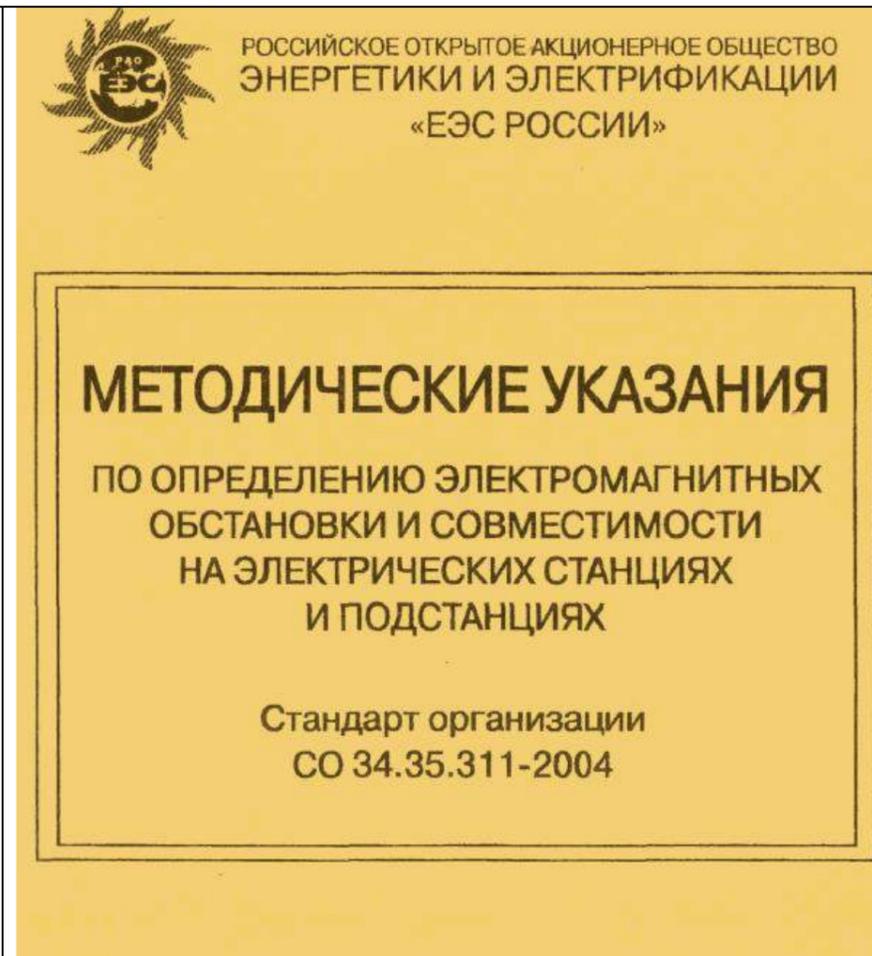


Обеспечение электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств РЗА. Испытания на помехоэмиссию и помехоустойчивость

Фоломеев Дмитрий Валентинович СРЗА «Волжского ПО» филиала ПАО «МРСК Волги»-«Самарские РС» Начальник службы.

1. Нормативные документы, посвященные вопросам ЭМС;

СО 34.35.311-2004 «Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях»;



СТО 56947007-29.240.043-2010 «Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов»;

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»

СТО 56947007-
29.240.043-2010

**РУКОВОДСТВО
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
СОВМЕСТИМОСТИ ВТОРИЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ
СВЯЗИ ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ ОБЪЕКТОВ**

Дата введения: 21.04.2010

ОАО «ФСК ЕЭС»
2010

СТО 56947007-29.240.0442010 «Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства»;

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»

СТО 56947007-
29.240.044-2010

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по обеспечению электромагнитной совместимости
на объектах электросетевого хозяйства

Стандарт организации

Дата введения: 21.04.2010

ОАО «ФСК ЕЭС»
2010

СО 153-34.21.122-2003 « Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»;

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УТВЕРЖДЕНО
Приказом
Министерства энергетики
России
от 30 июня 2003 г. № 280

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО УСТРОЙСТВУ
МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ
И ПРОМЫШЛЕННЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

Москва  2004

РД 153-34.0-20.525-00 «Методические указания по контролю состояния
заземляющих устройств электроустановок.

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО КОНТРОЛЮ СОСТОЯНИЯ
ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

РД 153-34.0-20.525-00



СТО
ОРГРЭС
Москва 2000

2. Источники электромагнитных возмущений на ПС, отраженные в нормативных документах;

Согласно СО 34.35.311-2004 «Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях»:

Характерными источниками электромагнитных воздействий **8** нормальных и аварийных режимах» которые могут оказывать влияние на АСТУ, являются:

- Напряжения и токи промышленной частоты при КЗ на землю в распределительных устройствах напряжением выше 1 кВ;
- импульсные помехи при коммутациях и КЗ в распределительных устройствах;
- импульсные помехи при ударах молнии;
- электромагнитные поля радиочастотного диапазона;
- разряды статического электричества;
- магнитные поля промышленной частоты;
- импульсные магнитные поля;
- помехи, связанные с возмущениями в цепях питания АСТУ постоянного и переменного тока.
- Дополнительными источниками электромагнитных воздействий на электрических станциях и подстанциях, которые могут вызвать сбои в работе АСТУ, являются такие виды вспомогательного электрооборудования как мощные преобразователи, сварочные аппараты, осветительные приборы, мощные тяговые механизмы, бытовые электроприборы, электроинструмент и др.

Мой вывод по разделу: все, что угодно может являться источниками электромагнитных воздействий на АСТУ, например не указанные здесь электропоезда (для АСТУ, расположенных на Тяговых ПС. В Волжском ПО таких ПС 2)

3. Анализ руководств по эксплуатации производителей МП УРЗА, применяемых в Волжском ПО (Радиус-Автоматика, ЧЭАЗ, ЭКРА, Механотроника, ПРОЭЛ) с точки зрения удовлетворения требований ЭМС;

Сириус-2-В					БЭМП РУ-ОЛ				
Вид помехи	Степень жесткости	ГОСТ, МЭК	Критерий функционирования	Примечание	Вид помехи	Степень жесткости	ГОСТ, МЭК	Критерий функционирования	Примечание
Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии при нормальных климатических условиях без пробоя и перекрытия выдерживает: - испытательное напряжение переменного тока 2 кВ (действующее значение) частотой 50 Гц в течение 1 мин; - импульсное испытательное напряжение (по три импульса положительных и отрицательных) с амплитудой до 5 кВ, длительностью переднего фронта 1,2 мкс, длительностью импульса 50 МКС и периодом следования импульсов - 5 с.					Устройство соответствует требованиям технических условий БКЖИ.656316.004 ТУ, ГОСТ Р 51321.1, в результате выполнения которых обеспечивается соблюдение требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011) и «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС 020/2011), а при поставке на экспорт также требованиям РД 16 01.007.				

Повторяющиеся затухающие колебания частотой 0,1—1,0 МГц	3	ГОСТ Р 51317.4.12-99 МЭК 61000-4-12-95	A	2,5 кВ - провод-земля 1,0 кВ - провод-провод	электростатический разряд 3 степени жесткости в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.2-2010 с испытательным напряжением импульса разрядного тока:	3	ГОСТ Р 51317.4.12-99 МЭК 61000-4-12-95	A	- контактный разряд - 6 кВ; - воздушный разряд - 8 кВ.
Наносекундные импульсные помехи	4	ГОСТ Р 51317.4.4-99 МЭК 61000-4-4-95	A	4 кВ-питание 2 кВ - остальные цепи	Наносекундные импульсные помехи	4	ГОСТ Р 51317.4.4-99 МЭК 61000-4-4-95	A	- линии электропитания - 4 кВ, 5 кГц; - линии сигналов ввода/вывода - 2 кВ, 5 кГц. - порты заземления - 4 кВ, 5 кГц.
Кондуктивные низкочастотные	3	ГОСТ Р 51317.4.6-99 МЭК 61000-4-6-96	A	10 В 140 дБ	Кондуктивные низкочастотные	3	ГОСТ Р 51317.4.6-99 МЭК 61000-4-6-96	A	испытательное напряжение при воздействии помех постоянного тока и на частоте 50 Гц: - длительно 30 В; - кратковременно, 1с - 300 В.
Импульсное магнитное поле	4	ГОСТ Р 50649-94 МЭК 1000-4-9-93	A	8/20 МКС ±300 А/м	Импульсное магнитное поле	4	ГОСТ Р 50649-94 МЭК 1000-4-9-93	A	300 А/м.
Радиочастотное электромагнитное	3	ГОСТ Р 51317.4.3-99 МЭК 61000-4-3-96	A	26-1000 МГц 10 В/м	Радиочастотное электромагнитное	3	ГОСТ Р 51317.4.3-99 МЭК 61000-4-3-96	A	- от 80 до 960 МГц; - от 1,4 до 2.0 ГГц
Микросекундные импульсы большой энергии	4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 МЭК 61000-4-5-95	A	4 кВ	Микросекундные импульсы большой энергии	4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 МЭК 61000-4-5-95	A	по схеме провод-провод - 3 степени жесткости, 2 кВ для линий электропитания и несимметричных линий большой протяженности; - по схеме провод-земля - 4 степени жесткости, 4 кВ для линий электропитания и несимметричных линий большой протяженности, симметричных линий
Электростатические помехи	3	ГОСТ Р 51317.4.2-99 МЭК 61000-4-2-95	A	8 кВ - воздушный 6 кВ - контактный					
Магнитное поле промышленной частоты	5	ГОСТ Р 50648-94 МЭК 1000-4-8-93	A	100 А/м - постоянно 1000 А/м - кратковременно					
Радиочастотное электромагнитное	3	ГОСТ Р 51317.4.3-99 МЭК 61000-4-3-96	A	26-1000 МГц 10 В/м					
Затухающее колебательное	5	ГОСТ Р 50652-94 МЭК	A	100 кГц ±100 А/м					

магнитное поле	1000-4-10-93	Устройства соответствуют требованиям : -к помехоэмиссии по ГОСТР51318 11. -повторяющихся колебательных затухающих помех (КЗП) 3 степени жесткости в соответствии с ГОСТ Р 51317.4 12. -провалов и изменений напряжений электропитания, уровни и длительности которых в соответствии с ГОСТ 30S04.4 11 определены для 3 класса электромагнитной обстановки и кратковременных прерываний напряжения электропитания в соответствии с п. 1 2.1 6 настоящего РЭ
----------------	--------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Сириус-2-В					БЭ2502А01				
Вид помехи	Степень жесткости	ГОСТ, МЭК	Критерий функционирования	Примечание	Вид помехи	Степень жесткости	ГОСТ, МЭК	Критерий функционирования	Примечание
<p>Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии при нормальных климатических условиях без пробоя и перекрытия выдерживает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - испытательное напряжение переменного тока 2 кВ (действующее значение) частотой 50 Гц в течение 1 мин; - импульсное испытательное напряжение (по три импульса положительных и отрицательных) с амплитудой до 5 кВ, длительностью переднего фронта 1,2 мкс, длительностью импульса 50 МКС и периодом следования импульсов - 5 с. 					<p>Терминал соответствует требованиям устойчивости технических средств к электромагнитным помехам по ТР ТС 020/2011, ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001).</p>				
Повторяющиеся затухающие колебания частотой 0,1—1,0 МГц	3	гост Р 51317.4.12-99 МЭК 61000-4-12-95	А	2,5 кВ - провод-земля 1,0 кВ - провод-провод	Терминал устойчив к электростатическим разрядам (ЭСР) по ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2-2008) при степени жесткости испытаний 4.				
Наносекундные импульсные помехи	4	ГОСТ Р 51317.4.4-99 МЭК 61000-4 4-95	А	4 кВ-питание 2 кВ - остальные цепи	Терминал устойчив к наносекундным импульсным помехам (НИП) по ГОСТ 30804.4.4-2007 (IEC 61000-4-4:2004) при степени жесткости испытаний 4. Критерий качества функционирования терминала при воздействии НИП - А.				
Кондуктивные низкочастотные	3	ГОСТ Р 51317.4.6-99 МЭК 61000-4-6-96	А	10 В 140 дБ	Терминал устойчив к воздействию кондуктивных помех промышленной частоты по ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 6100-4-16-98). при степени жесткости испытаний 4. Критерий качества функционирования терминала при воздействии кондуктивных помех промышленной частоты - А.				
Импульсное магнитное поле	4	ГОСТ Р 50649-94 МЭК 1000-4-9-93	А	8/20 МКС ±300 А/м					

					Терминал устойчив к воздействию импульсного магнитного поля 300 А/м по ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93) при степени жёсткости испытаний 4. Критерий качества функционирования терминала при испытаниях на устойчивость к воздействию импульсного магнитного поля - А.
Радиочастотное электромагнитное	3	ГОСТ Р 51317.4.3-99 МЭК 61000-4-3-96	А	26-1000 МГц 10 В/м	Терминал устойчив к воздействию радиочастотного электромагнитного поля напряжённостью испытательного поля 10 В/м (140 дБ относительно 1 мкВ/м) в полосе частот от 80 до 1000 МГц и от 1,4 до 2,0 ГГц по ГОСТ 30804.4.3-2013 (IEC 61000-4-3:2006) при степени жесткости испытаний 3. Критерий качества функционирования терминала при воздействии радиочастотного электромагнитного поля - А.
Магнитное поле промышленной частоты	5	ГОСТ Р 50648-94 МЭК 1000-4-8-93	А	100 А/м - постоянно 1000 А/м – кратковременно	Терминал устойчив к воздействию магнитного поля промышленной частоты (МППЧ) по ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93) при степени жёсткости испытаний 4: - 30 А/м - для непрерывного магнитного поля; - 300 А/м - для кратковременного магнитного поля.
Электростатические помехи	3	ГОСТ Р 51317.4.2-99 МЭК 61000-4-2-95	А	8 кВ - воздушный 6 кВ - контактный	Терминал устойчив к электростатическим разрядам (ЭСР) по ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2-2008) при степени жёсткости испытаний 4. Критерий качества функционирования терминала при воздействии ЭСР - А.
Радиочастотное электромагнитное	3	ГОСТ Р 51317.4.3-99 МЭК 61000-4-3-96	А	26-1000 МГц 10 В/м	Терминал устойчив к воздействию радиочастотного электромагнитного поля напряжённостью испытательного поля 10 В/м (140 дБ относительно 1 мкВ/м) в полосе частот от 80 до 1000 МГц и от 1,4 до 2,0 ГГц по ГОСТ 30804.4.3-2013 (IEC 61000-4-3:2006) при степени жесткости испытаний 3. Критерий качества функционирования терминала при воздействии радиочастотного электромагнитного поля - А.
Микросекундные импульсы большой энергии	4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 МЭК 61000-4-5-95	А	4 кВ	Терминал устойчив к провалам и прерываниям напряжения питания постоянного тока: - провалы напряжения: на 30%Uном длительностью 1,0 с и на 60 %Uном длительность 0,1 с; прерывания напряжения: на 100 %Uном длительностью 0,5 с по ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001) в соответствии с МЭК 61000-4-29:2000. Критерий качества функционирования терминала при воздействии помех - А.
Затухающее колебательное магнитное поле	5	ГОСТ Р 50652-94 МЭК 1000-4-10 93	А	100 кГц ±100 А/м	Терминал устойчив к пульсациям напряжения, воздействующим на сеть электропитания постоянного тока, по ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 6100-4-17-99) при степени жёсткости испытаний 4 (размах пульсаций напряжения по отношению к номинальному напряжению электропитания - 15 %, частота пульсаций кратна частоте переменного электропитания с множителем 2). Критерий качества функционирования терминала при воздействии помех - А.

