

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

Общество с ограниченной ответственностью «Газпромэнергодиагностика»

Общество с ограниченной ответственностью «Газпром экспо»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**ПОЛОЖЕНИЕ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОАО «ГАЗПРОМ»**

СТО Газпром 2-1.11-290-2009

1 РАЗРАБОТАН	Обществом с ограниченной ответственностью «Газпромэнергодиагностика»
2 ВНЕСЕН	Управлением энергетики Департамента по транспортировке подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром»
3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Распоряжением ОАО «Газпром» от 20 ноября 2008 г. №428 с 15.07.2009
4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ	

Введение

Настоящий стандарт устанавливает основные методы обеспечения электромагнитной совместимости технических средств объектов транспортировки, добычи и хранения газа, к которым относятся автоматические системы коммерческого учета электроэнергии, защитной, режимной и противоаварийной автоматики, сигнализации, диспетчерского управления, автоматического регулирования, а также сбора и передачи информации.

Стандарт разработали: к.т.н. А.В. Авдонин, А.Р. Луцишин, К.В. Ермаков (ООО «Газпромэнергодиагностика»).

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к порядку организации выполнения работ по обеспечению электромагнитной совместимости технических средств энергохозяйства производственных объектов ОАО «Газпром», их последовательности и составу, а также единые правила обеспечения их электромагнитной совместимости.

1.2 Настоящий стандарт предназначен для применения при проектировании, строительстве, капитальном ремонте и реконструкции производственных объектов ОАО «Газпром», а также при проведении работ по обеспечению электромагнитной совместимости технических средств на действующих объектах ОАО «Газпром».

1.3 В настоящем стандарте указаны требования и типовые решения по обеспечению электромагнитной совместимости.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты.

ГОСТ 19542-93 Совместимость средств вычислительной техники электромагнитная.

Термины и определения

ГОСТ Р 50397-92 Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения

ГОСТ Р 50571.19-2000 Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 44. Защита от перенапряжений. Раздел 443. Защита электроустановок от грозных и коммутационных перенапряжений

ГОСТ Р 51992-2002 Устройства для защиты от импульсных перенапряжений в

низковольтных силовых распределительных системах. Часть 1. Требования к работоспособности и методы испытаний

СТО Газпром 2-1.11-170-2007 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и коммуникаций ОАО «Газпром»

СТО Газпром 2-1.11-172-2007 Методика по проведению экспертизы основных производственных объектов ОАО «Газпром» на соответствие нормативным требованиям электромагнитной совместимости

СТО Газпром 2-3.5-051-2006 Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующим указателям, составленным на 1 января текущего года, и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями:

3.1 допустимая помеха: Электромагнитная помеха, при которой качество функционирования технического средства, подверженного ее воздействию, сохраняется на заданном уровне.
[ГОСТ Р 50397-92, пункт 1.5]

3.2 источник помехи: Источники искусственного или естественного происхождения, которые создают или могут создать электромагнитную помеху.
[ГОСТ Р 50397-92, пункт 1.10]

3.3 качество функционирования (технического средства): Совокупность показателей технического средства, характеризующих его способность удовлетворять требованиям эксплуатации.
[ГОСТ Р 50397-92, Приложение 1, пункт 6]

3.4 норма на уровень: Регламентированный уровень.
[ГОСТ Р 50397-92, Приложение 1, пункт 3]

3.5 подавление помех: Мероприятия, имеющие целью ослабление или устранение влияния помех.
[ГОСТ Р 50397-92, пункт 2.6]

3.6 помехоподавляющий элемент: Часть помехоподавляющего устройства, непосредственно осуществляющая подавление помех.
[ГОСТ Р 50397-92, пункт 2.8]

3.7 техническое средство: Изделие, оборудование, аппаратура или их составные части, функционирование которых основано на законах электротехники, радиотехники и (или) электроники, содержащие электронные компоненты и (или) схемы, которые выполняют одну или несколько следующих функций: усиление, генерирование, преобразование, переключение и запоминание.

Примечание - Техническое средство может быть радиоэлектронным средством (РЭС), средством вычислительной техники (СВТ), средством электронной автоматики (СЭА), электротехническим средством, а также изделием промышленного, научного и медицинского назначения (ПНМ -установки).

[ГОСТ Р 50397-92, Приложение 1, пункт 1]

3.8 уровень (величины): Среднее или, иначе, взвешенное значение изменяющейся во времени величины, оцененное определенным способом за определенный интервал времени.
[ГОСТ Р 50397-92, Приложение 1, пункт 2]

3.9 уровень помехи: Значение величины электромагнитной помехи, измеренное в регламентированных условиях.
[ГОСТ Р 50397-92, пункт 1.8]

3.10 уровень помехоустойчивости (средства вычислительной техники): Максимальный уровень внешней помехи с регламентированными значениями параметров, при котором средство вычислительной техники еще сохраняет заданное качество функционирования.
[ГОСТ 19542-93, пункт 7]

3.11 устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Устройство, которое предназначено для ограничения переходных перенапряжений и отвода импульсов тока. Это устройство содержит, по крайней мере, один нелинейный элемент.
[ГОСТ 51992-2002, пункт 3.1]

3.12 функциональная безопасность технических средств: Состояние технических средств, при котором внешние и внутренние условия не мешают его функционированию на заданном уровне работоспособности.

3.13 электромагнитная обстановка: Совокупность электромагнитных явлений, процессов в заданной области пространства, частотном и временном диапазонах.
[ГОСТ Р 50397-92, пункт 1.2]

3.14 электромагнитная помеха; помеха: Электромагнитное явление, процесс, которые снижают или могут снизить качество функционирования технического средства.
[ГОСТ Р 50397-92, пункт 1.3]

3.15 электромагнитная совместимость технических средств: ЭМС технических средств: Способность технического средства функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам.
[ГОСТ Р 50397-92, пункт 1.1]

3.16 Сокращения

АСКУЭ — автоматическая система коммерческого учета электроэнергии;

ВЛ — воздушная линия;

ВЧ — высокочастотный;

ГЗШ — главная заземляющая шина;

ГЩУ — главный щит управления;

ЗУ — заземляющее устройство;

КЗ — короткое замыкание;

КТП — комплектная трансформаторная подстанция;

ОРУ — открытое распределительное устройство;

ПМ — прожекторная мачта;

РУ — распределительное устройство;

СУП — система уравнивания потенциалов;

ТС — технические средства;

УЗИП — устройство защиты от импульсных перенапряжений;

ШУП — шина уравнивания потенциалов.

4 Основные положения

4.1 Технические средства должны сохранять работоспособность в условиях эксплуатации при воздействии электромагнитных помех, создаваемых техническими средствами различного назначения, средствами радиосвязи, сетью электропитания, молниевыми и электростатическими

разрядами.

4.2 Заданный уровень качества функционирования технических средств при воздействии электромагнитных помех достигается только при условии соблюдения нормативных требований электромагнитной совместимости, при этом амплитуда помехи не должна превышать уровень помехоустойчивости технического средства.

5 Требования к квалификации специалистов и специализированным организациям, выполняющим работы по обеспечению электромагнитной совместимости

5.1 Работы по обеспечению ЭМС ТС производственных объектов транспортировки газа (а также на электрических станциях и подстанциях, осуществляющих их энергоснабжение) должны проводиться по нарядам или распоряжениям, в соответствии с рабочей программой, ПУЭ [1], РД 153-34.0-03.150-00 [2] и ПТЭЭП [3].

5.2 Работы по обеспечению ЭМС ТС производственных объектов транспортировки газа должен осуществлять подготовленный персонал, который должен проходить проверку знаний в установленном порядке, а также иметь при себе удостоверение о проверке знаний норм и правил работы в электроустановках с отметкой, подтверждающей право на проведение вышеуказанных работ в электроустановках до и выше 1000 В.

5.3 Работы по обеспечению ЭМС производственных объектов ОАО «Газпром» не следует проводить при неблагоприятных погодных условиях, таких как атмосферные осадки, гроза или штормовой ветер.

