



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

ОСОБЕННОСТИ МОЛНИЕЗАЩИТЫ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Антенна мобильной связи, возвышаясь над кровлей многоэтажного здания на 10–15 м, дает повод для беспокойства, особенно если в нем размещена подстанция, снабжающая электроэнергией квартиры или офисы. Не касаясь норм на высокочастотное (ВЧ) электромагнитное излучение, рассмотрим только возможное изменение грозовой обстановки над строением после установки антенны.

Очевидно, что, увеличивая суммарную высоту сооружения, антенна повышает частоту разрядов молнии в него. Влияние высоты хорошо изучено, и его просто оценить. Достаточно построить площадь стягивания молний для самого здания и для установленной на нем антенны, а затем вычислить площадь, ограниченную внешней огибающей границей общей зоны стягивания. Легко убедиться, что наибольший эффект от установки антенны проявится при незначительной площади кровли.

При установке антенны мобильной связи на крыше здания число ударов молнии может вырасти в K_M раз. Этот показатель определяется выражением:

$$K_M = \frac{(h_3 + h_A)^2}{h_3^2},$$

где h_3 – высота здания, h_A – высота антенны.

Например, если высота антенны равна 10 м, то ее установка на крыше 10-этажного здания увеличит частоту поражения молниями не больше чем в 1,8 раза, а на крыше 20-этажного – в 1,4 раза. Эффект не слишком значительный, тем более что в черте сплошной городской застройки он проявится еще слабее из-за экранирующего эффекта соседних сооружений. Тем не менее владельца антенны обязывают принять меры, чтобы не допустить возможного воздействия тока молнии на электрическое и электронное оборудование здания.

ИЗОЛИРОВАННАЯ МОЛНИЕЗАЩИТА

Принимая решение об использовании специальных мер защиты, целесообразно оценить их эффективность. В первую очередь следует обратить внимание на изолированную молниезащиту.

Изолированный молниеприемник можно установить непосредственно на антенной опоре, подняв его на требуемое расстояние над излучающими элементами. Естественно, изоляция молниеприемника должна выдерживать полную величину импульсного напряжения, инициированного током молнии, а для транспортировки тока молнии к земле следует применить изолированный токоотвод.

Если расстояние между жилой токоотвода и внешними металлическими конструкциями равно d , а ток молнии характеризуется максимальной крутизной A_I , то напряжение на изоляции токоотвода длиной l может быть приближенно оценено по следующей формуле:

$$U_M \approx \frac{\mu_0 A_I l}{2\pi} \ln \frac{r_0 + d}{r_0},$$

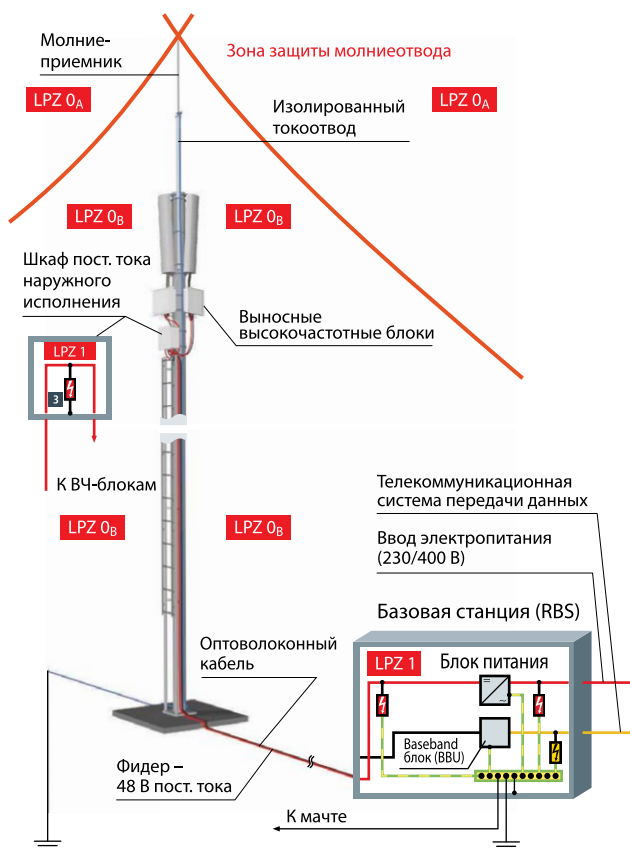
где $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м – магнитная проницаемость вакуума, а r_0 – радиус токопроводящей жилы токоотвода. Приравняв величину ЭДС магнитной индукции U_M к предельно допустимому напряжению перекрытия изоляции токоотвода $U_{из}$, можно найти его предельно возможную длину:

$$l_{max} \approx \frac{2\pi U_{из}}{\mu_0 A_I \ln \frac{r_0 + d}{r_0}}.$$

Электрическая прочность при поверхностном перекрытии изоляции токоотвода невелика. В лучших образцах для ее повышения используют принудительное выравнивание электрического поля по длине токоотвода с помощью полупроводящего покрытия на внешней изоляционной поверхности. Именно такая конструкция у изолированного токоотвода HVI фирмы DEHN+SÖHNE. Его допустимая длина в практически значимых условиях при использовании одного токоотвода от молниеприемника приближается к 18 м.