Сириус-2-В					ОВОД				
Вид помехи	Степень жесткости	ГОСТ, МЭК	Критерий функционирования	Примечание	Вид помехи	Степень жесткости	ГОСТ, МЭК	Критерий функционирования	Примечание

<p>Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии при нормальных климатических условиях без пробоя и перекрытия выдерживает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - испытательное напряжение переменного тока 2 кВ (действующее значение) частотой 50 Гц в течение 1 мин; - импульсное испытательное напряжение (по три импульса положительных и отрицательных) с амплитудой до 5 кВ, длительностью переднего фронта 1,2 мкс, длительностью импульса 50 МКС и периодом следования импульсов - 5 с. 									
Повторяющиеся затухающие колебания частотой 0,1—1,0 МГц	3	ГОСТ Р 51317.4.12-99 МЭК 61000-4-12-95	A	2,5 кВ - провод-земля 1,0 кВ - провод-провод	Напряжение промышленной частоты	ГОСТ Р 51317.4.1.16	4	30 В (длительные помехи) 300 В (1 с)	Напряжение промышленной частоты
Наносекундные импульсные помехи	4	ГОСТ Р 51317.4.4-99 МЭК 61000-4-4-95	A	4 кВ-питание 2 кВ - остальные цепи	Наносекундные импульсные помехи	ГОСТ Р 51317.4.4	4	2 кВ	
Кондуктивные низкочастотные	3	ГОСТ Р 51317.4.6-99 МЭК 61000-4-6-96	A	10 В 140 дБ	Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	ГОСТ Р 51317.4.6	3	10В	
Импульсное магнитное поле	4	ГОСТ Р 50649-94 МЭК 1000-4-9-93	A	8/20 МКС ±300 А/м	Повторяющиеся колебательные затухающие помехи по схеме провод-провод	ГОСТ Р 51317.4.12	2	1 кВ	
Радиочастотное электромагнитное	3	ГОСТ Р 51317.4.3-99 МЭК 61000-4-3-96	A	26-1000 МГц 10 В/м	Микросекундные импульсные помехи большой энергии (1/50 мкс - 6,4/16 мкс) по схеме провод-провод	ГОСТ Р 51317.4.5	3	2 кВ	
Микросекундные импульсы большой энергии	4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 МЭК 61000-4-5-95	A	4 кВ	Прерывания напряжения электропитания	ГОСТ Р 51317.4.11		ΔU 50% (5 период) ΔU 100% (5 периодов)	
Электростатические помехи	3	ГОСТ Р 51317.4.2-99 МЭК 61000-4-2-95	A	8 кВ - воздушный 6 кВ - контактный					
Магнитное поле промышленной частоты	5	ГОСТ Р 50648-94 МЭК 1000-4-8-93	A	100 А/м - постоянно 1000 А/м - кратковременно					
Радиочастотное электромагнитное	3	ГОСТ Р 51317.4.3-99 МЭК 61000-4-3-96	A	26-1000 МГц 10 В/м					
Затухающее колебательное магнитное поле	5	ГОСТ Р 50652-94 МЭК 1000-4-10-93	A	100 кГц ±100 А/м					

Мой вывод по разделу: все производители заявляют разные цифры, разные параметры и разное количество параметров, которым соответствует их продукт. Мне как технарю, эти цифры ничего не говорят, а несоответствие одних и тех же параметров у разных производителей, меня, как минимум-настораживает.

4. Анализ проектов, выполненных для ПС Волжского ПО в части разделов, посвященных ЭМС;

АСК-2:

<p>ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СЕВЕРЭНЕРГОПРОЕКТ» (ООО «СЭП»)</p> <p>сэп</p> <p>160014, г. Вологда, ул. Комсомольская, д.3, т/ф. (8172)54-40-00; e-mail: sep2005@inbox.ru; ИНН 3525157938, КПП 352501001, р/с 40702810435300100091 в Санкт-Петербургском РФ АО "РОССЕЛЬХОЗБАНК", БИК 044030910, к/с 30101810900000000910</p> <hr/> <p>Свидетельство №П-0082-08-2009-0128 от 15 февраля 2017 г.</p> <p>Заказчик – Филиал ПАО «МРСК Волги» - «Самарские распределительные сети», г. Самара</p> <p>«Реконструкция ПС 110/35/10 кВ АСК-2 (замена силовых трансформаторов)»</p> <p>ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ</p> <p>Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно- технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решения</p> <p>Технологические решения Книга 7. Совместимость технических средств электромагнитная</p> <p>Том 5.6.7 1750-002465-ИОС6.7-ЭМС</p> <table border="1"> <tr> <th>Изм.</th> <th>№ док.</th> <th>Подп.</th> <th>Дата</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p>2017</p>	Изм.	№ док.	Подп.	Дата													<p style="text-align: right;">6</p> <p>2. Электромагнитная совместимость и помехозащищенность МП аппаратуры РЗА</p> <p>Согласно нормативной документации устанавливаемая в здании ОПУ ПС 110 кВ АСК-2 МП аппаратура РЗА испытана на устойчивость к следующим помехам:</p> <p>Таблица 2.1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вид испытаний</th> <th>Показатель</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Сопротивление изоляции всех независимых цепей ГОСТ 30328 (МЭК 255-5-77)</td> <td>Не менее 10 МОм</td> </tr> <tr> <td>Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ 30328 (МЭК 255-5-77)</td> <td>2000 В, 1 мин, 50 Гц</td> </tr> <tr> <td>Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ Р 50514-93 (МЭК 255-5-77)</td> <td>5 кВ</td> </tr> <tr> <td>Испытания по ГОСТ Р 51317.4.12 степень жесткости 3 (МЭК 255-22-1)</td> <td>2,5 кВ – общая схема подключения 1,0 кВ – дифф. схема подключения</td> </tr> <tr> <td>Наносекундные импульсные помехи (быстрые переходные процессы) по ГОСТ Р 51317.4.4 степень жесткости 4 (МЭК 255-224, класс 4) - цепи переменного и оперативного тока - приемные и выходные цепи</td> <td>4 кВ; 2 кВ</td> </tr> <tr> <td>Электростатический разряд по ГОСТ Р 51317.4.2 степень жесткости 3 (МЭК 801-2, класс 3) - контактный разряд - воздушный разряд</td> <td>6 кВ, 150 пФ; 8 кВ, 150 пФ</td> </tr> <tr> <td>Магнитные поля промышленной частоты по ГОСТ Р 50648 степень жесткости 4 (МЭК 1000-4-8-93)</td> <td>30 А/м</td> </tr> <tr> <td>Радиочастотные электромагнитные поля по ГОСТ Р 51317.4.3 степень жесткости 3 (МЭК 801-3-84)</td> <td>10 В/м</td> </tr> <tr> <td>Микросекундные импульсные помехи большой энергии (импульсы напряжения/тока длительностью 1/50 и 6,4/16 мкс соответственно) по ГОСТ Р 51317.4.5 степень жесткости 4 (МЭК 255-22-1-88)</td> <td>4кВ</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Кол.</td> <td>Лист</td> <td>№</td> <td>Помт.</td> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">1750-002465-ИОС6.7-ЭМС.ПЗ</p> <p style="text-align: right;">Лист 2</p>	Вид испытаний	Показатель	Сопротивление изоляции всех независимых цепей ГОСТ 30328 (МЭК 255-5-77)	Не менее 10 МОм	Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ 30328 (МЭК 255-5-77)	2000 В, 1 мин, 50 Гц	Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ Р 50514-93 (МЭК 255-5-77)	5 кВ	Испытания по ГОСТ Р 51317.4.12 степень жесткости 3 (МЭК 255-22-1)	2,5 кВ – общая схема подключения 1,0 кВ – дифф. схема подключения	Наносекундные импульсные помехи (быстрые переходные процессы) по ГОСТ Р 51317.4.4 степень жесткости 4 (МЭК 255-224, класс 4) - цепи переменного и оперативного тока - приемные и выходные цепи	4 кВ; 2 кВ	Электростатический разряд по ГОСТ Р 51317.4.2 степень жесткости 3 (МЭК 801-2, класс 3) - контактный разряд - воздушный разряд	6 кВ, 150 пФ; 8 кВ, 150 пФ	Магнитные поля промышленной частоты по ГОСТ Р 50648 степень жесткости 4 (МЭК 1000-4-8-93)	30 А/м	Радиочастотные электромагнитные поля по ГОСТ Р 51317.4.3 степень жесткости 3 (МЭК 801-3-84)	10 В/м	Микросекундные импульсные помехи большой энергии (импульсы напряжения/тока длительностью 1/50 и 6,4/16 мкс соответственно) по ГОСТ Р 51317.4.5 степень жесткости 4 (МЭК 255-22-1-88)	4кВ	Изм.	Кол.	Лист	№	Помт.	Лист						
Изм.	№ док.	Подп.	Дата																																														
Вид испытаний	Показатель																																																
Сопротивление изоляции всех независимых цепей ГОСТ 30328 (МЭК 255-5-77)	Не менее 10 МОм																																																
Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ 30328 (МЭК 255-5-77)	2000 В, 1 мин, 50 Гц																																																
Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ Р 50514-93 (МЭК 255-5-77)	5 кВ																																																
Испытания по ГОСТ Р 51317.4.12 степень жесткости 3 (МЭК 255-22-1)	2,5 кВ – общая схема подключения 1,0 кВ – дифф. схема подключения																																																
Наносекундные импульсные помехи (быстрые переходные процессы) по ГОСТ Р 51317.4.4 степень жесткости 4 (МЭК 255-224, класс 4) - цепи переменного и оперативного тока - приемные и выходные цепи	4 кВ; 2 кВ																																																
Электростатический разряд по ГОСТ Р 51317.4.2 степень жесткости 3 (МЭК 801-2, класс 3) - контактный разряд - воздушный разряд	6 кВ, 150 пФ; 8 кВ, 150 пФ																																																
Магнитные поля промышленной частоты по ГОСТ Р 50648 степень жесткости 4 (МЭК 1000-4-8-93)	30 А/м																																																
Радиочастотные электромагнитные поля по ГОСТ Р 51317.4.3 степень жесткости 3 (МЭК 801-3-84)	10 В/м																																																
Микросекундные импульсные помехи большой энергии (импульсы напряжения/тока длительностью 1/50 и 6,4/16 мкс соответственно) по ГОСТ Р 51317.4.5 степень жесткости 4 (МЭК 255-22-1-88)	4кВ																																																
Изм.	Кол.	Лист	№	Помт.	Лист																																												

Вид испытаний	Показатель
Кондуктивные низкочастотные помехи (провалы напряжения питания, кратковременные перерывы и несимметрии питающего напряжения) по ГОСТ Р 51317.4.11	0,5 с
Импульсные магнитные поля по ГОСТ Р 50649 степень жесткости 4 (МЭК 1000-4-9-93)	300 А/м

1.1.20. Заземление экранов контрольных кабелей

Экраны контрольных кабелей заземляются с обоих концов. Этот способ является наилучшим для снижения синфазных помех.

Для заземления экранов применяется зажимы типа SKS 20-NS35 производства PHOENIX CONTACT. Зажимы крепятся к DIN-рейке. Упрощенная схема заземления экрана кабеля КВВГ приведена ниже.

Заземление экрана кабеля типа КВВГэ при помощи специального зажима

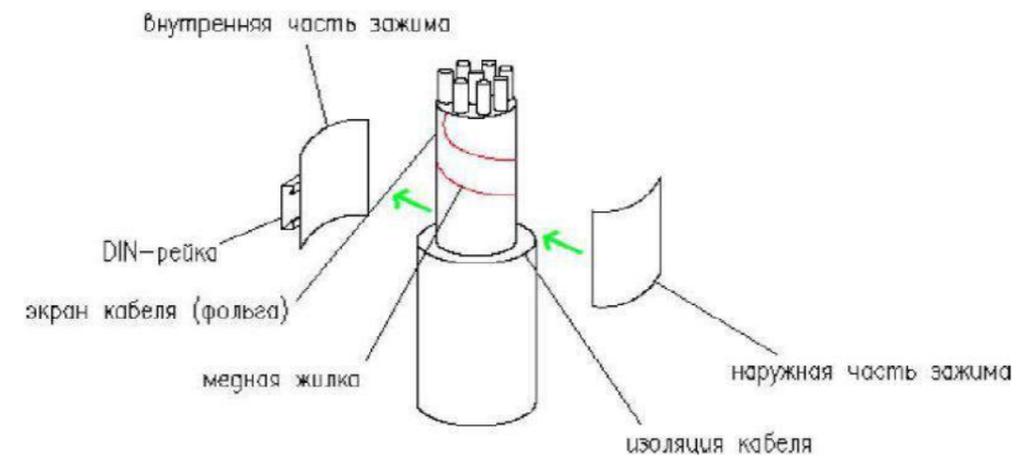


Рис.1 Заземление экрана кабеля типа КВВГ

3. Определение ЭМО

Расчёт электромагнитной обстановки на ПС 110 кВ АСК-2 выполнен в программе «Interferences» (разработка ООО «НПФ ЭЛНАП»). Расчёт выполнен для режимов:

- двухфазное КЗ на стороне 110 кВ;
- помехи при коммутации;
- удар молнии;

На рис. 3.1.1 – 3.1.3 представлены результаты расчётов электрических наводок в контрольных кабелях, проложенных кабельных лотках и коробах на ОРУ 110 кВ.

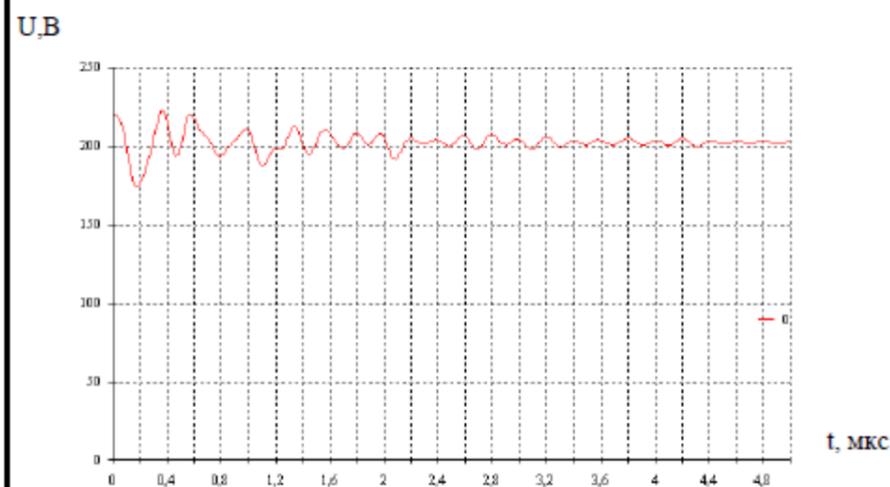


Рисунок 3.1.1 – Перенапряжения в контрольном проводе при двухфазном замыкании на ОРУ 110 кВ

Изм	Кол	Лист	№	Подп	Дата

1750-002465-ИОС6.7-ЭМС.ПЗ

Лист

4

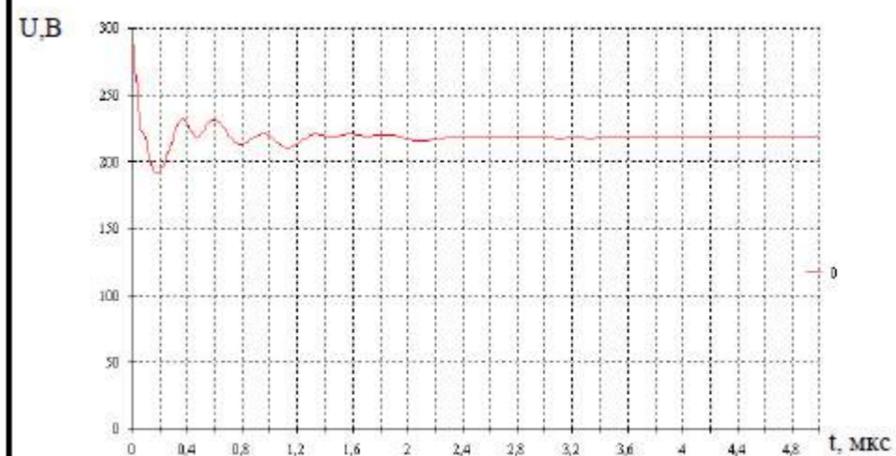


Рисунок 3.1.2 – Перенапряжения в контрольном проводе при помехах при коммутации

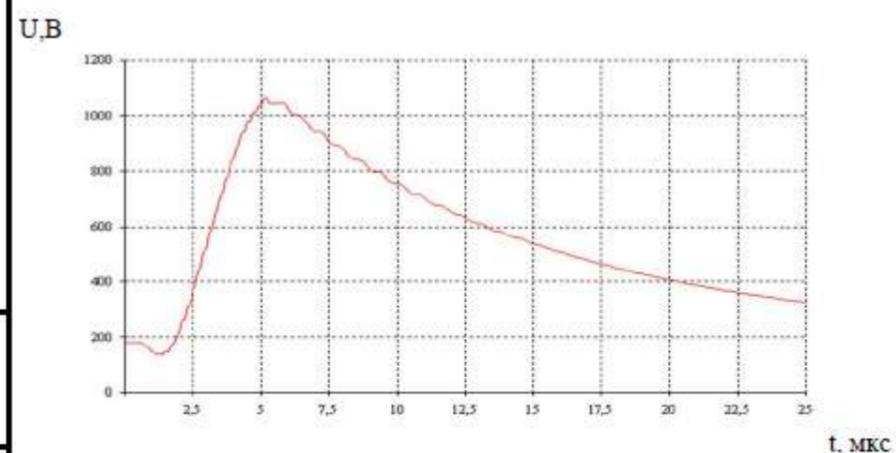


Рисунок 3.1.3 – Перенапряжения в контрольном проводе при ударе молнии в молниеприёмник на ОРУ 110 кВ

Изм	Кол	Лист	№	Подп	Дата

1750-002465-ИОС6.7-ЭМС.ПЗ

Лист

5

4. Мероприятия по обеспечению нормальной ЭМО

4.1. Кабельные трассы

В рамках проекта разработаны решения по обеспечению ЭМС размещаемой аппаратуры согласно РД 34.20.116-93.