5.4 Работы по обеспечению ЭМС ТС при реконструкции, капитальном ремонте, техническом перевооружении и текущей эксплуатации производственных объектов следует выполнять согласно алгоритму, представленному на рисунке А. 1 в приложении А.

5.5 Работы по обеспечению ЭМС ТС при строительстве нового объекта следует выполнять согласно алгоритму, представленному на рисунке А.2 в приложении А.

6 Требования к документации, оформляемой при выполнении работ по обеспечению электромагнитной совместимости

6.1 При проектировании, капитальном ремонте или техническом перевооружении производственных объектов должны обеспечиваться требования электромагнитной совместимости ТС в соответствии с СТО Газпром 2-1.11-172.

6.2 При планируемых изменениях схемы и режимов работы энергетического оборудования, изменениях в устройствах защитной автоматики должны быть заранее внесены необходимые изменения и дополнения в типовые программы и бланки переключений. Все изменения в системах ЗУ, электроснабжения и молниезащиты, выполняемые при обеспечении ЭМС, должны своевременно отражаться на схемах и чертежах проектной документации.

6.3 По результатам работ по обеспечению ЭМС следует проводить аудит проектов на соответствие требованиям ЭМС для проектируемых объектов и итоговый контроль для существующих объектов.

6.4 При использовании УЗИП для подавления помех в проводных цепях необходимо зафиксировать в документации ресурс работы УЗИП, а также периодичность и методы контроля целостности УЗИП.

6.5 Результаты выполненных работ по обеспечению ЭМС должны быть внесены в диагностическую базу данных оборудования энергохозяйства ОАО «Газпром».

7 Условия функционирования технических средств при воздействии электромагнитных помех

7.1 Электромагнитная обстановка производственных объектов характеризуется тремя классами:

7.1.1. Класс 1 применяется для электромагнитной обстановки в системах электроснабжения, защищенных устройствами подавления помех, и характеризуется уровнями электромагнитной совместимости, более низкими, чем уровни ЭМС в системах электроснабжения общего назначения. Класс 1 соответствует применению ТС, восприимчивых к помехам в питающей сети, обычно соответствует применению ТС, которые требуют подавления помех с помощью систем бесперебойного питания, фильтров или устройств подавления сетевых помех. В некоторых случаях при применении ТС, обладающих повышенной восприимчивостью к помехам, может быть необходимым установление уровней электромагнитной совместимости

более низких, чем те, которые соответствуют классу 1. При этом уровни электромагнитной совместимости согласовываются в каждом конкретном случае.

7.1.2 Класс 2 применяется для промышленных условий эксплуатации ТС. Уровни ЭМС данного класса соответствуют нормам для систем электроснабжения общего назначения.

7.1.3 Класс 3 применяется для промышленных условий эксплуатации ТС, если имеет место любое из следующих условий:

- питание большей части нагрузки осуществляется через преобразователи;
- используется электросварочное оборудование;
- имеют место частые пуски электродвигателей большой мощности;
- имеют место резкие изменения нагрузок в электрических сетях.

7.2 Технические средства, применяемые на производственных объектах ОАО «Газпром», должны удовлетворять требованиям нормативной и технической документации и обеспечивать ЭМС ТС к следующим видам испытательных воздействий:

- динамическим изменениям напряжения электропитания;
- колебаниям напряжения электропитания;
- пульсациям напряжения электропитания постоянного тока;
- изменению частоты питающего напряжения;
- микросекундным импульсным помехам большой энергии;
- наносекундным импульсным помехам;
- колебательным затухающим помехам;
- электростатическим разрядам;
- радиочастотному электромагнитному полю;
- кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями;
- магнитному полю промышленной частоты;
- импульсному магнитному полю;
- затухающему колебательному магнитному полю;
- кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц.

8 Критерии качества функционирования технических средств

8.1 Основные критерии качества функционирования ТС при воздействии помех приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Критерии качества функционирования ТС при испытаниях на помехоустойчивость

Критерий качества функционирования ТС при испытаниях на помехоустойчивость	Качество функционирования ТС при испытаниях на помехоустойчивость
A	Нормальное функционирование с параметрами в соответствии с техническими условиями
B	Кратковременное нарушение функционирования или ухудшение параметров с последующим восстановлением нормального функционирования без вмешательства оператора
C	Кратковременное нарушение функционирования или ухудшение параметров, требующее для восстановления нормального функционирования вмешательства оператора
D	Нарушение функционирования или ухудшение параметров, требующее ремонта из-за выхода из строя ТС

9 Основные способы подавления электромагнитных помех

9.1 Защита технических средств при воздействии молниевых разрядов

9.1.1 Основным способом защиты ТС от электромагнитных воздействий, вызванных молниевыми разрядами, является построение ЗУ в соответствии с требованиями ЭМС (п. 10.1) и использование устройств подавления помех (п. 10.2).

9.1.2 С целью снижения разностей потенциалов, прикладываемых к изоляции вторичных цепей и портам ТС при молниевых разрядах, должны применяться следующие решения:

- для грунтов с удельной проводимостью до 500 Ом·м наиболее эффективным способом является использование отдельных контуров заземления для молниеотводных мачт. При этом на

мачтах не должны располагаться цепи освещения и другие вторичные цепи;

- для грунтов с удельной проводимостью выше 500 Ом·м наиболее эффективным способом является выполнение по периметру защищаемого участка дополнительного контура молниезащиты, к которому присоединяются заземляющие контуры молниеотводных мачт, располагаемых по краям участка. Контур молниезащиты соединяется с общим ЗУ в точках, удаленных не менее чем на 20 м от трасс прокладки вторичных кабелей и от помещений с электронными ТС.

9.1.3 Заземление молниеотводных мачт с заходящими на них вторичными цепями (освещения, радиосвязи и т.п.) следует присоединять к общему заземляющему контуру при удалении мачты от общего контура заземления менее чем на 20 м. При этом непосредственно у основания мачты должно обеспечиваться растекание тока молнии не менее чем в двух направлениях по магистралям ЗУ.

9.1.4 Система молниезащиты должна удовлетворять требованиям СТО Газпром 2-1.11 -170.

9.1.5 При размещении ТС (например, радиочастотных блоков) на молниеотводных мачтах следует принимать специальные меры по защите ТС от импульсных электромагнитных полей. В качестве такой меры может применяться симметричное расположение ТС относительно металлоконструкций мачты. В этом случае поля, создаваемые токами в металлоконструкциях мачты, компенсируют друг друга в месте расположения аппаратуры.

9.1.6 Прокладку кабелей с радиомачты до здания (сооружения), в котором размещаются ТС радиосвязи, следует выполнять в заземленной по обоим концам металлической трубе или кабельной эстакаде.

9.1.7 Защита ТС от воздействия импульсного магнитного поля, индуцированного током молнии, обеспечивается экранированием (п. 10.3) либо удалением ТС от источника поля.

9.1.8 Питание цепей освещения на мачтах с молниеприемниками (а также любых других потребителей электроэнергии на подобных мачтах, включая аэронавигационные огни) необходимо выполнять следующим образом:

- прокладка кабеля питания должна осуществляться отдельно от других цепей (т.е. за пределами общих кабельных каналов, лотков, эстакад и т.п.), длина кабеля должна быть не менее 30 м;

- в вводном щите здания следует выполнять повторное заземление PEN-проводника;

- между каждым из фазных проводников и PEN-проводником в щитке размещается УЗИП класса 1 (правила установки УЗИП указаны в п. 10.2), в одном щитке могут объединяться цепи с нескольких мачт.

9.1.9 Для объектов, разнесенных на расстояние более 500 м, где выполнение вышеуказанных требований представляется затруднительным, могут применяться решения, основанные на гальванической развязке цепей автоматики и связи (п. 10.2).

9.2 Защита технических средств при воздействии постоянно действующего магнитного поля и электромагнитного поля радиочастотного диапазона

9.2.1 Защита от низкочастотных магнитных полей, создаваемых при штатных режимах работы оборудования, должна обеспечиваться, преимущественно, за счет оптимизации компоновки объекта и (или) выбора мест расположения ТС. Экранирование (п. 10.3) применяется в качестве дополнительной меры.

