

**ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МОЛНИЕЗАЩИТЫ
И ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ**



ЭНЦИКЛОПЕДИЯ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Необходимый инструмент
для работы инженеров-
проектировщиков

Уникальный опыт технических
разработок и российская
практика

Детальные инструкции
по молниезащите
от профессионалов

ПРЕДИСЛОВИЕ

Компания ОБО Беттерманн является лидером в разработке и производстве решений для защиты от прямых ударов молнии и воздействия импульсных перенапряжений. Наша лидирующая позиция в этом сегменте рынка подтверждается колоссальным опытом, наработанным за многие годы.

Первые разработки в этой отрасли мы начали еще в 70-е годы XX столетия, когда компания ОБО Беттерманн первой отреагировала на требования рынка, предложив свой разрядник для защиты электрического оборудования от перепадов напряжения в сети. Далее последовал целый ряд разработок для защиты от импульсных перенапряжений, для заземления и молниезащиты, в результате чего было выделено отдельное продуктовое направление.

В 1994 году на территории производственного центра ОБО Беттерманн была открыта лаборатория для проведения испытаний оборудования для молниезащиты и УЗИП. В 2009 году лаборатория получила статус независимого испытательного центра, и теперь известна как Исследовательский центр ВЕТ. Сейчас в распоряжении специалистов центра ВЕТ есть генератор для проведения испытаний током силой до 200 кА, а также гибридный генератор для испытаний в режиме импульсного напряжения до 20 кВ. Все испытания в центре ВЕТ проводятся в строгом соответствии с требованиями технических стандартов, которые сегодня составляют основу для проверки качества выпускаемой продукции по целому ряду критериев.

Тем временем объем наших знаний в области молниезащиты вышел за рамки рекомендаций в нашем продуктовом каталоге. Так мы пришли к идее издать книгу. В ней мы собрали весь наш опыт, которым мы хотим поделиться с Вами.

Всем читателям и специалистам в области молниезащиты мы желаем успехов в их деятельности!

Андреас Беттерманн
ОВО Bettermann Holding

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Дорогие партнеры!

Вы держите в своих руках первое издание книги рекомендаций по молниезащите на русском языке. В нем мы объединили наработки европейских коллег и наш опыт, полученный в работе с Вами с 2003 года, когда компания ОБО Беттерманн открыла свое представительство в России.

В 2016 году мы совершили настоящий прорыв, открыв производство в Липецкой области. Начав с выпуска кабеленесущих систем, сегодня мы рады предложить российскому рынку молниезащитное оборудование высочайшего качества, произведенное на территории нашей страны.

Благодарим Вас за использование решений ОБО Беттерманн в своих проектах и доверие, которое Вы нам оказываете. Мы с удовольствием делимся с Вами нашими достижениями и всегда открыты к новым предложениям и рекомендациям.

С любыми вопросами и предложениями обращайтесь к нашим техническим экспертам!

Андрей Исаев
ОВО Беттерманн Россия

Содержание

Глава 1 **Общее введение**

Глава 2 **Система внешней молниезащиты**

Глава 3 **Система внутренней молниезащиты**

Глава 4 **Испытания, техническое обслуживание и документация**

Глава 5 **Краткий глоссарий по перенапряжениям**

Глава 6 **Инженерный центр ОБО Беттерманн**

ЗАЩИЩЕНО

Концепция системной защиты ОБО Беттерманн заключается в скоординированном взаимодействии четырех ее компонентов.

Ознакомьтесь с функцией каждого из них.



4

Системы защиты от перенапряжений

Системы защиты от перенапряжений образуют многоступенчатый барьер, блокирующий распространение импульсных перенапряжений.

1

Системы молниеприемников и токоотводов

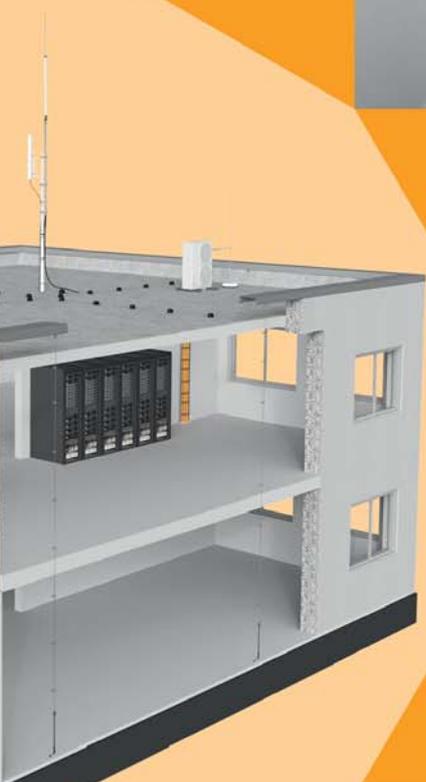
Прямые удары молнии с силой разряда до 200 кА надежно улавливаются молниеприемниками и отводятся по токоотводам в систему заземления.



3

Системы уравнивания потенциалов

Эти системы образуют связующее звено между внешней и внутренней молниезащитой. Они следят за тем, чтобы в здании не возникало опасной разницы потенциалов.



2

Системы заземления

Когда отводимый ток молнии достигает системы заземления, около 50 % энергии попадает в грунт, а другая половина распределяется системой уравнивания потенциалов.



1

Каждый год удары молнии и перенапряжения создают угрозы и наносят ущерб людям, животным и имуществу. Возникают огромные материальные потери, и эта тенденция растёт. Выход из строя электронных приборов приводит к экономическим потерям в промышленности и создает неудобства в быту. Что касается защиты людей, то на законодательном уровне она уже регламентируется строительными нормами и правилами. Особой защиты требуют также задачи, решаемые на государственном уровне такими структурами, как полиция, спасательные службы и пожарные части.

Основываясь на действующих нормах, можно определить необходимость молниезащитной системы. Дополнительно можно даже сопоставить экономическую эффективность установки без защиты и с повреждениями, с одной стороны, и расходы на систему защиты, позволяющую предотвратить ущерб, с другой стороны. Техническое обеспечение необходимых защитных мер регламентируется действующими нормами. Для установки системы молниезащиты должны использоваться подходящие компоненты.

Глава 1: Общее введение

1. Общее введение	9
1.1 Молния	10
1.1.1 Возникновение молнии	11
1.1.1.1 Виды гроз	11
1.1.1.2 Разделение заряда	11
1.1.1.3 Распределение заряда	12
1.2 Угроза от разрядов молнии	13
1.2.1 Угроза для людей	13
1.2.2 Угроза для зданий и установок	14
1.2.2.1 Коммутационные перенапряжения	15
1.2.2.2 Грозовые (атмосферные) перенапряжения	15
1.2.2.3 Последствия перенапряжений	15
1.3 Классификация источников, типов повреждений и типов потерь	15
1.4 Испытательные токи и имитация импульсных перенапряжений	21
1.5 Стандарты по молниезащите и защите от перенапряжений	22
1.6 Область защиты от прямых ударов молнии	22
1.7 Анализ рисков молниезащиты и классификация по классам молниезащиты	23
1.7.1 Частота ударов молнии по региону	26
1.7.2 Эквивалентная площадь захвата	26
1.7.3 Оценка риска	27
1.7.4 Расчет экономической эффективности систем молниезащиты	28
1.8 Испытания компонентов системы молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений	29
1.9 Состав комплексной системы защиты	30



Самый надежный способ защитить себя в помещении от молнии – это установка молниеотвода, так как он устроен таким образом, что способен перехватить материю грозового облака и отвести ее в землю, не задев при этом ни одной балки здания».

«Грозовой катехизис»,
автор Йозеф Краус (Joseph Kraus), 1814 г.

1. Общее введение

Молния – это электрический искровой разряд или кратковременная световая дуга в природе. Разряд может происходить как между различными облаками, так и между облаком и землей. Как правило, молния возникает во время грозы. При этом она сопровождается громом. Молния относится к электрометеорам. При этом происходит обмен электрических зарядов (электронов или ионов газа), т.е. протекают электрические токи. Молния может также исходить из земли, в зависимости от полярности электростатического заряда.

90 % всех разрядов молнии между облаком и землей – это отрицательные молнии, проходящие от облака к земле. Молния возникает в отрицательно заряженной зоне облака и распространяется до положительно заряженной земной поверхности.

Однако большинство разрядов происходят все же внутри облака или между различными облаками.

Глобальная частота ударов молнии в год за период с 1995 по 2003 годы была определена NASA. (Рис. 1.1) Посредством местных показателей может быть определено годовое количество ударов молнии на 1 км², в том числе для стран, в которых не производится национальная регистрация молниевых импульсов. Для оценки рисков в соответствии с промышленным стандартом ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 рекомендуется удваивать данные показатели.