Для защиты МП РЗА от импульсных помех проектом предусмотрено:

- применение экранированных кабелей (КВВГЭнг(А)-LS);

При совместной прокладке силовых кабелей и вторичных кабелей с цепями измерения, управления и сигнализации по одной трассе, расстояние между ними в свету должно быть не менее:

- 0,45 м – для кабелей с цепями 220 В;
- 0,6 м – для кабелей с цепями 380 В;
- 1,2 м – для кабелей 6+10 кВ.

Для экранированных цепей указанные расстояния могут быть снижены в 1.5+2 раза.

- применение экранирующих шкафов для аппаратуры с толщиной стенки не менее 2 мм;

После строительно-монтажных работ должно быть проведено обследование ЭМО на территории ПС специализированной организацией в соответствии с методическими указаниями СО 34.35.311-2004.

- силовые и контрольные кабели прокладываются по разным трассам.

На территории ОРУ кабели прокладываются в железобетонных лотках, которые экранируют кабели от воздействия электромагнитных полей со стороны ошиновки, высоковольтного оборудования, при ударе молнии, при различных видах коротких замыканий, при коммутационных перенапряжениях. Высоковольтное оборудование заземляется.

Изм	Кол.	Лист	№	Подп.	Дата

1750-002465-ИОС6.7-ЭМС.ПЗ

Лист

6

4.2. Заземляющее устройство

Заземляющее устройство выполнено согласно ПУЭ и Нормам технологического проектирования ПС переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (СТО 56947007-29.240.10.028-2009). В целях снижения помех импульсных перенапряжений проектом предусмотрены следующие мероприятия при строительстве заземляющего устройства (ЗУ):

- спуски полосы заземления от оборудования к ЗУ выполнены по кратчайшему расстоянию.
- для обеспечения растекания тока заземление ОПН осуществляется при помощи двух заземляющих проводников.
- заземление молниеотводов обеспечивает растекание тока не менее чем в двух направлениях с углом 90°, установлены вертикальные электроды в каждом направлении на расстоянии не менее длины электрода.

Заземление устройств оборудования обработки информации выполняют в соответствии с ГОСТ Р 50571.21 и ГОСТ Р 50571.22.

Мой вывод по проекту: сделаны 3 проверки из девяти, и “представлена вода” в виде ни к чему не обязывающих выводов. Почему принята именно такая схема заземления экранов кабелей из восьми возможных вариантов – непонятно.

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«СЕВЕРЭНЕРГОПРОЕКТ»
(ООО «СЭП»)**



160014, г.Вологда, ул. Комсомольская, д.3, т/ф.(8172)54-40-00; e-mail: sep2005@inbox.ru;
ИНН 3525157938, КПП 352501001, р/с 40702810350310000091 в Вологодском РФ ОАО
"РОССЕЛЬХОЗБАНК". БИК 041909747. к/с 30101810700000000747

Филиал ОАО «МРСК Волги» - «Самарские распределительные сети»,
Волжское ПО, г. Самара

Реконструкция УРЗА на ПС Волжского ПО

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Подраздел 2. Совместимость технических средств электромагнитная

2013-164-1-ИОС.ЭМС

Том 1

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2013

2. Электромагнитная совместимость и помехозащищенность МП аппаратуры РЗА

Согласно данным завода изготовителя, устанавливаемая в зданиях ОПУ МП аппаратура РЗА производства ООО НПП «ЭКРА» соответствуют следующим требованиям электромагнитной совместимости:

1. Защиты и устройства шкафа устойчивы к повторяющимся колебательным затухающим помехам по ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95) при степени жесткости испытаний 3.

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при воздействии помех - А по ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95).

2. Защиты и устройства шкафа устойчивы к наносекундным импульсным помехам по ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при воздействии помех - А по ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95).

3. Защиты и устройства шкафа устойчивы к электростатическим разрядам по ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при воздействии помех - А по ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95).

4. Защиты и устройства шкафа устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при воздействии помех - А по ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95).

5. Защиты устройства шкафа устойчивы к воздействию МППЧ по ГОСТ Р 50648 -94 (МЭК 1000-4-8-93) при степени жесткости 4:

100 А/м для непрерывного магнитного поля;

1000 А/м для кратковременного магнитного поля.

Изм.	Код.	Лист	№	Подп.	Дата

2013-164-1-ИОС.ЭМС.ПЗ

Лист
2

Формат А4

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при воздействии МППЧ – А по ГОСТ Р 51317.6.2-99 (МЭК 61000-6-2-99).

6. Защиты и устройства шкафа устойчивы к воздействию импульсного магнитного поля 1000 А/м по ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93) при степени жесткости испытаний 5.

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при испытаниях на устойчивость к воздействию импульсного магнитного поля - А по ГОСТ Р 51317.6.2-2007 (МЭК 61000-6-2-2005).

7. Защиты и устройства шкафа устойчивы к воздействию кондуктивных помех промышленной частоты по ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при испытаниях на устойчивость к воздействию кондуктивных помех промышленной частоты – А.

8. Защиты и устройства шкафа устойчивы к воздействию радиочастотного электромагнитного поля по ГОСТ Р 51317.4.3-99 (МЭК 61000-4-3-95) при степени жесткости испытаний 3.

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при воздействии радиочастотного электромагнитного поля – А по ГОСТ Р 51317.4.3-99 (МЭК 61000-4-3-95).

9. Защиты и устройства шкафа устойчивы к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями по ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96) при степени жесткости испытаний 3.

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при воздействии кондуктивных помех, наведенных радиочастотными электромагнитными полями – А по ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96).

10. Защиты и устройства шкафа устойчивы к пульсациям напряжения, воздействующим на сеть электропитания постоянного тока, по ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99) при степени жесткости - 4 (размах пульсаций напряжения по отношению к номинальному напряжению электропита-

ния – 15 %, частота пульсаций кратна частоте переменного электропитания с множителем 2).

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при испытаниях на устойчивость к пульсациям напряжения – А по ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99).

11. Защиты и устройства шкафа устойчивы к провалам и прерываниям напряжения питания постоянного тока: провалы напряжения на 30 % УНОМ длительностью 1 с и на 60 % УНОМ - длительностью 0,1 с; прерывания напряжения на 100 % УНОМ длительностью 0,5 с по ГОСТ Р 51317.6.5-2006 в соответствии с МЭК 61000-4-29:2000.

Критерий качества функционирования защит и устройств шкафа при испытаниях на устойчивость к провалам и прерываниям напряжения питания постоянного тока – А.

12. Защиты и устройства шкафа соответствуют нормам промышленных радиопомех в сеть питания и в окружающее пространство: - эмиссии промышленных радиопомех в полосе частот от 0,15 до 30 МГц и от 30 до 1000 МГц по ГОСТ Р 51318.22-2006.

3. Мероприятия по обеспечению нормальной ЭМО

3.1. Кабельные трассы

В рамках проекта разработаны решения по обеспечению ЭМС размещаемой аппаратуры согласно РД 34.20.116-93.

Для защиты МП РЗА от импульсных помех проектом предусмотрено:

- применение экранированных кабелей (КВВГЭнг-LS) с двусторонним заземлением экрана;

При совместной прокладке силовых кабелей и вторичных кабелей с цепями измерения, управления и сигнализации по одной трассе, расстояние между ними в свету должно быть не менее:

- 0,45 м – для кабелей с цепями 220 В;
- 0,6 м – для кабелей с цепями 380 В;
- 1,2 м – для кабелей 6-10 кВ.

Для экранированных цепей указанные расстояния могут быть снижены в 1.5÷2 раза.

- применение экранирующих шкафов для аппаратуры с толщиной стенки не менее 2 мм;

После строительно-монтажных работ должно быть проведено обследование ЭМО на территории ПС специализированной организацией в соответствии с методическими указаниями СО 34.35.311-2004.

На территории ОРУ кабели прокладываются в металлических коробах и железобетонных лотках, которые экранируют кабели от воздействия электромагнитных полей со стороны ошиновки, высоковольтного оборудования, при ударе молнии, при различных видах коротких замыканий, при коммутационных перенапряжениях. Металлические кабельные конструкции и высоковольтное оборудование заземляются.

3.2. Заземляющее устройство

Заземляющее устройство на ПС должно соответствовать требованиям ПУЭ и Нормам технологического проектирования ПС переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (СТО 56947007-29.240.10.028-2009). В целях снижения помех импульсных перенапряжений проектом предусмотрено заземление устройств РЗА.

Для обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала и нормальной работы систем РЗА выполняются защитное и рабочее заземление устройств этих систем.

Защитное заземление выполняется путем присоединения всех шкафов, панелей и корпусов устройств РЗА к закладным протяженным элементам (полосам, швеллерам), проложенным в полу, к которым крепятся эти устройства.

Рабочее заземление систем РЗА и ПА допускается осуществлять присоединением рабочих (схемных) точек заземления устройств кратчайшим путем к зажимам защитного заземления панелей (шкафов) и корпусов устройств РЗА.

Заземление устройств оборудования обработки информации выполняют в соответствии с ГОСТ Р 50571.21 и ГОСТ Р 50571.22.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Мой вывод: по проекту той же организации: в отличие от предыдущего проекта, где сделаны 3 проверки из девяти, здесь нет ни одной проверки. И представлена та же и “вода” в виде ни к чему не обязывающих выводов.

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«СЕВЕРЭНЕРГОПРОЕКТ»
(ООО «СЭП»)**



160014, г. Вологда, ул. Комсомольская, д.3, т/ф. (8172)54-40-00; e-mail: sep2005@inbox.ru;
ИНН 3525157938, КПП 352501001, р/с 40702810350310000091 в Вологодском РФ ОАО
"РОССЕЛЬХОЗБАНК", БИК 041909747, к/с 30101810700000000747

**Филиал ОАО «МРСК Волги» - «Самарские распределительные сети»,
г. Самара**

**Реконструкция ПС филиала «Самарские РС» с заменой электромеха-
нических реле на микропроцессорные защиты**

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Том 1.

Реконструкция ПС Волжского производственного отделения

Раздел 1.2 ПС 110/10 кВ "Георгиевка"

2013-145-1-РЗА1

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
2	95-13	<i>Гриф</i>	10.2013

2013

**2. Электромагнитная совместимость и помехозащищенность МП
аппаратуры РЗА**

Согласно данным завода изготовителя, устанавливаемая в зданиях ОПУ МП
аппаратура РЗА производства ЗАО «Радиус Автоматика», ЗАО «ЧЭАЗ», НПП
«ЭКРА» испытана на устойчивость к следующим помехам:

Таблица 2

Вид помехи	Степень жесткости	ГОСТ, МЭК	Критерий функционирования	Примечание
Повторяющиеся затухающие колебания частотой 0,1—1,0 МГц	3	ГОСТ Р 51317.4.12-99 МЭК 61000-4-12-95	А	2,5 кВ – провод-земля 1,0 кВ – провод-провод
Наносекундные импульсные помехи	4	ГОСТ Р 51317.4.4-99 МЭК 61000-4-4-95	А	4 кВ – питание 2 кВ – остальные цепи
Электростатические помехи	3	ГОСТ Р 51317.4.2-99 МЭК 61000-4-2-95	А	8 кВ – воздушный 6 кВ – контактный
Магнитное поле промышленной частоты	5	ГОСТ Р 50648-94 МЭК 1000-4-8-93	А	100 А/м – постоянно 1000 А/м - кратковременно
Радиочастотное электромагнитное поле	3	ГОСТ Р 51317.4.3-99 МЭК 61000-4-3-96	А	26–1000 МГц 10 В/м
Микросекундные импульсы большой энергии	4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 МЭК 61000-4-5-95	А	4 кВ
Кондуктивные низкочастотные помехи	3	ГОСТ Р 51317.4.6-99 МЭК 61000-4-6-96	А	10 В 140 дБ
Импульсное магнитное поле	4	ГОСТ Р 50649-94 МЭК 1000-4-9-93	А	8/20 мкс ±300 А/м
Затухающее колебательное магнитное поле	5	ГОСТ Р 50652-94 МЭК 1000-4-10-93	А	100 кГц ±100 А/м

3. Мероприятия по обеспечению нормальной ЭМО

3.1. Кабельные трассы

В рамках проекта разработаны решения по обеспечению ЭМС размещаемой аппаратуры согласно РД 34.20.116-93.

Для защиты МП РЗА от импульсных помех проектом предусмотрено:

- применение экранированных кабелей (КВВГЭнг-LS) с двусторонним заземлением экрана;

При совместной прокладке силовых кабелей и вторичных кабелей с цепями измерения, управления и сигнализации по одной трассе, расстояние между ними в свету должно быть не менее:

- 0,45 м – для кабелей с цепями 220 В;
- 0,6 м – для кабелей с цепями 380 В;
- 1,2 м – для кабелей 6÷10 кВ.

Для экранированных цепей указанные расстояния могут быть снижены в 1.5÷2 раза.

- применение экранирующих шкафов для аппаратуры с толщиной стенки не менее 2 мм;

После строительно-монтажных работ должно быть проведено обследование ЭМО на территории ПС специализированной организацией в соответствии с методическими указаниями СО 34.35.311-2004.

На территории подстанции кабели прокладываются в металлических коробах и железобетонных лотках, которые экранируют кабели от воздействия электромагнитных полей со стороны ошиновки, высоковольтного оборудования, при ударе молнии, при различных видах коротких замыканий, при коммутационных перенапряжениях. Металлические кабельные конструкции и высоковольтное оборудование заземляются.

3.2. Заземляющее устройство

Заземляющее устройство выполнено согласно ПУЭ и Нормам технологического проектирования ПС переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (СТО 56947007-29.240.10.028-2009). В целях снижения помех импульсных перенапряжений проектом предусмотрены следующие мероприятия при строительстве заземляющего устройства (ЗУ):

– спуски полосы заземления от оборудования к ЗУ выполнены по кратчайшему расстоянию.

– заземление устройств РЗА.

Для обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала и нормальной работы систем РЗА выполняются защитное и рабочее заземление устройств этих систем.

Защитное заземление выполняется путем присоединения всех шкафов, панелей и корпусов устройств РЗА к закладным протяженным элементам (полосам, швеллерам), проложенным в полу, к которым крепятся эти устройства.

Рабочее заземление систем РЗА и ПА допускается осуществлять присоединением рабочих (схемных) точек заземления устройств кратчайшим путем к зажимам защитного заземления панелей (шкафов) и корпусов устройств РЗА.

Заземление устройств оборудования обработки информации выполняют в соответствии с ГОСТ Р 50571.21 и ГОСТ Р 50571.22.

Мой вывод: где то выше я это уже видел. “Северэнергопроект” похоже во всех проектах формирует один и тот же объем, посвященный ЭМС.

Общество с ограниченной ответственностью

« Б К Н и н ж и н и р и н г »

Свидетельство №МРП-0126-2011-3525233106-01

Заказчик – Открытое акционерное общество

«Межрегиональная распределительная сетевая компания Волги» (ОАО «МРСК Волги»)

«Реконструкция ПС «Засамарская» для ТП энергопринимающих устройств ООО «Юг-Строй», ООО «Прайд»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Подраздел 7 «Технологические решения»

Книга 8 «Электромагнитная совместимость»

141201-Т5.7.8-ЭМС

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Вологда
2015

1 Существо проблемы и цель работы

Вторичное оборудование электрических станций и подстанций (в первую очередь – микропроцессорная аппаратура) может подвергаться воздействию электромагнитных помех. Наиболее опасными источниками помех являются электрические процессы в первичных сетях подстанций (в штатном режиме, при коммутациях и коротких замыканиях). Также опасность могут представлять помехи при молниевых разрядах, поля от внешних источников радиочастотного поля, различные внутренние источники помех во вторичных цепях, электростатика и т.п.

Поэтому, согласно РД 153-34.0-20.525-00, СО 153-34.21.122-2003, СО 34.35.311-2004, СТО-56947007-29.240.044-2010 и СТО-56947007-29.240.043-2010 для разработки обоснованных технических решений по обеспечению ЭМС представляется целесообразным проведение работы по определению электромагнитной обстановки на указанном объекте и разработке защитных мероприятий в соответствии с требованиями ЭМС. Для того, чтобы ЭМС вторичного оборудования обеспечивалась, должны быть выполнены следующие три условия:

- электронные устройства должны проходить испытания на помехоустойчивость по классам жесткости испытаний, определяемым соответствующими государственными и отраслевыми нормативными документами для применения на энергообъектах со свойственной им жесткой ЭМО [1];

- на энергообъектах уровни полей и помех, воздействующих на электронные устройства, не должны превышать значений, при которых обеспечивается устойчивая работа этих устройств. При этом предполагается, что данные устройства испытаны на ЭМС в соответствии с действующей НТД [1];

- уровни разностей потенциалов, прикладываемых к изоляции вторичных цепей, не должны превышать допустимые нормы в соответствии с [2, 3]. Перенапряжения, приложенные к элементам электрических схем, не должны превышать предельно-допустимых уровней, указанных для данных элементов.

