

ПОКА НЕ ГРЯНУЛ ГРОМ...

А. Попов
производственная фирма «Тахион»

Защита электронного оборудования систем от опасных наведенных напряжений в линиях была затронута на страницах журнала 8 лет назад. Конечно, законы физики за этот срок никаких изменений не претерпели, тем не менее, вопросы и проблемы, с которыми обращаются к нам сегодня и пользователи, и installеры оборудования, говорят о том, что есть смысл вновь вернуться к этой теме. Некоторые из тех, кто непосредственно занимался проектированием и инсталляцией в 2001 году, сегодня перешли на административную работу – в силу законного карьерного роста. Немало пришло на рынок молодых кадров, которые, что греха таить, учатся «по ходу дела». Поэтому мы не будем отправлять их в архивы редакции за ответами, а еще раз изложим то, что уже было и никоим образом не устарело, а также то, чего не было, но о чем стоит иметь хотя бы представление.

Помимо этих субъективных характеристик развития рынка и того, какими средствами он развивается, дает объективные основания для актуальности рассмотрения этой темы. Тогда мы говорили исключительно о защите аппаратуры в линии передачи видеосигнала. Ну, и еще вторичного питания. Сегодня у всех на языке и системы «глобального мониторинга», и «безопасные города». И уж, конечно, «all over IP» – куда ж без него. Во всех подобных системах присутствуют протяженные линии связи, которые требуют к себе хотя бы минимального уважения, так как физические процессы, как уже упомянуто, в отличие от рынка остаются консервативными. «Уважения» на уровне общего понимания вопроса с тем, чтобы вовремя предвидеть возможные проблемы и принять меры по их минимизации, чтобы правильно строить диалог с заказчиком и не становиться самому заложником безграмотности последнего.

Есть еще, на мой взгляд, объективная причина именно сегодня вернуться к теме защиты от опасных наведенных напряжений. А именно, массированная атака рынка ТСБ со стороны других рынков – и компьютерного, и медиа-технологий. Их стремление к собственному развитию за счет проникновения в другие рынки вполне понятно и оправдано с точки зрения бизнеса. Тем не менее, в этом стремлении сами предлагаемые ими товары зачастую не успевают адаптироваться к новым для них условиям применения; оказываются пока зелеными для применения на аппаратном уровне, и задача этой адаптации часто целиком ложится на плечи installера. Специализированное оборудование, прошедшее обкат-

ку во времени, как правило, рассчитано на реальные условия эксплуатации в технических системах безопасности. Кстати, этот фактор в немалой степени влияет и на сравнительно высокий уровень цен такого оборудования. В частности, это касается и климатических условий работы, и необходимой защиты по линиям связи. Если взять «родное» оборудование рынка ТСБ, например, телеметрического управления, то пульта, приемники телеметрии (в том числе и в составе роботизированных купольных камер) по умолчанию имеют защиту по линии интерфейса. Аппаратура передачи видеосигнала по витой паре, если она правильная, имеет защиту по линии передачи видеосигнала в составе собственной схемы; совсем правильная – и по входу и по выходу линии, потому что без такой защиты возврат в ремонт – дело только времени. Оборудование же, изначально предназначенное для работы в тепличных условиях внутренних компьютерных сетей, оказавшись в одиночестве на улице, зачастую остается совершенно беззащитным от всевозможных внешних разрушающих факторов, и задачу защиты приходится решать отдельно. Мы уже неоднократно указывали на это и в статье «Немелочные мелочи систем видеонаблюдения», посвященной климатической защите, и в статье «Есть мнение, что PC-based системы имеют засаду по земле». Есть такая засада и в опасных наведенных напряжениях в линиях связи.

Тема в действительности неисчерпаемая. Ей посвящены тысячи научных трудов. И самый сложный вопрос, возникший при идеи написания данной статьи, – в каком ключе и на каком уровне стоит излагать материал, поскольку даже то, что кажется просто важным, заняло бы целый номер журнала. С другой стороны, понятно, что человек, владеющий данным вопросом, знающий, к каким источникам можно обратиться в том или ином конкретном случае, просто пропустит такую статью. Тот же, кого данный вопрос касается эпизодически, просто не будет детально вникать в тему, тратя свое время на изучение объемного материала.