Другие разряды подразделяются на:

- *отрицательные молнии от земли к облаку*
- *положительные молнии от облака к земле*
- *положительные молнии от земли к облаку*

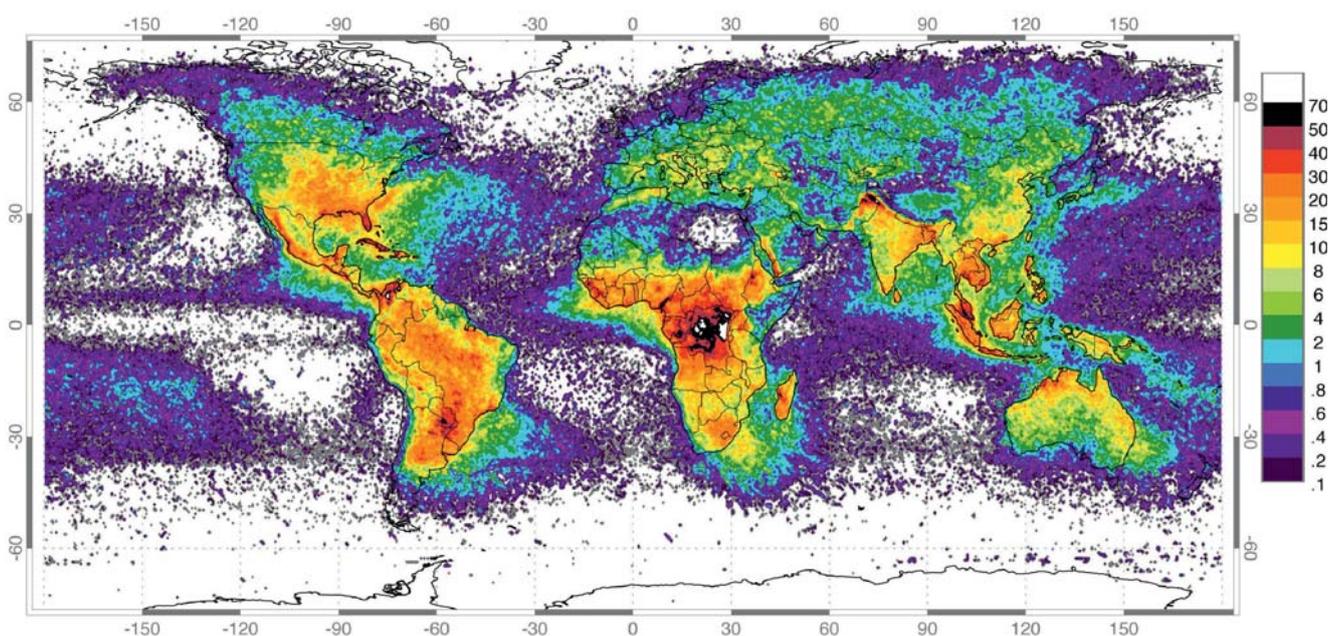


Рис. 1.1: Частота ударов молнии в виде годового количества молниевых ударов на 1 км² за 1995-2003 гг. (источник: www.nasa.gov)

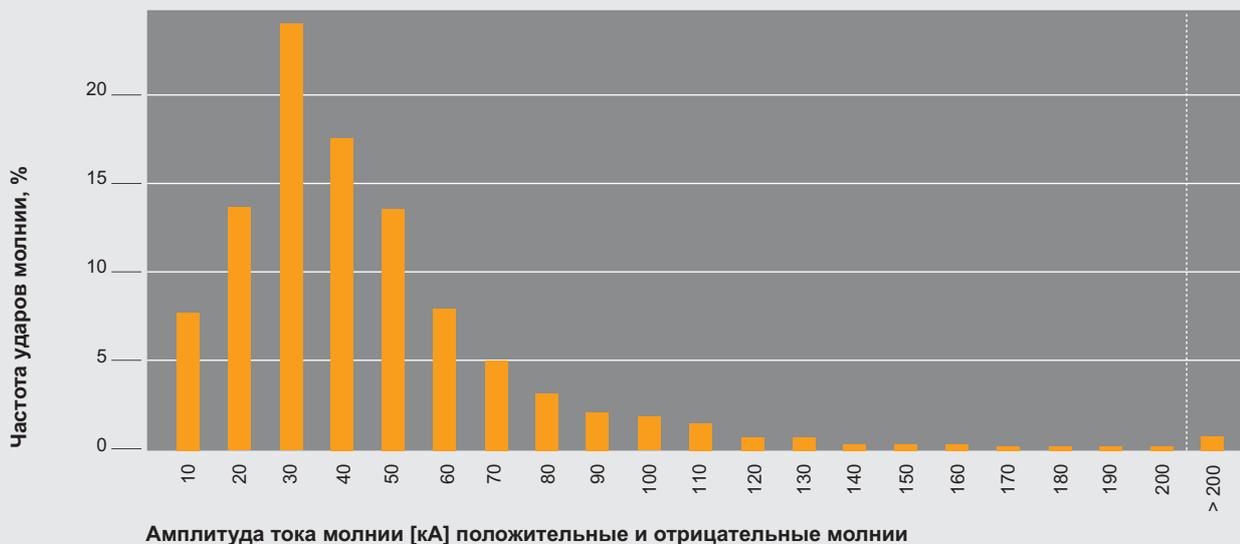


Рис. 1.2: Распределение частоты ударов молнии по амплитуде тока молнии

1.1 Молния

Молния и перенапряжения представляют опасность для людей и имущества. Ежегодно в мире молния ударяет около 1,4 миллиарда раз, и эта тенденция растет. Разряд напряжений, возникающих в результате удара молнии, происходит как на малонаселенных, так и на плотно населенных территориях, представляя при этом опасность для людей, зданий и технического оборудования. Именно в результате перенапряжений ежегодно возникает ущерб на несколько сотен миллионов евро.

Система молниезащиты включает в себя как внешние, так и внутренние меры молниезащиты и предохраняет людей от повреждений, строительные сооружения от разрушений, а электроприборы от выхода из строя в результате повреждений, вызванных перенапряжением.

Продолжительность гроз в часах на удельную плотность ударов

Среднегодовая продолжительность гроз в часах	Удельная плотность ударов молнии 1/(км ² в год)
10-20	1
20-40	2
40-60	4
60-80	5,5
80-100	7
Более 100	8,5

Источник: РД 34.21.122–87 ПРИЛОЖЕНИЕ 2

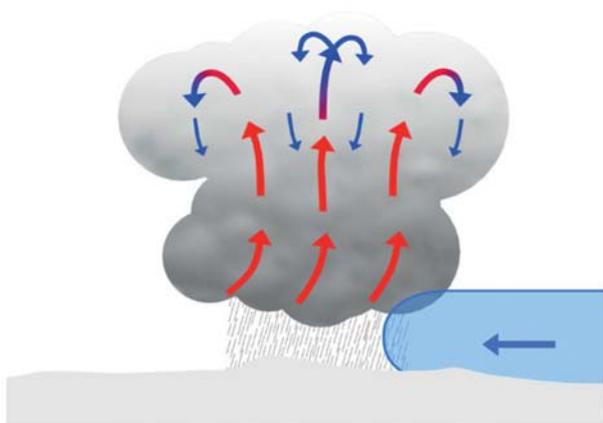


Рис. 1.3: Холодный воздушный фронт

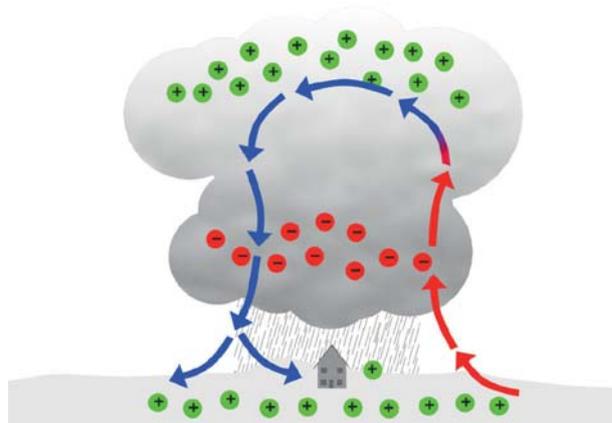


Рис. 1.5: Возникновение молнии – отрицательные и положительные заряды

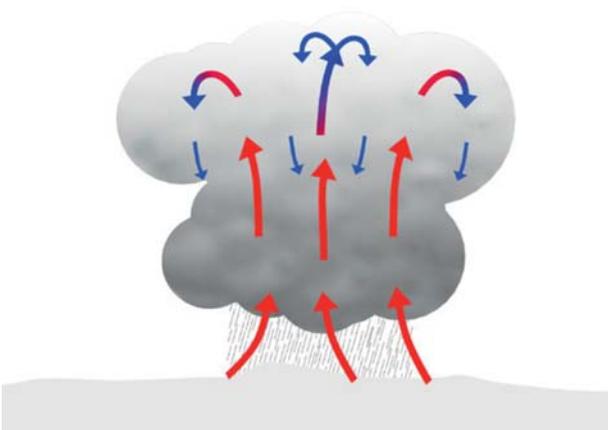


Рис. 1.4: Тепловая гроза

1.1.1 Возникновение молнии

Грозовые фронты могут возникнуть, когда облака расстилаются на высоте до 15000 м.

1.1.1.1 Виды гроз

Грозы на холодном фронте (Рис. 1.3) возникают в результате столкновения теплого влажного воздуха с холодным воздушным фронтом. Тепловые грозы (Рис. 1.4) возникают в результате интенсивного солнечного излучения и быстрого подъема влажного теплого воздуха на большую высоту.

1.1.1.2 Разделения заряда

При подъеме теплых и влажных воздушных масс влажность воздуха конденсируется, и на больших высотах образуются кристаллы льда. Восходящие воздушные потоки со скоростью до 100 км/ч приводят к тому, что легкие кристаллы льда попадают в верхнюю часть облака, а мелкий град в его нижнюю часть. Из-за столкновений и трения возникает разделение зарядов. (Рис. 1.5)