Планируется реконструкция ПС «Засамарская». Согласно требованиям «Методических указаний по обеспечению электромагнитной совместимости на электросетевых объектах ЕНЭС» (СТО-56947007-29.240.044-2010) и «Руководства по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов», (СТО-56947007-29.240.043-2010) при проектировании ПС должны быть разработаны рекомендации по обеспечению ЭМС МП аппаратуры, устанавливаемой на ПС.

Цель работы

Целью работы является выдача технических решений по обеспечению ЭМС вторичного оборудования на ПС на стадии разработки проектной документации. По результатам определения ЭМО разрабатываются технические решения по защите вторичного оборудования.

2 Техническое задание

Для обеспечения ЭМС МП аппаратуры целесообразно выполнить следующие работы:

- 1) запрос исходных данных у Заказчика;
- 2) анализ представленной документации. Определение принимаемых в расчетах значений удельного сопротивления грунта и токов КЗ на основании замеров и представленной информации;
- 3) при необходимости – формулировка предложений по корректировке представленных Заказчиком компоновочных решений и схем. Выполняется до проведения расчетного определения электромагнитной обстановки, если выявлено явное нарушение требований НТД и/или условий ЭМС вторичного оборудования;
- 4) определение общих требований к ЗУ ПС, исходя из ЭМС и электробезопасности;
- 5) разработка схемы прокладки вторичных цепей, оптимизированной по условиям ЭМС увязанной с разработанными схемами заземления и молниезащиты;
- 6) составление расчетных схем;
- 7) расчетное определение электромагнитной обстановки на объекте, включая:
 - а) расчет разностей потенциалов, приложенных к изоляции вторичных цепей при КЗ в сетях выше 1 кВ;
 - б) расчет разностей потенциалов, приложенных к изоляции отходящих кабелей связи при КЗ в сетях выше 1 кВ (при необходимости);
 - в) расчет термической нагрузки на экраны вторичных кабелей при КЗ;
 - г) расчет импульсных помех и перенапряжений, воздействующих на вторичное оборудование при молниевых разрядах на молниеотводы объекта;
 - д) оценка импульсных помех и перенапряжений, воздействующих на вторичное оборудование при протекании ВЧ-токов при КЗ и коммутационных операциях;
 - е) оценка ослабления помех экранами кабелей и кабельными конструкциями;
 - ж) расчет магнитных полей промышленной частоты в местах размещения МП аппаратуры – в нормальном режиме работы объекта и в режимах КЗ;
 - з) расчет импульсных магнитных полей в местах размещения МП аппаратуры – при ударе молнии в ближайшие молниеотводы;

и) оценка экранирующего эффекта, обеспечиваемого металлоконструкциями зданий и аппаратными шкафами;

к) оценка опасности воздействия на вторичное оборудование электромагнитных полей радиочастотного диапазона;

л) оценка опасности воздействия на МП аппаратуру электростатических разрядов;

8) анализ представленных данных по помехоустойчивости планируемой к применению аппаратуры. Выявление факторов, представляющих опасность для вторичного оборудования;

9) разработка и согласование дополнительных мер по экранированию аппаратуры и цепей, защите от электростатических разрядов, защите от импульсных перенапряжений;

10) подготовка итогового отчета и окончательных вариантов схем по результатам работы.

Изм	Кол. вкл	Лист	Номер	Полн	Дата

141201-T5.7.8-ЭМС.ПЗ

Лист

5

3.3 Размещение вторичных цепей

В соответствии с предоставленным планом ПС и визуальным осмотром вторичные кабели по открытой территории ПС будут прокладываться в железобетонных незаглубленных кабельных лотках и металлических кабельных каналах по основаниям оборудования.

В зданиях ГЩУ и ЗРУ-10 кабели будут прокладываться в кабельных каналах и металлических кабельных лотках.

Согласно предоставленным данным, экраны кабелей, кроме экранов типа фольги или оплетки, заходящих в здания, заземлены на вводе в здания. Экраны типа фольги или оплетки заземляются на ближайший элемент системы заземления по кратчайшему пути только в местах концевой разделки с обоих концов кабелей (РД 34.20.116-93). Экраны необходимо заземлять в месте ввода кабелей в шкафы.

На территории ОРУ экраны кабелей могут быть заземлены по кратчайшему пути на ближайший элемент ЗУ ПС. При этом место соединения должно быть защищено от влияния атмосферных осадков.

Все вторичные цепи РЗА, ТМ, АИИС КУЭ и связи, проходящие по территории ПС, выполняются экранированным кабелем с обязательным заземлением экрана с обеих сторон. Заземление экранов кабелей, идущих в здание необходимо осуществлять либо на вводе в здание, либо в месте конечной разделки кабелей.

В таблице 3.3 приведён список вторичных цепей, рассматриваемых в настоящем отчёте.

Таблица 3.3 - Вторичные цепи, рассматриваемые в настоящем отчете

№ группы цепей	Цепи	Вид цепей	По новым/существующим трассам	Новым/существующим кабелем	Способ прокладки	Экранирование	Примечание
Цепи между объектами ПС							
1	ЛР ВЛ 110 Самарская 1 – ГЩУ	цепи управления	По сущ. трассам	По сущ. трассам	Сущ. кабельные каналы	Экранированный кабель	-
2	ЛР ВЛ 110 Самарская 2 – ГЩУ	цепи управления	По сущ. трассам	По сущ. трассам	Сущ. кабельные каналы	Экранированный кабель	-
3	С1Т – ГЩУ	цепи управления	По проект. трассам	По проект. трассам	Проект. кабельные каналы	Экранированный кабель	-
4	С2Т – ГЩУ	цепи управления	По сущ. трассам	По сущ. трассам	Сущ. кабельные каналы	Экранированный кабель	-

3.4 Принимаемые параметры токов КЗ

В таблице 3.4 приведена информация по принятым в данном отчете параметрам КЗ в сетях с заземленной нейтралью. Данные по токам КЗ были предоставлены Заказчиком. Параметры ВЧ-составляющих токов КЗ выбраны в соответствии с [20].

Таблица 3.4 - Параметры токов КЗ в сетях 110 кВ

РУ	Ток КЗ, кА		Время отключения КЗ, с (без/с учетом УРОВ)	Параметры ВЧ-составляющей тока КЗ	
	Трёхфазного	Однофазного		Ток, кА	Частота, МГц
ОРУ-110 кВ	11,535	8,89	0,1/3,0	1	1

Таблица 3.5 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.

Значения токов двухфазного КЗ (принимаем, что ток двойного КЗ на землю равен току двухфазного КЗ) для сетей 10 кВ связаны со значением тока трехфазного КЗ следующим соотношением:

$$I_k^{(2)} \approx \frac{\sqrt{3}}{2} I_k^{(3)}, \quad (1)$$

где $I_k^{(3)}$ - трехфазный ток КЗ в сетях 10 кВ.

Таблица 3.5 - 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)
	Трёхфазного	Двухфазного		
РУ-10 кВ	11,2	9,7*	Не предусмотрено	0,11/2,0

3.5 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 51317-6.5-2006, ГОСТ Р 50799-95, ГОСТ Р 50628-2000, ГОСТ Р 51179-98 и [20].

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

Сводная таблица общих требований к МП аппаратуре, применяемой на электрических станциях и подстанциях, приведена в приложении Б.

141201-Т5.7.8-ЭМС.ПЗ						Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	9

141201-Т5.7.8-ЭМС.ПЗ						Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	8

3.6 Параметры вторичных цепей, принимаемые в данном отчете

Согласно ГОСТ Р 50571-4-44-2011, прочность изоляции вторичных цепей на промышленной частоте принимается равной 2 кВ (действующее значение).

Согласно ГОСТ Р 50571-4-44-2011, прочность изоляции вторичных цепей при воздействии импульсных перенапряжений принимается равной 6 кВ (амплитудное значение).

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

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

4.1 Анализ компоновки ПС и других факторов влияющих на ЭМО на объекте

Основные особенности компоновки, места расположения аппаратуры на ПС «Засамарская» и других факторов, влияющие на ЭМО, следующие:

- в случае КЗ, возникновения разностей потенциалов, которые будут представлять опасность для МП аппаратуры, устанавливаемой в зданиях, и изоляции вторичных цепей, которые подходят к этой МП аппаратуре;
- токи КЗ позволяют ожидать высоких температур нагрева экранов вторичных кабелей;
- достаточно близкое расположение молниеприемника может быть причиной возникновения опасных импульсных помех при разряде молнии.

4.2 Устройство заземления и систем уравнивания потенциалов

Ниже будет подробно описано предлагаемое устройство заземления ПС «Засамарская».

4.2.1 Сечение заземлителей

В предоставленной Заказчиком документации указаны следующие решения:

- существующий горизонтальный заземлитель выполнен из полосовой стали 40x4 мм, новый горизонтальный заземлитель выполнен из полосовой стали 30x5 мм;
- вертикальный электрод выполняется из круглой стали диаметром 18 мм, длиной 5 м;
- горизонтальный заземлитель заложен на глубине 0,5-0,7 м;
- соединения выполняются сваркой;
- соединения вертикальных электродов и горизонтальных заземлителей - только электродуговой сваркой.

4.2.2 Схема ЗУ

Схема ЗУ полностью удовлетворяет требованиям НТД.

Ниже представлены общие требования к ЗУ ПС:

- в соответствии с требованием ПУЭ-7 (п.1.7.90) глубина прокладки контура заземления должна составлять 0,5 – 0,7 м;
- согласно ПУЭ-7 п.1.7.90 размеры ячеек заземляющей сетки, примыкающих к местам присоединения нейтралей Т1, Т2 к ЗУ, не должны превышать 6x6 м;
- для каждой конструкции с молниеприемниками в соответствии с требованиями ПУЭ-7 обеспечено растекание тока не менее, чем в 2-х направлениях. В каждом направлении растекания тока установлен вертикальный заземлитель;

							Лист
						141201-Т5.7.8-ЭМС.ПЗ	11
Изм.	Кол.уч.	Лист	Модок.	Подп.	Дата		

- заземление ограды ПС выполнить в соответствии с требованиями ПУЭ-7 п.1.7.93, согласно которым: «Внешнюю ограду электроустановок не рекомендуется присоединять к заземляющему устройству. Если от электроустановки отходят ВЛ 110 кВ и выше, то ограду следует заземлить с помощью вертикальных заземлителей длиной 2-3 м, установленных у стоек ограды по всему ее периметру через 20-50 м. Установка таких заземлителей не требуется для ограды с металлическими стойками и с теми стойками из железобетона, арматура которых электрически соединена с металлическими звеньями ограды. Для исключения электрической связи внешней ограды с заземляющим устройством расстояние от ограды до элементов заземляющего устройства, расположенных вдоль нее с внутренней, внешней или с обеих сторон, должно быть не менее 2 м. Выходящие за пределы ограды горизонтальные заземлители, трубы и кабели с металлической оболочкой или броней и другие металлические коммуникации должны быть проложены посередине между стойками ограды на глубине не менее 0,5 м. В местах примыкания внешней ограды к зданиям и сооружениям, а также в местах примыкания к внешней ограде внутренних металлических ограждений должны быть выполнены кирпичные или деревянные вставки длиной не менее 1 м». Также в соответствии с требованиями ПУЭ-7 п.1.7.90: «Если контур заземляющего устройства располагается в пределах внешнего ограждения электроустановки, то у входов и въездов на ее территорию следует выравнивать потенциал путем установки двух вертикальных заземлителей, присоединенных к внешнему горизонтальному заземлителю напротив входов и въездов. Вертикальные заземлители должны быть длиной 3-5 м, а расстояние между ними должно быть равно ширине входа или въезда»;

- соединение заземлителей между собой осуществлять с помощью сварки внахлест. Длина сварного шва должна соответствовать ГОСТ 5264-80 (не менее шести диаметров для круглого заземлителя и не менее двойной ширины – для полосового заземлителя).

4.3 Организация трасс прокладки вторичных цепей

Для вторичных цепей МП аппаратуры необходимо использование только экранированных/бронированных кабелей (см. [20] пп.8.6 и 9.2.7). Поэтому экранированными кабелями необходимо выполнение всех проводных вторичных цепей.

Принятые проектные решения по выполнению всех вторичных цепей РЗА, ТМ, АИИС КУЭ и связи, проходящих по территории ПС, экранированными кабелями с обязательным заземлением экранов с обеих сторон являются оптимальными с точки зрения ЭМС.

При прокладке вторичных цепей должны быть выполнены следующие рекомендации:

1) для снижения импульсных разностей потенциалов, возникающих при разряде молнии в элементы системы молниезащиты объекта, прикладываемых к изоляции вторичных

цепей, трассы кабелей с цепями управления, измерения и сигнализации должны прокладываться на расстоянии не менее 5 м в свету от основания фундаментов (стоек) с разрядниками и молниеотводами;

2) расстояние по магистралям заземления от трасс прокладки вторичных цепей до заземляющих проводников элементов системы молниезащиты по магистралям заземления должно быть не менее 20 м;

3) вторичные цепи на открытой части ПС не рекомендуется прокладывать под опилками параллельно последним на длину более 5÷10 м;

4) в одном контрольном кабеле не допускается объединение цепей различных классов по уровню испытательного напряжения, измерительных цепей трансформаторов тока и напряжения, цепей управления с цепями измерения и сигнализации, цепей управления, измерения и сигнализации с силовыми цепями переменного тока 0,4/0,23 кВ;

5) силовые кабели и вторичные кабели с цепями управления, измерения и сигнализации рекомендуется прокладывать по разным трассам. При прокладке их по одной трассе в соответствии с документом [20], рекомендуется прокладывать контрольные кабели на расстоянии не менее:

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

- 0,6 м — до других силовых кабелей до 1 кВ;

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

4.4 Расчётная модель

На основании предложенной схемы ЗУ и плана ПС с помощью программы «ORU Design» и «EMI analyzer3» (см. приложение В) была составлена расчетная модель ЗУ ПС, представленная на рисунках 4.1 и 4.2.

Изм.	Кол.уч.	Лист	Мелок.	Подп.	Дата	141201-Т5.7.8-ЭМС.ПЗ	Лист
							12

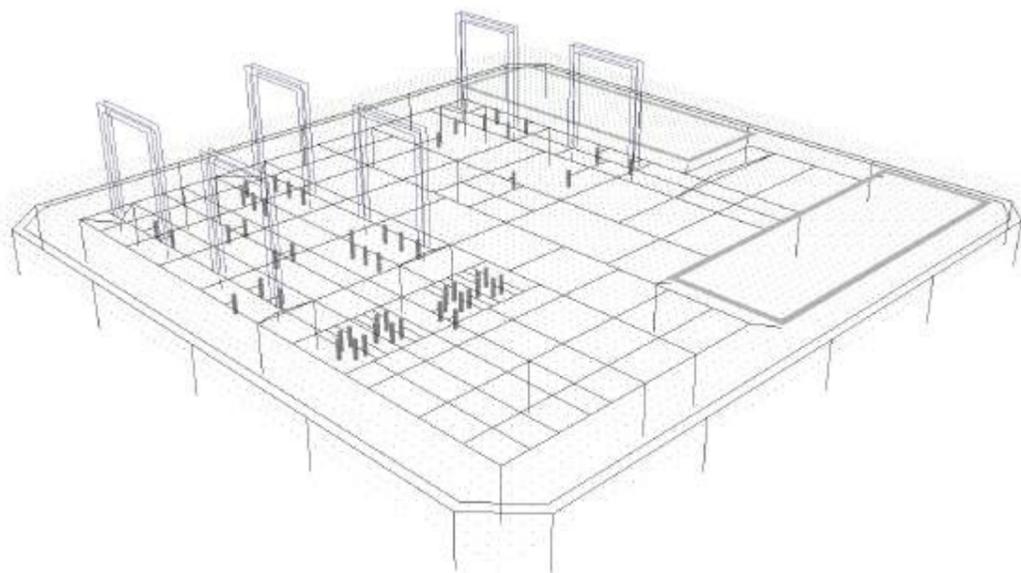


Рисунок 4.1 – Расчётная модель ЗУ ПС в «ORU Design»

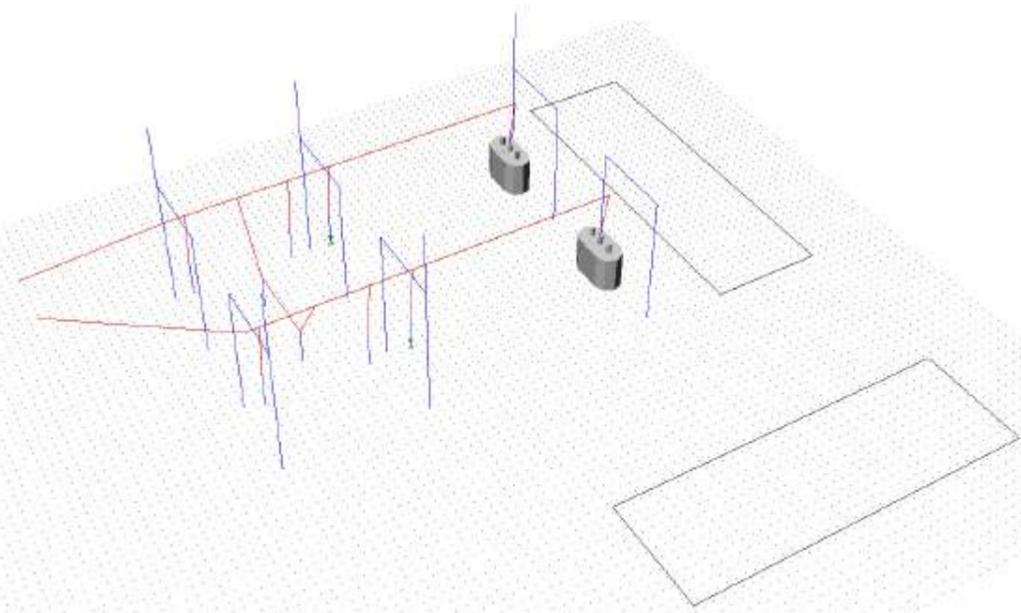


Рисунок 4.2 – Расчётная модель ПС в «EMI analyzer3»

В расчетных моделях были заданы:

- заземляющее устройство ПС;
- молниеприёмники;
- система уравниваний потенциалов зданий;
- фундаменты аппаратов 10 кВ и 110 кВ;
- аппараты 10 кВ и 110 кВ
- ошиновка 110 кВ и 10 кВ.