Поэтому все будет исключительно на уровне «уважения» к линиям связи и общего понимания. И базироваться будем на тех реальных вопросах, которые нам приходилось слышать от реальных installеров и просто людей, работающих на нашем рынке. Поэтому заранее просим технических специалистов, владеющих вопросом на должном уровне, не обвинять автора, возможно, в некотором примитивизме изложения. Статья не для вас. Гораздо важнее, чтобы основная масса людей, задействованная в постро-

ении систем, просто представляла себе существующую проблему, а значит, решала бы ее силами специалистов, а не игнорировала бы по незнанию.

И еще – никому не объять баобаба. Поэтому будем говорить о том, что ближе – о системах видеонаблюдения. Вопрос актуален для всех проводных систем, отличия будут только в конкретных технических характеристиках. А их определение для ОПС и систем управления доступом оставим специалистам в этих областях.

Для полноты понимания вопроса опустим термин «грозозащита» и будем далее говорить об устройствах защиты от наведенных опасных напряжений.

Итак! Основными источниками опасных напряжений могут являться:

- высоковольтные линии передачи, расположенные параллельно линиям связи;
- контактные сети электрифицированных железных дорог;
- сети городского электротранспорта;
- электросварочные установки;
- близко расположенные радиотехнические передающие, локационные и другие установки;
- атмосферные (грозовые) разряды;
- преднамеренное повреждение сетей (электромагнитный терроризм – есть уже и такой термин).

Очевидно, что широко принятое в обиходе название защитных устройств – «грозозащита» – не совсем корректно. Существует немало факторов, никак с грозой не связанных. Если у нас на объекте в принципе отсутствует вероятность каких-либо атмосферных разрядов, это отнюдь не означает, что отсутствует вероятность возникновения опасных напряжений в линиях. Есть масса других возможных источников, с которыми приходится сталкиваться практически постоянно и устройство защиты от которых полностью оправдано. Другое дело, что все иные, помимо грозовых разрядов, причины на конкретном объекте известны и предсказуемы, а значит, очевидна необходимость (или отсутствие таковой) в дополнительных устройствах защиты от них. Грозовые разряды – вещь вероятностная, а посему креститься начинаем не раньше, чем грянет гром. А с другой стороны, именно индуцированные разрядом молнии перенапряжения наиболее опасны в силу своей сокрушительной амплитуды.

В общем случае в системе видеонаблюдения опасное наведенное напряжение может «прийти» в аппаратуру по следующим линиям:

- линии питания 220 В (в особенности, если прокладывается «собственная» для системы протяженная линия, да еще по воздушной трассе (характерно для периметральных систем);
- линия вторичного питания 12/24 В (например, от блоков питания, расположенных на удалении от камер);
- линия передачи видеосигнала (любая

проводная линия: коаксиальный кабель или витая пара);

- линии передачи данных (в частности, RS-485, Ethernet, наиболее часто используемые в системах).

Сразу заметим, что от прямого попадания молнии в линию (или аппаратуру линии) никакое защитное устройство не спасет. И в свете этого кратко остановимся на понятии именно молниезащиты, чтобы наглядно убедиться, что просто устройства защиты линий от опасных наведенных напряжений на статус грозозащиты явно не тянут.

Международной электротехнической комиссией (МЭК) разработаны стандарты, в которых изложены принципы защиты зданий и сооружений от импульсных перенапряжений. К ним, в частности, относится МЭК-62305 «Защита от удара молнии». Требования МЭК-62305 формируют зонную концепцию защиты, основными принципами которой являются:

- применение электрически связанных между собой строительных конструкций с металлическими элементами (арматурой, каркасами, несущими элементами и т.п.) и системой заземления, образующими экранирующую среду для уменьшения влияния внешних электромагнитных воздействий внутри объекта («клетка Фарадея»);
- наличие правильно выполненной системы заземления и уравнивания потенциалов;
- деление объекта на условные защитные зоны и применение устройств защиты от перенапряжений;
- соблюдение правил размещения защищаемого оборудования и подключенных к нему проводников относительно другого оборудования и проводников, способных оказывать опасное воздействие или вызывать наводки.

