

Защита антенн от прямого удара молнии

Анджей Сова

В момент прямого удара молнии в строительный объект правильно спроектированное и сооруженное молниезащитное устройство должно принять на себя ток молнии и отвести его в землю. Прохождение тока молнии должно произойти без ущерба для защищаемого объекта и быть безопасным для людей, находящихся как внутри, так и снаружи этого объекта.

В настоящее время появляются требования создать с помощью молниезащитных устройств условия, обеспечивающие безаварийное функционирование электрических и электронных устройств, работающих в защищаемых объектах. В таких случаях, оценивая возможную опасность и подбирая средства защиты, необходимо обратить внимание на устройства, размещенные в местах особенно подверженных прямому воздействию токов молнии, например, на крыше или стенах строительного объекта.

1. Молниезащита антенн

На крышах строительных объектов, обладающих молниезащитной инсталляцией, следует металлическую мачту антенны соединить у основания с ближайшим молниеприемником или токоотводом [6]. Мачты, выполненные из непроводящих материалов, должны быть снабжены молниеприемниками, соединенными с ближайшим отводом молниеприемной сетки на крыше объекта. Антенны должны быть размещены в защищаемом пространстве, созданном:

- металлической мачтой антенны,
- металлической мачтой с дополнительным вертикальным молниеприемником (рис. 1), соединенным с конструкцией этой мачты (это решение рекомендуется, если зона, созданная самой мачтой не гарантирует защиты),
- дополнительным вертикальным молниеприемником, прикрепленным к мачтам из непроводящих материалов.

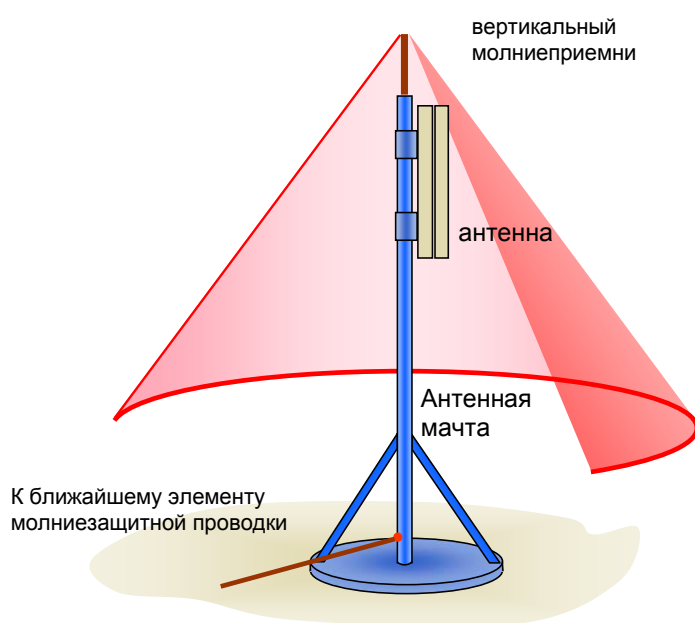


Рис. 1. Защитные зоны, созданные одиночной антенной мачтой

Соединяя антенну с устройством, находящимся внутри строительного объекта следует:

- применить концентрический антенный кабель,
- антенный кабель подвести к объекту через общий вход всех инсталляций или поблизости главной уравнивающей шины,
- экран кабеля соединить с главной уравнивающей шиной.

Пример рекомендуемого решения представлен на рис. 2.