Для приведенных расчетных моделях были выполнены расчеты распределения потенциалов, возникающих на ЗУ при КЗ в высоковольтных сетях и разрядах молнии в элементы СМЗ (системы молниезащиты). Расчеты проведены в программах «ORU Design», «EMI analyzer3».

4.5 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 сетях 10 кВ потенциальную опасность по условиям влияния на вторичные цепи, могут представлять двойные замыкания на землю – при удаленных друг от друга местах одновременного замыкания на землю двух разных фаз. В разд. 3.4 приведены результаты измерений и расчетов.

4.5.1 Оценка токов и напряжения промышленной частоты при КЗ

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 летнего и зимнего периодов. Результаты расчетов приведены в протоколе 1 приложения А.

Максимальные разности потенциалов, возникающие при КЗ в сети 110 кВ, не превышают нормируемые (2 кВ). Максимальные значения – 727 В.

Максимальный нагрев экранов части кабелей вторичных цепей значительно не превышает 150 °С, регламентированного ПУЭ. Максимальное значение – 20 °С.

4.5.2 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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

141201-Т5.7.8-ЭМС.ПЗ

Лист

15

основной частоте 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. Заглубленные и полузаглубленные каналы, металлические короба, лотки также заметно снижают импульсные перенапряжения, приложенные к входам МП аппаратуры и изоляции цепей [20].

В настоящей ПЗ (на основе данных, приведенных в [20, 23, 25]) приняты приведенные ниже (см. таблицу 4.1) коэффициенты ослабления (экранирования) высокочастотных помех (возникающих при протекании через ЗУ ВЧ-составляющей тока КЗ) различными кабельными конструкциями и экранами кабелей заземленных с двух сторон.

Таблица 4.1 - Коэффициенты экранирования кабелей и кабельных конструкций принятые в отчете (ВЧ –составляющая тока КЗ)

Кабельная конструкция	Минимальный коэффициент экранирования, о.е.
Неэкранированный кабель, экранированный кабель с заземлением экрана с одной стороны.	1
Экранированный кабель с заземлением экрана с двух сторон.	10
Железобетонный лоток по поверхности земли	1
Цельнометаллический, электрически непрерывный кабельный короб.	4
Полузаглубленный и подземный кабельный канал.	10
Кабельный тоннель.	20

При использовании нескольких экранирующих элементов приведенные коэффициенты должны перемножаться [20]. Так, например, при прокладке экранированного кабеля

(с заземлением экранов с двух сторон) в цельнометаллическом, электрически непрерывном кабельном коробе коэффициент ослабления составит 40.

Согласно СО 34.35.311-2004 и СТО-56947007-29.240.044-2010, проводилось определение опасности ВЧ-составляющей тока КЗ расчетным методом.

В приложении А (протокол 2) приведены результаты расчетного определения уровней воздействия на вторичные цепи при протекании ВЧ-составляющей тока КЗ через ЗУ.

КЗ в сети 110 кВ

Согласно результатам расчетов КЗ в сети 110 кВ не будут представлять опасность для вторичных цепей МП аппаратуры при условии выполнения рекомендаций разд. 4.6.5. Вторичные цепи должны быть выполнены экранированным кабелем и заземлены с двух сторон.

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

4.6.1 Анализ схемы СМЗ, рекомендации по корректировке схемы СМЗ

Существующая система молниезащиты выполнена из молниеприемников на порталах и отдельностоящих.

Надежность системы молниезащиты по условиям вероятного прорыва молнии через СМЗ должна быть не менее 0,9.

4.6.2 Расчет среднего количества разрядов молнии на территорию объекта за год

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

Рассматривается поражение молнией всей территории ПС.

Расчет количества молниевых разрядов на территорию ПС выполнялся в соответствии с методикой стандарта МЭК 62305 и РД 34.21.122-87.

Уровень грозовой активности в районе расположения ПС:

$T_d=60-80$ часов в год.

Плотность ударов молнии на 1 кв. км в год:

$$N_g = \frac{6,7 \cdot T_d}{100} \quad (2)$$

Принимаем верхнее значение $T_d=80$ часов в год, то $N_g=5,36$.

Расчетная плотность сбора зарядов ПС:

$$A = (a + 6h) \cdot (b + 6h), \quad (3)$$

Изм.	Кол.уч.	Лист	Издок.	Подп.	Дата

141201-Т5.7.8-ЭМС.ПЗ

Лист
16

Изм.	Кол.уч.	Лист	Издок.	Подп.	Дата

141201-Т5.7.8-ЭМС.ПЗ

Лист
17

Для цепей, имеющих гальваническую связь с ЗУ ПС (например, цепи измерительных трансформаторов), разности потенциалов снижаются в 4 ÷ 7 раз [23, 25], а для цепей, не имеющих гальванической связи с ЗУ, например, цепей оперативного тока, – в 10 ÷ 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 отчёте (импульс молнии)

	Экранированный кабель	Металлокороб/ 2 ШУП в кабельном лотке
Гальванически связанные симметричные цепи (цепи ТН, ТТ, СН и т.д)	5	2
Гальванически не связанные симметричные цепи (цепи электроприводов, опертока и т.д)	10	3
Несимметричные цепи (ВЧ-связь)	1	2

При использовании нескольких экранирующих элементов приведённые коэффициенты должны перемножаться [20]. Так, например, при прокладке экранированного кабеля (с заземлением экранов с двух сторон) в кабельном лотке с двумя ШУП, для гальванически связанных с ЗУ цепей коэффициент ослабления составит 10, а для гальванически не связанных с ЗУ цепей – 30.

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, кабельными конструкциями.

Определение уровней импульсных помех и перенапряжений во вторичных цепях производилось расчетными методами. Результаты приведены в Приложении А (протокол 3).

Анализ протоколов показывает что:

- для цепей, проложенных между МП аппаратурой и оборудованием, молниевые разряды не будут представлять опасность, при условии соблюдения выше описанных требований;

- для МП аппаратуры (удовлетворяющей требованиям приложения Б в части устойчивости в МИП) и её цепей (контрольные и измерительные цепи), проложенных внутри зданий, молниевые разряды не будут представлять опасность.

4.6.5 Рекомендации по защите вторичных цепей от импульсных перенапряжений

Вновь прокладываемые вторичные цепи следует выполнить экранированными кабелями с двухсторонним заземлением экранов.

В таблице 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

№ п/п	Цепи	Защитные мероприятия
1	Кабели (контрольные и измерительные цепи), проложенные внутри здания ГЩУ	Вновь прокладываемые вторичные цепи (контрольные, измерительные) следует выполнить экранированными кабелями с двухсторонним заземлением экранов
2	Контрольные и сигнальные цепи между ЭА на открытой части ПС и зданием ГЩУ(ЗРУ). Цепи питания переменным током между ЭА на открытой части ПС и зданием ГЩУ(ЗРУ)	Вновь прокладываемые вторичные цепи (контрольные, измерительные) следует выполнить экранированными кабелями с двухсторонним заземлением экранов. Вторичные цепи должны быть проложены в электрически непрерывном кабельном канале и коробе на открытой части.
3	Контрольные и сигнальные цепи между ЭА 10 кВ на открытой части ПС и зданием ГЩУ(ЗРУ). Цепи питания переменным током между ЭА 10 кВ на открытой части ПС и зданием ГЩУ(ЗРУ)	Вновь прокладываемые вторичные цепи (контрольные, измерительные) следует выполнить экранированными кабелями с двухсторонним заземлением экранов. Вторичные цепи должны быть проложены в электрически непрерывном кабельном канале и коробе на открытой части.

4.7 Оценка уровня магнитных полей

4.7.1 Определение магнитных полей в нормальном режиме работы объекта

Согласно СО 34.35.311-2004, проводились расчеты распределения магнитных полей в нормальном режиме работы объекта программой EMI analyzer. Результаты расчетов приведены в приложении А (протокол 4).

Оценка напряженности поля проводилась в здании ГЩУ.

В местах размещения МП аппаратуры в здании проектируемого ГЩУ наибольшие значения магнитного поля составили менее 50 А/м.

Изм.	Колуч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	-------	------	-------	-------	------

141201-Т5.7.8-ЭМС.ПЗ

Лист

21

Анализ результатов показывает, что постоянно действующие МППЧ в существующем здании ГЩУ не будут представлять опасности для МП аппаратуры, если она испытана не ниже, чем по 5-му классу жесткости (100 А/м) согласно ГОСТ 50648-94 на устойчивость к постоянно действующему МППЧ.

4.7.2 Определение 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 приведены в приложении А (протокол 5).

ГЩУ

Анализ результатов показывает, что основными источниками кратковременного магнитного поля в здании ГЩУ является силовое оборудование 110 кВ. Напряженность поля от этих шин менее 1000 А/м. МППЧ не будет представлять опасность для МП аппаратуры в здании ГЩУ.

ЗРУ-10

Анализ результатов показывает, что основными источниками кратковременного магнитного поля в здании ЗРУ-10 является силовое оборудование 110 кВ. Напряженность поля от этих шин менее 1000 А/м. МППЧ не будет представлять опасность для МП аппаратуры в здании ЗРУ-10.

4.7.3 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 приложении А (протокол 6). При выполнении расчетов принимался вторичный ток молнии 41 кА.

Расчеты напряженности поля проводились в зданиях ГЩУ и ЗРУ-10.

ГЩУ

Анализ результатов показывает, что основным источником кратковременного магнитного поля в здании ГЩУ является растекание тока молнии при разряде в молниеприемники №3 и №5. Напряженность поля в помещении ГЩУ может достигать 159 А/м.

С учетом экранирования стенами здания из железобетона напряженность поля будет 7,95 А/м. Такой уровень ИМП не будет представлять опасность для МП аппаратуры в здании ГЩУ.

ЗРУ-10

Анализ результатов показывает, что основным источником кратковременного магнитного поля в здании ЗРУ-10 является растекание тока молнии при разряде в молниеприемник №5. Напряженность поля в помещении ЗРУ-10 может достигать 358 А/м. С учетом экранирования стенами из железобетона напряженность поля будет 17,9 А/м. Такой уровень ИМП не будет представлять опасность для МП аппаратуры в здании ЗРУ-10.

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

Вблизи зданий ГЩУ и ЗРУ-10 отсутствуют стационарные радиопередатчики широкой направленности. Поэтому для МП аппаратуры опасность могут представлять только электромагнитные поля, создаваемые такими источниками, как портативные радиостанции, неисправный электроинструмент, люминесцентные лампы без помехоподавляющих конденсаторов и т.п.

Для предотвращения опасности воздействия на МП аппаратуру полей радиочастотного диапазона рекомендуется выполнить следующее: вторичные цепи устанавливаемой МП аппаратуры, проходящие внутри здания ПС выполнить экранированными кабелями. Экраны кабелей необходимо соединить с корпусом МП аппаратуры.

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

4.7.5 Защита МП аппаратуры от магнитных полей

Как показали расчёты, для МП аппаратуры может представлять опасность магнитное поле, создаваемое молниевыми разрядами. Поэтому для защиты аппаратуры необходимо применение мероприятий по экранированию.

Для защиты аппаратуры в зданиях МП аппаратуру следует разместить в экранирующих шкафах, с толщиной стенок не менее 1 мм по стали. 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), 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 шкафов 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.

4.8 Рекомендации по организации электроснабжения МП аппаратуры

Качество электроэнергии должно соответствовать требованиям [27].

4.9 Оценка опасности воздействия на аппаратуру электростатических разрядов

Напольное покрытие в помещениях зданий ГЩУ, ЗРУ-10 кВ выполнено плиткой. Для предотвращения электростатических разрядов на аппаратуру рекомендуется обслуживающему персоналу находиться в кожаной обуви и желательно в хлопчатобумажной одежде.

4.10 Сводка рекомендаций по обеспечению ЭМС МП аппаратуры

В таблице 4.6 сведены воедино все описанные выше рекомендации по обеспечению ЭМС, 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	Токи и разности потенциалов при КЗ, протекающие по экранам кабелей.	Выполнение рекомендаций согласно разд. 4.5.1
2	ВЧ-помехи при КЗ	Выполнение рекомендаций согласно разд. 4.5.1
3	Разности потенциалов при молниевых разрядах в СМЗ	Выполнение рекомендаций согласно разд. 4.6.5
4	ИМП при молниевых разрядах в молниеприемники, МППЧ при КЗ в сетях напряжением более 1 кВ	Выполнение рекомендаций согласно разд. 4.7.5
5	Защита от прямого удара молнии	Выполнение рекомендаций согласно разд. 4.6.1
6	Влияние полей радиочастотного диапазона	Выполнение рекомендаций согласно разд. 4.7.4
7	Электростатические разряды	Выполнение рекомендаций согласно разд. 4.9

4.11 Итоговый контроль

После завершения реконструкции ПС провести приёмо-сдаточные испытания (согласно СО 34.35.311-2004), в состав которых должно входить:

1. Проверка соответствия организации заземления устанавливаемой МП аппаратуры рекомендациям, изложенным в настоящем отчете.
2. Проверка соответствия организации трасс прокладки вторичных цепей рекомендациям, изложенным в настоящем отчете.
3. Проверка соответствия организации трасс питания МП аппаратуры постоянным и переменным током рекомендациям, изложенным в настоящем отчете.
4. Измерение коэффициента ослабления импульсных помех экранами кабелей и кабельными конструкциями.
5. Измерение перенапряжений, возникающих во вторичных цепях при коммутационных операциях.

Изм.	Кол.уч.	Лист	Редок.	Подп.	Дата

141201-T5.7.8-ЭМС.ПЗ

Лист
24

Мой вывод: гораздо более серьезный труд и большее количество проверок. Представлена 3D модель ОРУ. Но и здесь выполнены не все проверки, например не исследованы:

- разряды статического электричества помехи, связанные с возмущениями в цепях питания АСТУ постоянного и переменного тока;
- дополнительные источники электромагнитных воздействий на электрических станциях и подстанциях, которые могут вызвать сбои в работе АСТУ (являются такие виды вспомогательного электрооборудования как мощные преобразователи, сварочные аппараты, осветительные приборы, мощные тяговые механизмы, бытовые электроприборы, электроинструмент и др.)



**Реконструкция ПС 110 кВ филиала «Самарские РС» с установкой
регистратора аварийных событий на объектах Волжского ПО
ПС 110/10 кВ «Ерзовка»**

**Том-2
Рабочая документация
БРС.2788.13.Р – Ерзовка**

2013 г.

3.3 Методы защиты технических средств

Проектом предусматриваются методы защиты технических средств от механических, климатических, электромагнитных и других воздействий, в том числе от несанкционированного доступа к ним.

3.3.1 Защита от электромагнитных воздействий

На электрических подстанциях при коммутациях электрооборудования, коротких замыканиях, грозовых перенапряжениях, при коммутациях различных катушек соленоидов, контакторов, реле, при работе радиопередатчиков, включении усилителей поисковой связи и др., возникают значительные электромагнитные поля. Воздействуя на вторичные цепи, эти поля возбуждают в них импульсные помехи с высоким уровнем напряжения и токов, которые, попадая в РАС, могут приводить к повреждению этих устройств или вызывать их неправильную работу.

Если напряженность электромагнитного поля превышает допустимые значения, то для снижения уровня помех во вторичных цепях до предельно допустимых значений, в соответствии с «Методическими указаниями по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех» (РД 34. 20.116-93), должны выполняться следующие требования к прокладке кабельных линий и заземлению их экранов:

1. вторичные кабели с цепями измерения и силовые кабели прокладываются по разным трассам;
2. при прокладке их по одной трассе расстояние между ними в свету

					БРС.2788.13-Заводская-1.П.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

предусматривается не менее: 0,45 м – для кабелей с напряжением 220 В; 0,60 м – для кабелей напряжением 380 В; 1,20 м – для кабелей напряжением 6-10 кВ;

В цепях линий связи предусматривается экранированный кабель.