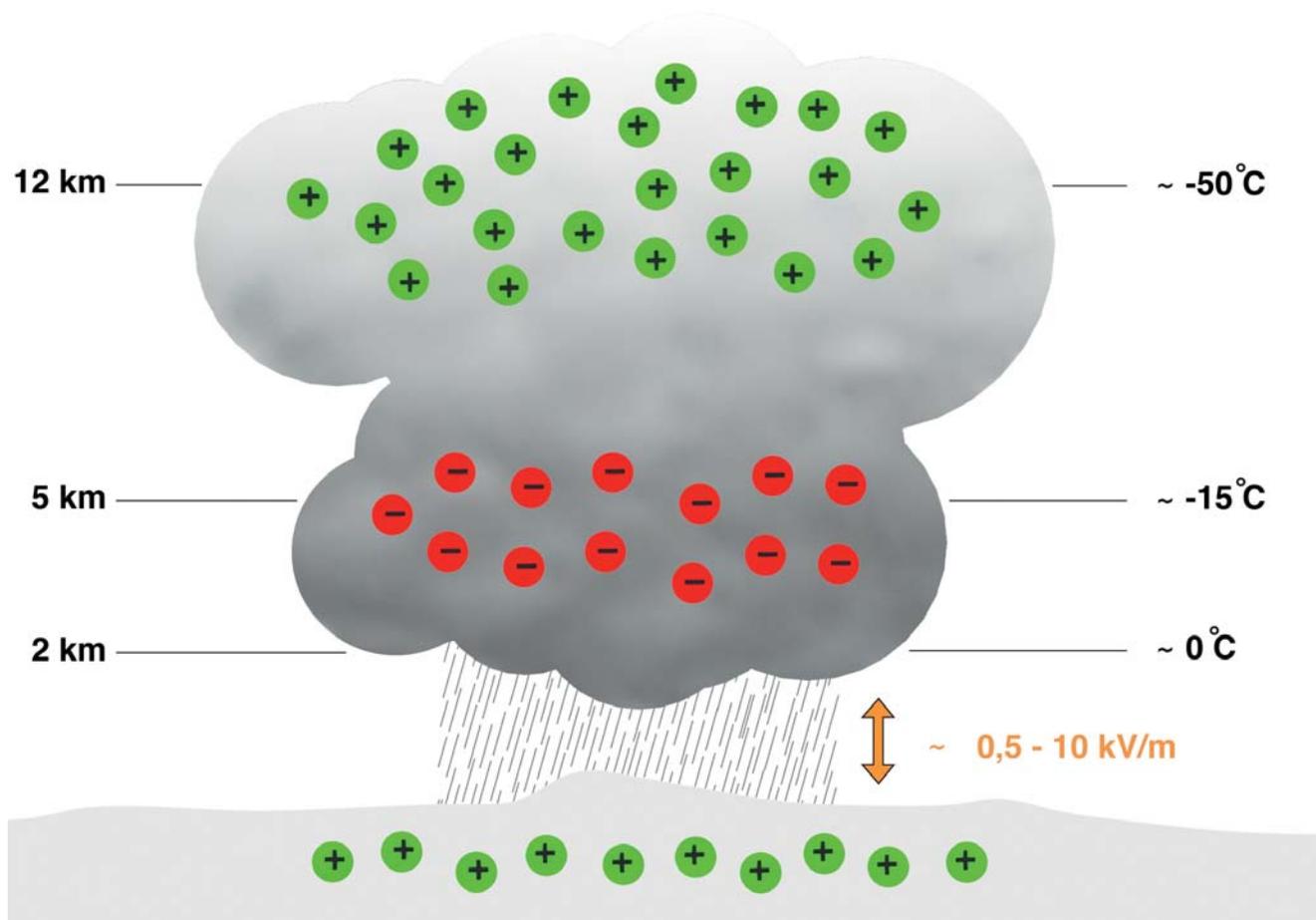


Рис. 1.6: Распределение заряда в облаке

1.1.1.3 Распределение заряда

Исследования подтверждают, что падающие более тяжелые градинки, образующиеся при температуре воздуха теплее -15°C , носят отрицательный заряд, а легкие кристаллы льда, образовавшиеся при температуре воздуха холоднее -15°C , обычно положительно заряженные. Восходящие от земли потоки воздуха поднимают в более высокие слои положительные легкие льдинки, а в центральную часть тучи падают отрицательные градинки. (Рис. 1.6)

Характерное распределение заряда:

В верхней части присутствуют положительные заряды, в середине – отрицательные, а в нижней части – слабоположительные. Ближе к земле снова присутствуют положительные заряды. Необходимая для возникновения молнии напряженность электрического поля зависит от изолирующей способности воздуха и находится в диапазоне от 0,5 до 10 кВ/м.



1.2 Угроза от разрядов молнии

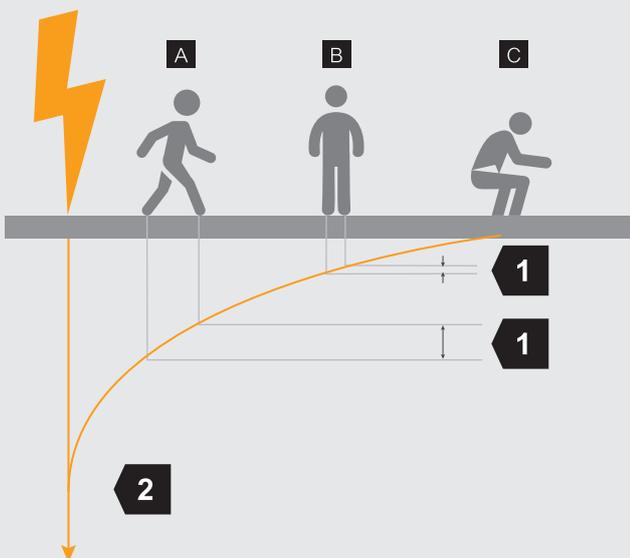
Будь то профессиональная или частная сфера, мы так или иначе все больше зависим от электрических и электронных приборов. Информационные сети, используемые на предприятиях или в таких учреждениях оказания помощи, как больницы или пожарные части, являются жизненно важными артериями для обмена информацией в реальном времени, уже давно ставшего неотъемлемой частью нашего существования. Массивы конфиденциальных данных, например, в банковских учреждениях или новостных издательствах, требуют надежно функционирующих путей передачи.

Скрытую угрозу для таких приборов представляют не только прямые удары молнии. Гораздо чаще электронным «помощникам» современного человека наносится ущерб из-за перенапряжений, обусловленных удаленными грозовыми разрядами или коммутационными процессами крупных электроустановок. Кроме того, при грозовых явлениях за короткие промежутки времени образуется большое количество энергии. Пиковые напряжения проникают в здания по всем видам проводящих соединений и наносят колоссальный урон.

1.2.1 Угроза для людей

В случае попадания молнии в здание, дерево или даже в землю электрический ток молнии входит в землю, и возникает так называемая воронка потенциалов. (Рис. 1.7) По мере удаления от места входа тока происходит снижение потенциала напряжения в земле. За счет разных потенциалов возникает шаговое напряжение, и люди или животные подвергаются опасности поражения током, проходящим через тело. В зданиях, где установлены молниеотводы, электрический ток молнии способствует падению напряжения. Все расположенные внутри и снаружи здания металлические компоненты соединены с системой уравнивания потенциалов и тем самым не представляют опасности, исходящей от высоких контактных напряжений.

Рядом со зданием существует опасность, обусловленная шаговым напряжением. При соприкосновении с молниеотводом существует опасность, обусловленная высоким контактным напряжением.



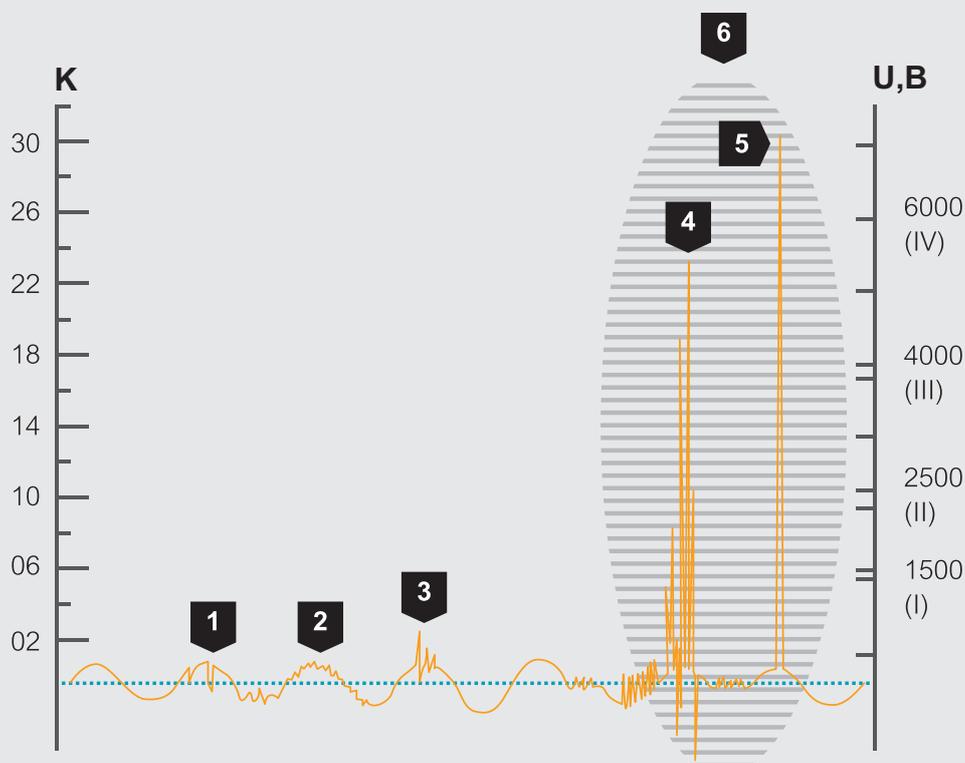
1	Шаговое напряжение $U_{\text{ш}}$
2	Воронка потенциалов
A	Рядом с местом удара или токоотводом присутствует высокое шаговое напряжение.
B	По мере удаления шаговое напряжение падает.
C	В открытом поле от прямых ударов защищает положение на корточках

Шаговое напряжение и воронка потенциалов во время ударов молнии

1.2.2 Угроза для зданий и установок

Для зданий и установок опасность представляют не только прямые удары молнии, но также перенапряжения, которые могут быть вызваны ударами молний на расстоянии до 2 км. Грозовые перенапряжения многократно (кратность K) превышают допустимое сетевое напряжение. При превышении номинальной стойкости электрооборудования к импульсным напряжениям возникают неисправности вплоть до необратимого разрушения.

Слабые, зачастую возникающие постоянные перенапряжения обусловлены высокочастотными источниками помех и сетевыми авариями. В этом случае необходимо устранить источники помех или установить соответствующие сетевые фильтры. Для защиты от коммутационных и грозовых (атмосферных) перенапряжений с большим запасом энергии (см. рис. 1.8: тип 4, 5) на зданиях и установках требуются соответствующие системы защиты от молнии и перенапряжений.