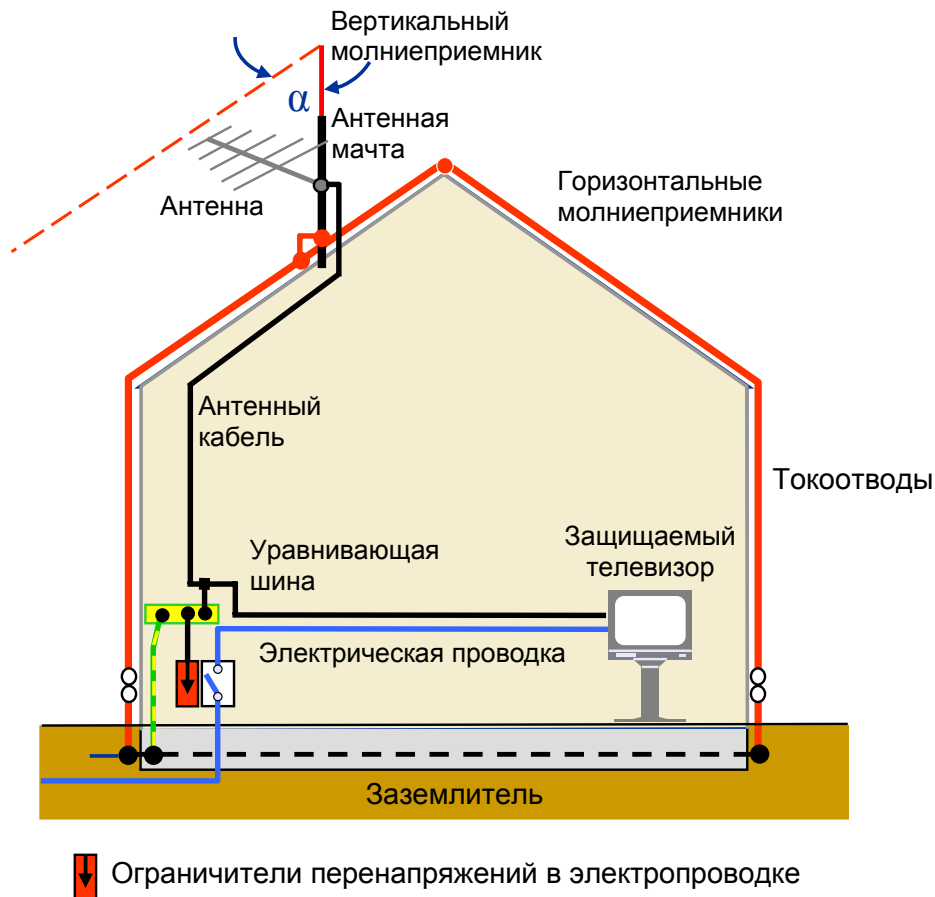


Рис. 2. Пример молниезащиты мачты с телевизионной антенной [6]

В представленном решении часть тока молнии течет в экране антенного кабеля и проникает в защищаемый объект. Падения напряжения, вызванные протеканием этого тока могут угрожать защищаемому устройству, несмотря на соединение экрана антенного кабеля с уравнивающей шиной.

Возникающую опасность устраняют устройства, ограничивающие перенапряжения, размещенные непосредственно перед защищаемым объектом (рис.3).

Полную охрану антенн и устройств внутри объекта можно получить, не допуская проникновения части тока молнии в экран антенных кабелей. В вводимой в настоящее время европейской норме [11] рекомендуется размещение антенных мачт в защищаемых пространствах, образованных надстройками, конструктивными элементами крыши или дополнительными приемниками, размещенными рядом с мачтами.

В обоих случаях следует сохранять безопасные расстояния между защищаемыми мачтами и элементами, используемыми для молниезащиты. Пример такого решения представлен на рис. 4.