Вот и попробуйте «примерить» такую концепцию к реальным нашим объектам. Как правило, первые два пункта, без которых о какой-либо действительно молниезащите говорить бессмысленно, находятся, в принципе, вне «юрисдикции» не то что инсталлятора, но и проектировщика системы (если только он не проектировщик всего объекта от фундамента). Но никто не призывает и отказываться от заказа по причине несоответствия объекта в полной мере требованиям МЭК-62305. А вот оценить уровень молниезащиты с тем, чтобы не брать на себя скоропалительных обязательств, чтобы не гарантировать заказчику того, что в принципе не удастся реализовать в данных конкретных условиях, оговорив дополнительные условия, это можно и разумно сделать всегда. Не знаю, как на наших объектах выглядит арматура зданий, но знаю, что очень часто (в том числе и на промышленных гигантах) ни о какой грамотной системе заземления и речи нет. Это обязательно должно найти свое отражение в договорных обязательствах, чтобы объект не стал «планово-убыточным» для подрядчика.

Сложнее, если вам приходится строить систему в чистом поле, какой-нибудь защитный периметр, устанавливая столбы для видеокамер и прокладывая все коммуникации с нуля, а заказчик попался очень правильный и богатый, потому что, даже установив всю требуемую в данном случае защиту, все равно нельзя гарантировать стопроцентную защищенность оборудования.

Надеемся, что понятие грозозащиты для устройств защиты от опасных наведенных напряжений теперь будет восприниматься и вами как не совсем корректное.

Переходим к первому реальному вопросу от реальных людей нашего рынка в связи с данной темой. А состоял он в том, что нет необходимости в применении защитных устройств для линии питания 220 В, проложенной по столбам, в силу того, что провода имеют хорошую изоляцию. Мы не говорим ни о каком прямом контакте стороннего источника высокого напряжения с проводами наших линий. Речь идет исключительно о наводимом перенапряжении.

Кратко остановимся на физике процесса.

Внешнее переменное электромагнитное поле наводит в линии связи ЭДС (электродвижущая сила), вызывающую прохождение тока в линии, что приводит к возникновению разности потенциалов на ее концах. Величина этой разности потенциалов $U_{\text{опасн.}}$ зависит от протяженности участка воздействия и напряженности (E) электромагнитного поля от внешнего источника. Так, влияние расположенных параллельно линиям связи высоковольтных линий характеризуется большой протяженностью участка воздействия, хотя напряженность поля может быть сравнительно невысокой; для атмосферных разрядов картина противоположная – очень высокая напряженность при относительно малом участке воздействия.

Кроме того, от растекающегося по земле заряда, привнесенного, например, молнией, возникает статический потенциал, защитой от которого является экранирование линии связи, прокладываемой в земле (экран кабеля, прокладка трассы в металлических трубах).

ЭДС, наводимая в проводнике, является функцией скорости нарастания электромагнитного поля. Так длительность разряда молнии составляет 50 мкс. Количество повторений – до 3-х с интервалами до 0,5 с. Наведенная ЭДС от грозового разряда (наведенная, а не от попадания молнии в линию) в среднем достигает 5 000 В (5 кВ) в течение 50 мкс.

Понятно, что установкой предохранителей проблему решить невозможно, ибо ни один предохранитель за 50 мкс даже не чихнет.

Задача любого устройства защиты в линии – понизить это наведенное опасное для основного сигнала напряжение до уровня допустимого, при этом никак не повлиять на сам полезный сигнал. То есть для полезного сигнала система защиты должна как

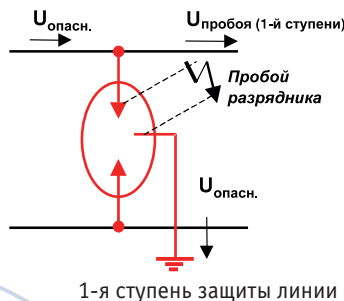


Рис. 1

бы отсутствовать.

Достигается это созданием многоступенчатой системы защиты, снижающей потенциал до приемлемой величины от точки наведения до точки подключения линии к аппаратуре. Высокий потенциал отводится при этом на землю.

В качестве отводящих устройств первой ступени защиты применяются «разрядники» – газоразрядные приборы, имеющие определенное напряжение пробоя, при котором резко снижается его сопротивление (рис. 1).