1	Провалы напряжения/короткие прерывания
2	Гармоники, обусловленные постепенными и резкими изменениями напряжения
3	Временные повышения напряжения
4	Коммутационные перенапряжения
5	Грозовые перенапряжения
6	Случай применения устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП)

Рис. 1.8: Типы перенапряжений

1.2.2.1 Коммутационные перенапряжения

Коммутационные перенапряжения являются результатом намеренных действий в системе электроснабжения, таких как подключение индуктивной или емкостной нагрузки, переключение в системе передачи или в системе распределения электроэнергии или в низковольтной системе в результате операций конечного потребителя. Такие перенапряжения могут также быть результатом неумышленных событий, таких как нарушения в системе электроснабжения и их устранение.

1.2.2.2 Грозовые перенапряжения

Грозовые перенапряжения являются результатом прямого удара молнии или удара молнии в непосредственной близости от системы электроснабжения, в здания с системой молниезащиты или без нее или в землю. Удаленный удар молнии также может вызвать перенапряжения в цепях электроустановки.

1.2.2.3 Последствия перенапряжений

Электрические токи молнии с большим запасом энергии приводят зачастую к мгновенному разрушению незащищенного оборудования. При небольших перенапряжениях, наоборот, выход оборудования из строя происходит по истечении некоторого времени, поскольку в результате таких перенапряжений компоненты соответствующих приборов подвергаются преждевременному старению и тем самым замедленному процессу разрушения. В зависимости от места удара молнии требуются различные меры защиты от её воздействия.

1.3 Классификация источников, типов повреждений и типов потерь

Для анализа рисков в соответствии с промышленным стандартом ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 удары молнии подразделяются на четыре источника повреждения (S1-S4). Ударами молнии обусловлены три типа повреждений (D1-D3). Повреждения или потери подразделяются, в свою очередь, на четыре типа потерь (L1-L4). (Рис. 1.10)

Грозовые (атмосферные) перенапряжения могут в сотни раз превышать номинальное напряжение и генерировать большую энергию импульса перенапряжения.



Рис. 1.9: Печатная плата, разрушенная перенапряжением

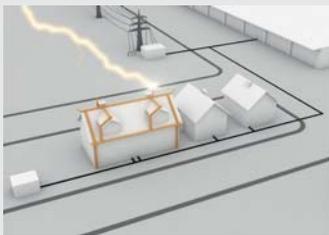
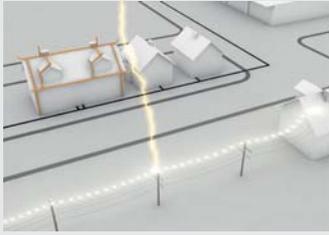
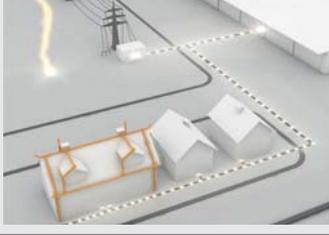
Точка поражения молнией	Пример	Источник повреждения	Тип повреждения	Тип потерь
Здание (сооружение)		S1	D1 D2 D3	L1, L4 L1, L2, L3, L4 L1, L2, L4
Грунт вблизи здания (сооружения)		S2	D3	L1, L2, L4
Линия, подведенная к защищаемому зданию (сооружению)		S3	D1 D2 D3	L1 L1, L2, L3, L4 L1, L2, L4
Грунт вблизи линии, подведенной к защищаемому зданию (сооружению)		S4	D3	L1, L2, L4

Рис. 1.10: Анализ рисков в соответствии с промышленным стандартом ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010

D1	Вред живым существам
D2	Физическое повреждение здания (сооружения) и/или линий коммуникаций
D3	Отказ электрических и электронных систем
L1	Потери, связанные с гибелью и травмированием людей
L2	Потери, связанные с полным или частичным разрушением общественных коммуникаций
L3	Потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения
L4	Экономические потери (потери, связанные с разрушением здания (сооружения), его части и/или нарушением или прекращением деятельности)

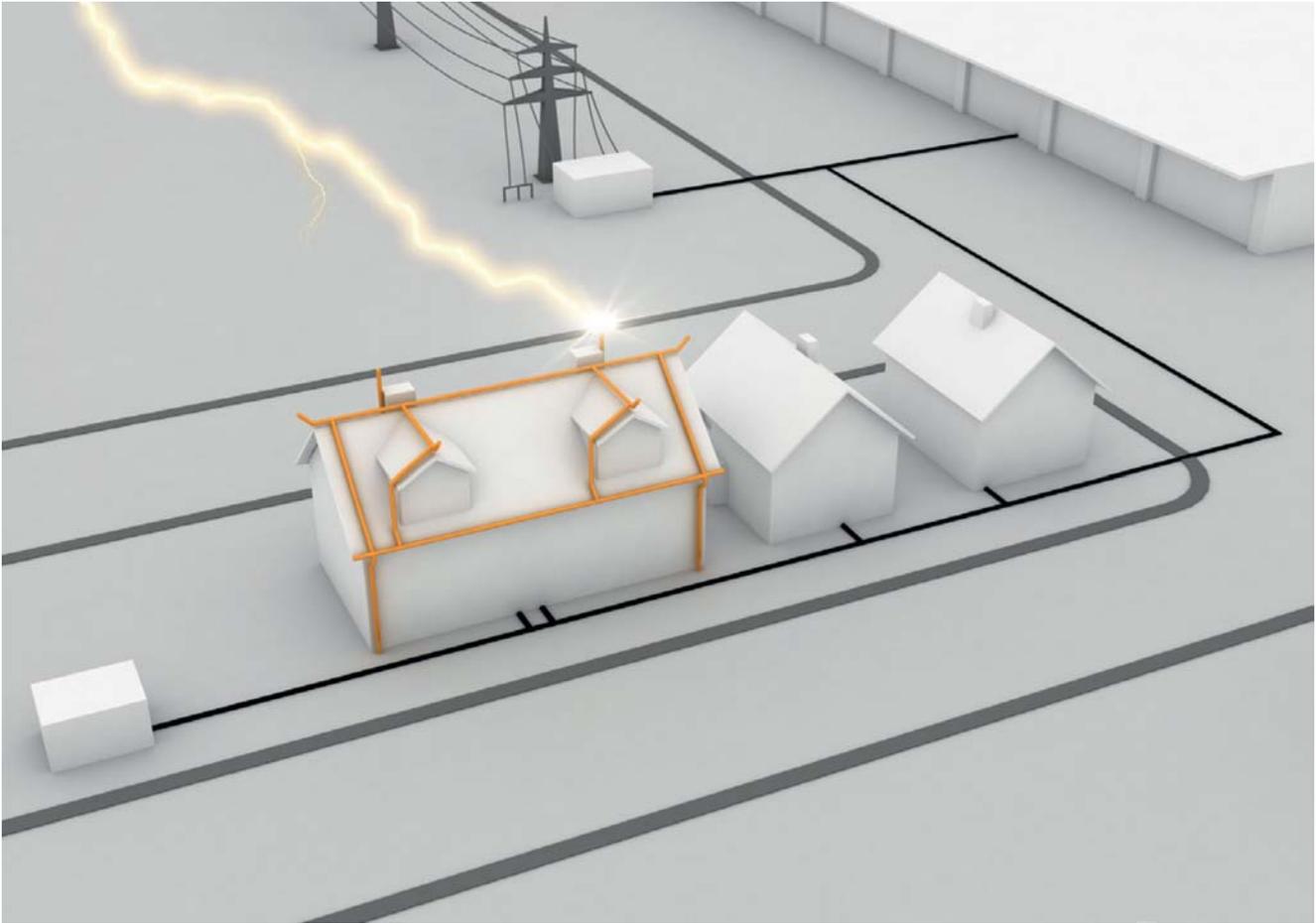


Рис. 1.11: Угроза: Прямой удар молнии

S1: Прямой удар молнии в здание

При прямом ударе молнии во внешнюю систему молниезащиты (молниеотвод) или заземленные сооружения на крыше, способные выдержать нагрузку по току молнии (например, наружная антенна, установленная на крыше) энергия молнии может быть надежно отведена к потенциалу земли. Однако, одним молниезащитным устройством дело не ограничивается: растекание тока молнии, отведенного через заземлитель, могут частично вернуться по питающим здание линиям и линиям передачи данных как в соседние объекты, так и в питающие подстанции (резистивный путь проникновения). Система молниезащиты предохраняет здания и людей от прямых импульсов молний и риска возникновения пожара. (Рис. 1.11)

При прямом ударе молнии во внешнюю систему молниезащиты (молниеотвод) или заземленные сооружения на крыше, способные выдержать нагрузку по току молнии, энергия молнии может быть надежно отведена к потенциалу земли.