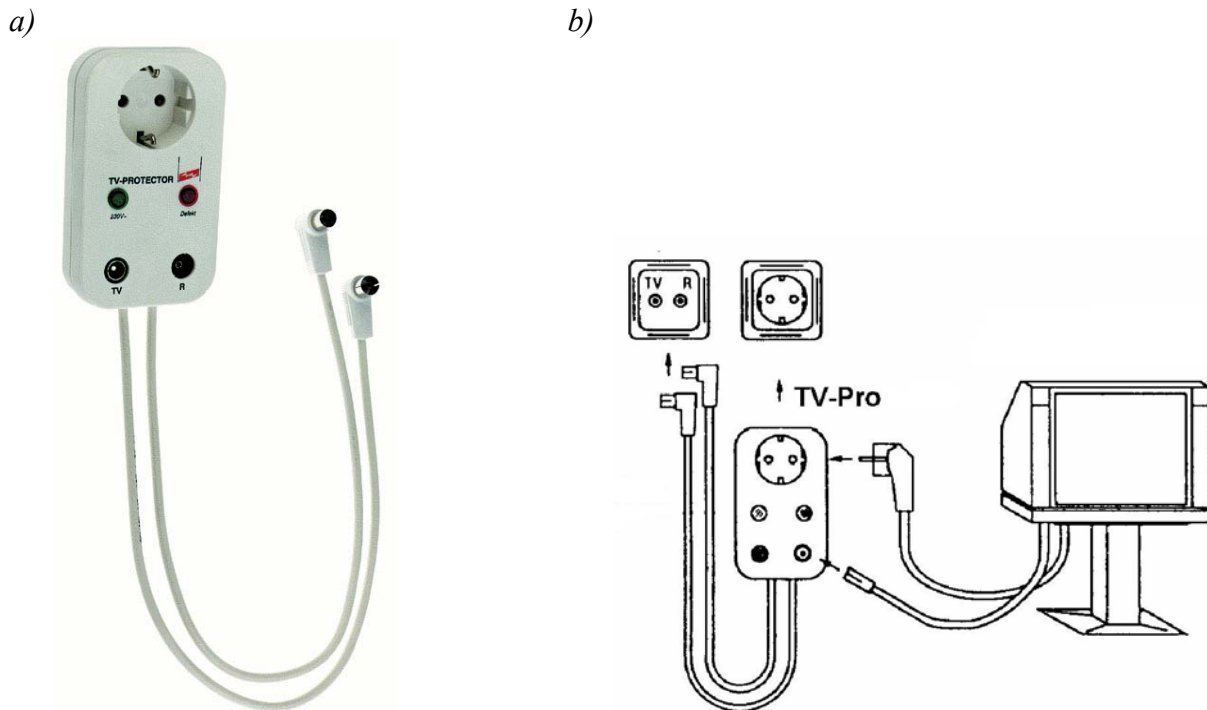


Рис.3. Пример устройства, ограничивающего перенапряжения непосредственно перед охраняемым объектом; а) общий вид, б) способ подсоединения ограничителя TV-Pro [11]



Рис. 4. Защита мачты и антенны от прямого удара молнии [11]

Подобные решения применяются также для молниезащиты антенн, используемых в сотовой связи. Примеры защиты антенн от прямого разряда, и защиты антенных кабелей от воздействия тока молнии приведены на рис.5.