9.2.2 Минимально допустимое расстояние места размещения ТС от высоковольтного и силового оборудования, шинопроводов, цепей возбуждения генераторов, заземляющих проводников молниеприемников и других источников магнитных полей определяется по результатам экспертно-диагностических работ систем заземлений, молниезащиты и электроснабжения.

9.2.3 При прокладке силовых цепей любого класса напряжения в помещениях с размещенными ТС в целях снижения результирующего магнитного поля в нормальном режиме работы силовой цепи и при межфазных КЗ необходимо сводить к минимуму расстояние между различными токоведущими частями одной цепи.

9.2.4 Защита от радиочастотных электромагнитных полей должна обеспечиваться экранированием ТС (п. 10.3) и специальными организационными мероприятиями (запрещение пользования радиосредствами в непосредственной близости от ТС и др.)

9.3 Защита технических средств при воздействии замыканий и коммутационных переключений в силовых цепях

9.3.1 Основным способом выполнения требований ЭМС в части уровней низкочастотных кондуктивных помех и перенапряжений во вторичных цепях при КЗ в сетях выше 1 кВ является

построение контура ЗУ в соответствии с требованиями ЭМС (п. 10.1).

9.3.2 Защита ТС от воздействия кратковременного магнитного поля, индуцированного токами КЗ, обеспечивается экранированием либо пространственным разнесением ТС от силовых цепей.

9.3.3 Защита проводных цепей от перенапряжений, вызванных коммутационными операциями в силовых цепях, обеспечивается установкой УЗИП либо фильтрующих элементов.

9.4 Защита технических средств при воздействии электростатических разрядов

9.4.1 Для снижения электростатических потенциалов используются следующие способы:

- применение напольных покрытий, обладающих антистатическими свойствами;
- контроль влажности в помещениях;
- установка под напольное покрытие шины выравнивания потенциалов.

9.4.2 При использовании специального антистатического напольного покрытия его проводящий слой должен присоединяться к системе уравнивания потенциалов в помещении.

9.5 Основные методы повышения качества электроэнергии

9.5.1 Для подавления колебаний напряжения в сетях постоянного тока следует использовать дополнительные аккумуляторные батареи и специализированные электронные устройства, обеспечивающие стабилизацию постоянного напряжения.

9.5.2 Схему сети постоянного тока следует строить таким образом, чтобы точки подключения к этой сети цепей питания ТС находились на минимальном расстоянии от точек подключения оперативной батареи, обеспечивающей эффективный R-L-C фильтр ВЧ-помех. Длина цепи питания ТС должна быть при этом минимально возможной (как правило, не более 5-15 м).

9.5.3 Для подавления импульсных помех следует использовать устройства фильтрации и УЗИП, которые следует устанавливать вблизи защищаемых ТС. Рекомендуется использование комбинированных устройств, совмещающих в себе функции фильтра и УЗИП класса 3 (пункт 10.2).

9.5.4 Для защиты от провалов и выбросов напряжения в цепях электроснабжения переменным током следует использовать специализированные электронные устройства, обеспечивающие стабилизацию напряжения.

9.5.5 Защита от прерываний напряжения питания переменным током осуществляется путем установки источников бесперебойного питания и модулей автоматического выбора фазы питания.

9.6 Защита технических средств во взрывоопасных зонах

9.6.1 При использовании питающей сети системы ИТ (нейтраль, изолированная от земли или заземленная через сопротивление) необходимо применять устройство контроля изоляции для сигнализации о замыкании на землю.

9.6.2 Броня кабелей должна присоединяться к системе уравнивания потенциалов в устройствах кабельного ввода на каждом конце кабеля, а также в точках нарушения электрической целостности брони (соединение через промежуточные распределительные коробки и пр.).

9.6.3 При установке УЗИП во взрывоопасной зоне они должны иметь взрывозащищенное исполнение.

10 Основные требования к средствам подавления помех

10.1 Заземляющее устройство

10.1.1 С целью выполнения требований ЭМС ЗУ должно обеспечивать следующие требования:

- максимальные разности потенциалов между любыми точками вдоль трасс прокладки проводных вторичных цепей ТС не должны превышать предельно допустимых значений по условиям обеспечения электрической прочности изоляции цепей при КЗ в сетях электроснабжения;

- разности потенциалов между заземленными корпусами различных блоков ТС не должны превышать предельно допустимых значений по условиям защиты ТС от низкочастотных кондуктивных помех при КЗ в сетях электроснабжения, если обмен информацией между оборудованием реализуется с использованием проводных вторичных цепей.

10.1.2 Уровень импульсных разностей потенциалов, прикладываемых к изоляции вторичных

цепей и входам ТС при молниевых разрядах, не должен превышать уровня помехоустойчивости ТС. При отсутствии возможности снижения импульсных разностей потенциалов до допустимых уровней только путем оптимизации конструкции ЗУ применяются дополнительные меры по защите вторичных цепей и аппаратуры, в частности установка устройств подавления помех или гальванической развязки.

10.1.3 Шины заземления следует соединять в одной точке в щитке заземления непосредственно перед заземляющим спуском.

10.1.4 Для объектов первой и второй категорий, определяемых в соответствии с СТО Газпром 2-1.11-170, независимо от сопротивления заземления естественных заземлителей по внешнему периметру прокладывается замкнутый контур заземления, представляющий собой горизонтальную шину, которая в случае необходимости может быть дополнена вертикальными электродами. К этому контуру по кратчайшему расстоянию должны быть присоединены все токоотводы объекта, а также естественные заземлители. Требования к сопротивлению заземления объектов установлены ПУЭ [1].

10.1.5 Следует избегать прокладки заземлителей, непосредственно связывающих места расположения ТС, кабельные каналы (лотки, эстакады и т.п.), с заземляющими проводниками молниеотводов, высоковольтных разрядников, а также других аппаратов и конструкций, на заземлении которых вероятно появление высоких импульсных потенциалов.

10.1.6 Для снижения входного сопротивления растеканию токов высокой частоты в местах присоединения заземляющего проводника коммутационных аппаратов, высоковольтных разрядников, шкафов вторичных цепей с УЗИП, вводов кабельных трасс в здания, молниеприемников дополнительно к общему ЗУ объекта следует применять вертикальные заземлители.

10.1.7 В каждом здании, сооружении на территории производственного объекта следует выполнить систему уравнивания потенциалов посредством соединения с главной заземляющей шиной следующих проводящих частей (рисунок 10.1):

- нулевого защитного проводника РЕ или PEN-проводника питающей линии в системе TN;
- главного заземляющего проводника, присоединенного к ЗУ здания или сооружения;
- заземляющего проводника, присоединенного к заземлителю повторного заземления на вводе в здание (если имеется);
- металлической арматуры каркаса железобетонного здания или сооружения;
- металлических труб внешних инженерных коммуникаций, экранов и брони кабелей при вводе в здание или сооружение;
- металлических частей систем вентиляции и кондиционирования;
- заземляющего проводника телекоммуникационного заземления, если такой имеется и отсутствуют ограничения на присоединение цепей телекоммуникационного заземления к заземляющему устройству защитного заземления;
- проводящих полов и других проводящих конструкций внутри помещений.
- обсадных труб скважин и свай фундамента зданий и сооружений.

10.1.8 В случаях, когда завод-изготовитель предписывает осуществлять заземление ТС на обособленную (изолированную) систему телекоммуникационного заземления, рекомендуется обеспечивать соединение обособленного заземлителя с общей системой уравнивания потенциалов через дроссель, задерживающий эмиссию ВЧ-помех с ШУП на оборудование и в то же время обеспечивающий связь контуров на низкой частоте.

При отсутствии возможности выполнения указанных рекомендаций допускается установка отдельного контура. При этом следует:

- в сигнальных цепях и цепях питания выполнить гальваническую развязку, которая обеспечит прочность изоляции, достаточную для защиты оборудования от воздействий перенапряжений между проводниками обособленных систем заземления;
- исключить возникновение искрообразования между токопроводящими частями при молниевых разрядах и КЗ в цепях электроснабжения, для чего следует соединить указанный заземлитель с щитком заземления через специальный разрядник (рисунок 10.1).