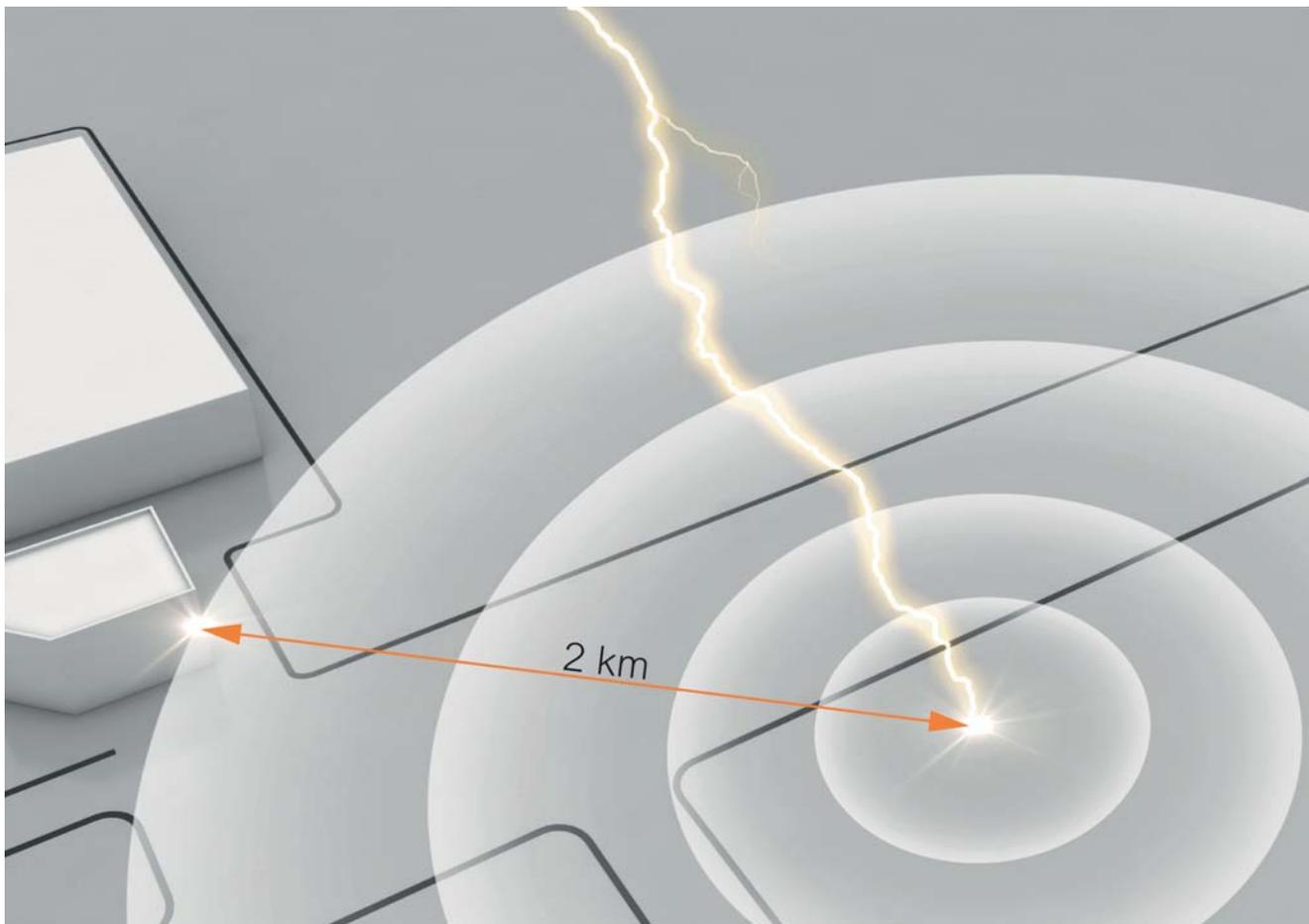


Рис. 1.12: Угроза: Удар молнии вблизи защищаемого здания (сооружения)

S2: Удар молнии вблизи здания и ввода в радиусе до 2 км

В результате близкого удара молнии из-за высоких значений электромагнитных полей, вызванных молнией, за счет индуктивной и емкостной связи с электрическими системами вблизи пути тока молнии могут возникать опасные перенапряжения, особенно в электронных системах, системах передачи и обработки данных, вызывая отказы и/или неправильное функционирование. Импульсные перенапряжения могут возникнуть на расстоянии нескольких километров от места удара.

Устройства защиты от молний и перенапряжений защищают от неконтролируемых пробоев (искр) и связанного с ними риска возникновения пожара. (Рис. 1.12)

В результате близкого удара молнии вблизи пути тока молнии могут возникать опасные перенапряжения за счет индуктивной и емкостной связи с электрическими системами.

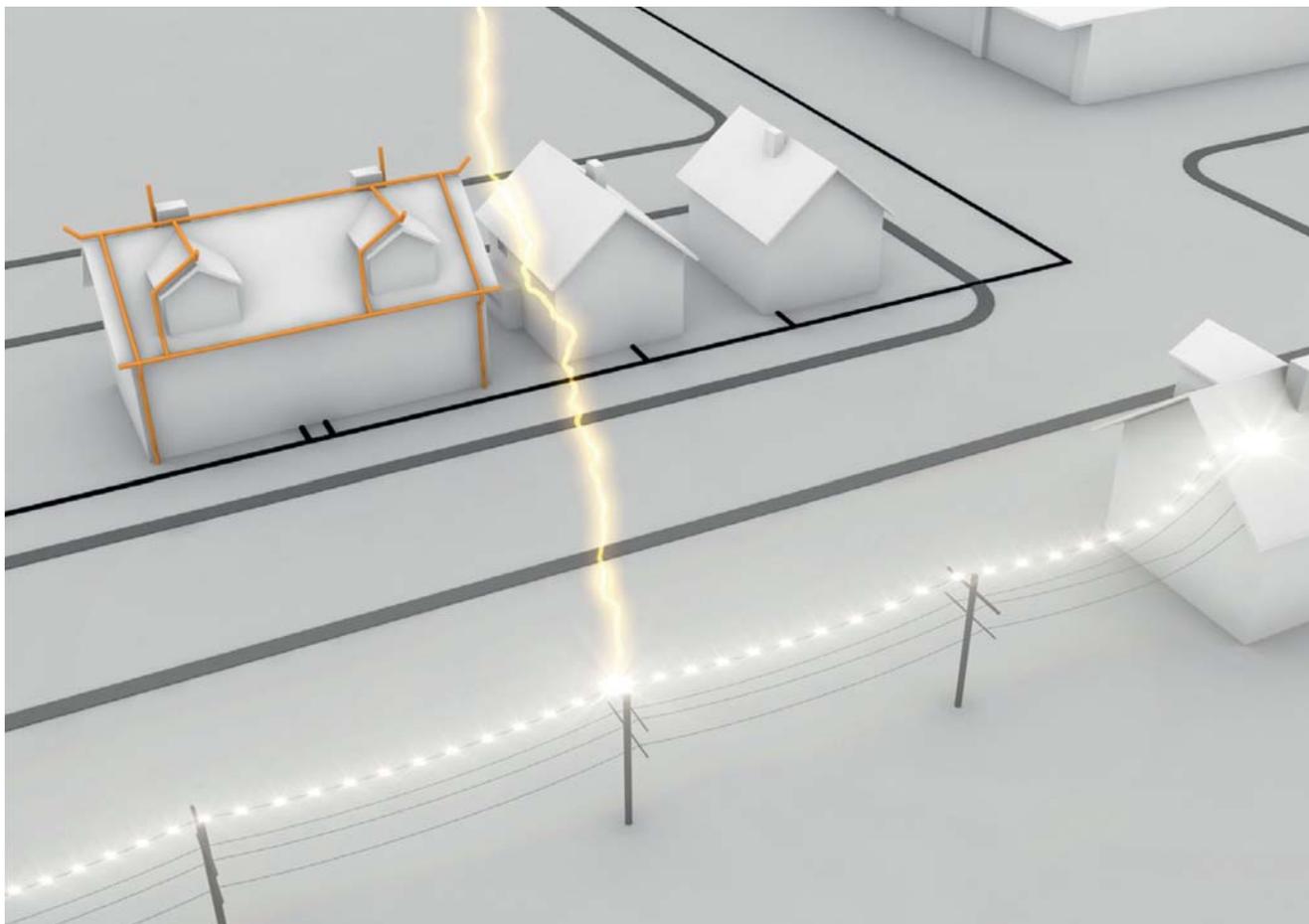


Рис. 1.13: Угроза: Прямой удар молнии в питающую линию

S3: Прямой удар молнии в питающую линию

Прямой удар молнии в низковольтную воздушную линию или линию передачи данных может привести к вводу высоких токов молнии в соседнее здание. Особую опасность перенапряжения представляют для электрического оборудования зданий на конце низковольтных воздушных линий.

Степень риска зависит от типа прокладки линий (при этом различают воздушную линию и кабельную линию), а также от вида присоединения экранирования к системе уравнивания потенциалов. За счет подходящих устройств защиты от молнии и импульсных перенапряжений происходит уравнивание энергии импульса молнии на входе в здание. (Рис. 1.13)

Прямой удар молнии в низковольтную воздушную линию или линию передачи данных может привести к вводу высоких токов молнии в соседнее здание.



Рис. 1.14: Угроза: Удар молнии вблизи питающей линии

S4: Удар молнии вблизи питающей линии

За счет близости удара молнии в линиях наводятся импульсные перенапряжения. Далее, в результате процессов включения и выключения, включения индуктивных и емкостных нагрузок, а также прерывания токов короткого замыкания создаются коммутационные перенапряжения. В частности, отключение производственного оборудования, систем освещения или трансформаторов может привести к повреждениям электрических приборов, расположенных вблизи них. (Рис. 1.14)

Молниезащита от компании ОБО Беттерманн поможет минимизировать негативные последствия от ударов тока молнии и свести к минимуму их воздействие на человека, объект и электроприборы.