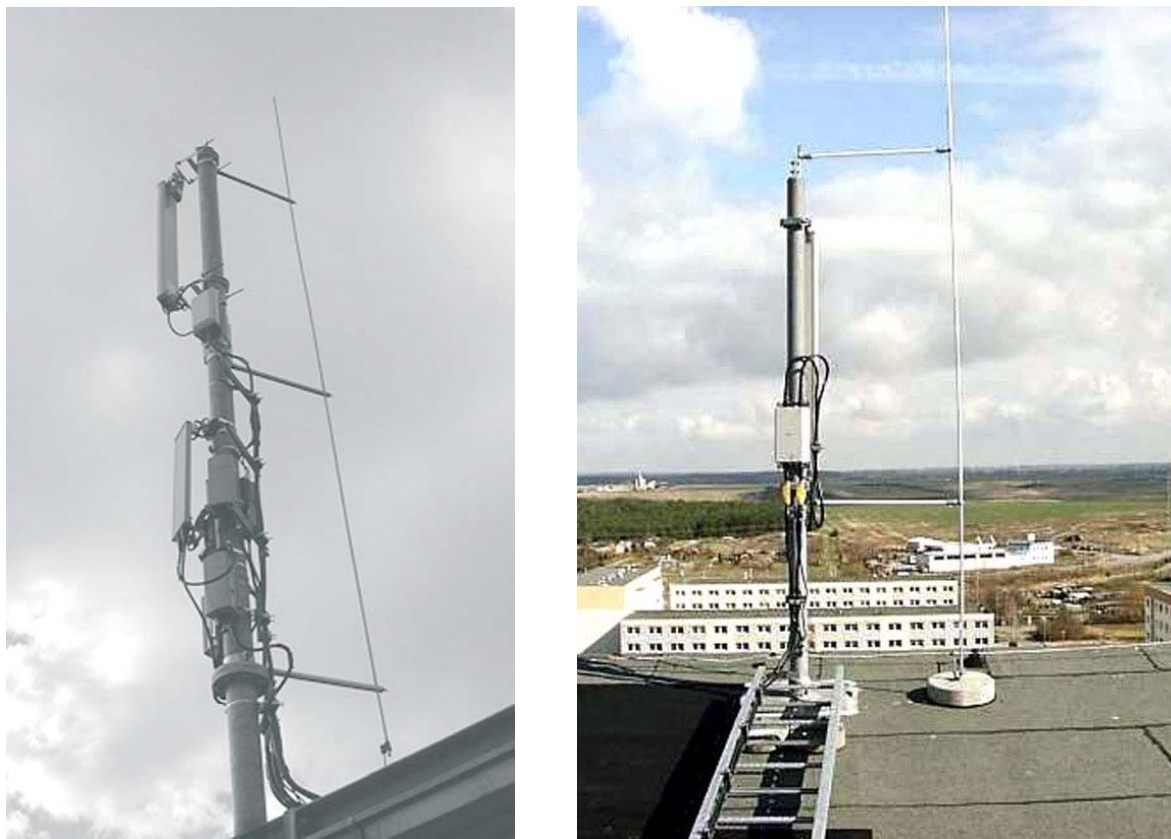


Рис. 5. *Размещение антенных мачт в защищаемых вертикальными молниеприемниками пространствах*

В представленных решениях следует сохранять требуемые защитные расстояния между мачтой и антеннами, приемником и другими элементами молниезащитного устройства.

Если сохранение требуемых защитных расстояний или создание защищаемых пространств вертикальными приемниками является трудным или невозможным реализовать, то можно применить одно из нижепредложенных решений:

- вертикальный приемник и токоотводы крепятся к защищаемой мачте, безопасное расстояние между этим отводом и защищаемым объектом обеспечивают соответствующим образом подобранные изоляционные дистанцирующие элементы (рис.5),
- для отведения токов молнии используются токоотводы с изоляцией с полупроводящим покрытием.

Применяя токоотводы в изоляции высокого напряжения следует ограничить скользящие разряды на поверхности изоляции. Этого можно достичь:

- повышая начальное напряжение скользящих разрядов, (например, толщину изоляции отвода),
- применяя экраны в изоляции токоотвода (например, тонкую металлическую фольгу внутри изоляции).
- изменяя распределение напряженности электрического поля в месте появления скользящих разрядов.

Два первых метода не нашли до сих пор практического применения при производстве токоотводов, используемых в целях молниезащиты.

В случае третьего метода, улучшение распределения электрического поля в месте появления скользящих разрядов можно получить, применяя токоотводы в изоляции высокого напряжения с токопроводящим или полупроводящим покрытием.

Такой способ защиты от скользящих разрядов применен в токоотводах HVI (High Voltage Insulated), производящихся фирмой DEHN.

Эти токоотводы имеют изоляцию высокого напряжения, покрытую полупроводящим слоем и ее можно применять в случае необходимости монтирования токоотводов рядом с заземленными проводящими инсталляциями или устройствами.

Применение таких токоотводов устраняет требование сохранения безопасных расстояний, составляющих около 0,75 м для расстояний в воздухе и около 1,5 м для расстояний в твердом диэлектрике. Основные параметры токоотвода HVI представлены в таблице 1.

Таблица 3. Основные параметры токоотвода HVI [11]

Параметр	Значение
Эквивалентное безопасное расстояние	0,75 м - воздух 1,5 м- твердый диэлектрик
Внешний диаметр	20,0 /23,0 мм
Минимальный радиус изгиба	200 мм
Температура монтажа токоотвода	$> 0^{\circ} \text{C}$
Максимальный нажим	950 N
Внутренний токоотвод	19 мм ² Cu
Внешнее покрытие	Черное или серое ПВХ

Производитель также обеспечивает кабелями с удобными для монтажа концами (рис. 6) и соответствующим образом смонтированными и распределенными по длине кабеля скобами для уравнивающих соединений с заземленными элементами.