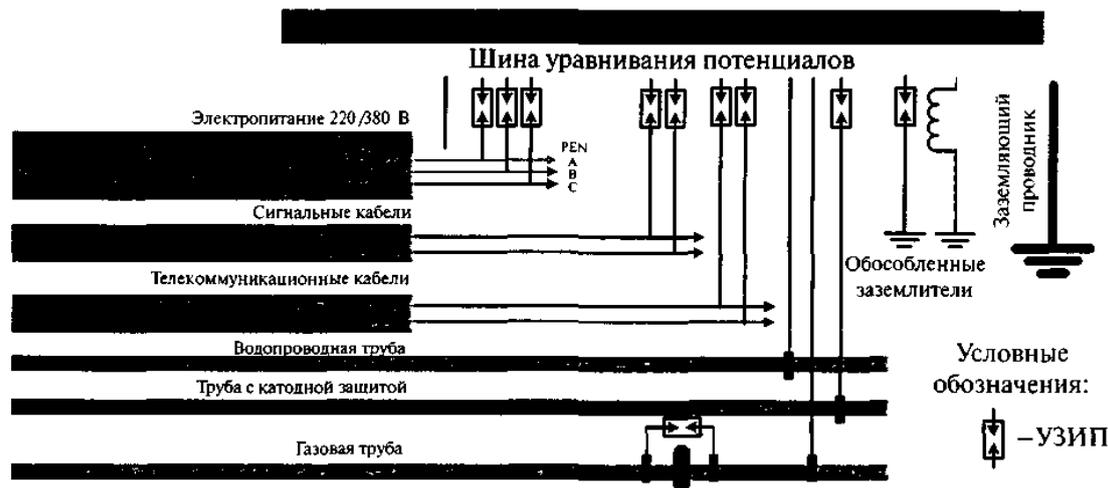


Рисунок 10.1 - Соединение входящих в здание коммуникаций с главной заземляющей шиной

10.1.9 Проходы заземляющих проводников через взрывоопасные зоны должны осуществляться в гильзах или проемах. Отверстия труб и проемов должны уплотняться негоряемыми материалами. Соединения в местах проходов не допускаются.

10.1.10 Заземление информационного оборудования внутри здания или сооружения следует осуществлять присоединением к системе телекоммуникационного заземления.

10.1.11 К телекоммуникационному заземлению не допускается подключать оборудование, коммуникации которого проложены в зоне прямого разряда молнии или на несущих конструкциях молниеотводов.

10.1.12 Не допускается соединять элементы системы телекоммуникационного заземления, проложенные за пределами зданий и сооружений, непосредственно с заземлителями молниеотводов.

10.1.13 Для зданий и сооружений, выполненных из металла (блок-контейнеры), рекомендуется использовать металлический каркас здания в качестве ГЗШ.

10.2 Система молниезащиты

10.2.1 Построение внешней системы молниезащиты следует осуществлять в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-1.11-170.

10.2.2 Для защиты вторичных цепей и входов аппаратуры от импульсных помех, генерируемых внешними и внутренними источниками, применяются УЗИП на базе элементов с нелинейной вольтамперной характеристикой (разрядники, варисторы, шунтирующие диоды).

10.2.3 Выхлопные трубы газоперекачивающих агрегатов (ГПА) должны перекрываться системой молниезащиты. Допускается устанавливать молниеприемники на трубах ГПА, если трубы установлены рядом с ГПА и при условии установки изолированного токоотвода и монтажа УЗИП в цепи всех отходящих от здания цеха проводных коммуникаций в соответствии с нижеследующими рекомендациями.

10.2.4 Общие принципы защиты от импульсных перенапряжений (рисунок 10.2) базируются на зонной концепции по ГОСТ Р 51992. Применительно к импульсному току молнии зоны защиты определяются:

зона Оа - область, непосредственно подверженная молниевому разряду (которая может находиться в непосредственном соприкосновении с каналом молнии) (к зоне Оа относят молниеприемники, верхние части мачт освещения и радиомачт, грозотросы, не защищенные грозотросом ВЛ, трубы котельных и т.п.);

зона Ов - область, не подверженная прямым ударам молнии, но в которой происходит растекание практически всего тока молнии, а электромагнитное поле тока молнии практически не ослаблено расстоянием и экранированием (к зоне Ов относятся любые цепи, включая заземляющие проводники, идущие непосредственно с объектов в зоне Оа, а также область, расположенная на расстоянии 10-15 м, при отсутствии эффективного экранирования, от точки присоединения к заземлителю заземляющих проводников с объектов в зоне Оа);

зона 1 - область, в которой происходит растекание доли тока молнии, существенно меньшей, чем полный ток молнии (на вводе в зону 1 должны устанавливаться УЗИП класса 1 по ГОСТ 51992, категории IV по ГОСТ 50571.19, предназначенные для использования вблизи

электрических установок зданий перед главным распределительным щитом);

зона 2 - область, где обеспечивается дальнейшее снижение растекающейся доли тока молнии и дальнейшее ослабление электромагнитного поля (на вводе в зону 2 должны устанавливаться УЗИП класса 3 по ГОСТ 51992, категории III по ГОСТ 50571.19, предназначенные для использования в составе конкретной электрической установки здания, где обеспечивается повышенная степень доступности);

зона 3 - область, где растекания существенной части тока молнии не происходит, а электромагнитное поле ослаблено до минимума, обеспечивающего нормальную работу даже аппаратуры, не предназначенной для применения на энергетических и промышленных объектах (на вводе в зону 3 должны устанавливаться УЗИП класса 3 по ГОСТ 51992, категории II по ГОСТ 50571.19).

10.2.5 УЗИП класса 3 по цепям передачи данных и по цепям питания следует устанавливать вблизи защищаемого оборудования, но не далее 10 м по кабелю.

10.2.6 УЗИП на цепи радиосвязи следует устанавливать на вводе в здание (сооружение), а также в верхней точке мачты (на выходе с антенны или радиочастотного блока). В нижней части мачты выполняется дополнительное заземление экранов и оплеток радиочастотных кабелей либо выполняется установка дополнительных УЗИП.

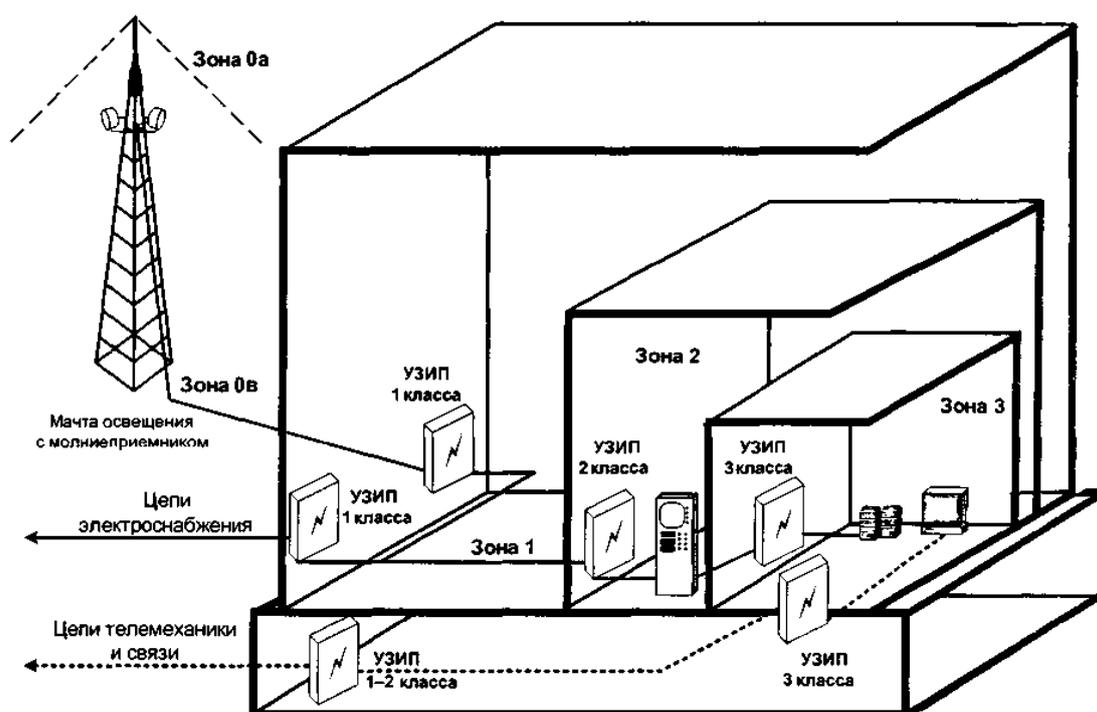


Рисунок 10.2 - Зоны молниезащиты согласно зонной концепции

10.2.7 Выбор типа УЗИП для защиты сигнальных цепей следует осуществлять таким образом, чтобы исключить возможность недопустимого затухания и искажения полезного сигнала. Допустимые значения затухания и искажения полезного сигнала в сигнальных цепях приводятся в документации на используемое оборудование. Значения затухания и искажения, вносимого УЗИП в сигнальную линию, также приводятся в технической документации.

