КОМПАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
450071, г.Уфа, ул.50 лет СССР, 39, корп.6 Тел/Fax (347) 248-43-78
Для писем: 450001, г.Уфа, а/я 2080 www.info-sys.ru

Методические рекомендации по проектированию защиты сетей Ethernet от грозовых воздействий с использованием устройств защиты серии РГ.

Редакция: май 2019 г.

г.Уфа,

Содержание:

Введение. ... 1
Постановка задачи ... 2
Электромагнитная наводка грозового разряда. ... 2
Электростатическая наводка грозового облака. ... 3
Расчет площади контура электромагнитной наводки. ... 4
Специфика PoE (Power Over Ethernet) ... 4
Экранирующее действие строительных конструкций. ... 5
Использование экранированного кабеля типа FTP, STP. ... 6
Ассортимент средств защиты сетей Ethernet. ... 7
Примеры расчетов. ... 9
Рекомендации. ... 11
Приложение А. Величина ЭДС грозовой наводки. ... 13
Приложение Б. Технические параметры устройств защиты серии РГ. ... 14
Приложение В. Параметры кабеля витая пара. ... 17
Приложение Г. Сведения о сертификации и изготовителе. ... 18
Список литературы. ... 18

Введение.

Разработчики стандарта Ethernet, приступая к работе, не предполагали такого ошеломляющего успеха, который будет сопутствовать этой работе. Было стандартизовано большое количество сред передачи сигнала, пока, наконец, "витая пара" не стала повсеместно доминировать в качестве универсальной среды передачи, и стала такой же распространенной, как и обычная электропроводка.

Вполне закономерно что, при массовом применении, сетям Ethernet стало тесно в офисах и они "вышли на улицу". Разработчики стандарта (безусловно, дальновидные люди и инженеры высочайшей квалификации) конечно же предвидели это и разработали стандарты для оптической среды передачи. Но вот чего они не моги предвидеть так это того, что благодаря жестким экономическим реалиям и народной смекалке сотни и тысячи километров медного кабеля повиснут на столбах и будут проложены по крышам и стенам зданий в наших городах и селах. И вот здесь выяснилось, что технические решения, заложенные в стандарт, и надежно работающие внутри здания, оказываются недостаточно устойчивыми перед силами стихии, бушующими за пределами офисных стен. Разработчики стандарта об этом прекрасно знали, а вот для наших сетестроителей это было неприятным открытием.

Однако, техническая мысль не стоит на месте и сегодня существует целый ряд решений, которые обеспечивают надежную эксплуатацию сетей Ethernet с медным кабелем "витая пара" за пределами зданий.

Постановка задачи

Состояние молниезащиты основной массы российского жилого фонда находится на уровне нуля, поэтому попытка защитить кабель Ethernet от прямого попадания молнии в таком доме обречена на провал, т.к. для решения этой задачи потребуется ревизия системы заземлителей, молниеприемников, молниеотводов, шин уравнивания потенциалов, экранирования проводки и др. Понятно, что решение только одной задачи без решения всех остальных является бессмысленным. Поэтому в качестве отправной точки принимаем условие, что оборудование передачи данных должно остаться неповрежденным в случае грозового разряда в соседний дом. Такое решение можно оправдать тем, что при прямом попадании молнии в дом практически невозможно спасти что-либо из оборудования без принятия довольно дорогостоящих мер, упомянутых выше. Выход из строя оборудования всего в одном доме может быть довольно быстро устранен, а вот если в результате такого разряда выйдет из строя оборудование в близлежащих домах, которых в условиях плотной городской застройки может быть до нескольких десятков, потери оборудования могут стать фатальными.

Минимальное расстояние между домами составляет обычно не менее 50 метров, однако, при проектировании системы защиты, проектировщик может применить конкретное значение для каждого отдельного здания в зависимости от архитектурной планировки квартала. Необходимо так же учитывать наличие вблизи защищаемого дома высотных объектов, таких как телевизионные вышки, дымовые трубы и др. Именно эти объекты следует рассматривать как наиболее вероятные места грозовых разрядов.

Электромагнитная наводка грозового разряда.

Именно этот дестабилизирующий фактор является самым опасным из всех стихийных бедствий для сети Ethernet. Рассмотрим его подробнее (Рисунок 1).

Из школьного курса физики нам известно явление электромагнитной индукции. В частности, если в одном замкнутом контуре изменяется значение и/или направление электрического тока, то в другом замкнутом контуре под действием этого тока возникнет электродвижущая сила (ЭДС индукции). Только в случае с грозовым разрядом все это имеет гигантские масштабы. Канал молнии длиной до нескольких километров, в котором ток за несколько десятков микросекунд изменяется от нуля до нескольких тысяч ампер является первичным контуром гигантского воздушного трансформатора. Под действием этого разряда во всех вторичных контурах, начиная от обручального кольца на вашей руке, и заканчивая высоковольтными линиями электропередачи протяженностью в сотни километров, наводится ЭДС индукции. Так как именно контур, ограниченный кабелями и поверхностью земли, имеет наибольшую площадь, то именно в нем наводятся наибольшие значения ЭДС.

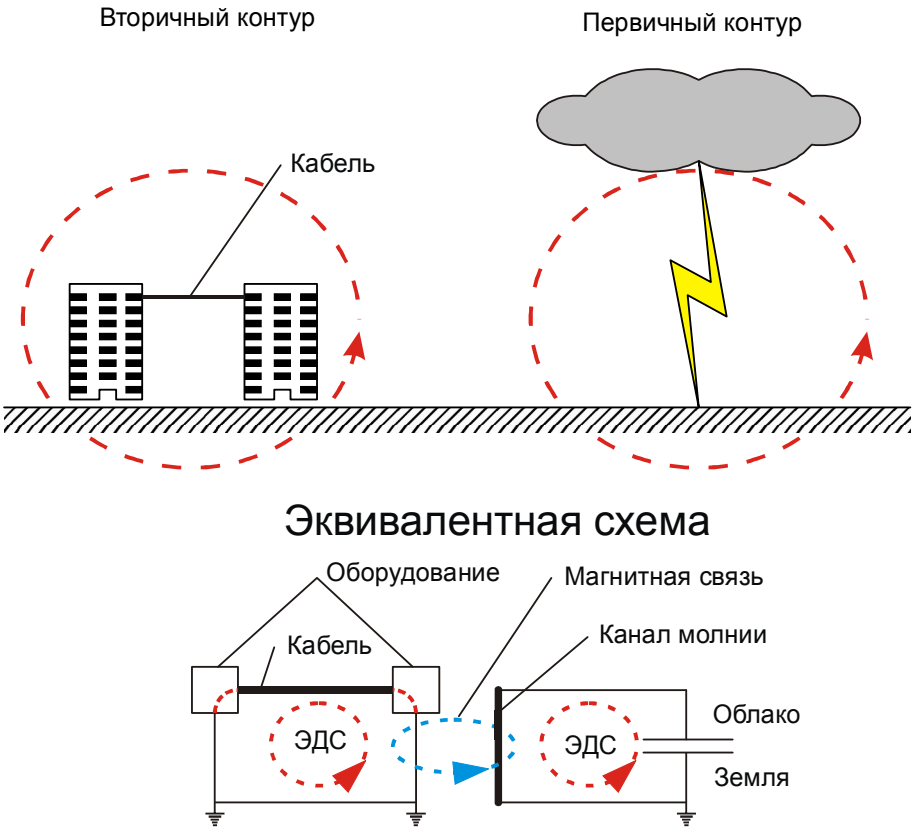

Рисунок 1. Эквивалентная схема электромагнитной наводки

Оценить амплитуду ЭДС индукции можно по формуле [2]:

$$E_{инд} \approx \frac{\mu_0 S}{2\pi r_к} A_i$$

Где:

μ_0 – магнитная проницаемость вакуума 4π*10^{-7} Гн/м;

S – площадь вторичного контура;

r_k – расстояние до канала молнии;

A_i – скорость нарастания тока в канале молнии 10^{10} А/с (характерный разряд [1]).