Таким образом, после прохождения через первую ступень (разрядник) потенциал в линии ограничивается на уровне потенциала пробоя. Для коротких импульсов величина этого потенциала больше, для длительного воздействия меньше. Для дальнейшего ограничения опасного напряжения выполняется вторая ступень защиты. От первой ступени защиты она отделяется ограничивающими ток элементами (дрессели, резисторы) (рис. 2).

Строится обычно вторая ступень на стабилитронах или диодах TRISIL. На них происходит дальнейшее ограничение напряжения. Во многих случаях этого уже достаточно.

При необходимости дальнейшего снижения напряжения устанавливается третья ступень, опять же с ограничительными резисторами, которая строится обычно на стабилитронах.

Следующий вопрос, с которым периодически приходится сталкиваться и который,

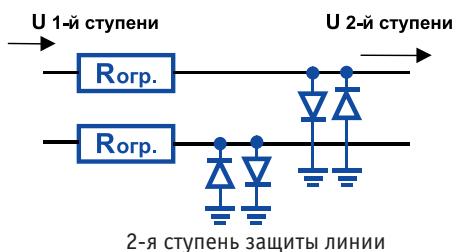


Рис. 2

нередко, носит характер даже претензии к качеству защитного оборудования. Звучит он примерно так: «У нас установлены по всем линиям устройства защиты, тем не менее, была гроза, и многие из них вышли из строя». Часто при этом выходит из строя и сама защищаемая аппаратура.

В целом необходимо понимать, что, если защитное устройство и «умерло», все же защитив аппаратуру, – оно свою функцию выполнило, хотя и совершенно конкретной, выраженной в деньгах ценой. Выход аппаратуры из строя в подобных случаях легко и дешево устраняется. А бывает, что защитные устройства оказываются просто бесполезны.

Но это все «лирика». А для понимания сути вопроса возвращаемся к зоновой концепции защиты, изложенной в МЭК-62305, которая определяет зоны молниезащиты с точки зрения прямого и непрямого воздействия молнии следующим образом:

Зона 0А: зона внешней среды объекта, все точки которой могут подвергаться воздействию прямого удара молнии (иметь непосредственный контакт с каналом молнии) и возникающего при этом электромагнитного поля.

Зона 0В: зона внешней среды объекта, точки которой не подвергаются воздействию прямого удара молнии, так как находятся в пространстве, защищенном системой молниезащиты. Однако в данной зоне имеется воздействие неослабленного электромагнитного поля.

Зона 1: внутренняя зона объекта, точки которой не подвергаются воздействию прямого удара молнии. В этой зоне токи во всех токопроводящих частях имеют значительно меньшее значение по сравнению с зонами 0А и 0В.

Зоны 2, 3... и т.д. Если необходимо дальнейшее снижение электромагнитного поля и разрядных токов для размеще-

ния чувствительного оборудования, проектируются дальнейшие зоны защиты. С увеличением номера зоны уменьшается влияние электромагнитного поля и разрядного тока.

Условный пример разделения объекта на зоны приведен на рисунке 3. Кабели электропитания, связи и другие металлические коммуникации должны входить в защитную зону 1 в одной точке и своими экранными оболочками или металлическими частями подключаться к главной заземляющей шине на границе раздела зон 0А-0В и зоны 1.

Описанное выше разделение объектов на зоны позволяет на практике эффективно решать вопросы защиты сетей электропитания до 1000 В, а также линий связи, передачи данных, компьютерных сетей и других коммуникаций, входящих в объект.

Вот очень коротко то, что касается деления объекта на зоны.

Согласно требованиям стандартов (МЭК-61643-1 и МЭК-61643-12), устройства защиты от перенапряжений в зависимости от места установки и способности пропускать через себя различные импульсные токи делятся на три класса – I, II и III (или на D, C, B согласно немецкого стандарта E DIN VDE 0675-6, который уже практически не применяется).

Основные требования к устройствам защиты от перенапряжений в зависимости от класса приведены в таблице 1.

Вот теперь можно ответить на вопрос, почему установленная защита и сама не уцелела, и не защитила оборудование.

Просто класс устройства не соответствовал зоне, в которой это устройство было установлено.

