кВ	соответствует
Воздействие на порт корпуса		
Постоянно действующее МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/100 А/м	соответствует
Кратковременное МППЧ ГОСТ Р 50648-94	5/1000 А/м	соответствует
Радиочастотное электромагнитное поле ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	3/10 В/м (80 – 3000 МГц)	соответствует
Электростатический разряд ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95)	3/ 6 кВ (контактный) 8 кВ (воздушный)	соответствует
ИМП ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	4/300 А/м	соответствует
Сигнальные порты		
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ(провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи, одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания переменным током		

Провалы напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 30% (1 период) или ΔU 60% (50 периодов)	ΔU 20% (250 период) ΔU 30% (25 период) ΔU 60% (10 период) ΔU 100 (1 период) ΔU 100 (1 период)
Прерывания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11: 2004)	ΔU 50 % (1 периодов) или ΔU 100 % (50 периодов)	соответствует
Выброс напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.11-99*	3/ ΔU 20 % (1 с)	нет данных
Отклонение действующего значения напряжения ГОСТ 13109 и ГОСТ Р 51317.4.14-2000*	0,9-1,1 U_n	0,8-1,1 U_n
Колебания напряжения электропитания ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99)	3/ $\pm 12\% U_{ном}$ ($U_{ном}$) $+12\% U_{ном}$ (0,9 $U_{ном}$) $-12\% U_{ном}$ (1,1 $U_{ном}$)	нет данных
Отклонение частоты ГОСТ 13109	0,4 Гц	$\pm 15\%$
Коэффициент искажения синусоидальности кривой ГОСТ 13109*	8%	нет данных
Микросекундные импульсные помехи большой энергии (ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004),	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ Повторяющиеся 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Помехи по цепям питания постоянным током		

Провалы напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)	соответствует
Прерывания напряжения электропитания МЭК 61000-4-29	ΔU 100 % (0,5 с)	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0,1 с)
Пульсация напряжения питания постоянного тока ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	3/ 10 % (50 Гц)	соответствует
Отклонения действующего значения напряжения питания ГОСТ Р 51179-98	0,9-1,1 U_n	0,8-1,2 U_n (ступенчато)
Микросекундные импульсные помехи большой энергии ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Наносекундные импульсные помехи ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи повторяющиеся ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3/ 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)	соответствует
Колебательные затухающие помехи одиночные ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	4/ 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)	соответствует
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	3/ 10В (длительные), 100В (кратковремен- ные, 1 с)	нет данных
Порт функционального заземления		
НИП (ввод помехи с применением емкостных клещей связи) ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (Требования применяют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления.)	4/4 кВ	нет данных
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, ГОСТ Р 51317.4.6-99	3/ 10 В (150 кГц – 80 МГц)	соответствует
Все данные по аппаратуре даются согласно «ГОР 300 » Руководство по эксплуатации. Общие технические требования АИПБ.656122.011 РЭ1		

7.2 Требования НТД к помехоустойчивости МП аппаратуры и электрической прочности изоляции портов

Аппаратура РЗА, АСУ, АСКУЭ и связи, а также используемая для работы МП устройств вспомогательная аппаратура связи, питания и т.п., должна быть испытана согласно требованиям ГОСТ 51317-6.5-2006 (предъявляемым к аппаратуре на электростанциях и подстанциях) и [20]. Ниже приводятся соответствующие требования.

Таблица 7.2. Требования по помехоустойчивости к ТС и электрической прочности изоляции портов


Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Стандарт на метод испытаний	Степень жесткости	Испытательный уровень
Напряжения промышленной частоты при КЗ на землю. Испытания электрической прочности изоляции. Для всех портов питания и для портов проводных цепей, выходящих на РУ	ГОСТ 30328-95 МЭК 60255-5	-	2 кВ
Порт корпуса			
Магнитное поле промышленной частоты (50 Гц)	ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93)	5	100 А/м (непрерывное) 1000 А/м (кратковременное, 3 с)
Радиочастотное электромагнитное поле	ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	3	10 В/м (80 – 3000 МГц)
Электростатический разряд	ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95), ГОСТ Р 51525-99 (МЭК 60255-22-2-96)	3	6 кВ (контактный) 8 кВ (воздушный)
Импульсное магнитное поле	ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	4	300 А/м
Сигнальные порты			
Микросекундные импульсные помехи большой энергии. Для аппаратуры, связанной с высоковольтным оборудованием (см. классификацию в ГОСТ Р 51317-6.5-2006 и [20])	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4	2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)
Микросекундные импульсные помехи большой энергии. Для «локальных» соединений (см. классификацию в ГОСТ Р 51317-6.5-2006 и [20])	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	2	0,5 кВ (провод-провод) 1 кВ (провод-земля)
Микросекундные импульсные помехи большой энергии. Для «полевых» соединений (см. классификацию в ГОСТ Р 51317-6.5-2006 и [20])	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	3	1 кВ (провод-провод) 2 кВ (провод-земля)
Колебательные затухающие помехи. Для аппаратуры, связанной с высоковольтным оборудованием (см. классификацию в ГОСТ Р 51317-6.5-2006 и [20])	ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3	Повторяющиеся (100 кГц, 1 МГц) 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)
		4	Одиночные (100 кГц) 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Стандарт на метод испытаний	Степень жесткости	Испытательный уровень
Колебательные затухающие помехи. Для «локальных» и «полевых» соединений (см. классификацию в ГОСТ Р 51317-6.5-2006 и [20])	ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	2	Повторяющиеся (100 кГц, 1 МГц) 0,5 кВ (провод-провод) 1 кВ (провод-земля)
		3	Одиночные (100 кГц) 1 кВ (провод-провод) 2 кВ (провод-земля)
Наносекундные импульсные помехи. Для аппаратуры, связанной с высоковольтным оборудованием (см. классификацию в ГОСТ Р 51317-6.5-2006 и [20])	ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004), ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95)	4	2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)
Наносекундные импульсные помехи. Для «локальных» соединений (см. классификацию в ГОСТ Р 51317-6.5-2006 и [20])	ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004), ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95)	2	0,5 кВ (провод-провод) 1 кВ (провод-земля)
Наносекундные импульсные помехи. Для «полевых» соединений (см. классификацию в ГОСТ Р 51317-6.5-2006 и [20])	ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004), ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95)	3	1 кВ (провод-провод) 2 кВ (провод-земля)
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3	10 В (150 кГц – 80 МГц)
Низковольтные входные и выходные порты электропитания переменного тока			
Провалы напряжения электропитания	МЭК-61000-4-29. ГОСТ Р 51317.4.11-99, Испытательные уровни приведены согласно [20].	3	ΔU 30 % (50 период)
		-	ΔU 60 % (1 период)
Прерывания напряжения электропитания		2	ΔU 100 % (5 периодов)
Микросекундные импульсные помехи большой энергии.	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	4	2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)
Искажение синусоидальности напряжения электропитания. Гармоники и интергармоники	ГОСТ Р 51317.4.13-2006 (МЭК 61000-4-13:2002), ГОСТ 13109-97	-	12% от $U_{ном}$ - коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения. Для интергармоники, согласно ГОСТ Р 51317.4.13-2006
Колебания напряжения электропитания	ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99)	3	$\pm 12\% U_{ном}$ ($U_{ном}$) $+12\% U_{ном}$ ($0,9U_{ном}$) $-12\% U_{ном}$ ($1,1U_{ном}$)
Устойчивость к динамическим изменениям напряжения питания (выбросы напряжения)	ГОСТ Р 51317.4.11-99 (МЭК 61000-4-11-94)	3	ΔU 20 % (1 с)
Изменения частоты питающего напряжения	ГОСТ Р 51317.4.28- 2000 (МЭК 61000-4-28-99)	4 для изолированных систем 3 для объединенных систем	$\Delta f/f_{ном} = \pm 15\%$ $\Delta f/f_{ном} = +4, -6\%$