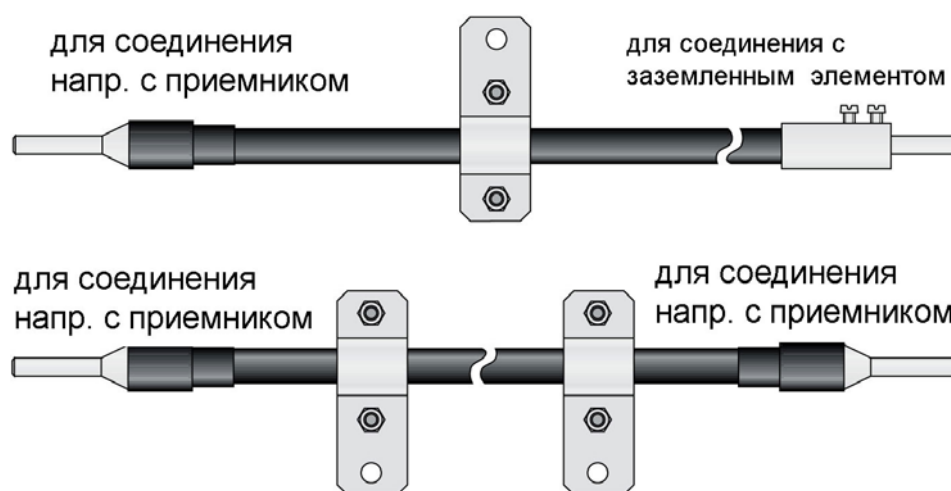


Рис. 6. Готовые токоотводы в изоляции высокого напряжения с различными концами и скобами для монтажа [11]

Токоотводы в изоляции могут заменить представленные классические решения с креплением изоляционных кронштейнов (рис. 7).