В действительности, на нашем рынке в основной своей массе представлены устройства III класса. Собственно, только они и находятся в распоряжении инсталлятора системы в абсолютном большинстве случаев, если только объект и все его инженерные коммуникации проектируются и строятся не с нуля. На устройства I и II класса проектировщик и инсталлятор влиять не в состоянии – они уже есть в том или ином объеме или их вовсе нет. Вряд ли в рамках отдельной системы кто-то предложит, а кто-то согласится устанавливать полноценную систему защиты. Во-первых, это достаточно узкоспециализированная вещь, требующая очень высокого уровня специализированных знаний. А, во-вторых, стоимость соб-

Рис. 3. Разделение защищаемого объекта на зоны

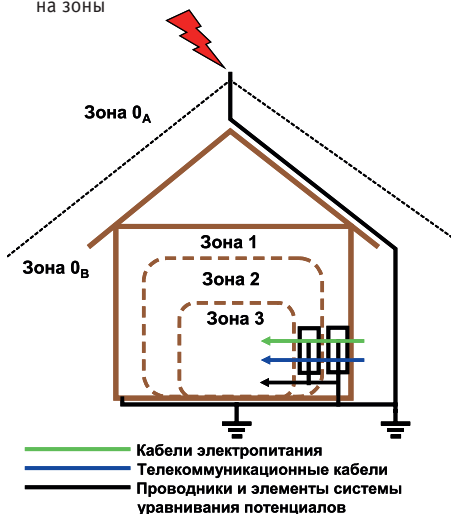


Табл. 1

Класс устройства	Назначение устройства
I	Защита от прямых ударов молнии в систему молниезащиты или воздушную линию электропередач. Устанавливается на вводе в здание во вводно-распределительном устройстве или главным распределительном щите. Нормируются импульсным током при $t_{имп.}$ 10/350 мкс.
II	Защита токораспределительной сети объекта от коммутационных помех или как вторая ступень защиты при ударе молнии. Устанавливаются в распределительные щиты. Нормируются импульсным током при $t_{имп.}$ 8/20 мкс.
III	Защита потребителей от остаточных бросков напряжений, защита от дифференциальных (несимметричных) перенапряжений, фильтрации высокочастотных помех. Устанавливаются непосредственно возле потребителя. Нормируется импульсным напряжением при $t_{имп.}$ 1,2/50 мкс и током при $t_{имп.}$ 8/20 мкс.

ственно технической системы безопасности может оказаться мизерной в сравнении с такой полноценной системой защиты.

Да и оценить в полном объеме степень защищенности тоже вряд ли получится. Как следует из указанного выше, достаточно кому-нибудь когда-нибудь завести на объект, например, какой-нибудь металлический трубопровод без соблюдения всех требований молниезащиты, как какая-нибудь зона 1, 2, 3... мигом потеряет свой «статус».

А если говорить об уже упомянутой какой-нибудь внешней периметральной системе с установленным в чистом поле на столбах оборудованием и воздушными линиями связи? По зонной концепции (рис. 3), имеем для нашей системы в чистом виде зону 0А, для которой и прямой удар молнии вполне реален. А защитное устройство имеем III класса. Вот и делайте выводы. Если делать всю полноценную систему молниезащиты, то, возможно, и периметральной системы не понадобится – появится полноценный забор из металлоконструкций. Ну, а о сравнительной стоимости собственно системы и системы защиты и говорить не приходится.

Поэтому всегда приходится идти на компромисс, чтобы не доводить дело до абсурда.

Прежде всего, оценить уязвимость самого оборудования и коммуникаций. Например, подземные линии существенно менее уязвимы, нежели воздушные.

Кроме того, если взять карту мира грозовой активности, Россия находится в зоне минимальных сравнительных вероятностей. А вероятность непосредственного попадания молнии в линию еще на несколько порядков ниже, в особенности если рядом находятся высокие строения, мачты, деревья и т.п.

А главным критерием выбора степени защиты является, конечно, критерий стоимостной – высокая стоимость защищаемого оборудования может стать весомым доводом в пользу усложнения схемы защиты и наоборот.