Из переменных в формуле проектировщик может влиять на значение S, изменяя маршрут прокладки кабеля и место размещения оборудования. В Таблица 2 (приложение А) приведены значения ЭДС рассчитанные по приведенной формуле для различных значений S и r_k.

Электростатическая наводка грозового облака.

Объемный электростатический заряд грозового облака создает мощное электрическое поле, которое индуцирует заряды в любом проводнике, находящемся в этом поле. Изолированный проводник в таком поле приобретает потенциал

$$\varphi = E_0 \frac{l_{\min} + l_{\max}}{2}$$

Где:

φ – потенциал проводника;

E_0 – напряженность электрического поля 10…200 Вольт/см. В среднем 100 Вольт/см:

l_{min} , l_{max} – минимальное и максимальное расстояние до поверхности земли;

Однако, если проводник имеет электрическую связь с землей, его потенциал остается равным нулю независимо от высоты размещения. Таким образом, между изолированным и заземленным проводниками возникает разность потенциалов. При высоте размещения 20 метров эта разность может достигать более 200 КВольт.

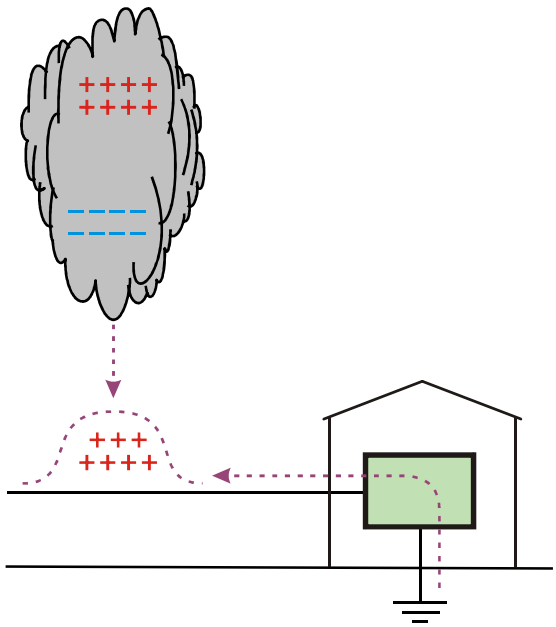

Рисунок 2. Электростатическая наводка грозового облака

Опасность этой разницы потенциалов состоит в том, что проводники кабеля образуют конденсатор. Погонная емкость витой пары составляет 50 пФ/м, а погонная емкость витой пары относительно кабельного экрана 1600 пФ/м (см.Приложение В. Параметры кабеля витая пара). Для кабельного сегмента длиной 100 метров емкость витой пары составит 5 нФ, а для пары проводник-экран 160 нФ. Энергии такого

конденсатора более чем достаточно для пробоя изоляции и вывода из строя входных цепей приемо-передатчиков Ethernet.

Расчет площади контура электромагнитной наводки.

Фундаментальной особенностью рассматриваемых контуров является то, что в их формировании помимо кабеля Ethernet участвуют и кабели электрической сети 0,4 КВ. Сеть 0,4 КВ строится по схеме с глухозаземленной нейтралью, поэтому каждый нулевой проводник этой сети доставляет в точку установки оборудования передачи данных потенциал "Земли".

Если электрическая сеть в здании выполнена по схеме TN-S с раздельным проводником защитного заземления, то этот факт так же необходимо учитывать. Отметим что стойкость изоляции оборудования в отношении проводника PE несколько выше, чем для проводника N, поэтому для расчета наводки без устройств защиты следует рассматривать контур, ограниченный по проводнику N, а при установке устройств защиты по проводнику PE. Это связано с тем, что разрядная цепь устройства защиты подключается к проводнику PE. Чаще всего конфигурации контуров по проводникам N и PE совпадают, но бывают исключения.

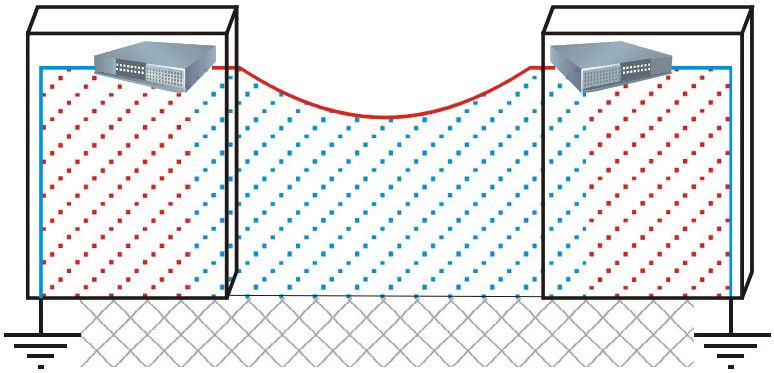

Рисунок 3. Площадь контура электромагнитной наводки

Специфика PoE (Power Over Ethernet)

Технология PoE нашла широкое применение для устройств, размещаемых вне зданий таких как, видеокамеры и радио оборудование различного класса. В этих случаях контур электромагнитной наводки не имеет явно выраженной границы со стороны устройства, питаемого PoE. Однако здесь следует вспомнить, что в подавляющем большинстве случаев гроза сопровождается атмосферными осадками, а мокрые строительные конструкции являются хорошим заземлителем. Именно через них происходит замыкание контура.