Для обеспечения нормальной работы устройств РАС предусматривается заземление устройств этих систем и соединительных кабелей. Рабочее заземление осуществляется присоединением рабочих (схемных) точек заземления устройств кратчайшим путем к зажимам контура заземления панелей (шкафов) и корпусов РАС.

Мой вывод: “Бреслер”, проектируя свое оборудование, за вопросы ЭМС переживал, но не сильно.



ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«САМАРСКИЙ ЭЛЕКТРОПРОЕКТ»

Реконструкция ПС 110/35/10 кВ Борское с расширением ОРУ 110кВ
под установку выключателей, перенос КРУН-10, дуговая защита,
ВОЛС

ПС 110/35/10 кВ Борское

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

АСДУЭ
Основной комплект рабочих чертежей

163/314/25-1-АОУ

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	473-13	<i>[Signature]</i>	10.13
2	533-13	<i>[Signature]</i>	11.13
3	10-14	<i>[Signature]</i>	01.14

2013

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	6 Общие технические требования к устройствам РЗА				Лист
			6.1 Общие технические требования к аппаратной реализации устройств РЗА				
Аппаратная реализация обеспечивает полноценное ближнее резервирование. Для полноценного ближнего резервирования отказов релейной защиты выполнены следующие дополнительные условия:						163/314/25-ИОС1.Т	
1	-	Зам	328-13	<i>[Signature]</i>	08.13		
Изм.	Коп.уч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата		

6.2 Общие технические требования к микропроцессорным терминалам РЗА

Микропроцессорные терминалы РЗА линий удовлетворяют следующим общим требованиям:

6.2.1 Терминалы имеют порты связи, обеспечивающие дистанционное управление и обмен информацией при их интеграции в

6.2.8 Терминалы удовлетворяют ГОСТам на электрическую аппаратуру напряжением до 1000 В, РД 34.35.310-97, нормам и правилам МЭК по обеспечению электромагнитной совместимости, а также выдерживать испытания в соответствии с ГОСТ 51317.4.1-2000 (МЭК 61000-4-1-2000).

8 Электромагнитная совместимость

Для снижения уровня помех во вторичных цепях проектом предусматриваются следующие мероприятия:

- расстояние между силовыми и контрольными кабелями при параллельной прокладке трасс принимается в соответствии с требованиями СТО 56947007-29.240.044-2010;

- выполнение требований ПУЭ, СТО 56947007-29.240.044-2010, СО 153-34.21.122-2003 и других действующих нормативных документов при выполнении систем молниезащиты и заземляющего устройства подстанции.

Мой вывод по разделу: каждый проектант выполняет разное количество расчетов и мероприятий в части ЭМС. Разброс качества я оцениваю от 5 до 70 %. Ни по одному из вышеприведенных проектов натурные испытания ЭМС не заложены в сметы, и как следствие-не выполнялись на объекте.

5. Анализ существующих программ, рассчитывающих параметры ЭМС и их наличие в Самарских РС;

Требования к расчетным программам

П.Е.1. Расчет заземляющих устройств

Программы расчета заземляющих устройств должны моделировать в разветвленной трехмерной схеме заземляющего устройства с системой проводников (электродов) в воздухе, грунте и объемных заглубленных тел переходные процессы, обусловленные КЗ на землю, ударами молнии в молниеприемники и коммутациями силового оборудования. В результате расчетов должны быть определены токи и напряжения в заземляющем устройстве; сопротивление растеканию тока заземляющего устройства; напряжения прикосновения и шага; распределение потенциала в вертикальном сечении грунта и по поверхности земли.

П.Е.2. Расчет импульсных помех

Программа для расчета импульсных помех должна:
моделировать электромагнитные переходные процессы в кабельной линии, возникающие при ударе молнии в непосредственной близости от кабельной линии, при протекании импульсных токов по близлежащим тоководам, моделировать распределение потенциалов в заземляющих устройствах при протекании импульсных токов;
учитывать при моделировании волновые процессы в кабельных линиях, свойства грунта, наличие в грунте сетки заземления, коммутационные переходные процессы в близлежащих тоководах, расположение кабельной линии как в воздухе, так и в грунте, взаимное экранирование проводов в кабельных линиях, особенности включения линии на ее концах.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по обеспечению электромагнитной совместимости
на объектах электросетевого хозяйства**

Стандарт организации

Дата введения: 21.04.2010

Программы для расчета уровней электромагнитных воздействий

1 Расчет напряжений и токов промышленной частоты, воздействующих на вторичное оборудование

С помощью программ выполняют расчет переходных процессов в разветвленной 3-мерной схеме заземляющего устройства электросетевых объектов, включающей систему проводников в воздухе и грунте, при коротких и двойных замыканиях на землю.

При проведении расчетов должны учитываться:

- удельное сопротивление грунта;
- материал и сечение проводников и заземлителей;
- составляющие тока КЗ на землю;
- кабели с экраном, броней или оболочкой;
- трубопроводы различного сечения.

В результате расчетов получают распределение потенциалов и токов по элементам заземляющего устройства, и определяют:

- сопротивление заземляющего устройства (напряжение на ЗУ);
- напряжение, воздействующее на вторичные кабели и оборудование;
- токи в экранах, броне и оболочках кабелей.

Дополнительно с помощью программ определяют напряжение прикосновения для обеспечения условий электробезопасности на электросетевом объекте.

В таблице Г.1 приведены сведения о компьютерных программах, которые могут быть применены для выполнения расчетов электромагнитных воздействий на вторичное оборудование.

Для расчета напряжений и токов, воздействующих на вторичное оборудование, могут применяться программы:

ОРУ-М, Parsiz, KWIK GRID, «Расчет заземляющих устройств» фирмы Safe Engineering Services & technologies ltd.

2 Расчет импульсных помех при коротких замыканиях и коммутациях в первичных цепях.

С помощью программ выполняют расчет переходных процессов при КЗ и коммутациях в первичных цепях.

При проведении расчетов должны учитываться:

- волновые процессы в кабельных линиях,
- свойства грунта,
- расположение кабельной линии в воздухе так и в грунте,
- взаимное экранирование проводов в кабельных линиях,

Таблица Г.1

Сведения о программах для расчета электромагнитных воздействий

№ п/п	Наименование программы	Правообладатель, авторы	Область применения	Источник информации	Условия распространения
1	ОРУ-М	ООО «НПФ ЭЛНАП» РАО «ЕЭС России» МЭИ Борисов Р.К. Петров С.Р.	С помощью программы выполняют расчет: - напряжений и токов промышленной частоты, действующих на вторичное оборудование; - импульсных потенциалов на токоотводах и ЗУ молниеотводов; - импульсных потенциалов на ЗУ при КЗ и коммутациях; - распределение токов и потенциалов в ЗУ; - напряжений прикосновения на оборудовании при КЗ на землю.	Российское агентство по патентам и товарным знакам. Свидетельство о регистрации № 2002611768 от 15.10.2002г.	В свободной продаже.
2	Interferences	ООО «НПФ ЭЛНАП» Борисов Р.К. Петров С.Р.	С помощью программы выполняют расчет: - импульсных помех при коротких замыканиях и коммутациях в первичных цепях; - импульсных помех во вторичных цепях и напряженности импульсных магнитных полей при ударах молнии.	Российское агентство по патентам и товарным знакам. Свидетельство о регистрации № 20046104619 от 11.2.2004г.	В свободной продаже.
3.	MagPole	ООО «НПФ ЭЛНАП» Борисов Р.К. Ерошенок А.В.	С помощью программы выполняют расчет напряженности магнитного поля от источников поля: - шины первичных цепей; - реакторы, трансформаторы; - проводники различного назначения	Российское агентство по патентам и товарным знакам. Свидетельство о регистрации № 2007614391 от 17.10.2007г.	В свободной продаже.
4	Protection	НПФ ЭЛНАП	Расчет зон защиты от прямых ударов	Электромагнитная	В свободной

Есть демо версия и краткое руководство в свободном доступе

Этих программ я не нашел на сайте производителя

Устаревшая программа, разработанная для ОС Windows 95/98, автором с 2004 г. не поддерживается

- нагрузка линии на ее концах.
В результате расчетов определяют импульсные токи в первичных цепях, наведенные импульсные напряжения и токи во вторичных цепях.

Для расчета импульсных помех могут применяться программы:
Interferences, EMTP-RV, PISPicе. MicroCAP.

3 Расчет магнитных полей.

С помощью программ для расчета магнитных полей выполняют расчет напряженности магнитного поля от источников поля:

- шины первичных цепей;
- реакторы, трансформаторы;
- проводники различного назначения;
- молниеотводы.

Для расчета магнитных полей могут применяться программы:

MagPole, Реактор МП, ЭМП ВЛ, ELMAGLEP, EMFWorkstation 2.5

4 Расчет электромагнитных воздействий от молнии.

С помощью программ выполняют расчет импульсных потенциалов на токоотводах и ЗУ молниеотводов, импульсных помех во вторичных цепях и напряженности импульсных магнитных полей при ударах молнии.

Для расчета электромагнитных воздействий от молнии могут применяться программы:

Interferences, MagPole, ОРУ-М, Контур.

№ п/п	Наименование программы	Правообладатель, авторы	Область применения	Источник информации	Условия распространения
	Zones	Борисов Р.К., Петров С.Р.	молнии по методикам РД 34.21.122 - 87, СО-153-34.21.122 2003, IEC Standart 62305	совместимость в электроэнергетике и электротехнике. П/ред. А.Ф. Дьякова, М.: Энергоатомиздат, 2003/	продаже.
5.	Parsiz	НГТУ, Нестеров С.В.	Расчет параметров ЗУ: напряжение прикосновения, распределение потенциала по сетке ЗУ. Грунт многослойный	Вторая Российская конференция по заземляющим устройствам, Сборник докладов, Новосибирск, 2005	В свободной продаже нет.
6.	Реактор МП	ОАО «ФСК ЕЭС» НИИ медицины труда Мисриханов М.Ш. Рубцова Н.Б. Токарский А.Ю. Иостсон Ю.А.	Расчет распределения напряженности магнитного поля, создаваемого трёхфазными многослойными и многорядными реакторами.	Российское агентство по патентам и товарным знакам. Свидетельство о регистрации № 2006613743 от 29.10.2006г.	ОАО «ФСК ЕЭС» МЭС Центра
7.	ЭНИН	Базелян Э.М.	Расчет параметров ЗУ: напряжение прикосновения, распределение потенциала по сетке ЗУ.	Вторая Российская конференция по заземляющим устройствам, Сборник докладов, Новосибирск, 2005	Информация отсутствует
8.	Контур	ООО "ЭЗОП"	С помощью программы выполняют расчет: - импульсных потенциалов на ЗУ молниеотводов; - распределение токов и потенциалов в ЗУ.	Вторая Российская конференция по заземляющим устройствам, Сборник докладов, Новосибирск, 2005 ezor@ezop.ru	В свободной продаже нет.
9.	ELMAGLEP	МЭИ(ТУ) Колечицкий Е.С. Шульгина В.Н. Плис А.И. Расторгуев В.А.	Расчет ЭП и МП, созданных ВЛ	Учебная программа	Распространяется свободно.
10.	ТРИТОН	МЭИ(ТУ) Ратьковский А.Г.	Расчет напряженности электрических полей на подстанциях высокого	Колечицкий Е.С. Расчет электрических полей	По согласованию с авторами.

№ п/п	Наименование программы	Правообладатель, авторы	Область применения	Источник информации	Условия распространения
			напряжения.	устройств высокого напряжения. -М.: Энергоатомиздат, 1983.	
11.	ЭМП ВЛ	ОАО «ФСК ЕЭС» НИИ медицины труда Мисриханов М.Ш. Рубцова Н.Б. Токарский А.Ю. Иостсон Ю.А.	Расчет напряженности электрического и магнитного полей промышленной частоты, создаваемых ВЛ	Российское агентство по патентам и товарным знакам. Свидетельство о регистрации № 2006613744 от 29.08.2006г.	ОАО «ФСК ЕЭС» МЭС Центра
12.	KWIKGRID	Фирма Consulting Electrical Engineers ("Консультанты-электротехники"). Канада.	Расчета ЗУ из вертикальных и горизонтальных проводников в грунте. Произвольная конфигурация. Результаты расчета - распределение потенциалов на поверхности грунта, напряжения прикосновения и шага, сопротивление растекания, потенциал на ЗУ. В отдельном текстовом файле результатов можно посмотреть токи по проводникам.	http://www.ground-it.com/software.htm	Распространяется свободно
13.	Программа для расчета ЗУ	Фирма Safe Engineering Services & technologies Ltd., Монреаль, Канада (ООО Технологии и услуги в сфере техники безопасности)	Основные функции: - расчет заземляющих устройств (произвольные грунты и воздействия); - расчет параметров линий для воздушных линий и проводников в грунте или кабелей в трубе; - расчет распределения токов нагрузки, КЗ и импульсных токов по проводникам (нейтрали, экраны и т.п.); анализ катодных защит сложных	http://www.sestech.com/Product/SoftPackages/CDEGS.htm	Распространяется свободно.

Нет в свободном доступе, информация отсутствует

В свободном доступе имеется описание программы

Нет в свободном доступе, информация отсутствует

Есть демо версия и краткое руководство на английском языке в свободном доступе

№ п/п	Наименование программы	Правообладатель, авторы	Область применения	Источник информации	Условия распространения
			подземных сооружений; - индуктивное, кондуктивное и емкостное взаимодействие между кабелями, проложенными по одной трассе; - анализ электромагнитных полей, создаваемых различными источниками.		
8.	EMTP-RV	Разрабатывается DCG - группа по координации разработки. Члены DCG - Western Area Power Administration, the US Bureau of Reclamation, American Electric Power service Corporation, Electrical Power Research Institute, Canadian Electrical Association, Hydro One Networks and Hydro-Quebec, Central Research Institute of Electric Power Industry and Electricité de France.	Расчет переходных процессов в электрических цепях, включая линии с распределенными параметрами	http://www.emtp.com/software/emtp_rv.html	В свободной продаже.
9.	PisPice	Принадлежит Cadence Design System	Расчет переходных процессов в электрических цепях, включая линии с распределенными параметрами с	http://www.cadence.com/products/orcad/pspice_a_d/index.aspx	В свободной продаже.

№ п/п	Наименование программы	Правообладатель, авторы	Область применения	Источник информации	Условия распространения
			учетом взаимного влияния		
	EMF Workstation 2.5	Фирмы Enertech	Комплект утилит для расчета магнитных и электрических полей от различного электрооборудования: линии, реакторы, батареи конденсаторов, силовые трансформаторы, трубопроводы, заземляющие проводники.	http://www.enertech.net/emfw/download/documentation/emfw25.pdf http://www.enertech.net/emfmod/emfmod.htm	Нет сведений о продаже.
	MicroCAP	Spectrum Software	Программа расчета электрических цепей при любых воздействиях.	http://www.spectrum-soft.com/price.shtml	В свободной продаже.

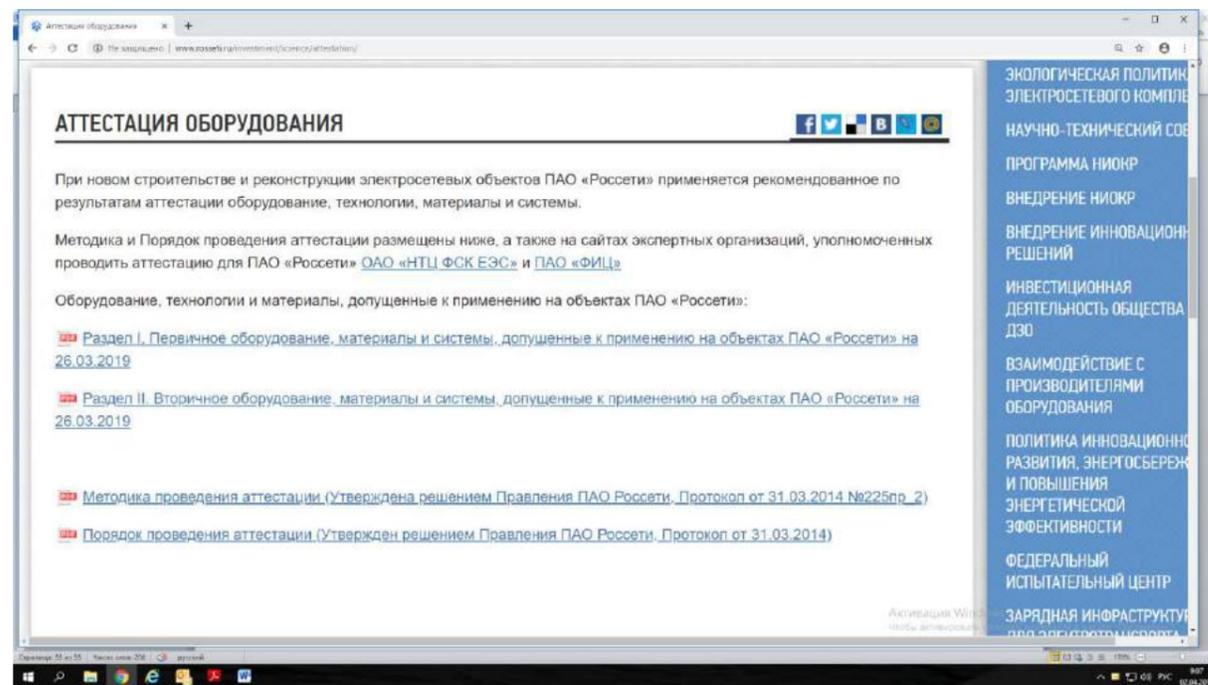
Примечание. Из зарубежных программ представлены лишь наиболее распространенные и представленные на Российском рынке.