Это все касалось системы именно грозозащиты. А теперь вернемся в начало, к основным источникам опасных наведенных напряжений. Грозовые разряды – всего лишь один пункт в достаточно большом перечне угроз. И если для этой угрозы, носящей вероятностный характер, при отсутствии иных защит защита III класса тоже работает по принципу «повезет – не повезет», то для остального перечня угроз, которые очевидны и измеряемы, она эффективна и достаточна при грамотном построении системы. В частности, это касается системы заземления. Во всяком случае, при преднамеренном включением электрошокера в линию видеосигнала наша аппаратура III класса работала. Тут же необходимо отметить, что в статистике отказов оборудования при отсутствии устройств защиты от перенапряжений из нашей практики лидируют отнюдь не причины, связанные с атмосферными явлениями. Самыми массовыми причинами были промышленные помехи, а самыми неблагоприятными объектами – промышленные гиганты. Поэтому применение оборудования защиты III класса оправдано всегда, если существует принципиальная угроза опасного наведенного напряжения в линию. Тем более что и ценовой фактор, учитывая стоимость подобных устройств, всегда говорит в пользу такого применения.

Следующий часто задаваемый вопрос – где устанавливать устройство защиты?

Поскольку в данном контексте мы говорим об устройствах защиты III класса, то и в соответствии с таблицей 1, и в соответствии с логикой рассуждений – непосредственно возле защищаемого оборудования. Логика такова, что «по дороге» от защитного устройства к оборудованию больше уже ничего опасного для оборудования навесить не должно.

И отсюда же вытекает ответ на следующий часто задаваемый вопрос – сколько необходимо устанавливать защитных устройств в линии?

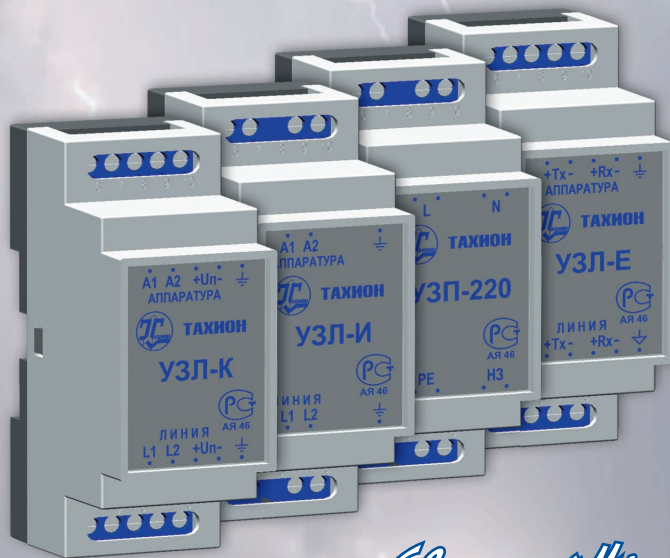
Столько, сколько единиц оборудования, подключенного к линии, мы собираемся защитить. И хотя само защитное оборудование нередко носит наименование «устройство защиты линии от опасных наведенных напряжений», в действительности оно защищает не линию (линия как раз представляет собой угрозу как приемник опасной наведенной ЭДС!), а аппаратуру, к линии подключаемую. Что защитим, то и уцелеет. Опасное напряжение будет



ТАХИОН
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЛЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Устройства защиты
оборудования систем с протяженными линиями связи от опасных наведенных напряжений, вызванных электромагнитными импульсами высоких энергий от атмосферных разрядов или промышленных помех



*Не ждите,
пока грянет гром,
потому что
он непременно грянет*

УЗЛ-К

для симметричных и несимметричных линий связи и цепей вторичного питания =12 (24) В;

УЗЛ-И

для линий последовательного интерфейса RS-485;

УЗП-220

для линий питания 220 В;

УЗЛ-Е

для защиты информационных портов Ethernet (10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T)

Производственная фирма «Тахион»

Россия, Санкт-Петербург, пр. Обуховской обороны, 86-К
Тел.: (812) 327-1247, 327-1201, 327-1298, факс: (812) 327-1153
E-mail: info@tahion.spb.ru, www.tahion.spb.ru

приложено к обоим концам линии, и, если на другом конце защиты нет, там все и пострадает.

Какова минимальная длина линии, требующая установки защитного оборудования?