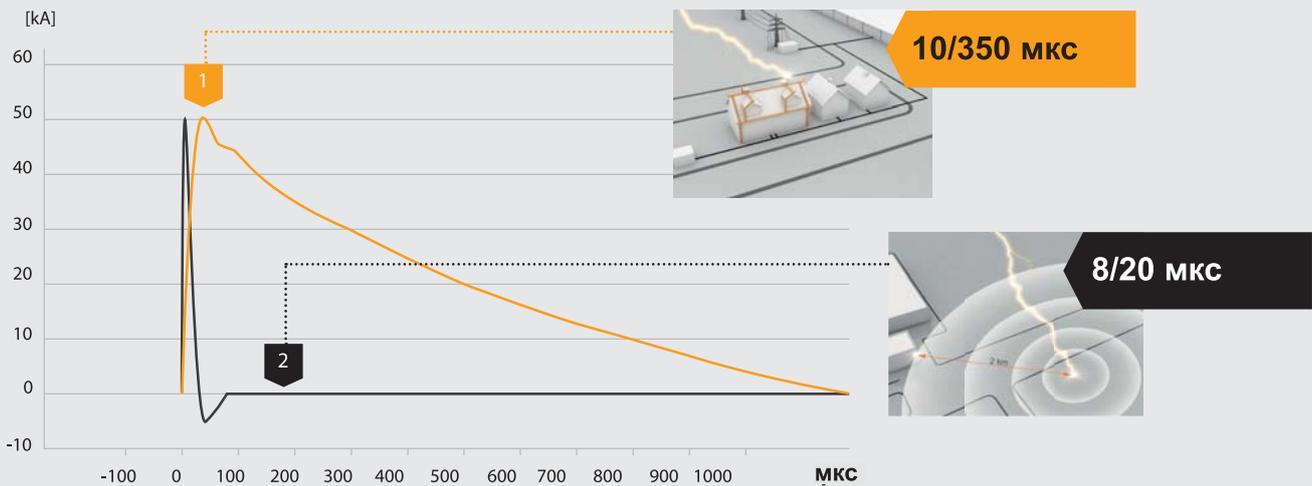


Рис. 1.15: Виды импульсов и их характеристика

1	Импульс тока прямого удара молнии с формой волны 10/350 мкс
2	Наведенный импульс тока с формой волны 8/20 мкс от удаленного удара молнии или при коммутациях в системе

1.4 Испытательные токи и имитация импульсных перенапряжений

Во время грозовых явлений мощный ток молнии направляется к земле. Если молния попадает в здание с системой внешней молниезащиты, на сопротивлении заземления системы уравнивания потенциалов возникает падение напряжения, представляющее собой перенапряжение по отношению к окружающей среде.

Пример:

- Ток молнии (i): 100 кА
- Сопротивление заземления (R): 1 Ом
- Падение напряжения (u):
 $R \times i = 1 \text{ Ом} \times 100 \text{ кА} = 100000 \text{ В}$

Вывод:

Напряжение на сопротивлении заземления увеличивается по отношению к удаленной заземленной сети на 100 кВ.

Такое повышение потенциала представляет угрозу для электрических систем (например, для силовых сетей, телефонных систем, кабельного телевидения, контрольных линий и т.д.), которые вводятся в здание. Для испытания различных устройств защиты от ударов молнии и импульсного перенапряжения в национальных и международных нормах были определены соответствующие испытательные токи. (Рис. 1.15)

Прямой удар молнии: форма импульса 1

Токи молнии, возникающие при прямом ударе, можно симитировать с помощью импульсного тока формы волны 10/350 мкс. Испытательный ток молнии воспроизводит как быстрое нарастание, так и большое количество энергии естественной молнии. Испытания молниеразрядников типа 1 и элементов внешней молниезащиты проводятся с помощью этого тока.

Удаленные удары молнии или коммутационные процессы: форма импульса 2

Перенапряжения, обусловленные удаленными ударами молнии и коммутационными процессами, имитируются с помощью испытательного импульса 8/20 мкс. Объем энергии этого импульса значительно меньше, чем у волны импульсного тока 10/350 мкс. С её помощью проводятся испытания над молниеразрядниками типов 2 и 3.

Плоскость под кривой импульсных токов соответствует мощности заряда. Заряд испытательного тока молнии с формой волны 10/350 равен примерно 20-кратному заряду импульсного тока с формой волны 8/20 при одинаковом амплитудном уровне.

1.5 Стандарты по молниезащите и защите от перенапряжений

При проектировании и монтаже систем молниезащиты необходимо принимать во внимание национальные требования, особенности, программы и данные по безопасности из соответствующих приложений в зависимости от конкретной страны.

Система молниезащиты и защиты от перенапряжений состоит из нескольких согласованных между собой систем. Принципиально система молниезащиты и защиты от перенапряжений складывается из системы внутренней и внешней молниезащиты.

Эти системы должны выбираться для соответствующего применения и использоваться координированно. Различные нормы потребления и производственные стандарты составляют нормативную базу, которую следует соблюдать в ходе строительства. Приложения к международным нормативным документам МЭК, а также унифицированные европейские версии соответствующих, в зависимости от страны, переводов часто содержат дополнительную информацию (в зависимости от страны).

Производственные стандарты.

Для того, чтобы компоненты в процессе использования могли выдержать ожидаемые нагрузки, необходимо провести соответствующие производственному стандарту испытания как для внешней, так и для внутренней молниезащиты.

Они также подразделяются на следующие системы:

- Молниеприемное оборудование
- Токоотводы
- Заземлители
- Экранирование помещений
- Разделительный интервал
- Молниезащитное уравнивание потенциалов

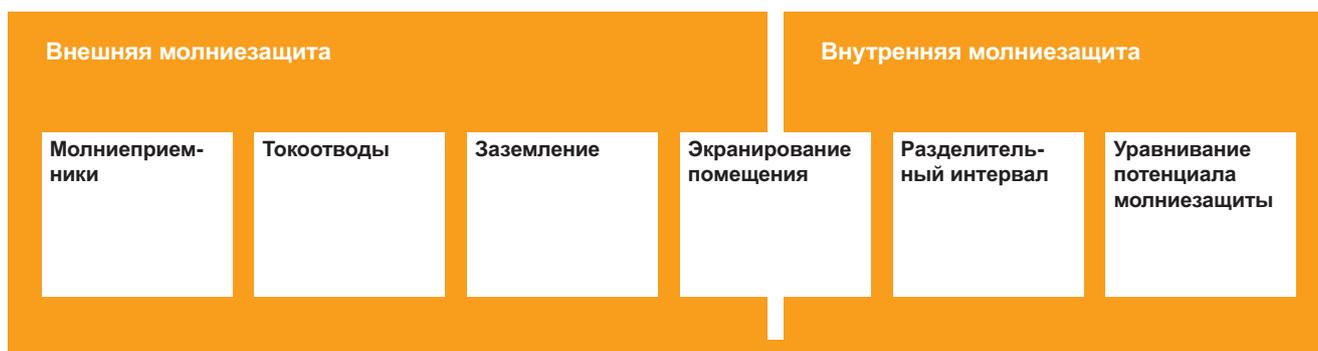


Рис. 1.17: Системы внешней и внутренней молниезащиты



Рис. 1.19: Повреждения здания от прямого удара молнии

К этому добавляются расходы из-за простоя и косвенного ущерба:

- потеря данных
- простой производства
- потеря связи (интернет, телефон, факс)
- неисправность системы отопления
- расходы в результате выхода из строя или ложной тревоги систем пожарной или охранной сигнализации

Динамика сумм убытков

Текущая статистика и оценки страховщиков имущества показывают, что размер ущерба, обусловленного перенапряжениями, без учета последующих дополнительных затрат и стоимости простоя, в связи с возросшей зависимостью от электронных «помощников» уже давно принял угрожающие масштабы. Поэтому не удивительно, что страховщики имущества все чаще проверяют страховые случаи и предписывают устройства защиты от импульсных перенапряжений.

1.6 Экономические последствия в результате повреждений, вызванных молниями и перенапряжениями

Экономические потери можно рассматривать только в том случае, если нет юридических или страховых требований к защите людей. (Рис. 1.19)

В результате разрушения электроприборов возникают значительные повреждения:

- линий и серверов
- телефонных сетей
- систем пожарной сигнализации
- систем видеонаблюдения
- лифтов, приводов гаражных ворот и жалюзи
- бытовой электроники
- кухонных приборов

Год	Число повреждений в результате ударов молнии или перенапряжений	Выплаченные суммы в рамках страхования от повреждений в результате ударов молнии и перенапряжений
1999	490.000	310 млн. €
2006	550.000	340 млн. €
2007	520.000	330 млн. €
2008	480.000	350 млн. €
2009	490.000	340 млн. €
2010	330.000	220 млн. €
2011	440.000	330 млн. €
2012	410.000	330 млн. €
2013	340.000	240 млн. €
2014	410.000	340 млн. €

Таблица 1.3: Число повреждений в результате ударов молнии или перенапряжений и суммы, выплаченные страховыми организациями в рамках страхования домашнего имущества и жилья; источник: GDV (Германский союз страховщиков) • Экстраполяция на основе отраслевой статистики и статистики рисков; числа округлены до 10.000 и соответственно 10 млн. €.



1.7 Анализ рисков молниезащиты и классификация по классам молниезащиты

Угроза ударов молнии может определяться на основе анализа рисков в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010. Местный риск определяется из отношения между частотой удара молнии, умноженной на вероятность ущерба, и коэффициентом утраты или размера ущерба.

В зависимости от угрозы ударов молнии и прогнозируемых повреждений для защищаемого здания рассчитывается требуемый класс молниезащиты. (Рис.1.20) Расходы на сооружение системы молниезащиты (например, необходимых защитных углов, интервалов сеток и токоотводов) у установок класса молниезащиты I выше, чем у систем класса защиты IV.