10.2.8 Наибольшее длительно допустимое напряжение для УЗИП, устанавливаемых во вторичных цепях, должно превышать максимальный уровень постоянно действующего напряжения в этих цепях по соответствующей схеме, а также максимальный уровень кратковременных перенапряжений, появляющихся в этих цепях при КЗ.

10.2.9 УЗИП необходимо соединять кратчайшим путем с главной заземляющей шиной посредством проводников, сечение которых должно быть не менее значений, указанных в технической документации на УЗИП.

10.2.10 Импульсные помехи от других источников (коммутаций высоковольтного оборудования, источников в самих вторичных цепях и т.п.) имеют обычно меньшую мощность, чем помехи при молниевом разряде. Поэтому УЗИП, установленные в соответствии с принципами зонной концепции, обеспечивают защиту от таких помех, если имеют достаточное

быстродействие и установлены в цепи между источником помех и аппаратурой.

10.2.11 Уровень защиты УЗИП, ближайшего к ТС, определяет максимальный уровень импульсных помех на соответствующем входе аппаратуры.

10.2.12 Пример установки УЗИП в цепи электроснабжения в соответствии с зоной концепцией представлен в приложении Б (рисунок Б.1).

10.2.13 Алгоритм действий при установке УЗИП представлен на рисунке 10.3.

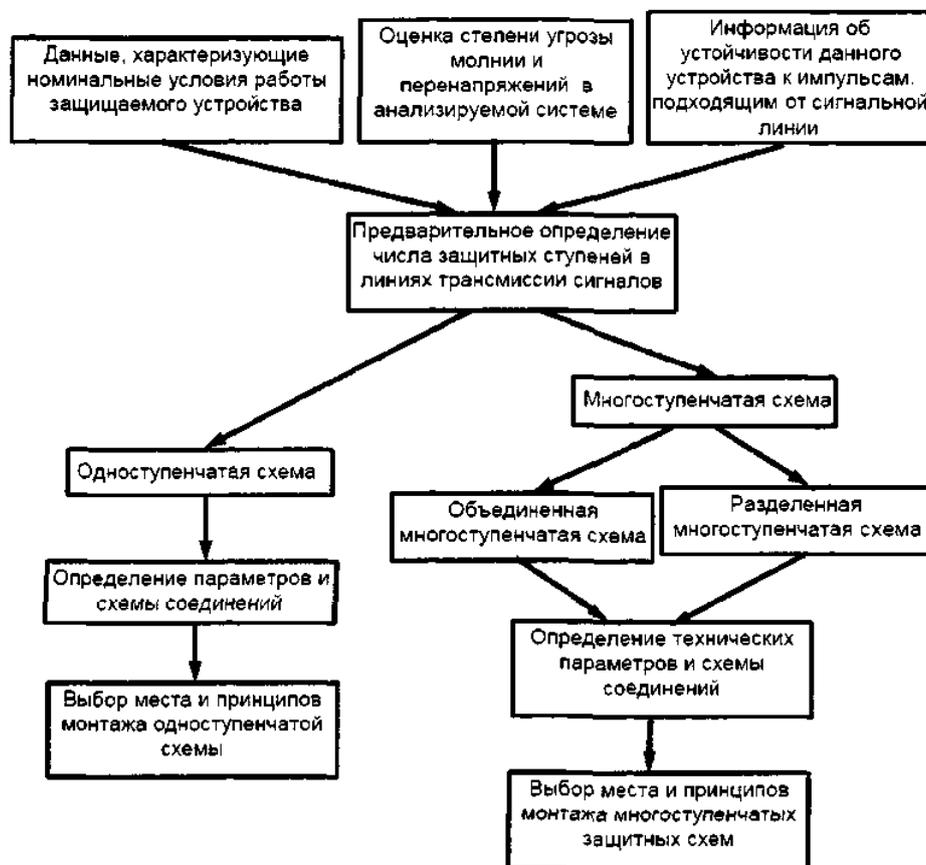


Рисунок 10.3 - Алгоритм действий при выборе УЗИП

10.3 Экранирование технических средств

10.3.1 Для экранирования ТС следует использовать естественную экранирующую структуру здания, сооружения (стальная арматура крыши, стен, полов здания, металлические детали крыши, фасада, стальные каркасы, решетки, проводники СУП и пр.).

10.3.2 Экранирующая структура здания, сооружения должна образовывать электромагнитный экран, обеспечивающий снижение уровня магнитного поля до уровня помехоустойчивости ТС.

10.3.3 При установке ТС в помещениях, где уровень напряженности магнитного поля может превышать уровень помехоустойчивости ТС, необходимо обеспечивать дополнительное экранирование места размещения ТС. Экранирование магнитных полей может осуществляться следующими способами (расположены в порядке увеличения эффективности экранирования):

- дополнительное экранирование всего помещения с ТС путем монтажа вокруг помещения экранирующей сетки;
- использование в качестве сооружений, предназначенных для размещения ТС, металлических блок-контейнеров;
- установка ТС в металлический шкаф, соединенный с системой уравнивания потенциалов здания (если позволяет объем ТС).

10.3.4 При экранировании помещения металлической сеткой должны выполняться следующие требования:

- заземление экранов кабелей и УЗИП класса 1 должно осуществляться за пределами экранированного объема;
- ввод всех проводящих коммуникаций внутрь экранированного объема должен

осуществляться, по возможности, с одной стороны;

- применяемая для экранирования сетка должна быть сварной или просечной. Она должна закрывать экранируемое помещение со всех сторон, перекрывая стены, пол, потолок и окна;

- дверь в экранированное помещение должна быть выполнена из проводящего материала. Должен обеспечиваться ее надежный электрический контакт с экранирующей сеткой;

- толщина проводников и размер ячеек экранирующей сетки должны определяться при проведении экспертизы ЭМС и обеспечивать снижение уровней магнитного поля, воздействующего на ТС, до допустимых значений;

- заземление экранирующей сетки следует осуществлять путем присоединения к общей системе уравнивания потенциалов в здании (рекомендуется в точке ввода внешних коммуникаций внутрь экранируемого объема);

- заземление внутри экранированного объема выполняется путем присоединения к шине уравнивания потенциалов, размещаемой внутри экранированного объема вблизи точки ввода проводящих коммуникаций.

10.3.5 Металлические шкафы, используемые для размещения ТС, должны удовлетворять следующим требованиям:

- в корпусе шкафа не должно быть смотровых окон, вентиляционных и других отверстий, не закрытых металлической сеткой, связанной с корпусом шкафа;

- размер отверстий для ввода и вывода кабелей должен быть минимальным;

- дверца шкафа в закрытом состоянии должна иметь надежный электрический контакт с корпусом шкафа не менее чем в четырех точках, распределенных равномерно по ее периметру;

- толщина и материал стенок шкафа должны обеспечивать ослабление поля до уровня, не представляющего опасность для нормального функционирования ТС.