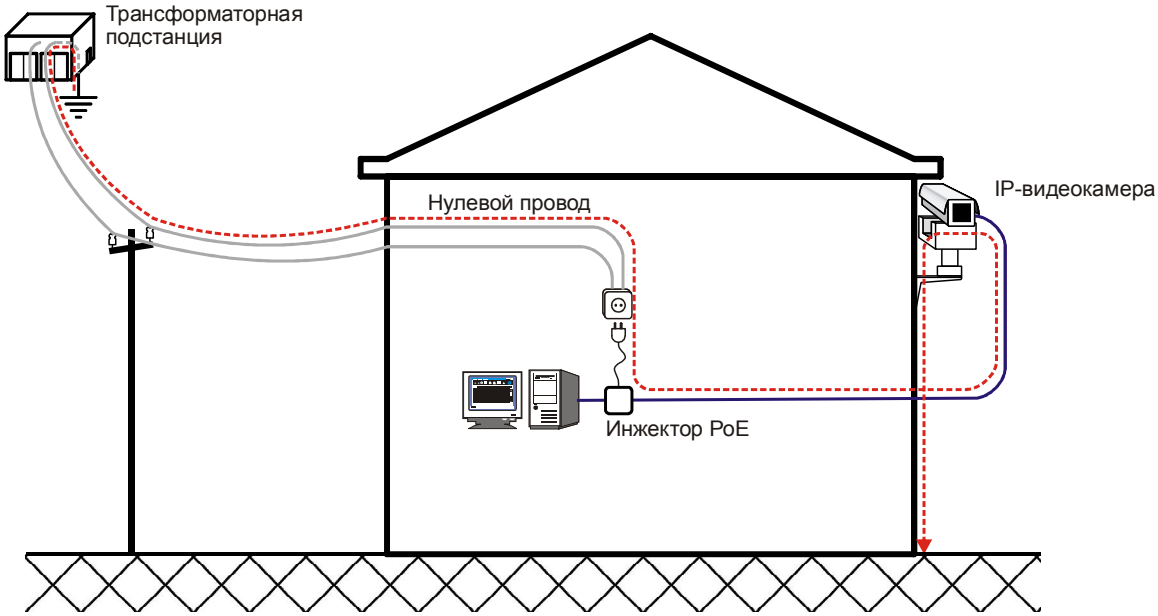

Рисунок 4. Схема повреждения оборудования током электромагнитной наводки при использовании технологии PoE (Power Over Ethernet).

При этом следует иметь в виду, что приведенным рисунком (Рисунок 4) не исчерпывается многообразие путей для тока электромагнитной наводки. Могут быть повреждены и оборудование передачи данных, например коммутатор с PoE, и серверное оборудование, если внешнее оборудование подключено к нему напрямую. Все зависит от того, в какой единице оборудования из всех включенных в сеть, изоляция окажется относительно слабее.

Особенно тяжелая ситуация возникает на объектах, к которым электрическая сеть подводится по воздушной линии электропередачи. Протяженность такой линии может составлять сотни и тысячи метров. В результате образуется контур электромагнитной наводки с огромной площадью. В таких случаях кроме установки устройств защиты Ethernet на вводе в здание следует устанавливать устройства защиты от перенапряжений электрической сети. Их расчет выходит за рамки настоящего документа, поэтому проектировщику следует обратиться к специализированным руководствам.

Экранирующее действие строительных конструкций.

Ограждающие и несущие конструкции зданий оказывают существенное влияние на распространение электромагнитной волны. Это влияние выражается в поглощении электромагнитной энергии в толще строительного материала и в ее отражении от металлической сетки арматуры железобетонных конструкций.

Отражение и поглощение электромагнитных волн строительными конструкциями хорошо изучено для дециметровых и сантиметровых диапазонов волн. Однако не существует достоверных данных об ослаблении волн диапазонов сотни и тысячи метров, в которых сосредоточена основная энергия электромагнитной наводки грозового разряда. Единственный источник, который хоть как-то определяет этот фактор - **РД 45.083-99** "Рекомендации по обеспечению стойкости аппаратурных комплексов объектов проводной электросвязи к воздействию дестабилизирующих факторов" Министерства связи России от 07 декабря 1999 года. По классификации данного документа все жилые дома из сборного железобетона отнесены к зданиям первого типа с коэффициентом ослабления электромагнитной наводки 24 дБ (250 раз). Для кирпичных зданий этот коэффициент принят 4 дБ (2,5 раза).

Использование экранированного кабеля типа FTP, STP.

Экранированных кабели в условиях городской застройки следует применять очень осторожно. Во-первых. Прямое подключение кабельного экрана к разным точкам заземления приводит к протеканию уравнивающих токов через кабельный экран.

Во-вторых. Ток электромагнитной наводки, протекающий по кабельному экрану индуцирует на сигнальных проводниках ЭДС довольно высокого уровня, которую невозможно нейтрализовать без применения устройств защиты.

Откуда она возникает?

Любой экран не является идеальным. Эффективность кабельного экрана измеряется по методике IEC 96. Для оценки эффективности экранирования используется величина "импеданс передачи" (transfer impedance). Импеданс передачи (измеряется в Ом/м) определяется как отношение напряжения наводимого под экраном к току снаружи, вызвавшему эту наводку [3].

$$Zt = U/(I \times L),\ (Ом \cdot м^{-1})$$

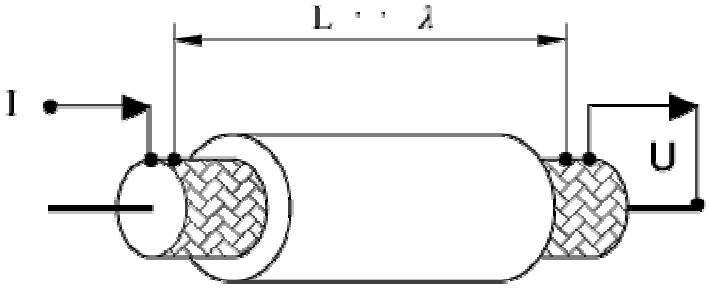

Рисунок 5. Схема измерения "импеданса передачи".

Типовое значение импеданса передачи составляет 20..30 mОм/м. Таким образом под действием тока 10КА в кабеле длиной 100 метров будет наведена ЭДС 20000…30000 Вольт !!!

Очень часто возникает вопрос: "Нужно ли заземлять кабельный экран и если да, то нужно ли делать это с обоих концов?" Приведенные ниже измерения уровня помех при помощи осциллографа наглядно иллюстрируют ответ на этот вопрос.

Схема измерения **Осциллограмма помехи**

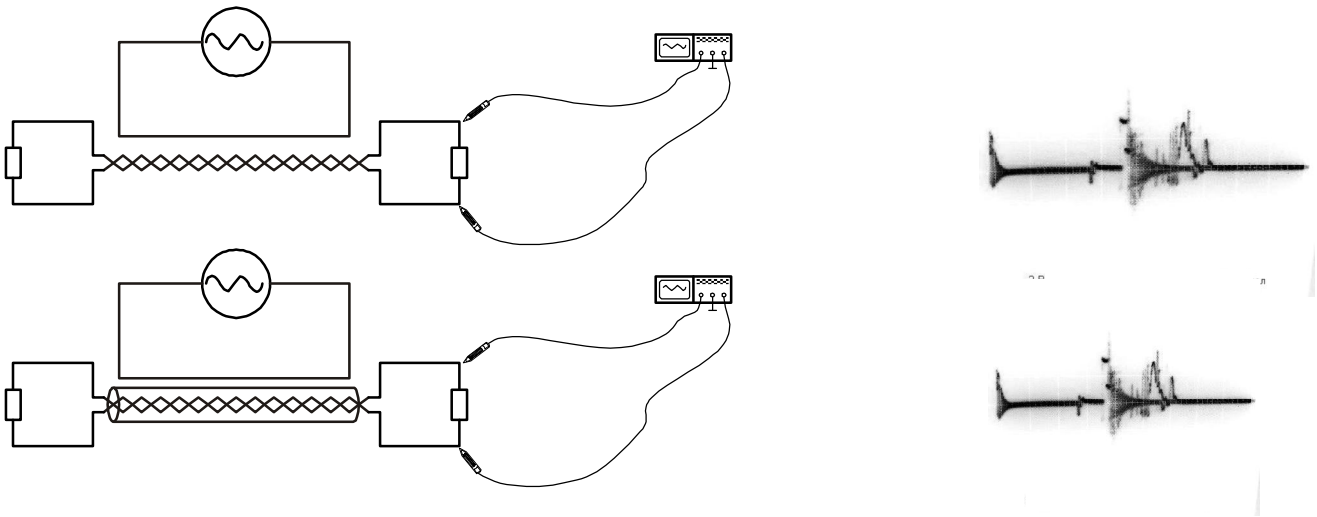

Рисунок 6. На этом рисунке видно, что неподключенный кабельный экран ничего не экранирует.