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Стандарт на метод испытаний	Степень жесткости	Испытательный уровень
Наносекундные импульсные помехи	ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004), ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95)	4	2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)
Колебательные затухающие помехи	ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3	Повторяющиеся (100 кГц, 1 МГц) 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)
		4	Одиночные (100 кГц) 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3	10 В (150 кГц – 80 МГц)
Низковольтные входные и выходные порты электропитания постоянного тока			
Провалы напряжения электропитания	МЭК-61000-4-29. Испытательные уровни приведены согласно [20]. Указанные требования по прерываниям напряжения являются завышенными для аппаратуры без собственной АБ	ΔU 30 % (1 с) ΔU 60 % (0.1 с)	
Прерывания напряжения электропитания		ΔU 100 % (0.5 с)	
Пульсация напряжения питания постоянного тока	ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	3	10 %
Отклонения действующего значения напряжения питания	ГОСТ Р 51179-98	-	0,9-1,1 U_n
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц (д.с., 50 Гц, 15 Гц – 150кГц)	ГОСТ Р 51317.4.16- 2000 (МЭК 61000-4-16-98)	3	10 В (д.с., 50 Гц - длительные)
		4	100 В (д.с., 50 Гц – кратковременные, 1 с)
Микросекундные импульсные помехи большой энергии	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	3	1 кВ (провод-провод) 2 кВ (провод-земля)
Наносекундные импульсные помехи	ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004), ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95)	4	2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)
Колебательные затухающие помехи	ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-97)	3	Повторяющиеся (100 кГц, 1 МГц) 1 кВ (провод-провод) 2,5 кВ (провод-земля)
		4	Одиночные (100 кГц) 2 кВ (провод-провод) 4 кВ (провод-земля)
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3	10 В (150 кГц – 80 МГц)
Порт функционального заземления			
Наносекундные импульсные помехи (ввод помехи с применением емкостных клещей связи). Требования применяют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления.	ГОСТ Р 51317.4-4-2007 (МЭК 61000-4-4: 2004)	4	4 кВ

Вид электромагнитных воздействий и испытаний на помехоустойчивость	Стандарт на метод испытаний	Степень жесткости	Испытательный уровень
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	3	10 В (150 кГц – 80 МГц)

8 Лицензии, свидетельства, сертификаты



Саморегулируемая организация
Основанная на членстве лиц, осуществляющих проектирование
(вид саморегулируемой организации)

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОЕКТИРОВЩИКОВ «СтройОбъединение»**
188309, РФ, Ленинградская область, г. Гатчина, ул. Генерала Кныша, д. 8А
www.strov-sro.su
№ СРО-П-145-04032010

г. Гатчина «19» февраля 2014г.
(место выдачи Свидетельства) (дата выдачи Свидетельства)

СВИДЕТЕЛЬСТВО
о допуске к работам по подготовке проектной документации,
которые оказывают влияние на безопасность объектов
капитального строительства
№ 10279

Выдано члену саморегулируемой организации

Общество с ограниченной ответственностью

«ЭЗОП»,

ОГРН 1037739328329, ИНН 7724053560,

115201, г. Москва, Каширское шоссе, дом № 22, корпус 3, оф. 1027

Основание выдачи Свидетельства : решение Контрольно-дисциплинарного комитета
(наименование органа управления саморегулируемой организации,

СРО проектировщиков «СтройОбъединение» № 19КДК от 19 февраля 2014г.
номер протокола, дата заседания)

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

Начало действия с «19» февраля 2014г.

Свидетельство без приложения не действительно.

Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Свидетельство выдано взамен ранее выданного № 8827 от 25 декабря 2012г.
(дата выдачи, номер Свидетельства)

Генеральный директор
НП СРО проектировщиков
«СтройОбъединение»
(должность уполномоченного лица)

(подпись)

Погодин В.С.
(инициалы, фамилия)



ПРИЛОЖЕНИЕ

к Свидетельству о допуске к работам по подготовке проектной документации, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства

от «19» февраля 2014г.