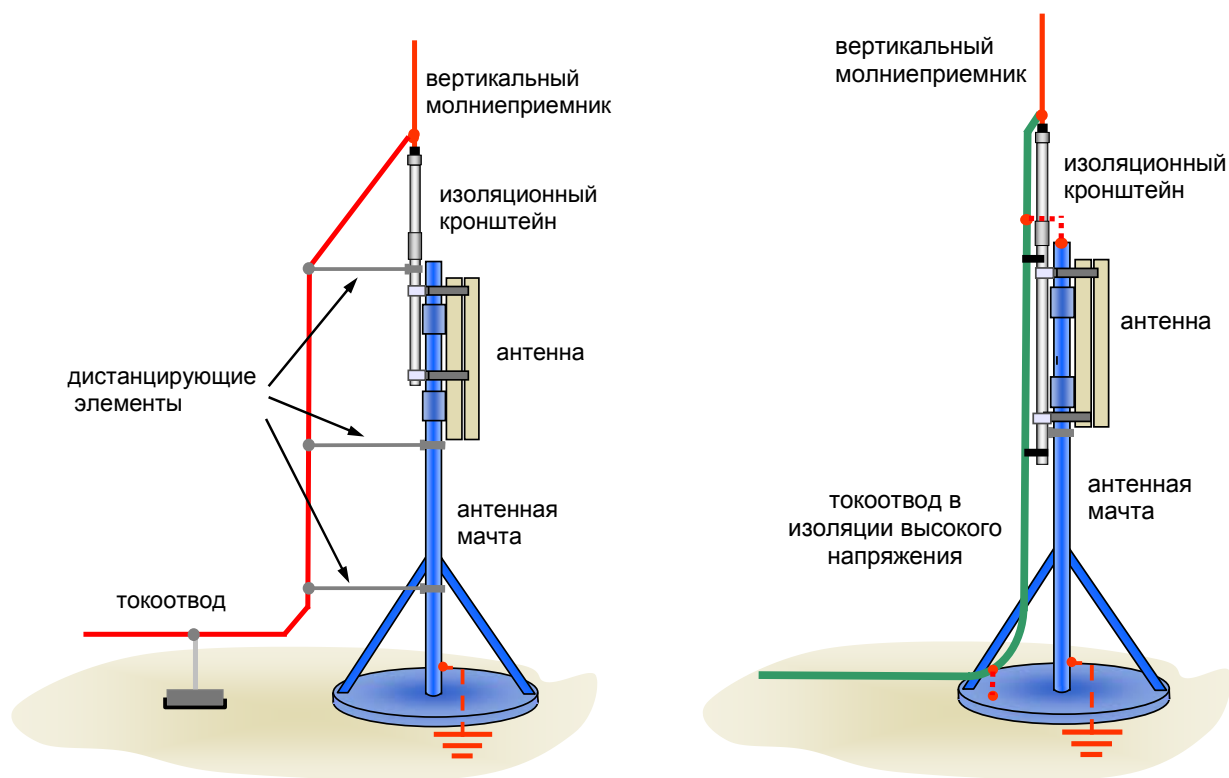


Рис. 7. Защита антенн от прямого удара молнии, а) использование вертикального молниеприемника и токоотвода, отстоящего от мачты, б) вертикальный молниеприемник с кабелем высокого напряжения

Пример использования токоотводов HVI для защиты антенн базовых станций сотовой связи представлен на рис. 8.



Рис. 8. Пример использования кабеля в изоляции высокого напряжения, покрытой полупроводящим материалом, для отвода тока молнии [11]

Заключение

Обеспечение безаварийного функционирования электронных устройств может потребовать применения новых решений при создании комплекса молниезащитной инсталляции. Особенно это касается устройств, установленных на крышах строительных объектов. Они подвержены угрозе прямого удара молнии, и требования исключить эту возможность предъявляются все чаще. Выполнение этих требований можно осуществить, применяя соответствующим образом подобранные системы молниеприемников и вводя ограничение перенапряжений, доходящих до защищаемых устройств от электрической инсталляции, а также от линий передачи сигналов.

Если создание молниезащиты, устраняющей прямое воздействие тока молнии на устройства, установленные на крыше объекта невозможно, то можно применить [10] одно из ниже представленных решений:

- в электропроводящих инсталляциях, через которые ток может дойти до объекта (напр. трубы систем климатизации и вентиляции) следует использовать изоляционные элементы, длина которых (или толщина) по крайней мере в два раза больше требуемых изоляционных расстояний,
- в местах сближения молниезащитной инсталляции и защищаемого устройства или системы следует использовать уравнивающие соединения непосредственно или с помощью разрядника.

Защиту от прямого воздействия тока молнии следует также распространить на устройства, установленные на стенах строительного объекта.

Литература

1. Hasse P., Wiesinger J.: *Handbuch für Blitzschutz und Erdung*. Pflaum Verlag, 1993.
2. Hasse P.: *Überspannungsschutz von Niederspannungsanlagen. Betrieb elektronischer Geräte auch bei direkten Blitzschlägen*. Tiv-Verlag. 1998.
3. Sowa A.: *Complex lightning and overvoltage protection*. COSiW SEP, Warszawa 2005.
4. National Lithuania standard.
5. IEC 61024-1, Part 1 : Protection of structures against lightning, General principle
6. IEC 61024-1-2 Ed.1.0 Protection of structures against lightning, Section 2: Guide B - Design, installation, maintenance and inspection of lightning protection Systems.
7. IEC 61024-1-1 Ed.1.0, Protection of structures against lightning, Section 1: Guide A - Selection of protection levels for lightning protection Systems.
8. IEC 61312-1 Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP) Part 1: General principles.
9. IEC 61312-2 TS Ed.1.0 Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP). Part 2: Shielding of structures, bonding inside structures and earthing.
10. IEC 61312-4 TR Ed. 1.0 Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP). Part 4: Protection of equipment in existing structures
11. IEC 62305-3. Ed. 1: Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard.
12. Advertising materials of Company DEHN.