Схема измерения **Осциллограмма помехи**

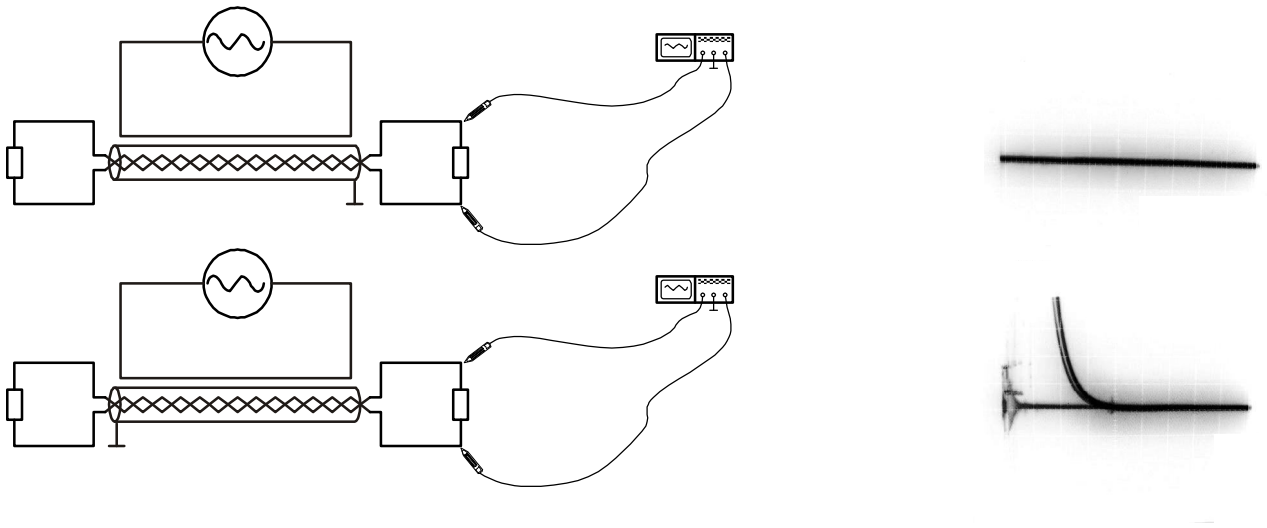

Рисунок 7. Экран, заземленный только с одной стороны, хотя и нейтрализует наводку на стороне заземления, зато многократно увеличивает ее на противоположной стороне.

Таким образом, обязательным условием правильной работы кабельного экрана является его заземление с обоих концов, и здесь мы снова упираемся в проблему возникновения уравнивающих токов. Кроме того, работа кабельного экрана в условиях грозовой наводки, как мы видели выше, имеет специфический характер т.к. экран является частью огромного замкнутого контура и, в результате, очень плохо экранирует самый опасный дестабилизирующий фактор – электромагнитную наводку.

Существует еще одна причина, специфическая для сетей Eterhnet, которая ограничивает применение экранированных кабелей. Дело в том что симметричная схемотехника интерфейса Ethernet 10/100/1000BASE-T требует наличия специальных симметрирующих устройств для подключения кабельного экрана. При их отсутствии оборудование будет повреждено. Подробно механизм повреждения оборудования неправильно заземленным кабельным экраном рассмотрен здесь:
https://www.info-sys.ru/Exergia/lightning1.htm

В силу принципиальной невозможности схемотехнически правильно подключить экран к устройству защиты, целый ряд устройств не имеет такого подключения. Но даже в тех устройствах, которые допускают использование кабельного экрана его подключение создает дополнительную нагрузку на устройство защиты, т.к. при одинаковой наведенной на кабель ЭДС, ток через экран будет выше в силу его меньшего сопротивления по сравнению с кабельными жилами.

Ассортимент средств защиты сетей Ethernet.

В электротехнике существует всего два способа защиты от воздействия нежелательных напряжений - это замыкание и изоляция. Наглядный пример: прежде чем приступить к работе на высоковольтной линии электропередачи устанавливают изолирующие накладки в коммутационном аппарате и переносное заземление на токопроводящие шины. Аналогичным образом осуществляется защита оборудования сети Ethernet:

Изоляция – установка устройств, имеющих высокую стойкость изоляции в диапазоне частот электромагнитной наводки и низкое сопротивление в диапазоне рабочих частот Ethernet.

Замыкание – создание пути для тока электромагнитной наводки в обход оборудования передачи данных.

На рисунках Рисунок 8 и Рисунок 9 представлены иллюстрации этих способов защиты, применительно к сети Ethernet.

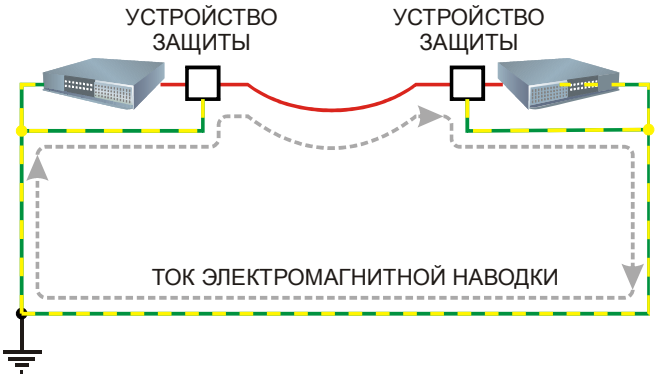

Рисунок 8. Замыкание тока электромагнитной наводки через устройства защиты

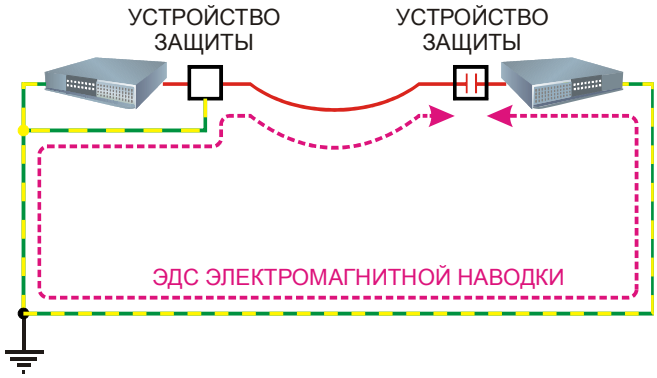

Рисунок 9. Изоляция опасной ЭДС устройством защиты. Ток наводки равен нулю.