№ 10279

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность:

1. объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства, объекты использования атомной энергии, и о допуске к которым член **НП СРО проектировщиков «СтройОбъединение» Общество с ограниченной ответственностью «ЭЗОП», ИНН 7724053560** имеет Свидетельство

№ пп	Наименование вида работ
	НЕТ

2. объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член **НП СРО проектировщиков «СтройОбъединение» Общество с ограниченной ответственностью «ЭЗОП», ИНН 7724053560** имеет Свидетельство

№ пп	Наименование вида работ
4.	РАБОТЫ ПО ПОДГОТОВКЕ СВЕДЕНИЙ О ВНУТРЕННЕМ ИНЖЕНЕРНОМ ОБОРУДОВАНИИ, ВНУТРЕННИХ СЕТЯХ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, О ПЕРЕЧНЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ:
4.3.	Работы по подготовке проектов внутренних систем электроснабжения*
4.4.	Работы по подготовке проектов внутренних слаботочных систем*
7.	РАБОТЫ ПО РАЗРАБОТКЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ:
7.2.	Инженерно-технические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера
7.3.	Разработка декларации по промышленной безопасности опасных производственных объектов

3. объектов капитального строительства (кроме особо опасных и технически сложных объектов, объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член **НП СРО проектировщиков «СтройОбъединение» Общество с ограниченной ответственностью «ЭЗОП», ИНН 7724053560** имеет Свидетельство

№ пп	Наименование вида работ
4.	РАБОТЫ ПО ПОДГОТОВКЕ СВЕДЕНИЙ О ВНУТРЕННЕМ ИНЖЕНЕРНОМ ОБОРУДОВАНИИ, ВНУТРЕННИХ СЕТЯХ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, О ПЕРЕЧНЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ

	МЕРОПРИЯТИЙ:
4.1.	Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем отопления, вентиляции, кондиционирования, противодымной вентиляции, теплоснабжения и холодоснабжения
4.2.	Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем водоснабжения и канализации
4.5.	Работы по подготовке проектов внутренних диспетчеризации, автоматизации и управления инженерными системами
4.6.	Работы по подготовке проектов внутренних систем газоснабжения
5.	РАБОТЫ ПО ПОДГОТОВКЕ СВЕДЕНИЙ О НАРУЖНЫХ СЕТЯХ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, О ПЕРЕЧНЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ:
5.1.	Работы по подготовке проектов наружных сетей теплоснабжения и их сооружений
5.2.	Работы по подготовке проектов наружных сетей водоснабжения и канализации и их сооружений
5.3.	Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений
5.4.	Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения не более 110 кВ включительно и их сооружений
5.5.	Работы по подготовке проектов наружных сетей Электроснабжение 110 кВ и более и их сооружений
5.6.	Работы по подготовке проектов наружных сетей слаботочных систем
9.	Работы по подготовке проектов мероприятий по охране окружающей среды
10.	Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению пожарной безопасности
12.	Работы по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений
13.	Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком)

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

(сумма цифрами и прописью в рублях Российской Федерации)

Генеральный директор
НП СРО проектировщиков
«СтройОбъединение»
должность



подпись

Погодин В.С.
фамилия, инициалы

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2008615248

Контур

Правообладатель(ли): *Общество с ограниченной ответственностью «ЭЗОП» (RU)*

Автор(ы): *Не указаны*

Заявка № 2008614922

Дата поступления 28 октября 2008 г.

Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ

31 октября 2008 г.



Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов



Федеральная служба
по экологическому, технологическому и атомному надзору
(Ростехнадзор)
МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРОЛАБОРАТОРИИ

Регистрационный № 4512-2 от «26» июня 2015г.

Настоящее свидетельство удостоверяет, что электроизмерительная лаборатория с переносным комплектом приборов **Общество с ограниченной ответственностью «ЭЗОП»**

Каширское ш., д.22, корп.3, Москва, 115201 зарегистрирована в Межрегиональном технологическом управлении Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору с правом выполнения приемо-сдаточных испытаний, профилактических испытаний и измерений электрооборудования и электроустановок напряжением до 10 кВ.

Перечень разрешённых видов испытаний и измерений:

1. Проверка соответствия смонтированной электроустановки требованиям нормативной - технической документации (визуальный осмотр).
2. Измерения сопротивления заземляющих устройств.
3. Измерение удельного сопротивления грунта.
4. Измерение сопротивления растеканию тока заземляющего устройства.
5. Проверка цепи между заземлителями и заземляемыми элементами; проверка наличия цепи между заземлёнными установками и элементами заземлённой установки.
6. Измерения сопротивления изоляции электрических аппаратов, вторичных цепей и электропроводки напряжением до 1 кВ.
7. Проверка срабатывания защиты при системе питания с заземлённой нейтралью.
8. Проверка действия расцепителей автоматических выключателей.
9. Проверка устройств АВР.
10. Измерение напряжения прикосновения и шага.
11. Проверка фазировки РУ номинальным напряжением до 1 кВ и их присоединений.
12. Испытание масляных выключателей, в ЭУ напряжением до 10 кВ.
13. Испытание выключателей нагрузки в ЭУ напряжением до 10 кВ.
14. Испытание измерительных трансформаторов тока напряжением до 10 кВ.
15. Испытание измерительных трансформаторов напряжения, напряжением до 10 кВ.
16. Испытание силовых кабельных линий напряжением до 10 кВ.
17. Испытание электродвигателей переменного тока.
18. Проверка устройств релейной защиты, автоматики и телемеханики.
19. Испытание (проверка) устройств защитного отключения (УЗО).
20. Проверка устройств молниезащиты.
21. Измерение уровня освещённости и других светотехнических параметров.

Свидетельство выдано на основании протокола № 23-ЭЛ от «26» июня 2015г., комиссии, назначенной приказом руководителя Межрегионального технологического управления Ростехнадзора от 12.11.2012г. № 622.

Срок действия Свидетельства установлен до «26» июня 2018г.



Председатель комиссии

М.П.