75

76

77

Мой вывод по разделу: а какие из этих программ сертифицированы Россетями?



В противном случае и я могу что-нибудь написать и начать считать.

По российским программам: Часть программ не имеет РЭ на сайте производителя, часть программ отсутствует на сайте производителя, часть программ не находится в интернете как и организации ее создавшие.

Иностранные программы обсуждать не вижу смысла, как в силу отсутствия сертификации, так и в силу непонимания иностранного языка.

6. Анализ полевых испытаний, посвященных замеру ЭМС на ПС;

Характерными источниками электромагнитных воздействий в нормальных и аварийных режимах, которые могут оказывать влияние на АСТУ, являются:

напряжения и токи промышленной частоты при КЗ на землю в распределительных устройствах напряжением выше 1 кВ;

импульсные помехи при коммутациях и КЗ в распределительных устройствах;

импульсные помехи при ударах молнии;

электромагнитные поля радиочастотного диапазона;

разряды статического электричества;

магнитные поля промышленной частоты;

импульсные магнитные поля;

помехи, связанные с возмущениями в цепях питания АСТУ постоянного и переменного тока.

Дополнительными источниками электромагнитных воздействий на электрических станциях и подстанциях, которые могут вызвать сбои в работе АСТУ, являются такие виды вспомогательного электрооборудования как мощные преобразователи, сварочные аппараты, осветительные приборы, мощные тяговые механизмы, бытовые электроприборы, электроинструмент и др.

Исходными данными для проведения измерений и расчетов напряжений и токов, воздействующих на контрольные кабели при КЗ на землю, являются:

схема расположения оборудования с трассами прокладки кабелей цепей вторичной коммутации;

расчетные значения токов однофазного и двухфазного КЗ на каждом из РУ 110 кВ и выше и токов двойного замыкания на РУ 6-35 кВ;

удельное сопротивление грунта (геоэлектрический разрез).

Исходными данными для проведения измерений и расчетов импульсных помех являются:

электрическая оперативная схема;

план расположения оборудования с трассами прокладки кабелей;

состав и расположение аппаратуры АСТУ;

электрические связи аппаратуры с силовым оборудованием (по кабельному журналу);

удельное сопротивление грунта (геоэлектрический разрез);

места заземления цепей напряжения и тока АСТУ;

сечение и высоты подвеса шин ВН на ОРУ, конструкция фазы.

Исходными данными для определения наводимых импульсных помех и потенциалов на ЗУ являются:

план расположения оборудования и молниеотводов с трассами прокладки кабелей;

состав установленной аппаратуры АСТУ;

удельное сопротивление грунта;

схема токоотводов и заземления молниеприемников.

2.4.1. Проводят измерения напряженности полей радиочастотного диапазона от 1 до 1000 МГц в местах установки устройств АСТУ.

2.4.2. Измеряют в режиме мониторинга напряженность электромагнитного поля от внешних источников.

2.4.3. Измеряют напряженности электромагнитного поля от работающих переносных и стационарных радиопередающих станций, которые используются персоналом энергообъекта.

2.4.4. Измеряют зависимость напряженности поля от расстояния до источника электромагнитного излучения и ослабление напряженности поля искусственными преградами (стены, экраны, корпуса шкафов и т.д.).

Оценку наибольшего электростатического потенциала тела человека проводят путем непосредственных измерений на энергообъекте или расчетом с использованием результатов измерений на образце напольного покрытия. При этом измеряют характеристики диэлектрического покрытия пола в помещении, где установлены устройства АСТУ и оценивают диапазон изменения влажности воздуха в помещении.

2.6.1. Непосредственные измерения напряженности магнитных полей частотой 50 Гц проводят в нормальных режимах при помощи измерителя магнитного поля в местах установки устройств АСТУ на РУ вдоль трассы прокладки кабелей.

2.6.2. Для режимов КЗ на шинах РУ уровень напряженности магнитных полей определяют расчетным путем. Рассматривают режим КЗ на шинах РУ вблизи места установки устройств АСТУ.

2.7.1. Напряженность импульсных магнитных полей измеряют при имитации удара молнии в молниеприемник, расположенный вблизи от устройств АСТУ и при коммутациях силового оборудования.

2.7.2. Расчетные оценки импульсных магнитных полей проводят для случаев протекания тока молнии по молниеотводам или токоотводам молниеприемников, зданий и сооружений, расположенным вблизи места размещения устройств АСТУ. Приближенные оценки проводят по формуле $H = I_M / 2\pi r$, r — расстояние, м, до молниеприемника или токоотвода, по которому проходит весь ток молнии I_M , А, или его часть.

2.8.2. После подключения измерительной аппаратуры проводят следующие виды измерений: кратковременные измерения (осциллографирование формы сигнала помехи); длительную регистрацию (в том числе, при коммутациях силового оборудования).

2.8.3. Кратковременные измерения проводят в нормальных режимах (стационарные режимы работы силового оборудования): режим срабатывания реле; режим срабатывания автоматических выключателей в цепях питания; режим срабатывания электромагнитных приводов силовых выключателей.

2.8.4. Определяют при измерениях в стационарных режимах характеристики пульсаций или коэффициент синусоидальности переменного напряжения.

2.8.5. Проводят измерения помех, возникающих при срабатывании реле, в том числе, принудительном, например, при опробовании силовых выключателей, проверке защит. При этом помехи измеряют в тех панелях (шкафах), где срабатывают реле.

2.8.6. Проводят измерения помех при срабатывании автоматических выключателей в цепях питания при коммутациях в силовых сборках, на щите собственных нужд, щите постоянного тока. Помехи фиксируют в местах установки устройств АСТУ.

2.8.7. Проводят измерения помех в цепях оперативного тока при срабатывании электромагнитных приводов силовых выключателей в местах установки устройств АСТУ.

2.8.8. Длительную регистрацию проводят с целью определения диапазона характеристик помех в длительно существующих режимах. При данном типе измерений определяют амплитуду переменных и импульсных помех в цепях постоянного тока; гармонические составляющие и импульсные помехи в цепях переменного тока. Измерения проводят в тех же цепях, что и при кратковременной регистрации, при этом продолжительность непрерывных измерений составляет не менее одной недели.

2.8.9. Проводят анализ аварийных режимов в сети питания и определяют возможные уровни пульсаций в сети постоянного тока и наибольшее время провалов напряжения.

2.9.1. Проводят непосредственные измерения напряженности магнитных полей при работе вспомогательного электрооборудования в местах установки устройств АСТУ, вдоль трассы прокладки кабелей при помощи измерителя напряженности магнитного поля.

2.9.2. Измерительную аппаратуру для регистрации импульсных и периодических помех подключают к цепям АСТУ по противофазной схеме (провод—провод) и, при необходимости, по синфазной схеме (провод—земля).

2.9.2. После подключения измерительной аппаратуры проводят следующие виды измерений: кратковременные измерения (осциллографирование формы сигнала помехи); длительную регистрацию (в том числе при коммутациях вспомогательного электрооборудования).

2.9.3. Длительную регистрацию проводят с целью определения диапазона характеристик помех в длительно существующих режимах. При данном типе измерений определяют амплитуду переменных и импульсных помех в цепях АСТУ. Измерения проводят в тех же цепях, что и при кратковременной регистрации, при этом продолжительность непрерывных измерений составляет не менее одной недели.

Мой вывод по разделу: как технарь диагностирую, что объем работ мне непонятен, а исходных данных собрать требуется очень много.

7. Анализ рынка услуг сторонних организаций, предлагающих услуги по изучению ЭМО на ПС;

ЭСК
ЭНЕРГОСЕРВИС КУБАНИ
официальный сайт АО "Энергосервис Кубани"

Стоимость выполнения работ по обследованию ЭМС

В зависимости от размера станции и подстанции, используемых напряжений, количества систем шин и погодной обстановки стоимость работ (и время выполнения) могут значительно варьироваться. Ориентировочными значениями являются ПС 110/35/10 — 5-10 дней инструментальное обследование, 7 дней составление и оформление отчета, стоимость от 200 000 рублей.

Апрель 2019							
	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
		2	3	4	5	6	7
	8	9	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19	20	21

ЭЛКОН
Комплексное решение проблем электромагнитной совместимости

+7 812 915-07-78
ОСТАВИТЬ ЗАЯВКУ

ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗДЕЛА ПРОЕКТА ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

При разработке проектной документации в общем составе проекта выполняется раздел Электромагнитная совместимость (ЭМС). Необходимость выполнения раздела ЭМС определена нормативными документами, а также необходимостью проверки и корректировки принятых проектных решений в целях недопущения возникновения на объекте неблагоприятной электромагнитной обстановки.

Какие организации занимаются разработкой раздела ЭМС?

Разработку раздела проектной документации Электромагнитная совместимость выполняют специализированные компании:

- Сотрудники которых имеют необходимую квалификацию по направлению ЭМС;
- Свидетельство о допуске к определенному виду работ в проектировании - СРО;
- Электротехническую лабораторию, оснащенную необходимым оборудованием, и зарегистрированную в органах Ростехнадзора.

Компания Элкон специализируется на разработке раздела ЭМС - Электромагнитная совместимость проектной документации. У нашей компании имеются все необходимые документы и допуски для выполнения проектной документации по разделу ЭМС. Наши инженеры принимали

Альфа ЭМС
Екатеринбург
(343) 344-87-79
AlfaEMS@yandex.ru
Меню сайта

Обследование электромагнитной обстановки

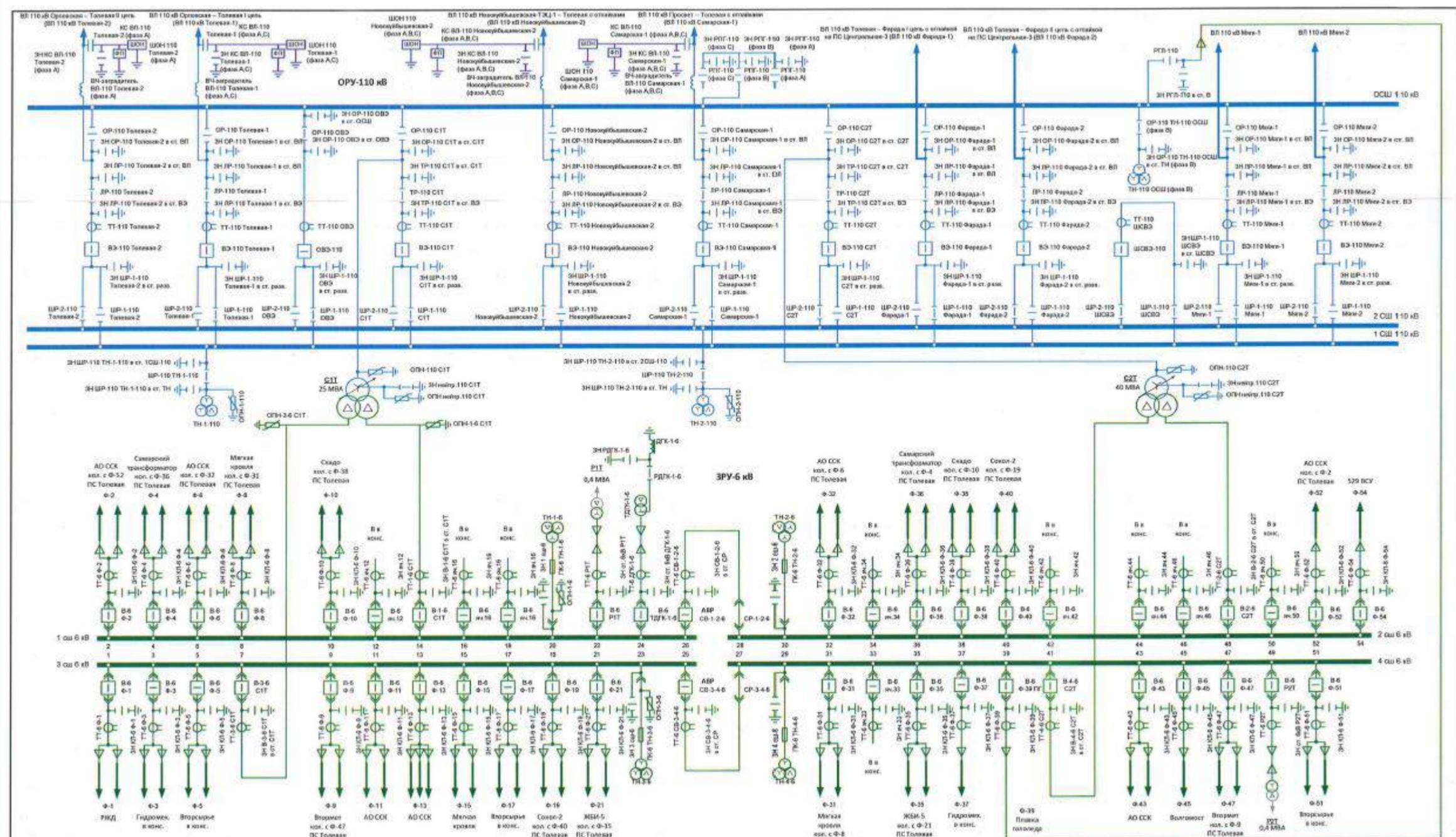
Главная → Услуги → Обследование электромагнитной обстановки

Обследование электромагнитной обстановки (ЭМО) — это определение уровня помех на данном объекте. Как правило, обследование ЭМО включает обследование заземляющего устройства. Обследование дополняется расчетами заземляющего устройства и уровней помех в специализированных программах.

Для определения электромагнитной совместимости чувствительной вторичной аппаратуры необходимо определить уровни помех, воздействующих на неё и сравнить их с уровнями помехоустойчивости аппаратуры.

В соответствии с СО 34.35.311-2004 обследование электромагнитной обстановки обязательно при вводе энергообъектов в эксплуатацию и при реконструкции (техническом перевооружении) энергообъектов.

Для оценки сроков выполнения работ и стоимости потенциальным клиентам был отправлен запрос на проведение работ по натурным испытаниям ЭМО на ПС 110/10 кВ Толевая Волжского ПО:





**Общество с ограниченной ответственностью
"ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ЭМС"
(ООО "ИЦ ЭМС")**

ИНН 2312258922/ ОГРН 1172375023138
350037, г.Краснодар, ДНТ "Виктория" 243, оф. 1, тел. (909) 447-82-14
Sova-ds2011@yandex.ru

«10» апреля 2019 года
Исх. № 0074

Руководителю
ПАО «МРСК Волги» - «Самарские распре-
делительные сети» Волжское ПО

ТЕХНИКО-КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

ООО "ИЦ ЭМС", в лице директора Сова Дмитрия Сергеевича предлагает Вам выполнение работ (без привлечения субподрядных организаций):
Обследование электромагнитной обстановки ПС 110 кВ "Толевая".
Работы выполняются в соответствии с техническим заданием.
Цена указана в рублях действительна до 31.07.2019.

Наименование работ	
Обследование электромагнитной обстановки ПС 110 кВ "Толевая"	
Итого без НДС	
НДС	
ИТОГО с НДС	

Условия оплаты – аванс 30 %.
Командировочные расходы включены в стоимость работ.
Срок выполнения работ: 30 дней с момента подписания договора.

Опыт выполнения аналогичных работ ООО "ИЦ ЭМС"

- По результатам технического обследования контуров заземлений, электромагнитной совместимости и молниезащиты подстанций 110, 35 кВ ПО ЗКЭС, ЮКЭС филиала ПАО «МРСК Северо-Запада» «Карелэнерго» оформление технических отчетов и разработка комплекта рабочей документации.
- Обследование электромагнитной обстановки и заземляющего устройства ОРУ-330 кВ ПС 330 кВ "Севастопольская", ПС 330 кВ "Западно-Крымская".
- Определение электромагнитной обстановки, разработка рекомендаций по обеспечению ЭМС МП аппаратуры, устанавливаемой на ПС 220 кВ "Восточная промзона".
- Определение электромагнитной совместимости микропроцессорной аппаратуры на МГЭС на водозаборе реки Большой Зеленчук.
- Электрический цех. Обследование электромагнитной обстановки ПС 110 кВ Т-21 и Т-23.
- Определение электромагнитной обстановки в распределительном устройстве 6 кВ РП-3, обеспечение электромагнитной совместимости МП аппаратуры РЗА и телемеханики.
- Разработка раздела проекта "Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости" по титулу "Реконструкция ПС 110/35 кВ БТ-2 с заменой трансформаторов Т1, Т2 в г. Батайске".
- Обследование электромагнитной обстановки на ПС 110 кВ Шапсуг.
- Определение электромагнитной обстановки на ПС 110 кВ "Вышестеблиевская тяговая", ПС 110 кВ «Портовая тяговая».

