



**Эдуард Базелян**, д.т.н., профессор, руководитель лаборатории моделирования электрофизических процессов Энергетического института им. Г.М. Кржижановского

## ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯМ НУЖНА ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Для многих из нас состояние внутреннего покоя и состояние собственного дома – тесно связанные понятия. При этом дом дорог нам и в утилитарном смысле этого слова, так как заполнен дорогостоящей электронной техникой. И быстродействующий компьютер, и светодиодный телевизор, и качественный музыкальный центр безусловно нуждаются в защите от перенапряжений. Не менее остро в такой защите нуждается современное офисное и промышленное оборудование, связанное с разветвленной сетью длиной в сотни метров. Если же эта сеть включает внешние устройства, например антенны, то ситуация становится особенно напряженной.

### ПРОБЛЕМА ЗАЩИТЫ ВЧ-ЦЕПЕЙ

Как правило, беспокойство вызывают источники питания электронной аппаратуры, непосредственно связанные с сетью 220 В. Устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) различного исполнения применяются здесь давно и успешно. Они не слишком дороги и удобны в эксплуатации, поскольку часто совмещены с адаптером, который включается непосредственно в сетевую розетку. Жаль только, что защита источника питания микросхемного блока не гарантирует надежную работу электронного процессора либо какого-то иного внутреннего блока, собранного из микросхем с рабочим напряжением в несколько вольт.

Совершенно необязательно, чтобы опасная для них электромагнитная наводка проникла через сеть 220 В. Возможен и иной путь – через высокочастотный (ВЧ) кабель, связывающий входное электронное устройство с антенной, проводной сетью интернета или внешним датчиком системы контроля, например с видеокамерой. Проводная связь такого рода, как правило, предназначена для транспортировки ВЧ-сигнала без искажений и деформации. Но наиболее сильные наводки от тока молнии отличаются исключительно малой длительностью, а потому ВЧ-каналы весьма пригодны для их доставки к дорогостоящим электронным блокам.

Время напомнить о многокомпонентных молниях. Согласно результатам прямой регистрации параметров молний, проанализированным СИГРЭ в 2013 г., их доля близка к 85%. Последующие компоненты таких молний отличает наиболее короткий фронт, длительность которого может составить всего 0,25 мкс. Отсюда высокая скорость роста тока (вплоть до 200 кА/мкс), а следовательно, и большая ЭДС магнитной индукции.

Разумеется, скорость роста магнитного поля далеко не всегда равна скорости роста тока, поскольку любая электромагнитная волна движется в пространстве с конечной скоростью. К молнии это относится в полной мере. Результаты прямой регистрации показали, что волна ее тока возникает при контакте молниевое канала с поверхностью земли или с наземным сооружением и движется вверх к облаку со скоростью, равной 1/2–2/3 скорости света (в среднем около 150 м/мкс). В результате фронт напряженности магнитного поля увеличивается по сравнению с фронтом тока молнии в тем большей степени, чем дальше удалена от канала точка регистрации. Вместе с ним снижается крутизна фронта  $dH/dt$ , прямо пропорциональная которой ЭДС магнитной индукции.

Сказанное иллюстрируется результатами компьютерного расчета параметра  $dH/dt$  (рис. 1а). Предполагалось, что волна тока последующего компонента движется по каналу со скоростью, равной половине скорости света. Фронт импульса  $H(t)$  действительно сглаживается. Но даже при удалении на 100 м максимальная скорость роста магнитного поля наступает меньше чем через 0,5 мкс, а полная длительность импульса укладывается в 1 мкс.

Деформация импульса напряженности магнитного поля выражена еще слабее, когда волна тока распространяется по металлическому токоотводу, где ее скорость равна скорости света (рис. 1б). Здесь полная длительность импульса  $dH/dt$  укладывается в 0,5 мкс, равно как и длительность наводимой этим импульсом ЭДС магнитной индукции. Столь короткое электромагнитное воздействие безусловно затухнет в низкочастотной цепи источника питания, но через широкополосную цепь передачи ВЧ-сигнала оно почти без искажений достигнет микросхемного устройства.

Расчетные данные на рис. 1 позволяют достаточно просто оценить величину электромагнитной наводки. Для этого нужно рассчитать амплитудное значение параметра  $A_H = (dH/dt)/I_M$  и вычислить  $U_M$  по формуле:

$$U_M = \mu_0 A_{Hmax} I_M S,$$

где  $I_M$  – заданный ток молнии;  $S$  – площадь контура, размещенного на расстоянии  $r$  от вертикальной оси канала молнии;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м – магнитная проницаемость вакуума.

Даже от весьма далекой молнии при  $r = 100$  м наводка превысит 100 В в контуре площадью 1 м<sup>2</sup> при расчетном токе последующего компонента 50 кА. Для современной микросхемы этого вполне достаточно. Поэтому ведущие электротехнические фирмы занимаются разработкой УЗИП, способных успешно функционировать в ВЧ-цепях.