О.Ю. Кудинов



Система добровольной сертификации
"Европейский союз по качеству "Фортис"
РОСС RU.3824.04ФБЕ0

Орган по сертификации ООО «Бизнес Эксперт»
Россия, 125466 г. Москва, ул. Соловьиная роща, д.8, корп.2, оф.21,

Per. № FORTIS.RU. 0001

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

per. № FORTIS.RU.0001.F0004281

(Приложение № 1 конкретизирующее область сертификации СМК, является неотъемлемой частью Сертификата)

Выдан

Общество с ограниченной ответственностью «ЭЗОП»

115201, г. Москва, Каширское шоссе, дом № 22, корпус 3, оф.1027

ИНН 7724053560, ОГРН 1037739328329

Настоящий сертификат удостоверяет, что применяемая

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

(ISO 9001:2011)

ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ

**ПО ПОДГОТОВКЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ
КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ

ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008)

Дата выдачи: 11 февраля 2014 года

Срок действия: до 10 февраля 2017 года

Руководитель органа
по сертификации

[Подпись]
подпись

О.В.Нечаев
инициалы, фамилия

Эксперт



[Подпись]
подпись

В.В.Преображенский
инициалы, фамилия

Настоящий сертификат обязывает организацию поддерживать состояние выполняемых работ в соответствии с вышеуказанным стандартом, что будет находиться под контролем органа по сертификации Системы добровольной сертификации "Европейский союз по качеству "Фортис" и подтверждаться при прохождении ежегодного инспекционного контроля