Этой длины достаточно, чтобы защитить саму антенну изолированным молниеотводом, но увести ток молнии из конструктивных элементов здания, тем более из его заземлителя, вряд ли удастся.

Рис. 1. Изолированная молниезащита антенны с выносными ВЧ-блоками (пространство у антенны разделено на зоны LPZ согласно зонной концепции защиты)



ПРИМЕНЕНИЕ УЗИП

Необходимо одновременно решить две задачи: защитить от атмосферного электричества дорогостоящие блоки мобильной связи и гарантировать надежную работу силового оборудования здания в грозовой обстановке.

Вторая задача решается достаточно просто с помощью комбинированных УЗИП класса I+II. Их отличает большая пропускная способность по импульсному току молнии 10/350 мкс и относительно невысокое остаточное напряжение, безопасное для силового оборудования ПС. Таким УЗИП является DEHNventil фирмы DEHN+SÖHNE. Созданное на базе искрового разрядника, оно выполняет эффективное автоматическое гашение дуги сопровождающего тока и гарантирует бесперебойную работу системы электроснабжения в здании.

Ситуация с антенной сложнее. Для более эффективной работы ее ВЧ-блоки размещают у излучателей, куда по экранированному кабелю поставляется постоянное напряжение питания 48 В. Всё это оборудование требует надежной защиты.

Молниеприемник можно разместить на опоре антенны (рис. 1). Здесь все преимущества у изолированной системы, которая не допустит распространения тока молнии по антенне и подключенному к ней оборудованию. Зона защиты стержневого молниеприемника рассчитывается по эмпирическим формулам Инструкции по молниезащите (СО-153-34.21.122-2003) исходя из заданной надежности (скорее всего, подойдут зоны с надежностью 0,99). Изолированный токоотвод должен донести ток молнии до первого уровня шин уравнивания потенциалов (часто их роль выполняет молниезащитная сетка на кровле здания). Токоотвод HVI успешно справится с такой задачей.

Оптоволоконная линия, передающая ВЧ-сигнал к выносным антенным блокам, в молниезащите не нуждается. Защищать придется только КЛ на 48 В до выносного кабельного шкафа на антенне и кабели питания от шкафа до ВЧ-блоков. Здесь нужны УЗИП класса II, предназначенные для сети постоянного тока 48 В. Защитное устройство DEHNguard фирмы DEHN+SÖHNE, установленное на выходе источника 48 В в базовой станции и в выносном шкафу на антенне, решает все проблемы.

Нужно учесть, что монтаж изолированной молниезащиты требует высокой квалификации, так как ошибки могут привести к прорыву тока молнии на элементы антенны. Чтобы подстраховаться, можно использовать еще более совершенный УЗИП класса I DEHNsecure для защиты цепей постоянного тока 48 В. Каждый разрядник способен пропустить импульс тока 10/350 мкс амплитудой до 25 кА, сохранив остаточное напряжение на уровне 1,5 кВ. В большинстве случаев этим можно ограничиться, т.к. выносное оборудование мобильной связи обычно имеет встроенный УЗИП класса II.

DEHNsecure решает также проблему молниезащиты с применением традиционных молниеотводов, когда молниеприемник крепится к металлоконструкциям опоры антенны.

ПРОБЛЕМА НАДЕЖНОСТИ

Если надежность УЗИП соизмерима или меньше надежности оборудования, подлежащего защите, это может негативно сказаться на работе цепи. Так, часто не очень высокая устойчивость к импульсным токам молнии УЗИП класса I на основе варисторов компенсируется вводом в цепь плавких предохранителей или автоматических выключателей. Они размыкают цепь при повреждениях УЗИП и на время оставляют ее в работе, хотя и без защиты от грозовых перенапряжений. При этом дополнительные элементы усложняют структуру цепи, снижая ее надежность, а оборудование остается без защиты при ударе многокомпонентной молнии.

По данным СИГРЭ (Working Group C4.407 2013 г.), не менее 80% отрицательных молний являются многокомпонентными, причем примерно у 50% из них траектории большинства компонентов совпадают. Это значит, что их ток потечет через ту же точку, что и ток первого компонента. Интервал между первым компонентом и последним может достигать 1 с. За это время успеет сработать любой из аварийных выключателей в цепи вышедшего из строя УЗИП. При срабатывании под действием тока первого компонента цепь останется без защиты при воздействии всех последующих. Это слишком рискованно, когда речь идет о таких дорогостоящих объектах, как антенные системы мобильной связи. ■



HVI® power безопасный токоотвод

Токоотвод HVI® power – надежное решение для систем молниезащиты всех уровней



Применение безопасного токоотвода HVI® power, выдерживающего протекание тока молнии до 200 кА, позволяет создавать надежные изолированные системы молниезащиты контактной конструкции в соответствии с требованиями отечественных и международных стандартов

Технические характеристики токоотвода HVI® power

Внешний диаметр токоотвода	27 мм
Поперечное сечение медной жилы	25 мм ²
Масса	728 г/м
Эквивалентное безопасное расстояние	≤ 90 см (воздух) ≤ 180 см (твердый материал)



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

ООО «ДЕН РУС» / DEHN Russia
109316, Москва, Волгоградский пр-т, 47, оф. 335
Тел.: +7 (495) 663-35-73, 663-31-22
info@dehn-ru.com,
www.dehn-ru.com, молниезащита.рф