### ТРЕБОВАНИЯ К УЗИП ДЛЯ ВЧ-ЦЕПЕЙ

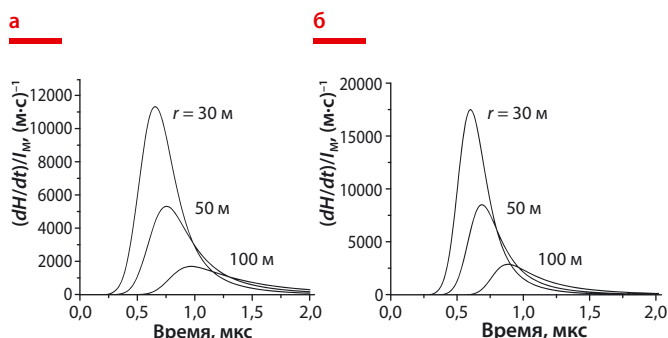
Требования к таким устройствам очень жесткие. Первое (и главное): установка УЗИП не должна снижать частотный диапазон защищаемого канала передачи информации. Сегодня речь идет как минимум о сотнях мегагерц. Например, УЗИП DEHNpatch DPA M CLE RJ45B 48 компании DEHN+SÖHNE, предназначенное для защиты систем передачи данных и для промышленной связи с интернетом, способно работать при частоте до 250 МГц.

Совершенно понятно и его конструктивное исполнение (рис. 2): с помощью стандартных разъемов (RJ45) оно легко вставляется в рассечку любой ВЧ-цепи передачи данных, например Ethernet или Power over Ethernet (PoE).

Второе требование касается обеспечения исключительно низкого уровня напряжения защиты. Требование это совершенно необходимое, поскольку речь идет о защите микросхем с рабочим напряжением 3–5 В. Здесь трудно удержаться от демонстрации УЗИП серии NET-Protector фирмы DEHN+SÖHNE (рис. 3). Модификация NET PRO 4TP, предназначенная для использования в качестве универсального средства защиты телекоммуникаций, имеет четыре пары экранированных портов и может устанавливаться в стойках оконечных монтажных шкафов (на рис. 3 справа) в качестве соединительного поля или модуля дооснащения.

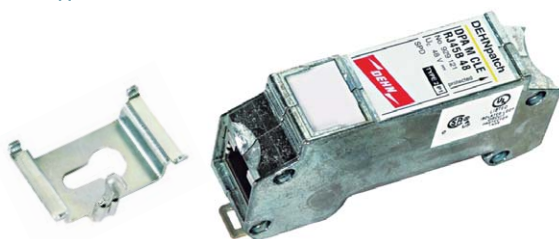
**Динамика производной напряженности магнитного поля на различном удалении от канала молнии при движении волны тока последующего компонента:**  
 а) со скоростью 150 м/мкс;  
 б) по металлическому тоководу со скоростью света

Рис. 1 •



**УЗИП DEHNpatch DPA M CLE RJ45B 48**  
 производства DEHN+SÖHNE

Рис. 2 •



**УЗИП серии NET-Protector**  
 производства DEHN+SÖHNE

Рис. 3 •



Уровень напряжения защиты впечатляет. У одной из модификаций УЗИП этой серии он не превышает 13 В. Кроме того, устройство обладает немалой стойкостью к импульсным воздействиям. Номинальный ток разряда (8/20 мкс) на один защищаемый порт равен 2,4 кА.

Конечно, никто не будет устанавливать такие УЗИП в зоне защиты 0 или 0<sub>B</sub>, но способность выдерживать импульсные токи килоамперного уровня говорит о высокой надежности устройства, что немаловажно, когда речь идет о защите систем телекоммуникаций с десятками каналов.

### В ОЖИДАНИИ НОВОГО УЗИП

В завершение этой статьи хотелось бы предложить дешевое универсальное устройство для защиты домашней электронной техники, но такого устройства пока нет. Разработчики УЗИП в долгу перед индивидуальными потребителями, хотя емкость открывающегося в этом направлении рынка очень велика. Дело за снижением стоимости устройств и расширением частотного диапазона, который должен приблизиться к верхней границе эфирного телевидения.

В этой ситуации трудно удержаться от дилетантского, но все-таки небесполезного совета. Воздействие близкого разряда молнии на бытовую электронику в индивидуальном доме – явление достаточно редкое, и здесь вполне можно рассчитывать на УЗИП, которое само погибнет, но цифровую технику защитит. Минутный перерыв в работе телевизора или компьютера – не проблема, а большего времени на замену сгоревшего УЗИП не требуется.



## УЗИП DEHNpatch

для систем передачи данных и сетей Ethernet

Универсальное УЗИП **DEHNpatch DPA CLE IP66** предназначено для защиты таких интерфейсов, как промышленный Ethernet, Power over Ethernet (PoE++/4PPoE), а также других близких интерфейсов в высокоскоростных структурированных кабельных сетях. Высокая степень защиты корпуса от пыли и влаги (IP66) обеспечивает возможность монтажа УЗИП вне помещения, например на мачту либо на стену. Защита всех пар осуществляется за счет комбинации мощных газовых разрядников и низкоемкостной диодной матрицы.

- Повышенная пропускная способность: импульсный ток молнии (10/350 мкс) на линию 0,8 кА.
- Высокая степень защиты корпуса (IP66): возможность монтажа вне помещения.
- Легкий монтаж устройства: подключение с помощью разъемов RJ45.
- Для применения в высокоскоростных СКС.

Подробная информация на сайте:



**DEHN защищает**  
 Молниезащита, защита от импульсных перенапряжений, средства электрозащиты

**ООО «ДЕН РУС»**  
 109428, Москва, Рязанский пр., д. 10, стр. 18, оф. 2.9  
 Тел.: +7 (495) 663-35-73, 782-23-76  
 info@dehn-ru.com  
 www.dehn-ru.com; молниезащита.рф