9 Схемы, осциллограммы и графики, полученные в ходе выполнения определения ЭМО

9.1 Карты магнитных полей, полученные в ходе определения ЭМО

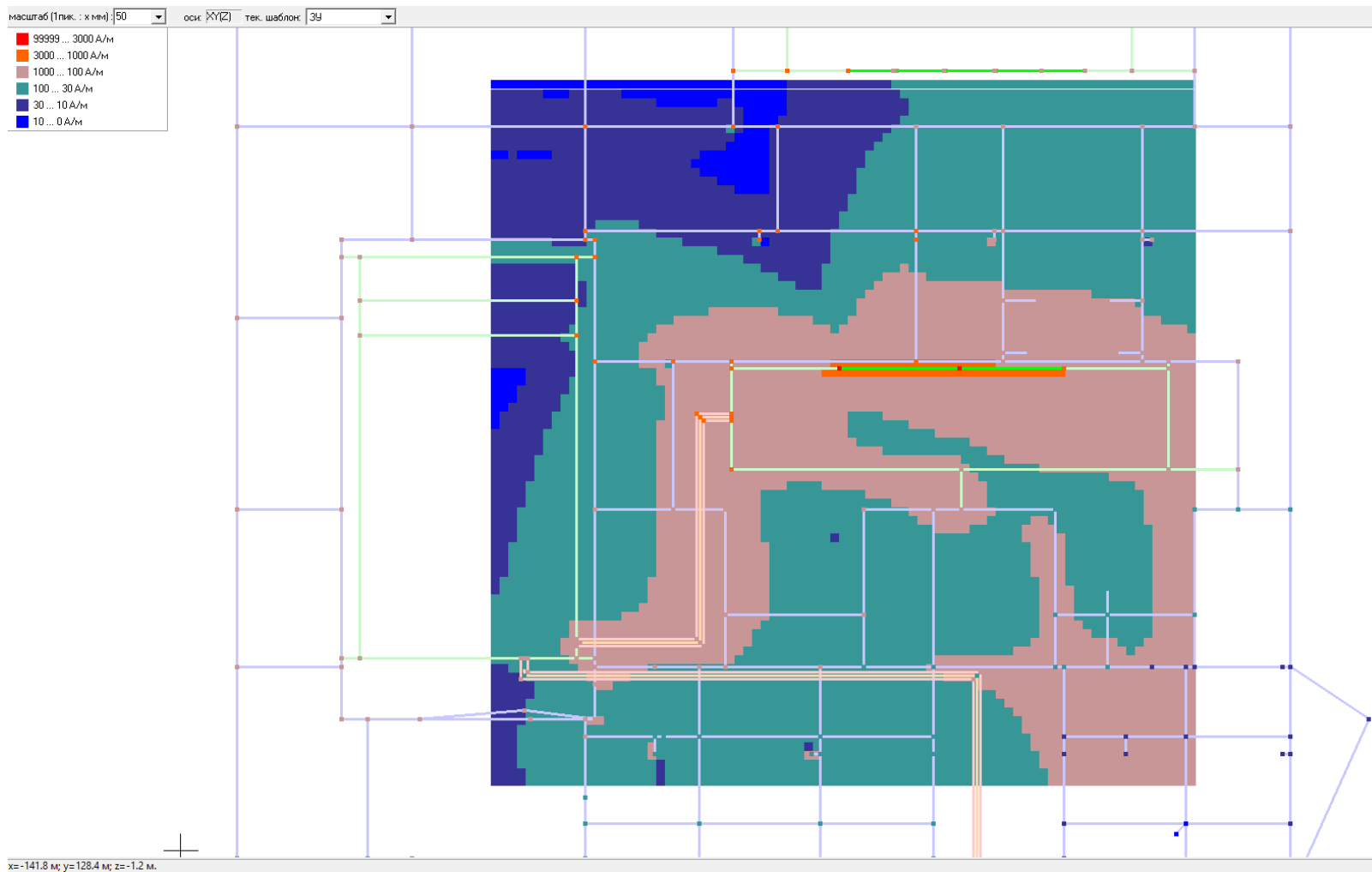


Рис. 9-1 Напряженность магнитного поля в ЗРУ 6 кВ при КЗ в сети 6 кВ

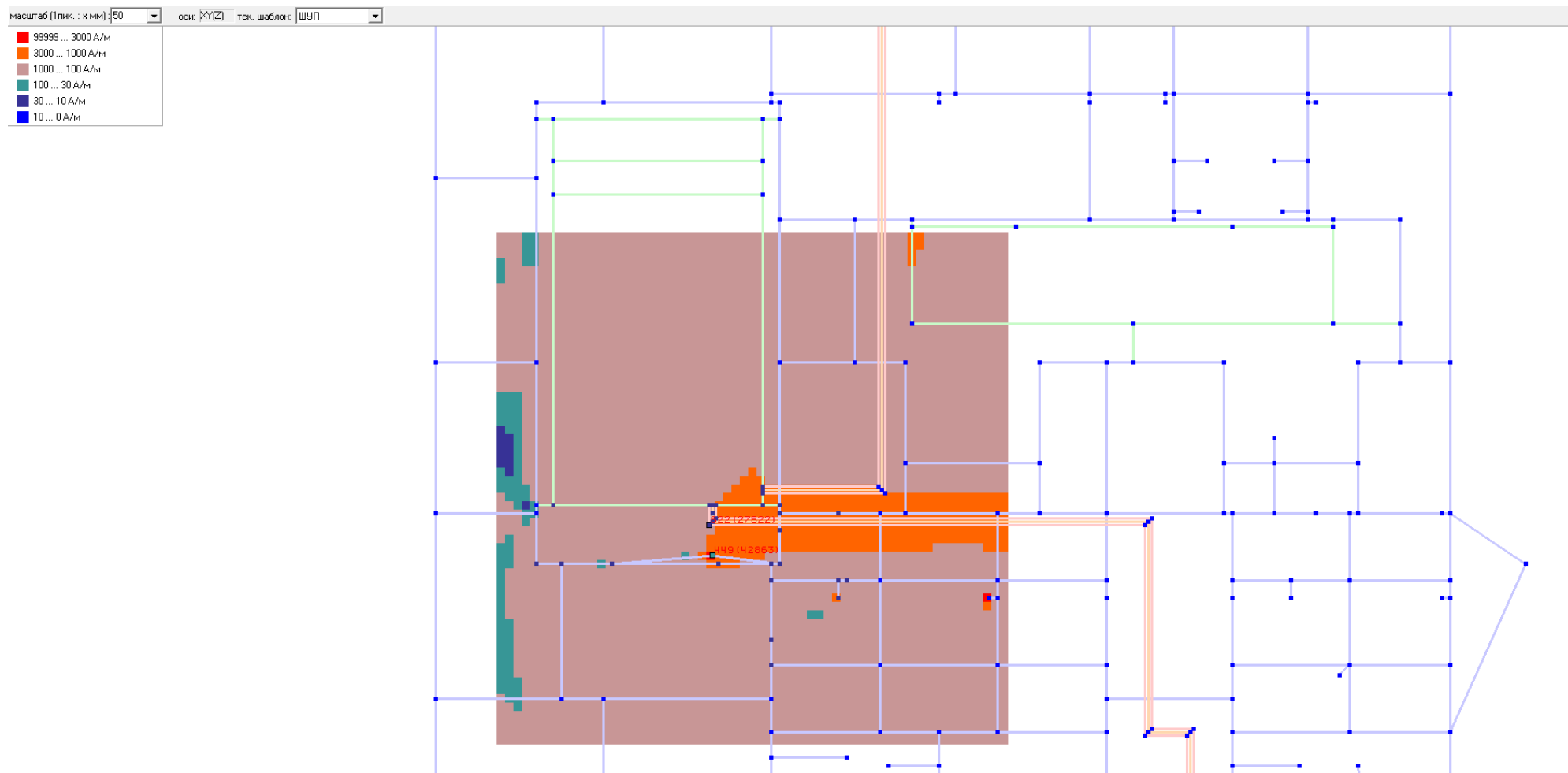


Рис. 9-2 Напряженность магнитного поля в ОПУ при разряде молнии в М4

9.2 Схемы

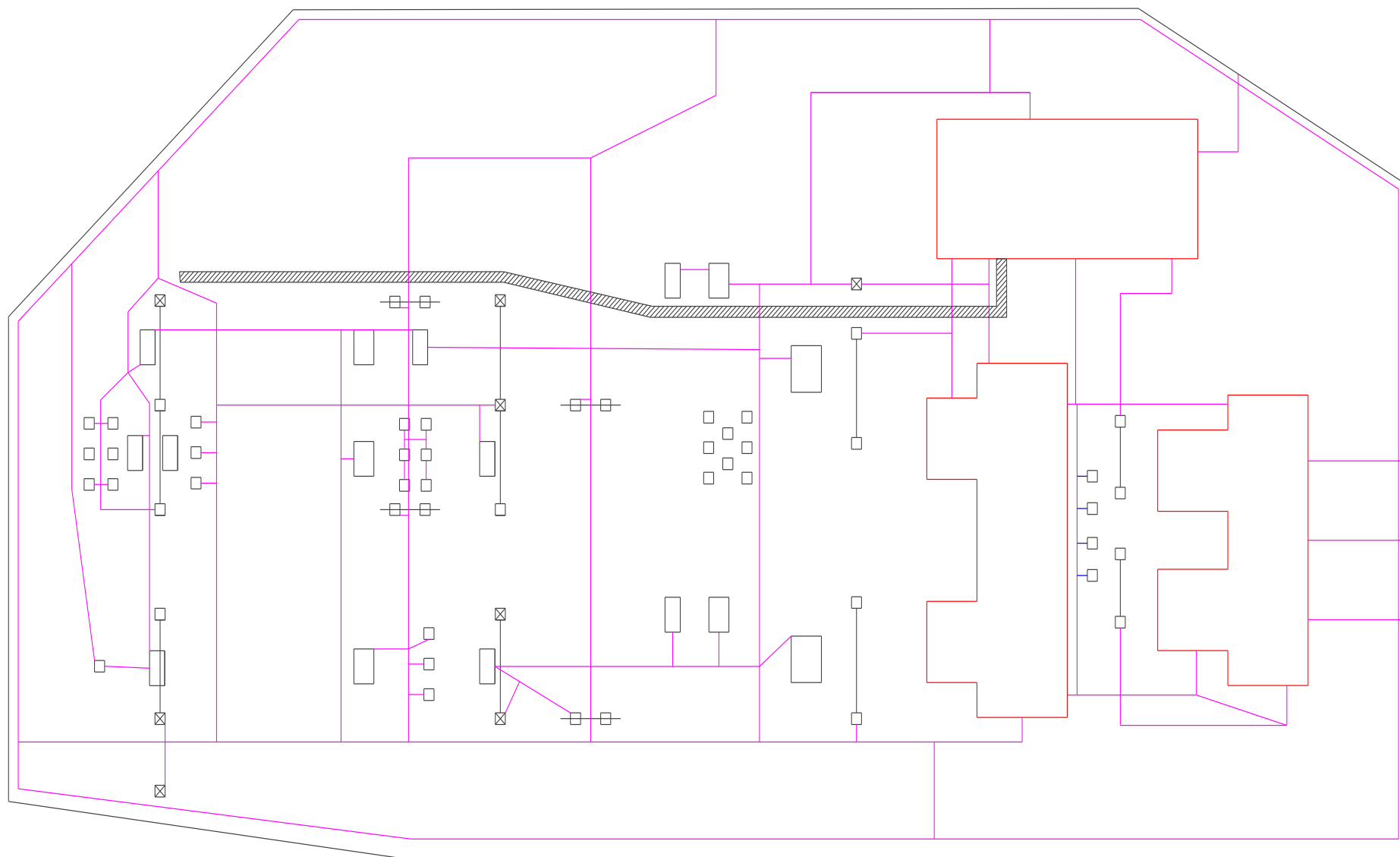


Рис. 9-3 Существующая схема ЗУ (по результатам трассировки)