10.4 Заземление экранов кабелей

10.4.1 Экран кабелей, предназначенных для передачи низкочастотных сигналов, следует заземлять только в одной точке со стороны ТС (например, на ГЩУ), если сигнальная цепь имеет отдельную точку заземления. Далее по всей длине, включая место концевой разделки, экран кабеля должен быть изолирован от проводящих конструкций и грунта таким образом, чтобы пробой этой изоляции не был возможен при воздействии разностей потенциалов, возникающих в пределах ЗУ при КЗ и молниевых разрядах. Иначе ток, протекающий по экрану кабеля, будет индуцировать помехи в сигнальных цепях.

10.4.2 Если цепи кабеля не присоединяются непосредственно к ТС и применяется одностороннее заземление экрана (например, кабели между шкафами на ОРУ), то заземление экрана производится с той стороны, где ЗУ наиболее удалено от системы молниезащиты либо меньше количество силового или высоковольтного оборудования.

10.4.3 Для обеспечения эффективности заземления экрана кабеля на высоких частотах и при высокой длине кабеля необходимо заземлять экран на другом конце кабеля через емкость (рисунок 10.4).

10.4.4 Заземление экранов на вводе в здание следует выполнять непосредственно на шины уравнивания потенциалов, размещаемые вблизи мест ввода кабелей в здание. Указанные шины устанавливаются внутри здания в месте, максимально приближенном к точке ввода кабелей, и связываются кратчайшим путем с заземлителем, проложенным по периметру здания.

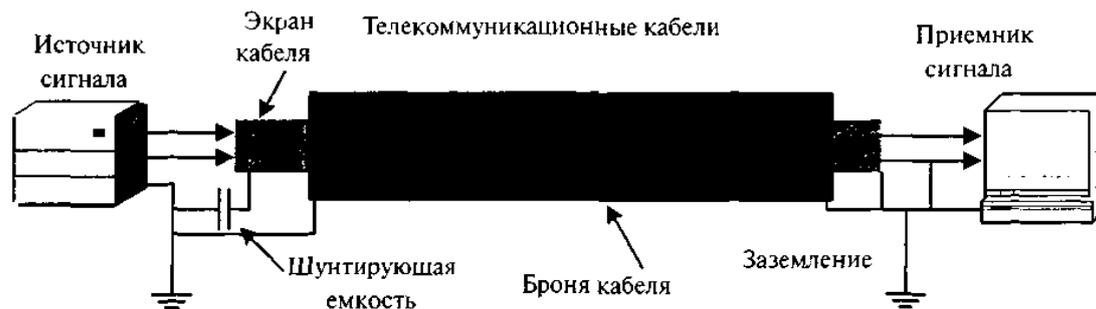


Рисунок 10.4 - Заземление экрана кабеля с использованием шунтирующей емкости

10.4.5 Заземление экрана кабеля должно обеспечиваться по всему периметру поперечного сечения.

10.4.6 Металлический проводник, проходящий вдоль экрана типа «фольга», также

присоединяется к шине уравнивания потенциалов.

10.4.7 Ввод экрана кабеля внутрь экранированного объема не допускается.

10.5 Устройства гальванической развязки

10.5.1 Гальваническая развязка используется для обеспечения защиты ТС по сигнальным цепям, заземление которых осуществляется на обособленные ЗУ, а также для обеспечения искробезопасности цепей.

10.5.2 Модули гальванической развязки должны устанавливаться непосредственно в защищаемую сигнальную линию перед интерфейсными разъемами защищаемого оборудования.

10.5.3 Типы гальванических развязок для защиты оборудования по сигнальным цепям должны выбираться в зависимости от используемого в оборудовании интерфейса и в соответствии с рекомендациями завода - изготовителя оборудования.

10.5.4 Для снижения уровней импульсных и ВЧ-помех в проводных цепях, а также снижения уровня потенциала, заносимого по ЗУ, используются разделительные трансформаторы. Гальванические развязки трансформаторного типа следует применять в цепях переменного тока на частоте от 50 до 50 000 Гц и при значительной передаваемой мощности (например, в системе оповещения). При определении требований к прочности изоляции разделительного трансформатора должны приниматься во внимание как уровни разностей потенциалов между обмотками трансформатора на промышленной частоте, так и импульсные разности потенциалов при молниевом разряде.

10.5.5 Оптронные гальванические развязки следует применять в цепях передачи данных переменного и постоянного тока силой до 40 мА и частотой до 100 МГц. Оптроны наиболее подходят для цифровых схем ввиду большой нелинейности передаточной характеристики. Использование устройств на базе оптронов в проводных цепях обмена информацией допускается, если разности потенциалов между разделяемыми частями цепи сравнительно невелики (как правило, не более 2,5 кВ на частоте 50 Гц). При этом должна обеспечиваться дополнительная защита от импульсных помех (например, путем применения УЗИП).

10.5.6 Реле-повторители используются в цепях передачи дискретных сигналов и команд с целью гальванической развязки. При этом рекомендуется обеспечивать дополнительную защиту изоляции вторичных цепей и входов ТС от импульсных помех с помощью УЗИП.

10.5.7 Для передачи большого объема информации с высокой скоростью между удаленными объектами следует применять оптоволоконные системы передачи данных, которые обеспечивают гальваническую развязку передающего и приемного оборудования. При этом ТС размещаются в щитках, возле защищаемых ТС. При использовании гальванической развязки на базе оптоволоконного кабеля следует принимать во внимание необходимость выполнения требований ЭМС для оптоэлектронных преобразователей, устанавливаемых по концам оптического участка передачи информации.

11 Типовые технические решения по защите технических средств

11.1 Защита технических средств при молниевых разрядах на радиомачты

11.1.1 Если радиомачта не входит в зону защиты других молниеотводов, для защиты ТС должны выполняться мероприятия, изложенные ниже.

11.1.2 Заземление радиомачты выполняется так же, как и любой другой мачты на территории объекта, связанной с вторичными цепями (пункт 10.1). Под мачтой рекомендуется устанавливать не менее двух глубинных заземлителей (со стороны, противоположной зданию).

11.1.3 При вводе в здание проводных цепей любого назначения (например, связи, питания аэронавигационных огней, сигнализации) применяются УЗИП класса 1 или комбинированные УЗИП класса 1, 2.

11.1.4 Обмен информацией между оборудованием мачты и другими зданиями и сооружениями следует, по возможности, осуществлять по оптоволоконному кабелю. При использовании проводных (металлических) цепей для подавления импульсных перенапряжений следует использовать УЗИП (10.2).

11.1.5 Оптимальным вариантом снижения уровней помех, воздействующих на технологическое оборудование автоматики, телемеханики и защиты, является организация выносного пункта радиосвязи за пределами территории объекта.

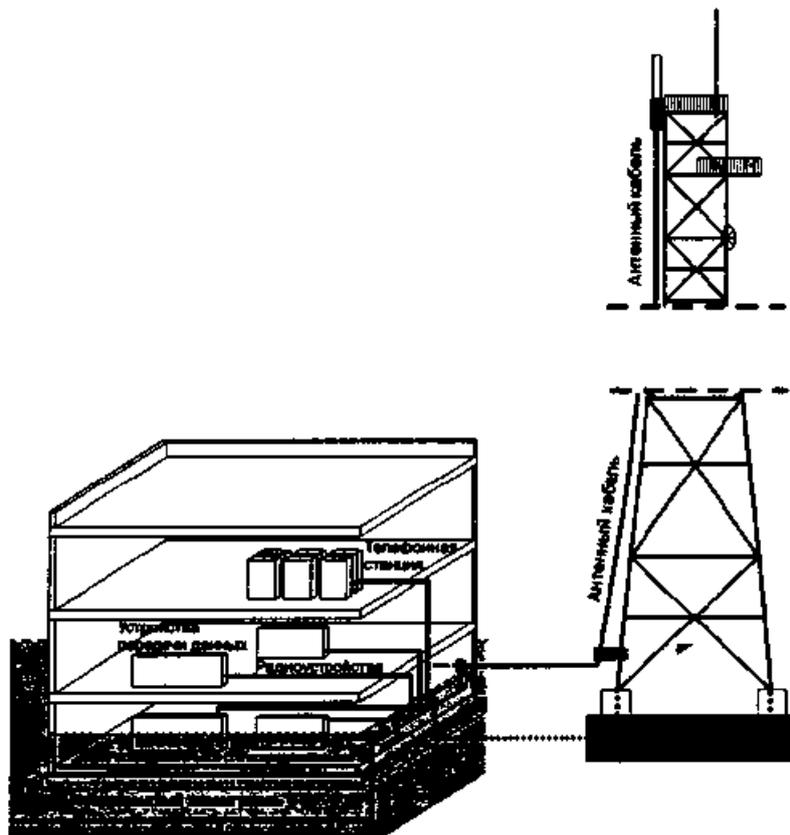


Рисунок 11.1 - Типовая схема построения системы защиты ТС при молниевых разрядах в радиомачту

11.2 Системы автоматики, телемеханики, автоматические системы коммерческого учета электроэнергии

11.2.1 Система телекоммуникационного заземления должна быть электрически связана с общей системой заземления производственного объекта. Типовая схема телекоммуникационного заземления здания или сооружения показана на рисунке 11.2.