В Таблица 1 приведена классификация устройств защиты. Следует обратить внимание, что устройство РГ6 не обеспечивает защиту кабельного сегмента от электростатической наводки, поэтому его необходимо применять только совместно с другими устройствами.

Таблица 1. Классификация устройств защиты

	Область применения	Конструктивные особенности	Принцип работы	Степень стойкости к токам электромагнитной наводки	Нейтрализация электростатической наводки	Подключение кабельного экрана
РГ4	Fast Ethernet	Полупровод-никовое	Замыкание	Низкая	Да	Нет
РГ4PoE	Fast Ethernet	Поддержка технологии PoE	Замыкание	Высокая	Да	Нет
РГ4GPoE	Gigabit Ethernet	Поддержка технологии PoE	Замыкание	Высокая	Да	Нет
РГ5	Fast Ethernet	Трансформаторная развязка	Замыкание + Изоляция	Высокая	Да	Есть
РГ5G	Gigabit Ethernet	Трансформаторная развязка	Замыкание + Изоляция	Высокая	Да	Есть
РГ6	Fast Ethernet	Высоковольтная трансформаторная развязка	Изоляция	15000 вольт	Нет	Нет

Для каждого класса устройств защиты имеется несколько моделей и модификаций. Полный модельный ряд устройств защиты представлен здесь: www.info-sys.ru. Основные технические параметры представлены в приложении Б.

Примеры расчетов.

Пример №1.

Дано: Двухподъездный 9-ти этажный дом из сборного железобетона. Расстояние до ближайшего дома 100 метров. Оборудование установлено в предлифтовых чердачных помещениях. Межподъездный кабель натянут на трубостойках на высоте 2 метра над крышей. Расстояние между трубостойками 12 метров. Электропитание оборудования выполнено от этажных щитков в соответствующих подъездах.

Небходимо: подобрать конфигурацию устройств защиты для оборудования передачи данных Ethernet.

Решение.
Прежде всего выясняем размещение ВРУ и маршрут прокладки электрических кабелей к этажным щиткам. Допустим, что ВРУ устанавлено в первом подъезде, а кабели к силовым стоякам подъездов подходят через подвал дома. Далее рассчитываем площадь контура электромагнитной наводки по схеме:

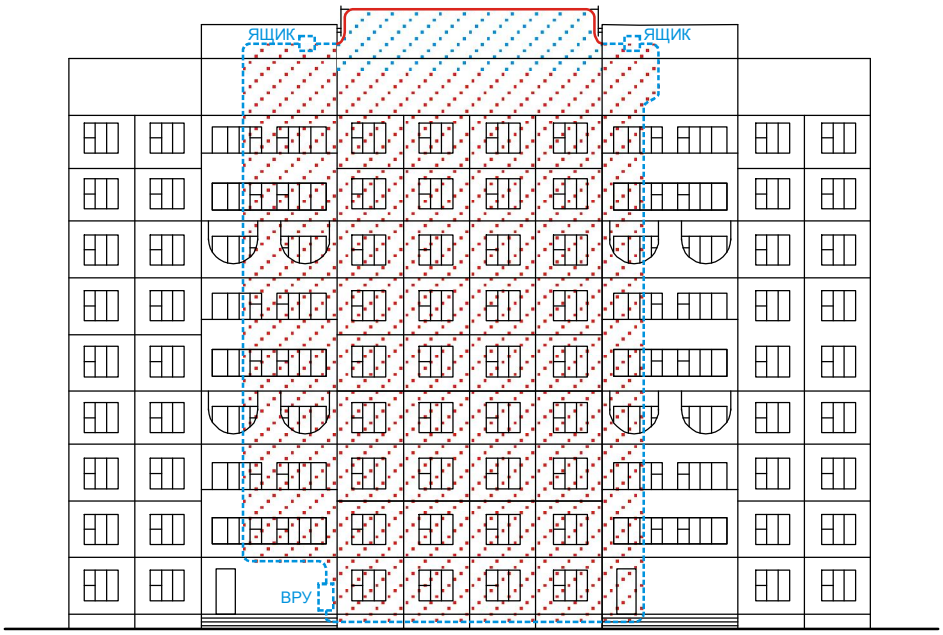

Рисунок 10. Иллюстрация к расчету пример № 1

Контур состоит из двух частей:

- первая часть находится вне здания и ограничена кабелем Ethernet и крышей дома. Площадь этой части контура составляет: 2 м х 12 м = 24 кв.м;
- вторая часть находится внутри здания и ограничена электрическими кабелями. Площадь второй части контура составляет: 30 м х 18 м / 250 = 2,16 кв.м, где
  30 м – высота установки ящиков с оборудованием;
  18 м – расстояние между подъездными силовыми стояками;
  250 – коэффициент ослабления электромагнитной наводки;

Таким образом общая площадь контура составит: 24 + 2,16 = 26,16 кв.м
По таблице 2 (Приложение А) определяем величину ЭДС электромагнитной наводки исходя из рассчитанной площади контура и расстояния до ближайшего дома (100 метров). Получаем 3267 вольт. Это значение намного меньше максимально допустимой величины для устройства РГ6, поэтому мы можем выбрать любую конфигурацию устройств защиты.

<u>Вариант 1.</u> РГ5+РГ5 – наиболее предпочтительный вариант, который не имеет ограничений по энергии отводимой электромагнитной наводки. Максимальная скорость обмена 100 Мбит/С (Fast Ethernet).

<u>Вариант 2.</u> РГ5G+РГ5G – аналогичен варианту 1, но работает на скорости до 1 Гбит/С.

<u>Вариант 3.</u> РГ5+РГ6 – используем в том случае, если отсутствует возможность надежного подключения к проводнику PE на одном из концов защищаемого кабеля. Устройство РГ5 в этом случае выполняет защиту оборудования от электростатической наводки грозового облака.

Вариант 4. РГ4+РГ6 – используем в том случае если кроме межподъездной кабельной перемычки необходимо защитить большое количество других (например абонентских) кабелей. Многопортовое устройство РГ4 имеет компактный конструктив. В данном случае его задача – нейтрализация электростатической наводки грозового облака.

Пример № 2

Дано: Двухподъездный 5-ти этажный кирпичный дом. Расстояние до ближайшего дома 50 метров. Оборудование установлено на лестничных площадках между четвертым и пятым этажами. Межподъездный кабель проложен на парапете по фасаду здания на высоте 16 метров. Расстояние между подъездами 18 метров. Электропитание оборудования выполнено от этажных щитков в соответствующих подъездах.

Небходимо: подобрать конфигурацию устройств защиты для оборудования передачи данных Ethernet.

