

# Зона защиты УЗИП



Для обеспечения защиты оборудования от импульсных перенапряжений требуется правильно определить зону, в которой УЗИП будет оказывать свое защитное действие. В статье рассматриваются обстоятельства, ограничивающие радиус защитного действия УЗИП.

ЭНИН им. Г. М. Кржижановского

Зона защиты молниеотвода — величина вполне привычная и понятная. Молниеотвод не может притянуть любую, сколь угодно удаленную молнию. Эффект стягивания проявляется только на конкретном расстоянии, когда от вершины молниеотвода стартует и распространяется навстречу лидеру молнии плазменный канал встречного лидера. По условиям его зарождения и развития определяется зона защиты молниеотвода заданной высоты, которая вводится в нормативные документы.

Зона защиты УЗИП — понятие менее знакомое и далеко не столь очевидное, хотя оно крайне важно с точки зрения внутренней молниезащиты. Чтобы убедиться в этом, достаточно представить себе простейшую ситуацию. Пусть трансформаторная подстанция 380/220 В через воздушную линию электропередачи обычного исполнения (оголенные провода) питает удаленную нагрузку. Это может быть коттедж или садовый домик, а может — и небольшая насосная или станция мобильной телефонной связи. Трансформатор стоит дорого. Его изоляция безусловно нуждается в защите от грозовых перенапряжений. Поэтому на выходе трансформатора установлено устройство защиты от перенапряжений (УЗИП) — искровой разрядник с автоматическим гашением

дуги или варисторный ограничитель (ОПН). Благодаря им напряжение на вторичной обмотке трансформатора не превысит предельного значения  $U_{ост}$ , безопасного для изоляции обмотки. Вопрос, который предстоит решить, заключается в том, будет ли одновременно с трансформатором защищено электротехническое оборудование на втором конце линии.

Для ответа нужно учесть физическую природу грозовых перенапряжений. Для низковольтных электрических сетей она, как правило, индукционная. Между проводами воздушной линии по закону электромагнитной индукции изменяющееся во времени магнитное поле тока молнии наводит ЭДС, величина которой оценивается как

$$ЭДС = \frac{\mu_0 S}{2\pi r} \frac{dI_M}{dt}.$$

Здесь  $S$  — площадь контура, созданного проводами линии электропередачи,  $I_M$  — ток молнии, а  $r$  — усредненное расстояние от проводов линии до канала молнии.

Важно отметить два обстоятельства. Во-первых, трансформатор может питать сразу несколько электрических цепей различной длины и направления. Совсем необязательно, что опасная для его изоляции ЭДС наведется именно в рассматриваемой воздушной

линии. Во-вторых, величина наведенной ЭДС зависит от расположения и геометрических размеров контура, но никак не от его электрических параметров. Когда защитное устройство трансформатора сработает и фактически закортит трансформаторную обмотку, ЭДС, возбужденная током молнии в рассматриваемой линии, останется практически без изменения. Более того, она будет теперь целиком приложена к изоляции электрических аппаратов в вашем доме. Чтобы узнать, насколько это опасно, нужно ввести в записанную выше расчетную формулу геометрические размеры воздушной линии. Допустим, что трансформаторная подстанция расположена почти рядом, всего в 100–150 м, и потому площадь контура между проводами воздушной линии не превышает 50 м<sup>2</sup>. Произведем оценку для средней по удаленности молнии, приняв среднее расстояние до места ее удара равным 200 м. Национальным нормативом «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» для не слишком ответственных объектов (III уровень защиты) нормировано значение  $dI_M/dt = a = 100 \text{ кА/мкс} = 10^{11} \text{ А/с}$ . Подстановка выбранных параметров в расчетную формулу дает приблизительно 5000 В. Столь