Возвращаемся в начало статьи – величина наведенной разности потенциалов зависит от протяженности участка воздействия и напряженности внешнего электромагнитного поля. Вот от потенциально возможной напряженности в данном конкретном месте и будет зависеть минимальная длина линии, начиная с которой применение защитных устройств оправдано. А какая это напряженность, можно определить только непосредственно на объекте. В нашей практике защищались длины и в 2 м при высокой вероятности грозовых разрядов. Но существует общее правило для любой безопасности – считай себя ближе к опасности... Не те цены для аппаратуры III класса, чтобы на ней экономить.

И еще очень часто задаваемый вопрос, вызывающий больше всего споров даже у авторитетных специалистов рынка – обязательно ли заземлять защитные устройства, если да, то как это правильно сделать, и что будет, если заземления не делать?

Как явствует из схемы построения защитного устройства (рис. 1 и 2), опасный потенциал уходит на землю. Значит, землю надо в любом случае обеспечить; «в воздухе» систему не подвешивать.

В отличие от стиральной машины, которая будет все равно работать – выполнено заземление или нет (заземление выполняет исключительно функцию защиты от поражения электрическим током при неисправности оборудования), устройство защиты без заземления в принципе работать не будет. Если заземление не выполнено, устройство можно было вообще не устанавливать.

Заземлять можно (и нужно) непосредственно в месте установки вместе с защитными устройствами других категорий, если таковые имеются. Поскольку заземление выполнено через разрядник для первой ступени (рис. 1) или через диоды для второй ступени (рис. 2), заземление это возникнет только при перенапряжении в линии и срабатывании защиты и прекратится после прекращения опасных наводок. Таким образом, в штатном режиме работы системы такая схема не приведет к образованию множества вредных земель и связанных с этим помех.

Бывает, что непосредственно в месте установки устройства защиты в принципе нет возможности выполнить заземление. Тогда необходимо проложить отдельный провод от клеммы заземления устройства защиты к ближайшей возможной точке заземления.

И последнее по «земельному вопросу» – использование в качестве заземляющего провода экрана кабеля.

Если это экран симметричной линии (например, экран кабеля ТПП), который выполняет исключительно функцию защиты от внешних наводок, то все экраны таких кабелей системы на приемном конце заземляются в одной точке и могут использоваться в качестве заземления для устройств защиты. Такая защита будет несколько менее эффективна, нежели при заземлении устройств защиты на местах, поскольку сопротивление заземляющего проводника возрастает пропорционально длине провода (например, вместо длины провода в 5 м получим 1000 м – сопротивление увеличится в 200 раз – точка заземления всего одна на всю систему). Но такая схема лучше, чем ничего.

Для несимметричной линии, защитное устройство к которой подключается между линией и экраном, такое заземление на экран эквивалентно отсутствию защитного устройства вовсе.

Принципиальные схемы защитных устройств III класса для систем видеонаблюдения.

На рисунке 4 представлена принципиальная схема устройства двухступенчатой защиты оборудования в симметричных и несимметричных линиях передачи видеосигнала и линиях вторичного питания.

Первая ступень выполнена на газоразряднике. Вторая – электронный ограничитель на основе защитных диодов TVS. Как для линии передачи видеосигнала, так и для линии вторичного питания. Естественно, напряжения ограничения по этим линиям разные.

На рисунке 5 представлена принципиальная схема устройства двухступенчатой защиты оборудования от импульсных перенапряжений в линиях последовательного интерфейса RS-485, которая принципиально не отличается от рассмотренного выше. Также первая ступень выполнена на разряднике, а вторая на электронном ограничителе на основе защитных диодов TVS.

На рисунке 6 представлена принципиальная схема устройства трехступенчатой защиты информационных портов оборудования Ethernet. Роль второй ступени выполняет гальваническая развязка, на которой происходит подавление синфазных помех, наводимых в проводниках линии. Первая ступень выполнена на разряднике; третья – на защитных диодах TVS.

На рисунке 7 представлена принципиальная схема устройства для защиты оборудования от остаточных бросков напряжений и от наведенных напряжений в линиях питания с напряжением 220 В. I – газоразрядник; включается между нейтралью и проводником заземления. II – электронный ограничитель на основе варистора; включается между проводом линии и нейтралью. В отличие от всех предыдущих, устройство защиты по линии питающего напряжения 220 В включается в линию параллельно.