Решение.
Прежде всего выясняем размещение ВРУ и маршрут прокладки электрических кабелей к этажным щиткам. Допустим, что ВРУ устанавлено в цокольном этаже рядом с первым подъездом, а кабели к силовым стоякам подъездов подходят через подвал дома. Далее рассчитываем площадь контура электромагнитной наводки по схеме:

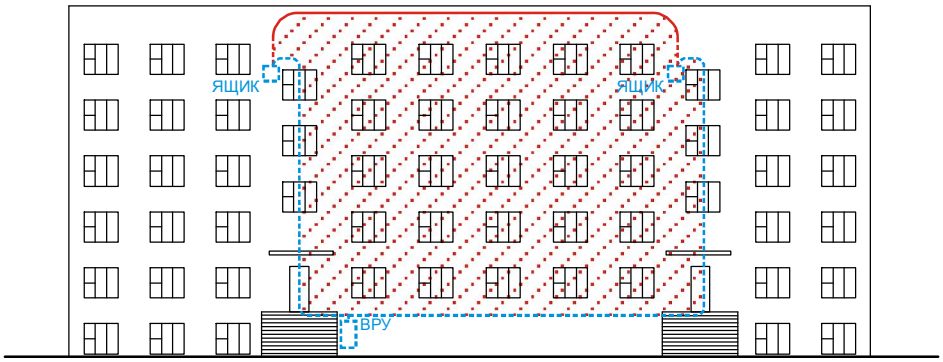

Рисунок 11. Иллюстрация к расчету пример № 2

Площадь контура составит:
(16 – 0,5) x 18 x 1,2 / 2,5 = 133,92 кв.м, где:
16 – высота прокладки кабеля по фассаду;
0,5 – высота прокладки электрических кабелей в цокольном этаже;
18 – расстояние между силовыми подъездными стояками;
1,2 – повышающий коэффициент, учитывающий дополнительные площади, образующиеся при неортогональной прокладке кабелей. Выбирается на усмотрение проектировщика. Этот коэффициент можно рассматривать также как коэффициент запаса прочности системы защиты.
2,5 – коэффициент ослабления электромагнитной наводки;

По таблице 2 (Приложение А) определяем величину ЭДС электромагнитной наводки исходя из рассчитанной площади контура и расстояния до ближайшего дома (50 метров). Получаем 33929 вольт. Это значение намного больше максимально допустимой величины для устройства РГ6, поэтому все варианты с использованием устройств РГ6 применяться не могут. Так же не могут применяться устройства РГ4 в силу их низкой стойкости к токам электромагнитной наводки.

Вариант 1. РГ5+РГ5 – Максимальная скорость обмена до 100 Мбит/С (Fast Ethernet).

Вариант 2. РГ5G+РГ5G – аналогичен варианту 1, но работает на скорости до 1 Гбит/С (Gigabit Ethernet).

Рекомендации.

Рекомендация 1. Из рисунков Рисунок 8 и Рисунок 9 видно, что устройства защиты должны обязательно устанавливаться с обоих концов защищаемого кабеля. Установка устройства защиты только на одном конце приводит к тому что вся ЭДС электромагнитной наводки оказывается приложенной к незащищенному оборудованию, что гарантирует его повреждение.

Рекомендация 2. Совместно с устройствами защиты РГ6 обязательно должны применяться устройства, нейтрализующие электростатическую наводку грозового облака. В противном случае оборудование может быть повреждено, даже если устройства РГ6 установлены на обоих концах защищаемого кабеля.

Рекомендация 3. Правильное размещение оборудования и оптимальные маршруты прокладки кабелей могут значительно снизить уровень наводимой ЭДС и позволяют использовать более широкий спектр устройств защиты, а иногда позволяют и совсем отказаться от защиты. Если в случае, рассмотренном в примере № 2 перенести оборудование на площадки между вторым и третьим этажами, а кабель проложить по фасаду между первым и вторым этажами (см. Рисунок 12), то площадь контура составит около 26 кв.м, а уровень электромагнитной наводки примерно 6600 вольт. Это позволяет использовать весь спектр устройств защиты в различных сочетаниях.

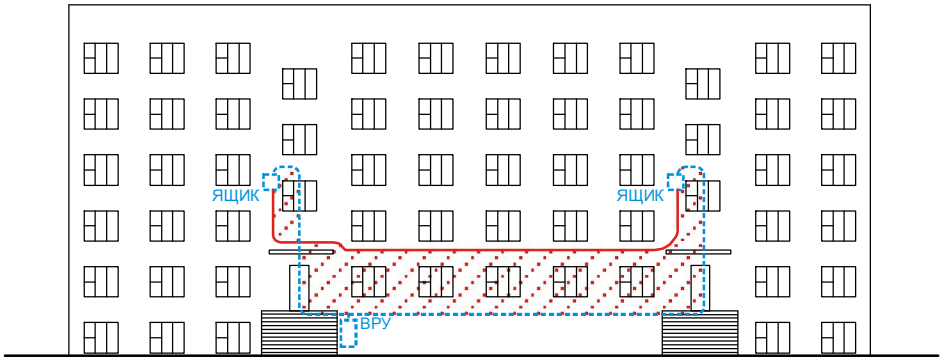

Рисунок 12. Уменьшение площади контура наводки при изменений машрута прокладки кабеля.

Если же в рассмотренном примере № 2 изменить схему электропитания оборудования, проложив кабель электропитания параллельно кабелю Ethernet по фасаду здания, то это снизит площадь контура еще на порядок и позволит использовать для защиты в том числе самый "легкий" вариант РГ4+РГ4.

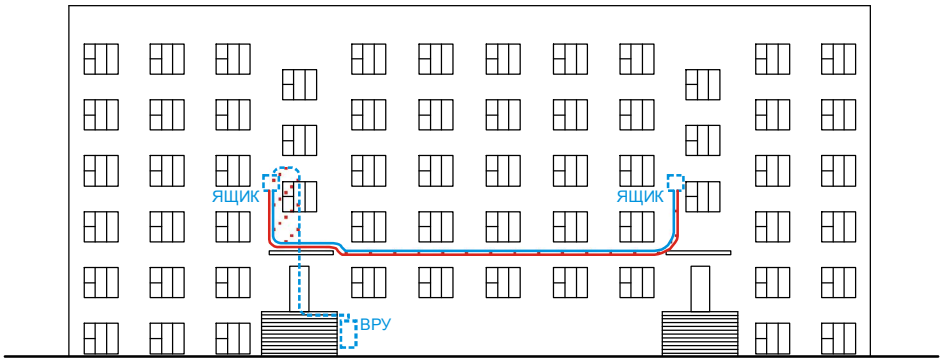

Рисунок 13. Уменьшение площади контура при изменении схемы электропитания оборудования

Рекомендация 4. При проектировании схемы электропитания оборудования с применением системы заземления TN-C-S следует учитывать возможность возникновения нештатных ситуаций. Так, например, повреждение нулевого провода нередко происходит в домах, имеющих преклонный возраст. Если электропитание оборудования в таком доме выполнено от этажных щитков по схеме TN-C-S, то повреждение нулевого проводника в одном из подъездов приводит к тому что кабель Ethernet вместе с устройствами защиты становится частью энергоустановки здания, и через них начинает течь ток нулевой шины (см. Рисунок 14) . Это приводит к повреждению устройств защиты. Для предотвращения подобных ситуаций следует применять схему электроснабжения, при которой подключение к электросети здания выполняется в одной точке, что гарантирует отсутствие уравнивающих токов даже при повреждениях в электросети.