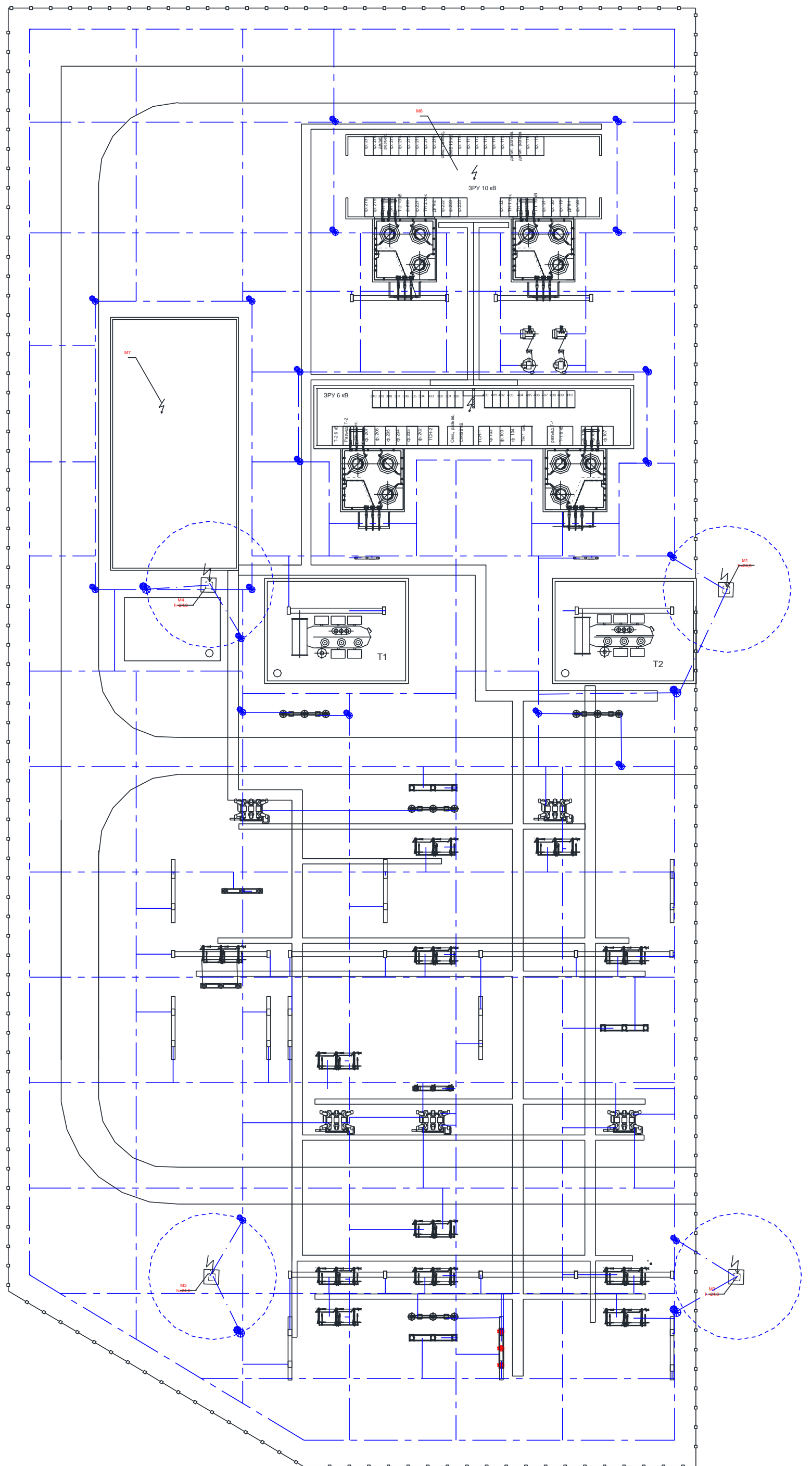


Рис. 9-4 Проектируемая схема ЗУ (предоставленная Заказчиком)