Уровень молниезащиты или уровень угрозы (LPL = lightning protection level)	Класс молниезащиты (LPS = class of lightning protection system)
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Таблица 1.4: Сопоставление LPL и LPS

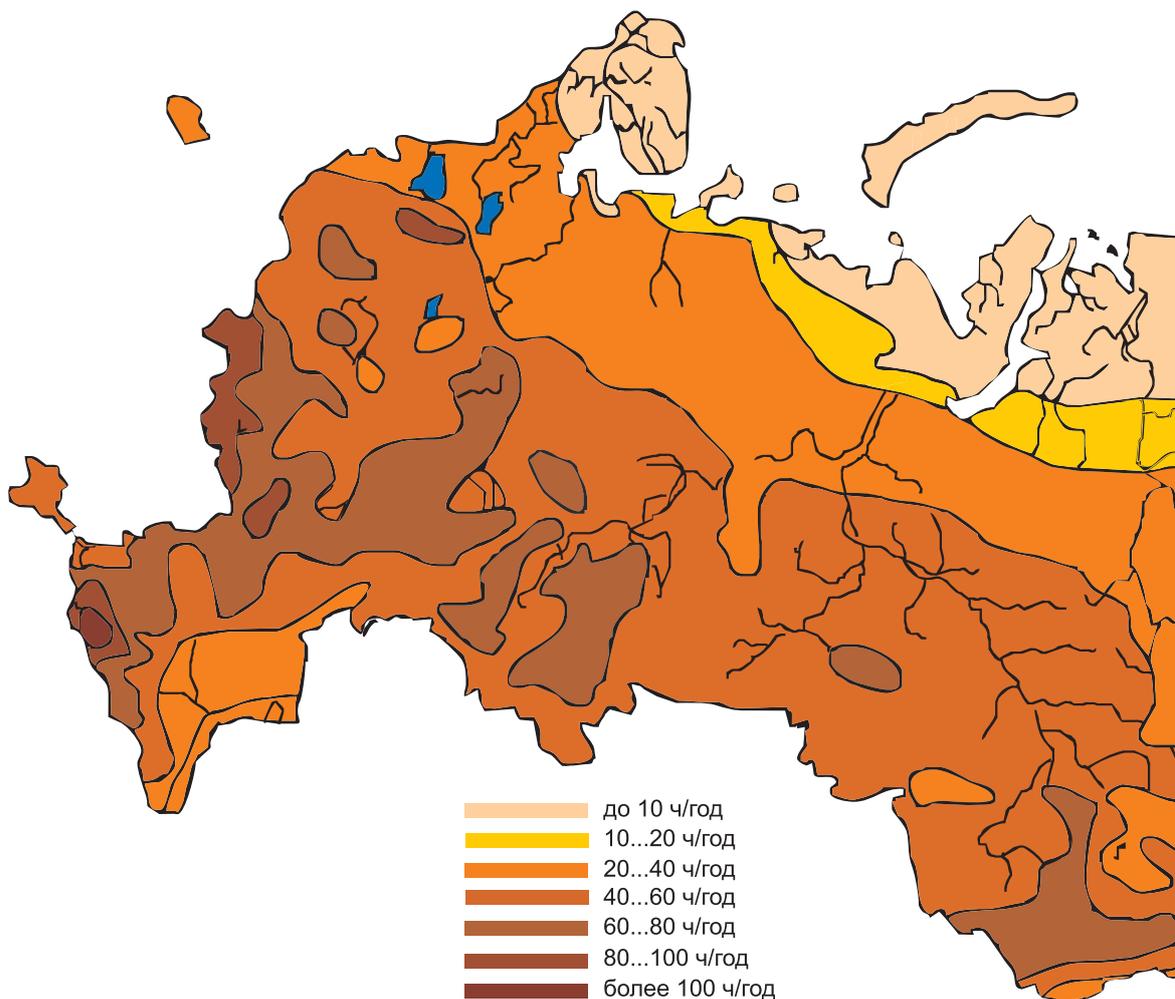


Рис. 1.21: Частота ударов. Карта грозовой активности в России

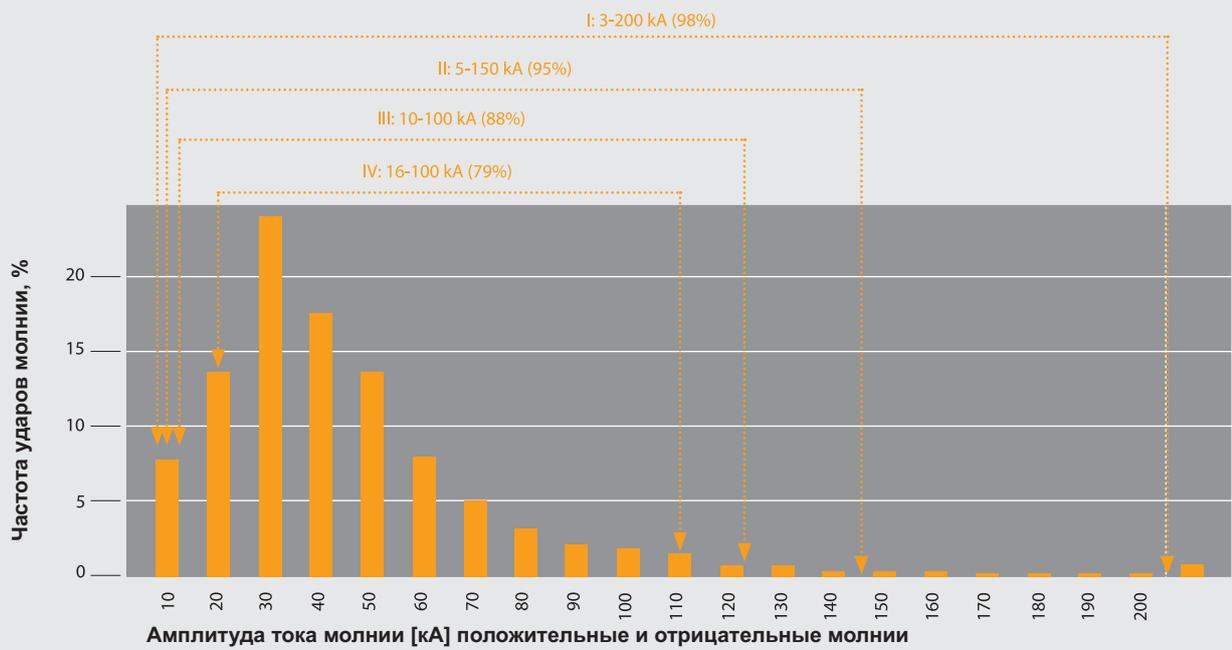
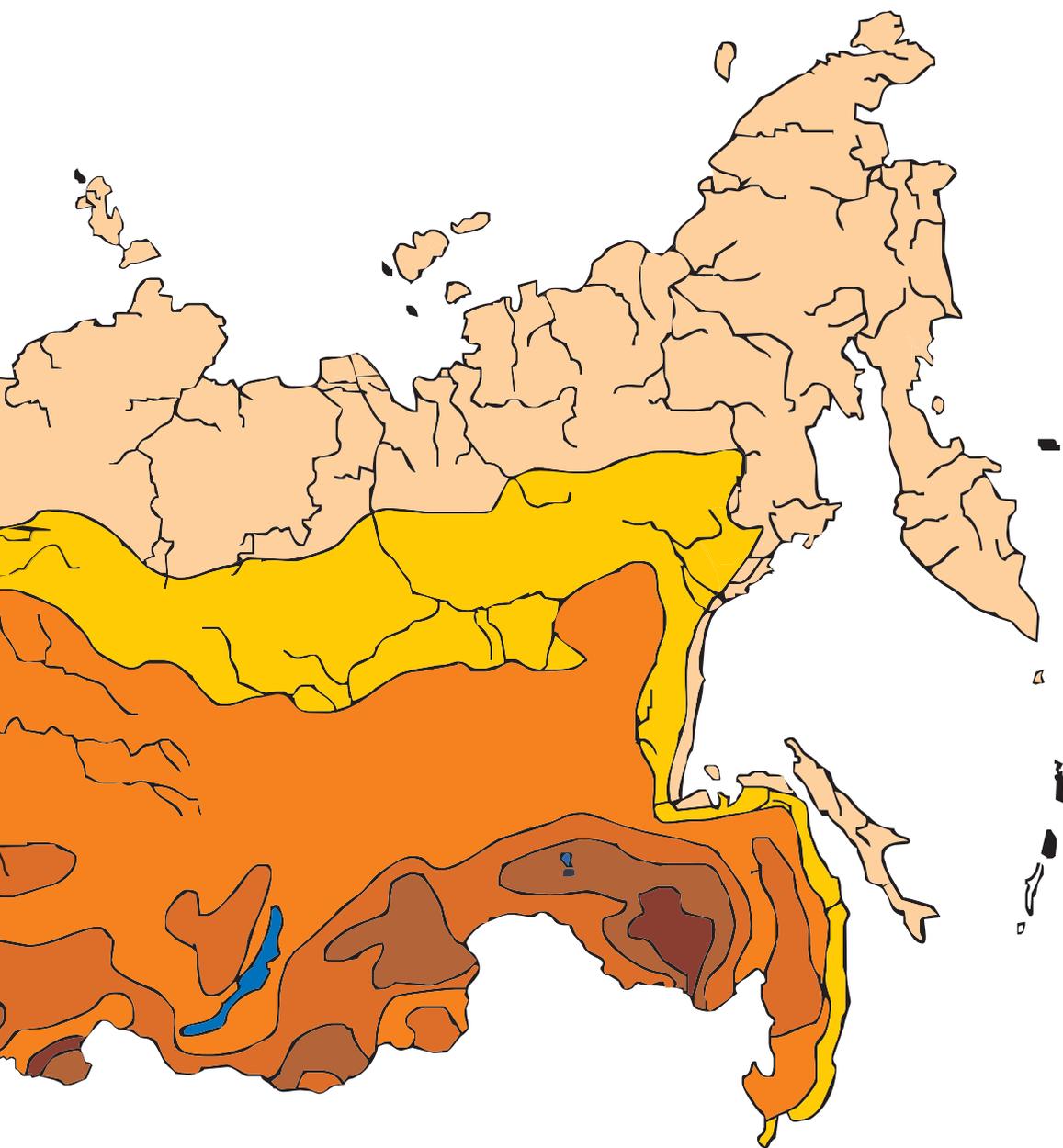
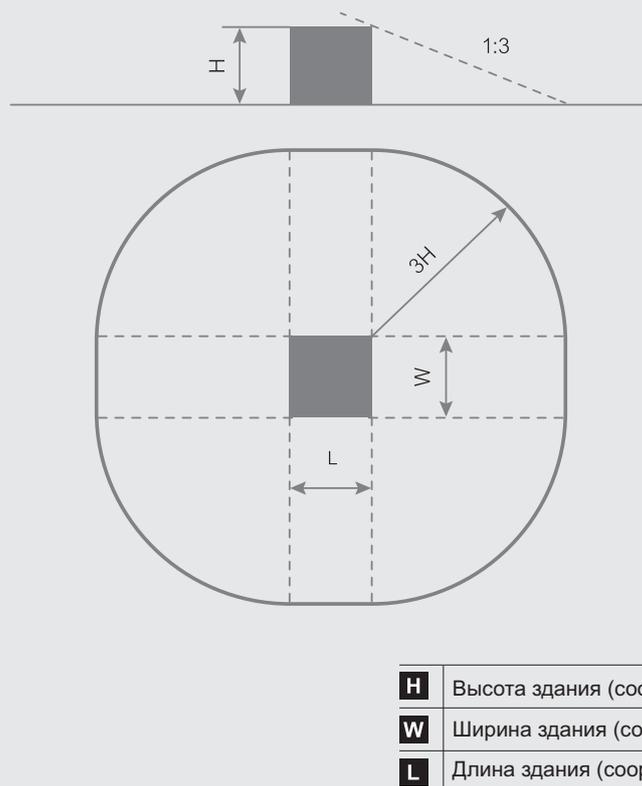