Наиболее значимые параметры для выбора устройств защиты III класса следующие:

- максимальный импульсный разрядный ток при $t_{имп.} = 8/20$ мкс – пиковое значение испытательного импульса тока, который защитное устройство может

Рис. 4

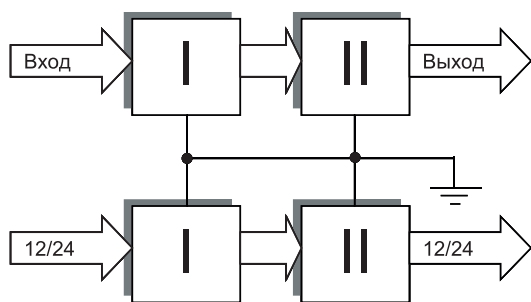


Рис. 5

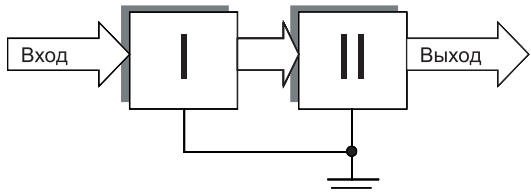


Рис. 6

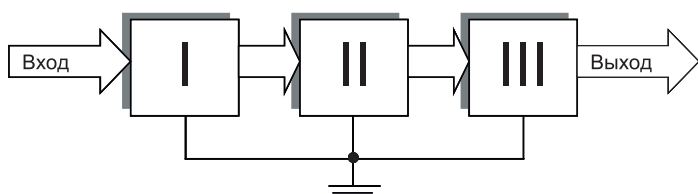
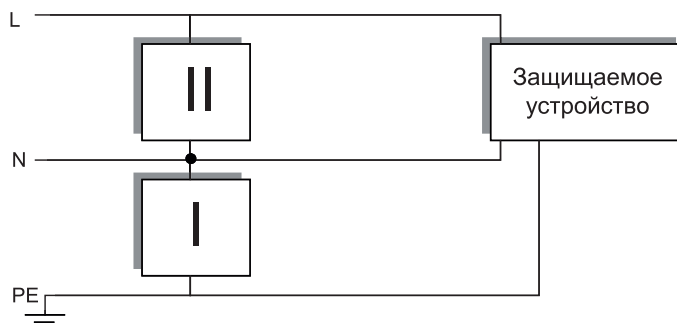


Рис. 7



пропустить один раз и не выйти из строя;

- напряжение ограничения – напряжение, до которого будет ограничено перенапряжение в линии после прохождения защитного устройства, независимо от величины самого перенапряжения;
- номинальный импульсный разрядный ток при $t_{имп.} = 8/20$ мкс – пиковое значение испытательного импульса тока, который защитное устройство может выдержать многократно;
- максимальное длительное рабочее напряжение – наибольшее значение напряжения, которое может быть длительно (в течение всего срока службы) приложено к выводам защитного устройства;
- уровень защиты – максимальное значение падения напряжения на защитном устройстве при протекании через него импульсного тока разряда; характеризует способность устройства ограничивать появляющиеся на его клеммах перенапряжения;
- время срабатывания – для варисторов обычно не превышает 25 нс, для разрядников – от 100 нс до нескольких микросекунд.

Подводя итог

Защита оборудования от опасных наведенных напряжений в линиях, даже выполненная по всем канонам и в полном объеме, не исключает на 100% возможность каких-либо повреждений или сбоев в работе по причине таких наводок. Тем более, если вся защита ограничивается установкой устройств только III категории. В то же время, отсутствие таких устройств при длинных линиях связи в системах практически на 100% гарантирует отказ и/или сбой в работе – весь вопрос только во времени. Поэтому применение таких устройств в технических системах безопасности, связанных с протяженными линиями, с наличием или потенциальной возможностью ощутимых электромагнитных помех, на промышленных объектах, на внешних объектах с воздушными трассами, оправдано всегда.

Наличие ремня безопасности абсолютно не гарантирует ни избежание ДТП, ни сохранности здоровья и жизни. Тем не менее, обязательность применения ремня безопасности сегодня закреплена законодательно.