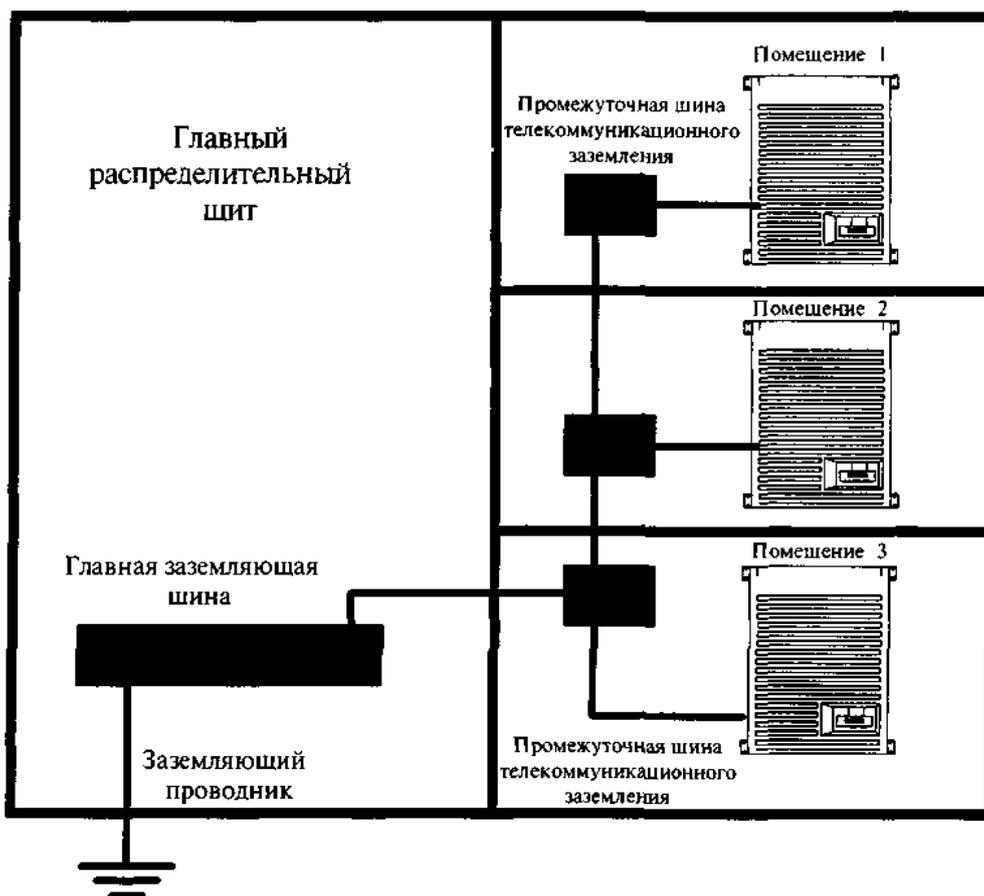


Рисунок 11.2 - Типовая схема телекоммуникационного заземления

11.2.2 Телекоммуникационные заземлители, прокладываемые вдоль трасс прокладки проводных сигнальных цепей телекоммуникационного оборудования, размещенного в разных зданиях или сооружениях, следует присоединять к контуру заземления этих зданий или сооружений.

11.2.3 Защита ТС автоматики и телемеханики от импульсных перенапряжений, воздействующих по цепям питания и сигнальным портам, обеспечивается путем установки УЗИП в указанные цепи в соответствии с типовой схемой защиты от импульсных перенапряжений (рисунок 11.3).

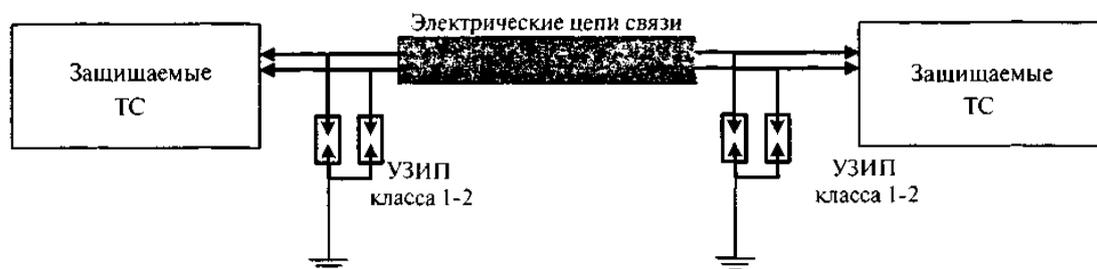


Рисунок 11.3 - Общая схема снижения помех в сигнальных цепях оборудования систем автоматики

11.2.4 Рекомендуется устанавливать УЗИП в заземленный металлический щиток. Расстояние от щитка с УЗИП до защищаемого оборудования системы автоматики нижнего уровня должно быть не более 10 м по кабелю. В случае размещения щитка с УЗИП во взрывоопасной зоне щиток должен быть взрывозащищенного исполнения.

11.2.5 Для снижения перенапряжений в сигнальных цепях систем автоматики, трасса прокладки кабеля которых пересекает зону молниезащиты 0 на отрезке длиной более 20 м,

необходимо:

- осуществлять прокладку сигнальных цепей экранированным кабелем;
- обеспечивать заземление экрана кабеля не менее чем в двух точках на обоих концах кабеля возле оборудования;
- выполнять прокладку шин заземления вдоль сигнальных цепей.

11.2.6 Прокладку сигнальных цепей систем автоматики, проложенных без пересечения зоны молниезащиты 0, необходимо осуществлять экранированным кабелем отдельно от силовых цепей, при этом заземление экрана кабеля должно обеспечиваться не менее чем в двух точках на обоих концах кабеля возле оборудования.

11.3 Защита крановых площадок и пунктов замера расхода газа

11.3.1 Зона молниезащиты крановых площадок, узлов учета количества газа и других площадок должна обеспечиваться в соответствии с категоричностью зданий и сооружений, расположенных на его территории, согласно СТО Газпром 2-1.11-170.

11.3.2 Защиту территории от прямых молниевых разрядов рекомендуется обеспечивать отдельно стоящими молниеотводными мачтами, размещаемыми за пределами территории. В этом случае ЗУ молниеотвода не следует соединять с заземляющим контуром объекта.

11.3.3 Заземление молниеотводных мачт без подводимых к ним вторичных цепей не рекомендуется объединять с общим контуром ЗУ. Для предупреждения перекрытия на них тока молнии по грунту необходимо обеспечить растекание тока молнии не менее чем по двум направлениям и безопасное расстояние до ЗУ ТС и зданий. Расстояние должно определяться при проведении экспертизы ЭМС.

11.3.4 Проектора освещения допускается устанавливать на молниеотводных мачтах. При этом должно быть обеспечено зануление цепей освещения на ЗУ мачты (при наличии на ней щитка освещения) и в щитке освещения на КТП. Со стороны КТП в цепи освещения должны быть установлены УЗИП не ниже класса 1.