Наличие квалифицированных, аттестованных специалистов (кол-во чел.) 5

Специалисты ООО "ИЦ ЭМС" имеют большой опыт работы выполнения аналогичных работ. ООО "ИЦ ЭМС" является специализированной организацией, основным профилем нашей деятельности являются обследование электромагнитной обстановки, обеспечение электромагнитной совме-

стимости, обследование заземляющих устройств и молниезащиты. За более чем 13 лет работы специалистами ООО "ИЦ ЭМС" экспериментальное обследование электромагнитной обстановки на электрических станциях и ПС было проведено более чем на 200 объектах в России и зарубежье.

В числе объектов обследований значатся Калининская АЭС, АЭС "Бушер", Ростовская АЭС, Новочеркасская ГРЭС, Невинномысская ГРЭС, Южноуральская ГРЭС-2, Черепетская ГРЭС, Сургутская ГРЭС, Нижневартовская ГРЭС, Каширская ГРЭС, Волжская ГЭС, Цимлянская ГЭС, Жигулевская ГЭС, Сочинская ТЭС, Ростовская ТЭЦ-2, ПС 750 кВ "Металлургическая", ПС 500 кВ "Старый Оскол", ПС 500 кВ "Ростовская", ПС 500 кВ "Центральная", ПС 500 кВ "Тихорешская", ПС 330 кВ "Артем", ПС 330 кВ "Моздок" и другие электрические станции и подстанции.

Опыт работ подтверждается многочисленными отзывами с таких объектов как Калининская АЭС, АЭС "Бушер", Сочинская ТЭС, Волжская ГЭС, Жигулевская ГЭС, Краснодарская ТЭЦ, Новочеркасская ГРЭС и др.

Наличие специализированного инструмента и оборудования:

№ п/п	Наименование	Местонахождение	Предназначение	Кол-во
1	Измерительный комплекс КДЗ-1, комплект	г. Краснодар	Имитационно-измерительное оборудование	2 шт.
2	Измерительный комплекс ИК-1, комплект	г. Краснодар	Имитационно-измерительное оборудование	2 шт.
3	Измерительный комплекс ИКП-1, комплект	г. Краснодар	Имитационно-измерительное оборудование	2 шт.
4	Трассопоисковая система RD8000	г. Краснодар	Измерительное оборудование	1 шт.
5	Осциллограф FLUKE 190-062	г. Краснодар	Измерительное оборудование	2 шт.
6	Анализатор электромагнитного поля АКС-1210	г. Краснодар	Измерительное оборудование	2 шт.
7	Регистратор качества электрической энергии АТК-7001	г. Краснодар	Измерительное оборудование	2 шт.
8	Измеритель напряженности магнитного поля ПЗ-50	г. Краснодар	Измерительное оборудование	2 шт.
9	Программа проектирования и анализа заземляющих устройств "ОРУ-Проект"	г. Краснодар	Анализ работы заземляющего устройства в аварийных режимах	5 шт.
10	Программа "ElectriCS Storm"	г. Краснодар	Построение зон молниезащиты	5 шт.
11	Программа расчета уровней электромагнитных помех "EMF Analyzer"	г. Краснодар	Расчет уровней электромагнитных помех	5 шт.

ООО "ИЦ ЭМС" зарегистрировано в едином государственном реестре юридических лиц (ЕГРЮЛ) 23 марта 2017 с присвоением ОГРН № 1172375023138. Настоящим подтверждаем, что ООО "ИЦ ЭМС" не имеет задолженности перед ФНС России, а также другими государственными структурами.

Состав работ

- Ознакомление с рабочей и проектной документацией по компоновке оборудования, расположению первичных цепей, трасс прокладки кабелей действующих контрольных цепей, молниеприемников, заземляющих устройств оборудования и помещений.
- Визуальная проверка элементов ЗУ.
- Определение удельного электрического сопротивления грунта.
- Имитация однофазного КЗ на землю в сети 110 кВ. Измерение разности потенциалов между точками подключения контрольных кабелей и токов по оболочкам и экранам контрольных кабелей.
- Имитация двойного КЗ на землю в сети 6 кВ. Измерение разности потенциалов между точками подключения контрольных кабелей и токов по оболочкам и экранам контрольных кабелей.
- Имитация помех, обусловленных ВЧ током КЗ в сети 110 кВ.
- Имитация импульсных помех при ударах молнии. Измерение распределения импульсного потенциала по земле и оборудованию при ударе молнии в молниеприемники.
- Измерение электромагнитных полей радиочастотного диапазона 1-1000 МГц в местах установки микропроцессорных устройств от переносных и стационарных радиопередающих станций.

- Измерение электростатических потенциалов на теле человека в местах установки микропроцессорных устройств.
 - Измерение магнитных полей частотой 50 Гц в местах установки микропроцессорных устройств.
 - Измерение пульсаций, кондуктивных помех радиочастотного диапазона в цепях питания постоянного тока.
 - Измерение кондуктивных помех радиочастотного диапазона в измерительных цепях микропроцессорных устройств.
 - Измерение гармонических составляющих напряжения в цепях питания переменного тока.
- Измерение импульсных помех в цепях питания в длительном режиме.
- Расчет импульсных магнитных полей при ударе молнии.
 - Расчет импульсных полевых помех при ударе молнии.
 - Расчет полевых помех при КЗ и коммутациях в сети 110 кВ.
 - Проведение расчетов и анализ результатов экспериментов.
 - Составление протоколов.
 - Разработка мер по снижению воздействия электромагнитных помех на микропроцессорные устройства.
 - Составление технического отчета по обследованию электромагнитной обстановки и передача его Заказчику.

С уважением,

Директор ООО "ИЦ ЭМС"



Сова Д.С.



Электромагнитная совместимость

ООО "Элкон"
www.electro-control.ru
194292, г. Санкт-Петербург
Домостроительная, 16 оф. 13Н
Тел./Факс +7 (812) 915-0778
E-mail: info@electro-control.ru

**Филиал ПАО "МРСК -
Волги" "Самарские
распределительные сети"**

E-mail: PalaginAP@samara.mrsk-volgi.ru

№ 63 от 10.04.2019г.

Коммерческое предложение

На основании Вашего запроса от 10.04.2019г. на выполнение работ обследованию электромагнитной обстановки и помехозащищенности устройств на базе микропроцессорной техники на ПС 110/6 кВ "Толевая", г. Самара, Железнодорожный р-н, ул. Гродненская, 1А направляю коммерческое предложение:

Объем работ:

- Обследование электромагнитной обстановки на ПС 110/6 кВ "Толевая";
- Проверка соблюдения требований электромагнитной совместимости для микропроцессорного оборудования. Разработка технического отчета по обеспечению электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств, разработка защитных мероприятий в соответствии с требованиями электромагнитной совместимости.

Документация:

Технический отчет по определению электромагнитной обстановки. Мероприятия по электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств. В отчет включается: обследование электромагнитной обстановки, факторы воздействия, оценка по факторам, выводы по электромагнитной совместимости микропроцессорной техники, решения по электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств, обеспечивающих их нормальную работу.

Стоимость:

Аванс:

Без аванса.

Срок выполнения:

20 календарных дней с момента получения исходных данных и допуска на объект.

С уважением,
Генеральный директор



Гричевников В.Е.



Альфа ЭМС

ООО «Альфа ЭМС»

620142, г. Екатеринбург, ул. Белинского, д. 108, оф. 145
тел.: (343) 344-87-79 e-mail: AlfaEMS@yandex.ru
www.alfa-ems.ru
ИНН/КПП 6685030710/667101001, ОГРН 1136685006578
№ 13419 от 04.04.2019 г.

филиала ПАО «МРСК Волги» -
«Самарские распределительные сети»
Волжское ПО

Инженеру 1 категории СРЗА
Кирдяшеву В.А.

palaginap@samara.mrsk-volgi.ru

Коммерческое предложение по обследованию
электромагнитной обстановки ПС Толевая

Уважаемый Виктор Александрович!

ООО «Альфа ЭМС» готово выполнить обследование электромагнитной обстановки на **ПС 110 кВ Толевая**.

Стоимость выполнения работ: , НДС не облагается.

Срок выполнения работ: **1 месяц**.

Компания «Альфа ЭМС» специализируется именно на работах по обследованию электромагнитной обстановки. Нами обследовано уже более 500 энергообъектов. В том числе нами обследовано более 178 подстанций ПАО «Россети», включая филиалы «Тюменьэнерго» (93 подстанции), «Челябэнерго» (более 40 подстанций), «Свердловэнерго» (20 подстанций), «Пермэнерго» (7 подстанций), «Астраханьэнерго», «Архэнерго», «Кузбассэнерго-РЭС», «Омскэнерго», «Нижновэнерго», «Горно-Алтайские электрические сети», как по договорам непосредственно с филиалами ПАО «Россети», так и по договорам с проектными и строительными организациями.

Узкая специализация гарантирует высокую компетенцию и максимальную производительность в выполнении работ, что подтверждается отзывами наших заказчиков.

Приложение: Типовое техническое задание на обследование электромагнитной обстановки.

Директор ООО «Альфа ЭМС»

Бондарчук Евгения Андреевна

Ершов Антон Юрьевич
+7-904-5434-885

Мой вывод по разделу: в отличие от проектантов, которые “кто в лес кто по дрова” , организации, претендующие на натурные испытания ЭМО показали редкое единение: срок выполнения работ порядка 1 месяца, стоимость порядка 200 000 р.

8. Проблемы, связанные с анализом ЭМО и реализацией мероприятий по обеспечению ЭМС на ПС.

1. Странно, на мой взгляд, что разработчики методик являются одновременно и разработчиками программ и приборов.

I РАЗРАБОТАН: ООО «Научно-производственная фирма. Электротехника: наука и практика» (НПФ ЭЛНАП) при участии Московского энергетического института (МЭИ ТУ), ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «СО ЕЭС», ООО «Электроэнергетика: защита от помех» (ЭЗОП).

Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях (далее Методические указания) разработаны в рамках научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы «Разработка нормативных и методических документов для проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики на основе обеспечения электромагнитной совместимости», выполненной Московским энергетическим институтом (МЭИ ТУ) совместно с научно-производственной фирмой ЭЛНАП в период с 2001 по 2002 г. по техническому заданию РАО «ЕЭС России».

<p>2. Является ли этот документ “законом” для Россетей?</p>	<div style="text-align: center;"> <p>ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»</p> <hr/>  <p>СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ СТО 56947007- ОАО «ФСК ЕЭС» 29.240.044-2010</p> <hr/> <p>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства</p> <p>Стандарт организации Дата введения: 21.04.2010</p> <p>ОАО «ФСК ЕЭС» 2010</p> </div>
<p>3. Что делать мне, как начальнику службы при необходимости установить первый микропроцессорный терминал на подстанции, где в настоящее время только электромеханика?</p>	<p>Как найти и где 200 000р.?</p>
<p>4. Каким образом заставить ОКС заставить Подрядную организацию, выполняющую проект, провести необходимый объем натурных испытаний ЭМО и расчетов в части ЭМО? Особенно с учетом того, что инвестиционная программа уже сформирована на много лет вперед.</p>	<p>Как найти и где 200 000р.?</p>
<p>5. Логично полагаю, что в сметных расценках отсутствуют расценки на проведение натурных испытаний ЭМО. Соответственно, если МРСК Волги как Заказчик проекта хочет, чтобы при выполнении СМР были проведены натурные испытания ЭМО, возможна проблема с формированием смет на эти работы. Особенно с учетом того, что инвестиционная программа уже сформирована на много лет вперед.</p>	
<p>6. Службы РЗА являются всего лишь одним из нескольких членов системы АСТУ на предприятии. Служба АСУ, служба связи, служба учета ЭЭ!!!! Где вы? Почему вас не волнует эта тема и эти нормативные документы???</p>	
<p>7. Отсутствуют в Госреестре. Их можно применять???. Или можно самим что то изготовить и с успехом использовать? Стоимость в интернете разных приборов начинается от 250000р.</p>	<p style="text-align: center;">Требования к техническим средствам воздействий и измерений</p>

ния имитаций высокочастотных воздействий может применяться измерительный комплекс ИКП-1 (НПФ ЭЛНАП, МЭИ, Москва).

Для проведения имитаций может быть рекомендован измерительный комплекс ИК-1 (НПФ ЭЛНАП, МЭИ, Москва).

8. Слово ЭМО не встречается ни разу. Создается впечатление, что об этом направлении работ в Концепции РЗА просто либо забыли, либо считают это вопросом, который “обкатан” и не требует пристального внимания.

9. Даже в главе “Направления научных исследований” об ЭМС и ЭМО нет ни слова!!!

Слово ЭМС встречается 1 раз:

При замене выработавших ресурс устройств РЗА необходимо учитывать следующее:

Для устройств РЗА на электромеханической элементной базе:

– замена только по выявленному факту неисправности отдельных реле и устройств РЗА при техническом обслуживании конкретного устройства или панели, выполняется персоналом ДЗО ОАО «Россети». Замена исправных устройств РЗА исключительно на основании критерия о выработке ресурса по сроку службы (не менее 25 лет) должна производиться только при наличии дополнительного обоснования;

– замена электромеханических реле на микроэлектронные реле возможна только при отсутствии возможности закупки аналогичных электромеханических реле;

– замена электромеханической панели целиком может быть выполнена только на микропроцессорную панель (шкаф, терминал) с соблюдением условий по ЭМС;

Приложение №1
к протоколу Правления
ОАО «Россети»

от 22.06.2015 № 356пр

**КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ
ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА**

10. Нужно ли сертифицировать приборы, программу и методики исследования ЭМО?



11. Каким образом мне собрать все необходимые данные по ПС?

12. Почему принята периодичность проверки ЭМО 1 раз в 12 лет?

13. Какими силами и каким оборудованием выполнять натурные испытания ЭМО, даже с учетом одной проверки в 12 лет? Согласно коммерческих предложений весь цикл работ по одной ПС занимает примерно 1 месяц. В моем Волжском ПО 78 подстанций. На большей части из них имеются микропроцессорные защиты (не говоря о прочих АСТУ)

14. СО 34.35.311-2004 «Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях»; СТО 56947007-29.240.043-2010 «Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов»;

Очень похоже на работу по НИОКР, выполненную проектным институтом, далеким от жизни на “земле”. Как это все выполнять на практике мне не очень понятно.

15. А не будет ли это еще БОльшей проблемой при появлении Цифровой ПС?

А стоит ли овчинка выделки?

9. Мои предложения для Россетей:

а. Ответить себе принципиально на вопрос (причем с изучением опыта зарубежных энергокомпаний): действительно ли так необходимы мероприятия по ЭМО на каждой ПС, где имеется АСТУ? Стоит ли овчинка выделки? Уверены ли мы что после исследований ЭМО и выполнении всех мероприятий не будет проблем скажем, с ложной работой или неработой терминалов? Может быть просто забыть про ЭМО? Статистики проблем, связанных с ЭМО я не

нашел. С учетом имеющегося количества технологических нарушений может быть гипотетические проблемы с ЭМО ничтожны? Тем не менее, при положительном ответе на первый вопрос данного абзаца:

b. Создать взамен расплывчатых стандартов конкретную методику (ППР, Руководство и т.д.), содержащую не научные теоретические выкладки, а ясные и понятные для любого ИТР рекомендации.

c. Четко обозначить приборы и программы, необходимые для определения ЭМО, сертифицировать их, обязав производителя обеспечить необходимое сопровождение от программного обновления до сервиса.

d. Определить периодичность исследования ЭМО.

e. С учетом 12 летнего цикла и 78 ПС в Волжском ПО в год необходимо исследовать 6,5 подстанций. С учетом времени в 1 месяц, бригады минимум из двух человек, расстояния до некоторых ПС в 170 км. вопрос исследования ЭМО хозспособом как минимум проблематичен. Определить структурное подразделение (а почему бы и не создать), которое будет заниматься исследованием ЭМО. В данный момент по умолчанию этим занимаются службы РЗА, но в АСТУ входит оборудование и других служб...

f. Сформировать действующую систему обучения.

g. Скорректировать инвестиционную программу с учетом затрат на натурные испытания ЭМО в каждом титуле.

h. Возможно это уже есть в каком то виде: Сформировать технические требования к производителям АСТУ (в первую очередь к производителям МП РЗА), ограничивающие подверженность терминалов внешним воздействиям, например: ограничить нижнюю границу напряжения и мощность срабатывания входов и т.д..