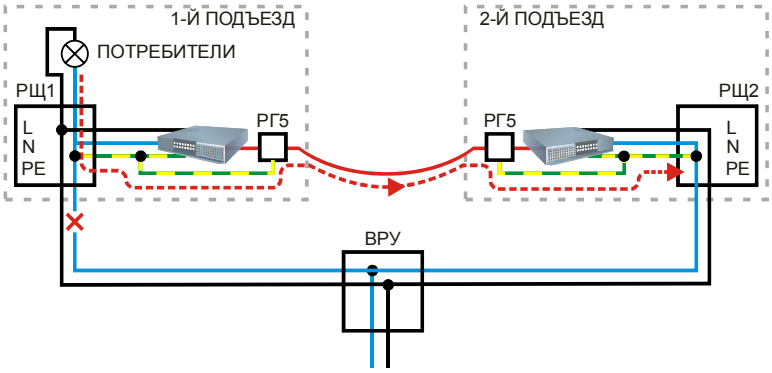

Рисунок 14. Протекание тока при повреждении нулевого проводника.

Рекомендация 5. Нередко возникает ситуация, когда в помещении, где установлено защищаемое оборудование передачи данных, электропроводка выполнена по схеме TN-C, т.е. проводник PE отсутствует. В этих случаях проектировщик вынужден применять устройства РГ6. При их применении следует помнить, что эти устройства имеют ограниченную стойкость, и следует избегать применения этих устройств в пограничных условиях, когда возможный уровень ЭДС электромагнитной наводки приближается к пределу стойкости устройства. В случае пробоя изоляции в устройстве защиты, оборудование гарантированно получит тяжелые повреждения и, скорее всего, окажется неремонтопригодным.

Рекомендация 6. Использовать кабельный экран как средство защиты от грозовых наводок следует только в тех случаях, когда можно обеспечить его надежное заземление при отсутствии уравнивающих токов, а расчетные уровни электромагнитной и электростатической наводки не превышают 2000…3000 вольт. Во всех остальных случаях в условиях применения устройств защиты использование экранированного кабеля приводит только к удорожанию проекта. При этом уровень защиты оборудования передачи данных не только не повышается, но и даже немного снижается по сравнению с использованием неэкранированного кабеля из-за повышенной нагрузки на устройства защиты из-за меньшего омического сопротивления экрана по сравнению с сопротивлением кабельных жил.

Рекомендация 7. При монтаже устройств защиты для оборудования, использующего технологию PoE (Power Over Ethernet), очень часто невозможно найти в месте установки какой-либо заземлитель. В этом случае следует помнить, что опасность для оборудования представляет не сам высокий потенциал грозовой наводки, а разность потенциалов между компонентами оборудования. Главная задача состоит в уравнивании потенциалов этих компонентов за счет создании пути для грозовой наводки, минуя оборудование. Т.к. замыкание контура наводки происходит через строительные конструкции, на которых размещено оборудование, то именно их и необходимо использовать в качестве заземлителя. Бетон является хорошим проводником, а атмосферные осадки, которые обычно сопровождают грозу, еще больше увеличивают его проводимость. Относительно высокое омическое сопротивление такого заземлителя облегчает работу устройств защиты, уменьшая ток электромагнитной наводки.

Устройство защиты устанавливается как можно ближе к защищаемому оборудованию, а разрядная цепь устройства защиты подключается к строительной конструкции. При этом следует принять меры по обеспечению надежной металлосвязи между всеми компонентами монтажного узла т.к. разность потенциалов между ними под действием токов растекания может оказаться достаточной для повреждения оборудования.

Приложение А. Величина ЭДС грозовой наводки.

Таблица 2. Величина ЭДС электромагнитной наводки (Вольт) в зависимости от площади контура S и расстояния до места возможного грозового разряда r_k.

S кв.м \ r_k м	50	60	80	100	150	200	250
10	2513	2094	1571	1257	838	628	503
12	3016	2513	1885	1508	1005	754	603
14	3519	2932	2199	1759	1173	880	704
16	4021	3351	2513	2011	1340	1005	804
18	4524	3770	2827	2262	1508	1131	905
20	5027	4189	3142	2513	1676	1257	1005
22	5529	4608	3456	2765	1843	1382	1106
24	6032	5027	3770	3016	2011	1508	1206
26	6535	5445	4084	3267	2178	1634	1307
28	7037	5864	4398	3519	2346	1759	1407
30	7540	6283	4712	3770	2513	1885	1508
32	8042	6702	5027	4021	2681	2011	1608
34	8545	7121	5341	4273	2848	2136	1709
36	9048	7540	5655	4524	3016	2262	1810
38	9550	7959	5969	4775	3183	2388	1910
40	10053	8378	6283	5027	3351	2513	2011
45	11310	9425	7069	5655	3770	2827	2262
50	12566	10472	7854	6283	4189	3142	2513
55	13823	11519	8639	6912	4608	3456	2765
60	15080	12566	9425	7540	5027	3770	3016
65	16336	13614	10210	8168	5445	4084	3267
70	17593	14661	10996	8796	5864	4398	3519
75	18850	15708	11781	9425	6283	4712	3770
80	20106	16755	12566	10053	6702	5027	4021
85	21363	17802	13352	10681	7121	5341	4273
90	22619	18850	14137	11310	7540	5655	4524
95	23876	19897	14923	11938	7959	5969	4775
100	25133	20944	15708	12566	8378	6283	5027
105	26389	21991	16493	13195	8796	6597	5278
110	27646	23038	17279	13823	9215	6912	5529
115	28903	24086	18064	14451	9634	7226	5781
120	30159	25133	18850	15080	10053	7540	6032
125	31416	26180	19635	15708	10472	7854	6283
130	32673	27227	20420	16336	10891	8168	6535
135	33929	28274	21206	16965	11310	8482	6786
140	35186	29322	21991	17593	11729	8796	7037
145	36442	30369	22777	18221	12147	9111	7288
150	37699	31416	23562	18850	12566	9425	7540
155	38956	32463	24347	19478	12985	9739	7791
160	40212	33510	25133	20106	13404	10053	8042
165	41469	34558	25918	20735	13823	10367	8294
170	42726	35605	26704	21363	14242	10681	8545
175	43982	36652	27489	21991	14661	10996	8796
180	45239	37699	28274	22619	15080	11310	9048
185	46496	38746	29060	23248	15499	11624	9299
190	47752	39794	29845	23876	15917	11938	9550
195	49009	40841	30631	24504	16336	12252	9802
200	50265	41888	31416	25133	16755	12566	10053

Приложение Б. Технические параметры устройств защиты серии РГ.