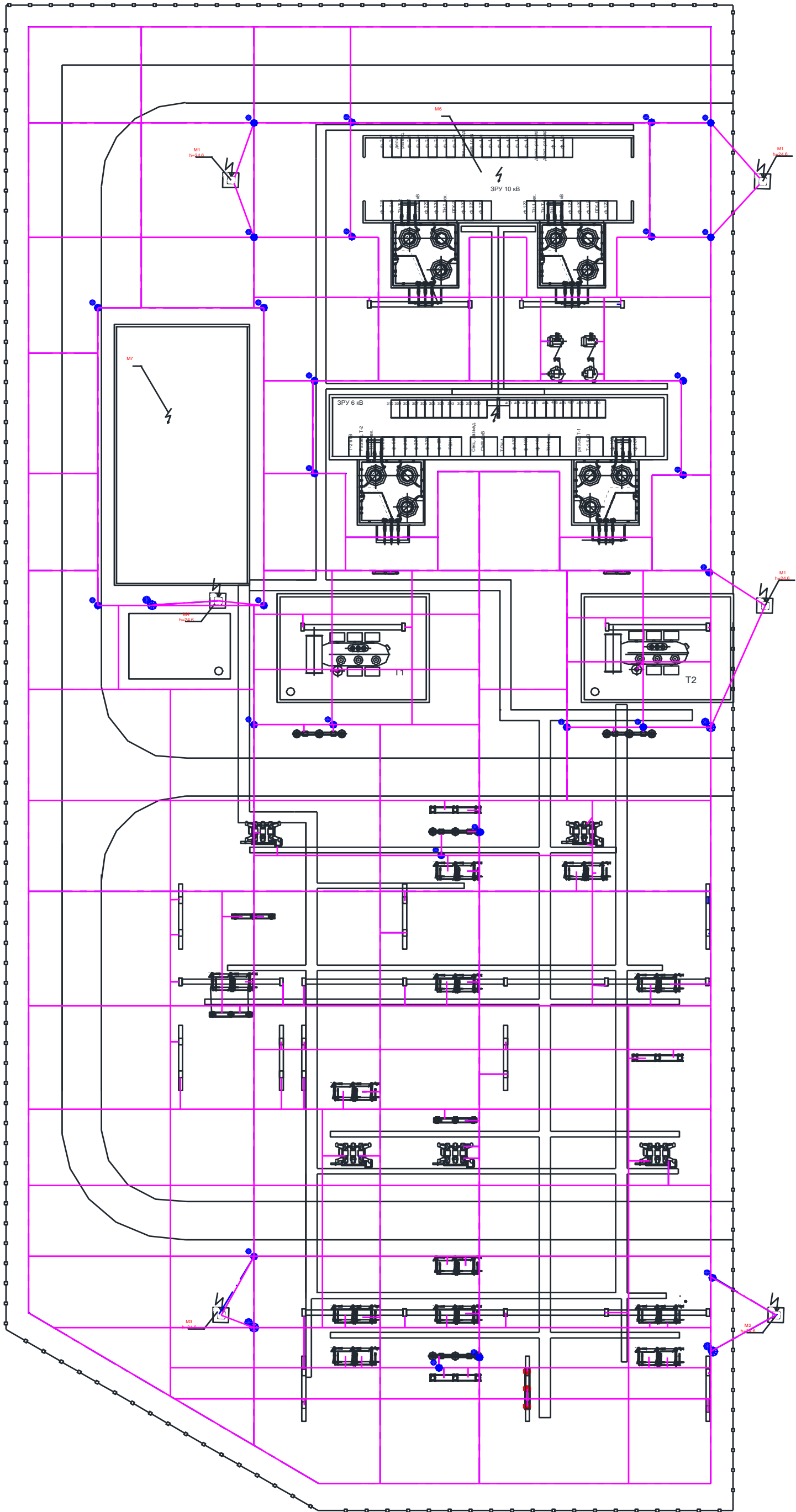


Рис. 9-5 Схема ЗУ (с учётом рекомендаций)

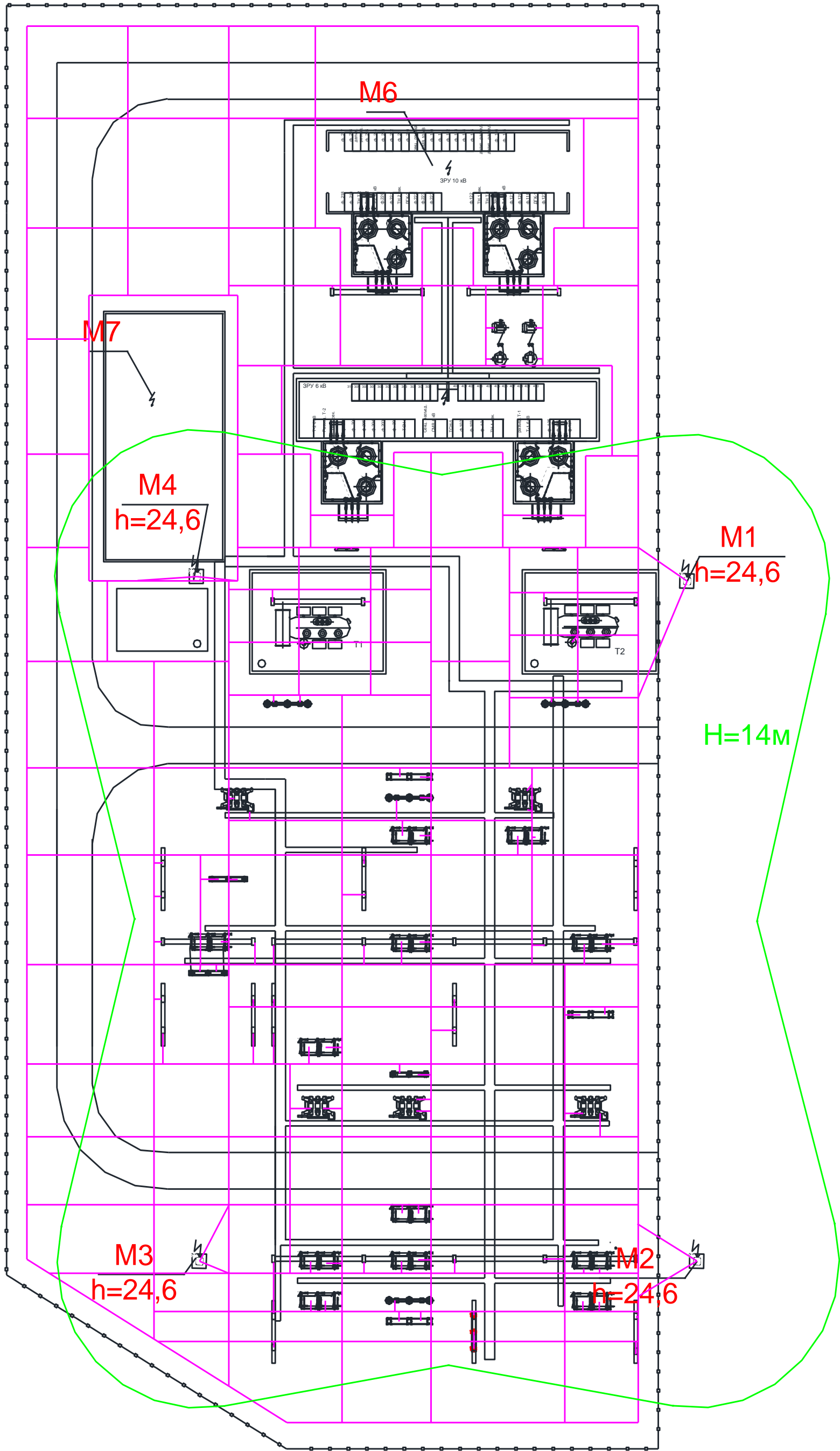


Рис. 9-6 Существующая схема молниезащиты ПС (на высоте 14 м)