11.3.5 Обмен информацией между оборудованием и датчиками рекомендуется осуществлять по оптоволоконному кабелю. В случае использования проводных (металлических) цепей обмена информацией в данные цепи следует установить УЗИП согласно пункту 10.2.

11.4 Система пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения

11.4.1 Защита оборудования системы пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения от импульсных перенапряжений по цепям питания обеспечивается выполнением решений согласно пункту 11.2.

11.4.2 Для защиты от наводок шлейфов и соединительных линий пожарной сигнализации следует применять симметрично экранированный кабель. Экранирующие элементы должны быть заземлены согласно пункту 10.3.

11.4.3 В цепи резервных источников питания с категорией жесткости испытаний к воздействию импульсных кондуктивных помех менее 2-го класса следует установить УЗИП класса 3 (пункт 10.2)

11.5 Система диспетчерской и телефонной связи

11.5.1 Защита оборудования системы автоматической телефонной связи от импульсных перенапряжений по цепям питания обеспечивается выполнением типовых технических решений согласно пункту 11.2.

11.5.2 Защита АТС по аналоговым и цифровым телефонным линиям обеспечивается установкой в кросс узла связи УЗИП (плинты со встроенной защитой от импульсных перенапряжений) по линиям телефонной связи.

11.5.3 Если система связи включает в себя несколько территориально распределенных компонентов, то для организации связи с пересечением зоны молниезащиты 0 должен быть использован оптоволоконный кабель. Допускается использовать электрический кабель при условии установки УЗИП по линиям телефонной связи в кроссовом исполнении с обоих концов кабеля.

11.5.4 Защита оборудования систем диспетчерской связи и связи совещаний аналогична защите оборудования автоматической телефонной связи.

11.6 Система радиификации и оповещения

11.6.1 Защита оборудования системы радиификации и оповещения от импульсных перенапряжений по цепям питания обеспечивается выполнением типовых решений согласно пункту 11.2.

11.6.2 Размещение элементов системы оповещения на молниезащитных мачтах не допускается.

11.6.3 Для защиты оборудования системы оповещения по радиоканалу на коаксиальный кабель антенной цепи должно быть установлено УЗИП по коаксиальным линиям. УЗИП устанавливается не далее 10 м от ТС по кабелю.

11.6.4 Для защиты стойки системы оповещения по цепям передачи данных с панелью управления, находящейся в другом здании, на входе (выходе) ТС должно быть установлено УЗИП по цепям передачи данных.

11.7 Требования к устройствам защиты от импульсных перенапряжений в сетях передачи данных

11.7.1 Защита ТС систем передачи данных от импульсных перенапряжений по цепям питания обеспечивается выполнением требований по пункту 11.2.

11.7.2 Для защиты оборудования, размещаемого в 19-дюймовых стойках, следует использовать УЗИП, предназначенные для крепления на DIN-рейках.

11.7.3 При прокладке цепей передачи данных необходимо исключить параллельное прохождение в одном кабельном лотке цепей, идущих с зоны молниезащиты 0, и цепей, не выходящих в эту зону или проложенных после УЗИП по ходу импульсной помехи.

11.8 Система охранной сигнализации и видеонаблюдения

11.8.1 Защита системы охранной сигнализации и видеонаблюдения от импульсных перенапряжений по цепям питания обеспечивается выполнением типовых решений согласно пункту 11.2.

11.8.2 Если видеокамеры установлены в зоне молниезащиты 0, УЗИП следует установить в цепи сигналов и питания телекамер, а также оборудования видеонаблюдения.

11.8.3 Расстояние от УЗИП до защищаемых ТС и датчиков не должно превышать 10 м по кабелю.

11.8.4 Со стороны оборудования видеонаблюдения все УЗИП должны быть установлены в отдельный металлический щиток и заземлены.

Алгоритм организации работ по обеспечению электромагнитной совместимости



Рисунок А. 1 - Алгоритм организации работ по обеспечению ЭМС ТС при реконструкции существующего объекта



Рисунок А.2 -Алгоритм организации работ по обеспечению ЭМС ТС при строительстве нового объекта

Приложение Б
(рекомендуемое)

Схема защиты цепей электроснабжения от перенапряжений в соответствии с зоновой концепцией

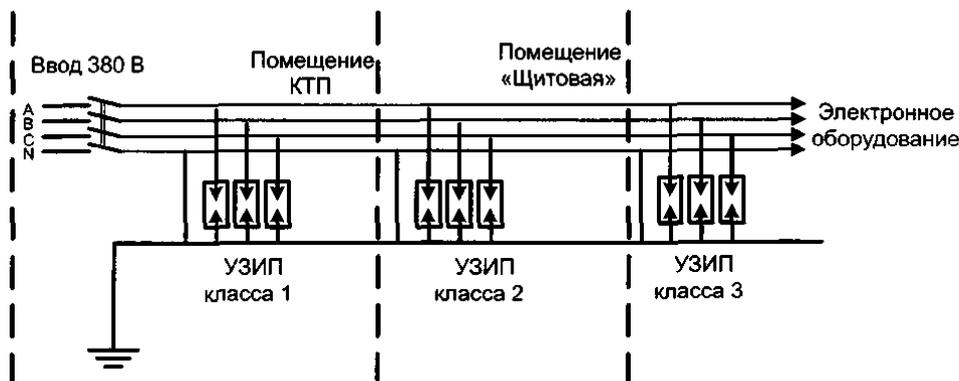


Рисунок Б.1 - Типовая схема установки УЗИП согласно зоновой концепции

Библиография

- [1] Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е издание (утверждены приказом Минэнерго России от 8 июля 2002 г. № 204)
- [2] Руководящий документ Межотраслевые правила по охране труда (правила Минэнерго России безопасности) при эксплуатации электроустановок РД 153-34.0-03.150-00, ПОТРМ-016-2001
- [3] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) (утверждены приказом Минэнерго России от 31 января 2003 г. № 6)

Содержание

- 1 Область применения
 - 2 Нормативные ссылки
 - 3 Термины, определения и сокращения
 - 4 Основные положения
 - 5 Требования к квалификации специалистов и специализированным организациям выполняющим работы по обеспечению электромагнитной совместимости
 - 6 Требования к документации, оформляемой при выполнении работ по обеспечению электромагнитной совместимости
 - 7 Условия функционирования технических средств при воздействии электромагнитных помех
 - 8 Критерии качества функционирования технических средств
 - 9 Основные способы подавления электромагнитных помех
 - 9.1 Защита технических средств при воздействии молниевых разрядов
 - 9.2 Защита технических средств при воздействии постоянно действующего магнитного поля и электромагнитного поля радиочастотного диапазона
 - 9.3 Защита технических средств при воздействии замыканий и коммутационных переключений в силовых цепях
 - 9.4 Защита технических средств при воздействии электростатических разрядов
 - 9.5 Основные методы повышения качества электроэнергии
 - 9.6 Защита технических средств во взрывоопасных зонах
 - 10 Основные требования к средствам подавления помех
 - 10.1 Заземляющее устройство
 - 10.2 Система молниезащиты
 - 10.3 Экранирование технических средств
 - 10.4 Заземление экранов кабелей
 - 10.5 Устройства гальванической развязки
 - 11 Типовые технические решения по защите технических средств
 - 11.1 Защита технических средств при молниевых разрядах на радиомачты
 - 11.2 Системы автоматики, телемеханики, автоматические системы коммерческого учета электроэнергии
 - 11.3 Защита крановых площадок и пунктов замера расхода газа
 - 11.4 Система пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения
 - 11.5 Система диспетчерской и телефонной связи
 - 11.6 Система радиофикации и оповещения
 - 11.7 Требования к устройствам защиты от импульсных перенапряжений в сетях передачи данных
 - 11.8 Система охранной сигнализации и видеонаблюдения
 - Приложение А (рекомендуемое) Алгоритм организации работ по обеспечению электромагнитной совместимости
 - Приложение Б (рекомендуемое) Схема защиты цепей электроснабжения от перенапряжений в соответствии с зонной концепцией
- Библиография