Таблица 3. Технические параметры устройств защиты серии РГ

		РГ4-12LSA	РГ4PoE-1	РГ4PoE-IP54	РГ4PoE-6LSA	РГ4GPoE-1	РГ4GPoE-IP54	РГ4GPoE-6LSA	РГ5-1	РГ5-8LSA	РГ5G-1	РГ5G-4LSA	РГ6G-1	РГ6-1
Количество портов		12	1	1	6	1	1	6	1	8	1	4	1	1
Подключение кабеля	Розетка RJ-45	●	●			●			●		●		●	●
	LSA терминальный блок			●	●		●	●		●		●		
Подключение оборудования	Розетка RJ-45	●	●		●	●		●		●		●	●	●
	Вилка RJ-45		●	●		●			●		●		●	●
	LSA терминальный блок						●							
Защищаемые проводники (розетка RJ-45)	1,2,3,6	●							●	●				●
	1…8		●	●	●	●	●	●			●	●	●	
Скорость работы	Fast Ethernet (100 Mbps)	●	●	●	●				●	●				●
	Gigabit Ethernet (1 Gbps)					●	●	●			●	●	●	
Вносимые потери на частоте:	10…90 МГц	< 0,4 дБ												
	90…135 МГц	—									< 0,8 дБ			—
Возвратные потери на частоте	10 МГц	< -30 дБ												
	50 МГц	< -20 дБ												
	90 МГц	< -10 дБ	< -15 дБ											
	135 МГц	—									< -13 дБ			—
Переходное затухание между каналами на частоте 90 МГц		> 30 ДБ												
Проходная емкость ВХОД - ВЫХОД		—							< 110 пФ					
Испытательное напряжение ВХОД - ВЫХОД		—							1500 В				15000 В	
Уровень ограничения дифференциального напряжения		< ±2,5 В											—	
Время срабатывания дифференциальной защиты		< 10 нс.											—	
Максимально допустимое постоянное напряжение в кабеле относительно проводника PE		< ±310 В							< ±90 В	< ±310 В	< ±90 В	< ±310 В	< ±15000 В	
Максимальный отводимый импульсный ток на 1 порт (импульс 8/20 мкС)		< 50 А	< 5 КА										—	
Допустимый разброс параметров по каналам		—	< ±10 %											

Таблица 4. Габариты и вес устройств защиты сери РГ

Модель	**Размеры без соединительного кабеля и проводника заземления** [1]	**Вес со стандартным кабелем и проводником заземления**
РГ4-12LSA	217 x 103 x 34 мм	250 Гр.
РГ4PoE-1	33x83x14 мм	90 Гр.
РГ4PoE-IP54	75x75x40 мм (без учета кабельных вводов)	80 Гр.
РГ4PoE-6LSA	217 x 103 x 34 мм	110 Гр.
РГ4GPoE-1	35x93x14 мм	100 Гр.
РГ4GPoE-IP54	75x75x40 мм (без учета кабельных вводов)	90 Гр.
РГ4GPoE-6LSA	217 x 103 x 34 мм	170 Гр.
РГ5-1	100 x 30 x 20 мм	90 Гр.
РГ5-8LSA	217 x 103 x 34 мм	230 гр.
РГ5G-1	100 x 34 x 20 мм	150 гр.
РГ5G-4LSA	217 x 103 x 34 мм	230 гр.
РГ6-1	94 x 28 x 20 мм	50 Гр.

Примечание 1. Устройства РГ4-12LSA, РГ4PoE-6LSA, РГ4GPoE-6LSA, РГ5-8LSA, РГ5G-4LSA устанавливаются в корпус, 19-ти дюймового Европейского стандарта высотой 1U.
Габариты корпуса 485 x 135 x 44 мм. В корпус может быть установлено два устройства защиты в любом сочетании.

Приложение B. Параметры кабеля витая пара

Таблица 5. Параметры кабеля экранированная витая пара (FTP) производства компании "R & M" ("Райхле и Де-Массари" , Швейцария), артикул R300316.

Number of pairs Количество пар	4
Sheath material Материал оболочки	LSOH
Colour Цвет	Grey, RAL 7035
Conductor diameter [mm] Диаметр проводника [мм]	0.5
Insulation diameter [mm] Диаметр проводника в изоляции [мм]	1.0 PE
Cable diameter [mm] Диаметр кабеля [мм]	6.2
Weight [kg/km] Вес [кг/км]	42
Minimum bending radius, installation Минимальный радиус изгиба при монтаже	8 x D
Minimum bending radius, installed Минимальный радиус изгиба после монтажа	4 x D
Maximum tensile load, installation [N] Максимальная растягивающая нагрузка при монтаже [Н]	100
Maximum tensile load, installed Максимальная растягивающая нагрузка после монтажа	No stretch Не допускается
Temperature Range, Operation [C] Температура эксплуатации	20 to + 75
Temperature Range, Installation [C] Температура при монтаже	0 to + 50
LSOH Стандарты на материал оболочки	IEC 61034, IEC 60754-1, IEC 60332-1
Heat Release (Siamese Cable) [MJ/km] Рассеиваемая мощность [МДж/км]	561 (1128)
Characteristic impedance (100 MHz) [Ohm] Характеристический импеданс на частоте 100 МГц [Ом]	100 ±15%
DC-loop resistance [Ohm/km] Сопротивление шлейфа [Ом/км]	170
Resistance unbalanced, max. [%] Рассогласование проводников в паре, макс. [%]	2
Transfer impedance, IEC 96-1, 1 MHz [mOhm/m] Импеданс передачи на частоте 1 МГц [милиОм/м]	26
Transfer impedance, IEC 96-1, 10 MHz [mOhm/m] Импеданс передачи на частоте 10 МГц [милиОм/м]	31
Nominal velocity of propagation (NVP) [c] Номинальная скорость распространения [c]	0.7
Mutual capacitance, nominal [pF/m] Номинальная емкость затухания [пФ/м]	50
Capacitance unbalanced, max. [pF/m] Емкость между парами, макс [пФ/м]	1600
Screen Экран	aluminium foil алюминиевая фольга

Приложение Г. Сведения о сертификации и изготовителе.

Устройства защиты серии РГ не подлежат обязательной сертификации. Изделия сертифицированы в системе добровольной сертификации ГОСТ Р. Сертификат № РОСС RU.АЯ36.Н28163

Изготовитель:
ООО "Компания Информационные системы", 450071, г.Уфа, ул.50 лет СССР, д.39, корп.6.
Тел./факс: (347)248-43-78
www.info-sys.ru

Список литературы.

1. Кравченко В.И. Грозозащита радиоэлектронных средств. Справочник. Москва, Радио и связь, 1991.
2. Базелян Э.М., Разер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. Москва, Физматлит, 2001.
3. И.Литвин. Ответы на вопросы. Рубрика для кабельщиков. Журнал "Теле-Спутник", 3(101) март 2004 http://www.telesputnik.ru/archive/101/article/58.html
4. РД 45.083-99 "Рекомендации по обеспечению стойкости аппаратурных комплексов объектов проводной электросвязи к воздействию дестабилизирующих факторов". Утвержден Министерством связи России 07.12.1999

© ООО "Компания Информационные системы", г.Уфа
Тел./факс: +7-347-248-4378
www.info-sys.ru, www.info-sys.kz