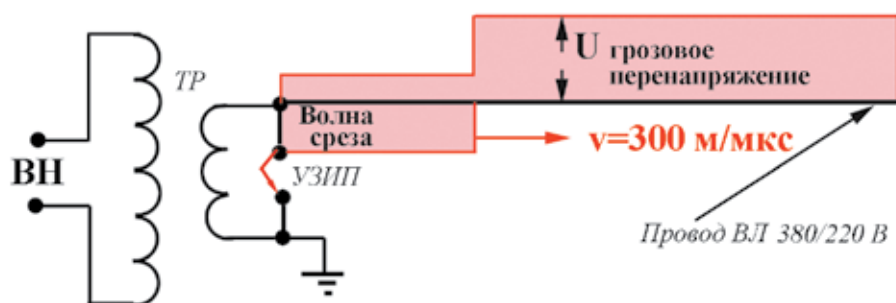


Рис. 1. Скорость распространения волны среза перенапряжения от УЗИП

высокого напряжения не выдержит не только домашнее электронное оборудование, но даже изоляция внутренней проводки. УЗИП, установленное на расстоянии 100–150 м, оказалось бы для электрооборудования дома совершенно бесполезным. Чтобы защитить ваш дом, расстояние до подстанции с УЗИП пришлось бы сократить примерно вдвое. Понятно, что на перенос трансформатора рассчитывать не приходится. Проще приобрести и установить собственные защитные средства.

Существует еще одно не менее важное обстоятельство, ограничивающее радиус защитного действия УЗИП. Чтобы уяснить его природу, достаточно представить себе, что индуцированные перенапряжения начали свое действие одновременно во всей электрической сети, питающейся от трансформатора. Полезно уточнить, что произойдет после срабатывания УЗИП. Будучи установленным непосредственно на клеммах трансформатора, оно практически мгновенно ограничит перенапряжение на его изоляции. А в вашем доме? Любое электромагнитное возмущение распространяется с конеч-

ной скоростью, в том числе и волна среза перенапряжения от УЗИП (рис. 1).

Для воздушной линии это будет скорость света –  $300\,000\text{ км/с} = 300\text{ м/мкс}$ . Расстояние в 150 м от трансформатора до дома будет преодолено всего за половину микросекунды. Стоит ли обращать внимание на такую малость? Очень даже стоит, потому что предельное короткое время роста тока молнии может составлять вдвое меньше –  $0,25\text{ мкс}$ . За это мгновение грозное перенапряжение успеет вырасти до максимальной величины и повредить изоляцию. Не требуется большой фантазии, чтобы представить себе последствия сколько-нибудь заметного удаления УЗИП от электронного оборудования с электрической прочностью не в киловольты, а всего в несколько вольт. Теперь понятно, почему в монтажных инструкциях фирм, изготавливающих УЗИП, предельно ограничивается допустимое расстояние от места их установки до защищаемого оборудования.

В своих статьях мне часто приходится использовать каталоги фирмы DEHN + SÖHNE. Подкупает

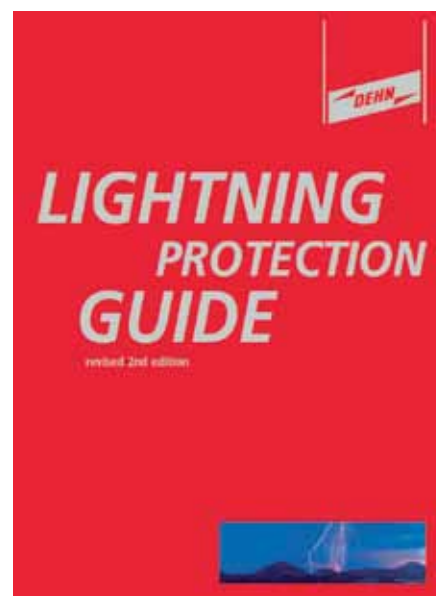


Рис. 2. Пособие по молниезащите и УЗИП BLITZPLANER® (Lightning Protection Guide)

большой ассортимент выпускаемой продукции в области как внешней, так и внутренней молниезащиты и высокая достоверность паспортных данных оборудования. На этот раз мне хотелось бы адресовать читателя не к каталогам фирмы, а к ее справочному пособию по молниезащите и УЗИП BLITZPLANER® (Lightning Protection Guide) (рис. 2). Приходится сожалеть, что эта очень наглядная и доступная книга не выпущена до сих пор на русском языке. Фактически она вполне может служить руководством по практическому использованию внешней и внутренней молниезащиты, включая УЗИП. Полагаю, даже иллюстрации в книге позволят получить много полезной информации. Посмотрите ее – не пожалеете!

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