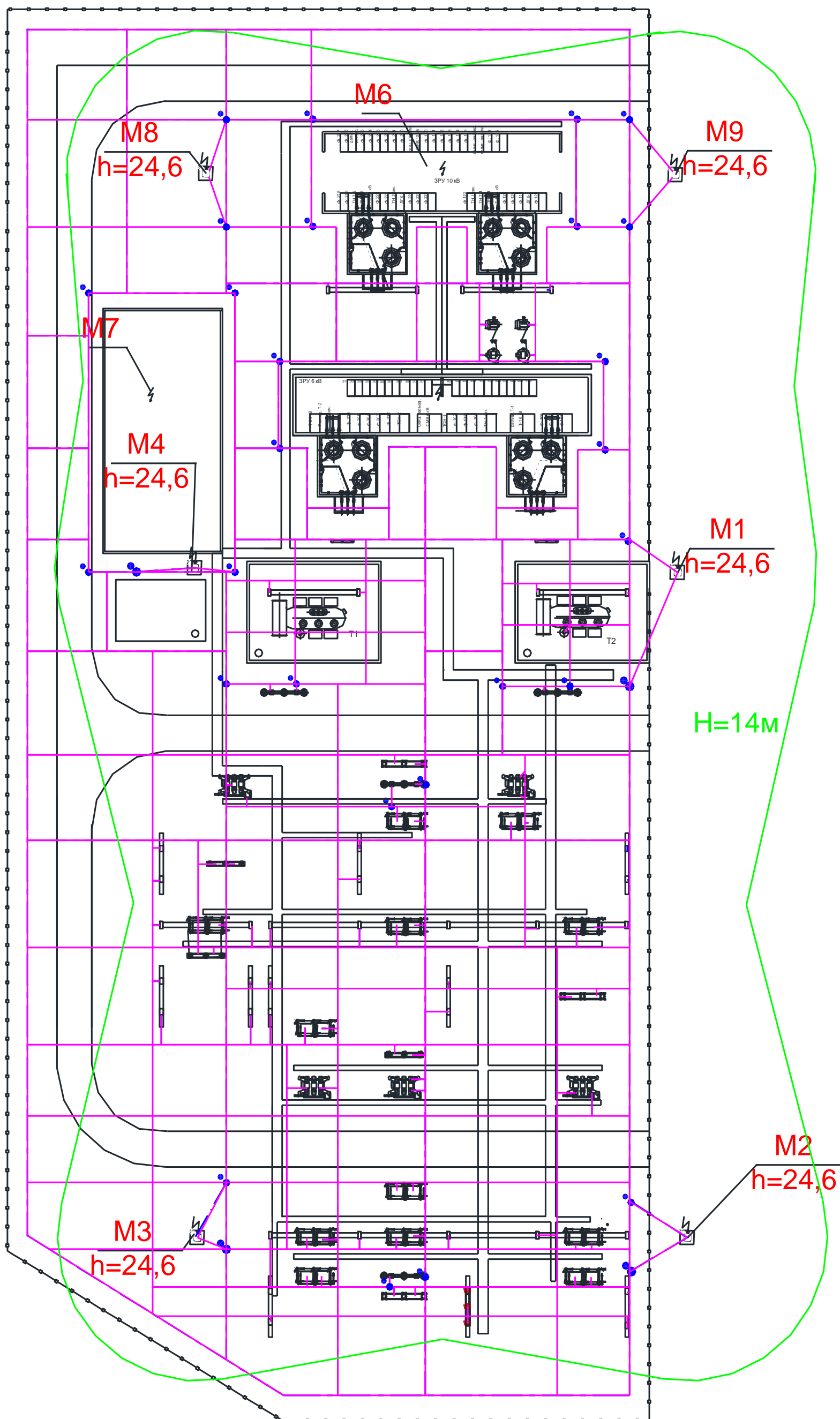


Рис. 9-7 Схема молниезащиты ПС с учётом рекомендаций (на высоте 14 м)



**Филиал ПАО «МОЭСК» -
Северные
электрические сети**

Северные электрические сети – филиал Публичного акционерного общества
«Московская объединенная электросетевая компания»
(СЭС – филиал ПАО «МОЭСК»)
ул. Руставели, д. 2, г. Москва, 127254
Тел.: (495) 639 9523, факс: (495) 610 8075, www.moesk.ru, e-mail: ses@moesk.ru

20 ОКТ 2016

№ СЭС/02/1742

На № _____ от _____

Заместителю генерального
директора
ООО «ФИНПРОМ-
ИНЖИНИРИНГ»
В.А. Арфинкину

О рассмотрении документации

Уважаемый Валерий Александрович!

Северные электрические сети – филиал ПАО «МОЭСК» рассмотрели и согласовывают без замечаний представленную проектную документацию по титулу: «Реконструкция с заменой трансформаторов ПС № 711 «Тополь» в следующем объеме:

1. Изоляция, защита от перенапряжений и заземление, том 4.1.6, ФПИ-109/08/15-ИОС1.6;
2. Перечень мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, ФПИ-109/08/15-ГОЧС;
3. Требования к обеспечению безопасной эксплуатации объектов КС, ФПИ-109/08/15-БЭОКС;
4. Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов, ФПИ-109/08/15-ЭЭ;
5. Архитектурные решения, ФПИ-109/08/15-АР;
6. Электромагнитная совместимость, ФПИ-109/08/15-ИОС1.7;
7. Перечень мероприятий по охране окружающей среды, ФПИ-109/08/15-ООС;
8. Оценка воздействия на окружающую среду, ФПИ-109/08/15-ОВОС;
9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, ФПИ-109/08/15-ПБ;
10. Расчет электрических режимов и токов КЗ, ФПИ-109/08/15-РРК.

Заместитель директора –
главный инженер

С.А. Иванников