Рис. 1.20: Параметры тока молнии в соответствии с уровнем угрозы (уровнем молниезащиты) LPL согласно ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010





H	Высота здания (сооружения)
W	Ширина здания (сооружения)
L	Длина здания (сооружения)

Рис. 1.22: Пример определения области защиты от прямых ударов молнии

Производительность системы молниезащиты отображается через классификацию по классам молниезащиты от I до IV:

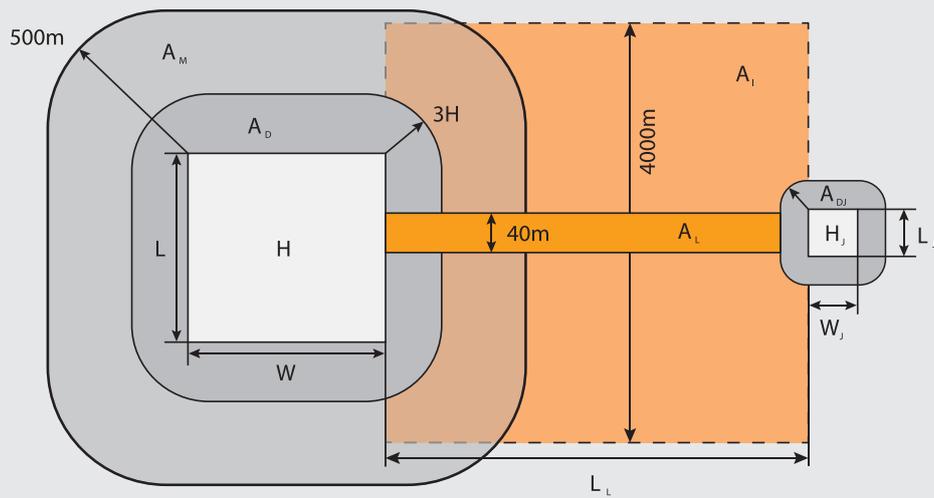
- Класс молниезащиты I = наивысшая потребность в защите, например, больницы
- Класс молниезащиты II = высокая потребность в защите, взрывоопасные зоны
- Класс молниезащиты III = низкая потребность в защите, жилые дома
- Класс молниезащиты IV = низшая потребность в защите

1.7.1 Частота ударов молнии по регионам

На территории России активно развивается система грозовой радиопеленгации, собирающая текущие данные. Грозопеленгационная система Росгидромета в режиме «онлайн» публикует данные на портале www.lightnings.ru. Тем не менее, статистические данные для расчетов пока берутся из устаревших, но действующих правил, норм и стандартов (таких как ПУЭ, РД-34, СО-153). На основе этих данных можно составить графическую карту грозовой активности. (Рис. 1.21).

1.7.2 Область защиты от прямых ударов молнии

Для изолированных зданий (сооружений) на равнинной местности область защиты представляет собой область, отсекаемую на поверхности земли конусом, образованным вращением прямой, проходящей через самые высокие точки здания (сооружения) под углом к вертикали. Угол между вертикалью и образующей конуса должен быть таким, чтобы высота конуса относилась к радиусу основания, как 1:3. (Рис. 1.22).



L	Длина здания (сооружения)
W	Ширина здания (сооружения)
H	Высота здания (сооружения)
A_D	Площадь области защиты при прямом ударе молнии в здание (сооружение)
A_M	Площадь области защиты при ударе молнии вблизи защищаемого здания (сооружения)
A_L	Площадь области защиты при ударе молнии в питающую линию
A_I	Площадь области защиты при ударе молнии вблизи питающей линии

Рис. 1.23: Пример определения области защиты от удаленных ударов молнии

Область защиты от удаленных ударов молнии определяется окружностью радиусом 500 м вокруг площади основания защищаемого здания (сооружения) и расстоянием 2000 м вокруг питающей линии. (Рис. 1.23).

1.7.3 Оценка риска

Риск является значением возможных средних потерь в год, рассчитанных с учетом количества и вероятности появления опасных событий. Для каждого типа потерь должна быть проведена оценка соответствующего риска.

Возможные риски

- риск гибели и травмирования людей;
- риск частичного или полного разрушения общественных коммуникаций;
- риск нанесения вреда объектам культурного назначения;
- риск экономических потерь.

1.7.4 Расчет экономической эффективности систем молниезащиты

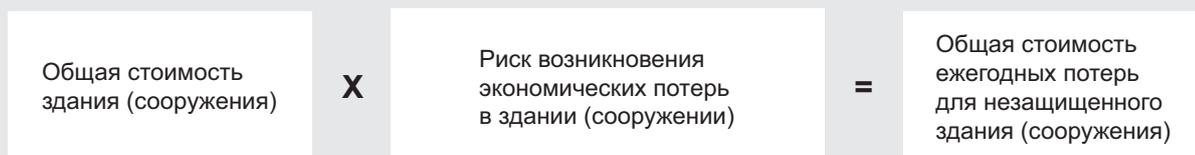
Для строительных сооружений, где отсутствует угроза для людей, необходимость мер молниезащиты может рассматриваться с экономической точки зрения. Оценка экономической эффективности мер защиты проводится путем сопоставления общей суммы ущерба с применением мер защиты и без них. (Рис. 1.24).

Целью расчёта является получение значения ежегодной экономии выше нуля.

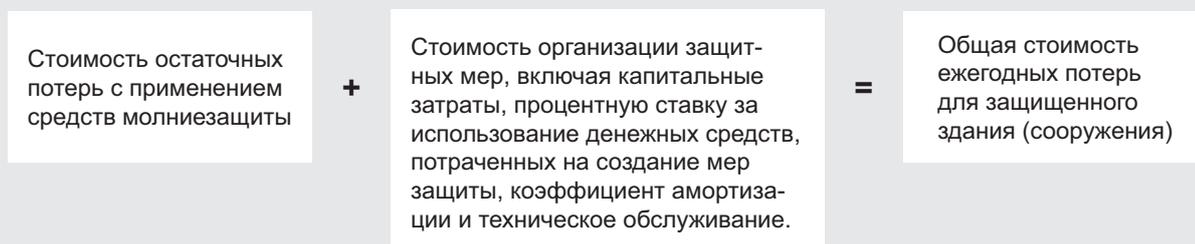
Указание

Точный расчет с учетом многих других параметров должен проводиться посредством анализа рисков в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010

Экономическая эффективность без системы молниезащиты



Экономическая эффективность с системой молниезащиты



Сопоставление расходов



Рис. 1.25: Генератор токов молний центра ВЕТ

1.8 Испытания компонентов системы молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений

В испытательном центре ВЕТ высококвалифицированными специалистами проводятся испытания компонентов молниезащиты и защиты от импульсных напряжений,

С помощью разработанного в 1994 году и изготовленного в 1996 году генератора стало возможным проведение испытаний воздействием тока до 200 кА. (Рис.1.25).

Генератор был разработан и изготовлен совместно с Высшей технической школой г. Зост (Германия). За счет интенсивной разработки и научного сопровождения испытательной установки, она функционирует больше 20 лет бесперебойно в соответствии с сегодняшними нормативными требованиями к проведению испытаний.

Наряду с испытаниями на воздействие током молнии в центре ВЕТ проводятся испытания на воздействие ударным током до 20 кВ.

В центре проводятся испытания новых продуктов ОВО на этапе разработки и модификаций существующих на этапе модернизации. Испытания устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) производятся в соответствии со стандартом ГОСТ IEC 61643-11-2013, испытания компонентов молниезащиты - ГОСТ Р МЭК 62561.1-2014, испытания разделительных искровых разрядников - ГОСТ Р МЭК 62561.3-2014.

На гибридном генераторе проводят испытания устройств защиты от перенапряжений, подсоединенные к телекоммуникационным и сигнализационным сетям в соответствии со стандартом ГОСТ IEC 61643-21-2014



Рис. 1.26: Испытательная установка с диоксидом серы центра ВЕТ

Проводимые в центре испытания в соответствии со стандартами:

- Компоненты молниезащиты по ГОСТ Р МЭК 62561.1-2014
- Разделительные промежутки по ГОСТ Р МЭК 62561.3-2014
- Счетчики молний по ГОСТ Р МЭК 62561.6-2014
- УЗИП по ГОСТ IEC 61643-11-2013
- Устройства защиты линий передачи данных по ГОСТ IEC 61643-21-2014
- Испытание на воздействие окружающей среды по ГОСТ 30630.2.5-2013 (нейтральное длительное испытание на стойкость к соляному туману)
- Испытание на воздействие окружающей среды по ГОСТ 30630.2.5-2013 (циклическое испытание на стойкость к соляному туману)
- Испытание на воздействие окружающей среды по EN ISO 6988 (SO₂ - испытание агрессивной средой)
- Степень защиты IP по ГОСТ 14254-2015
- Предел прочности при разрыве по EN 10002-1

Также проводятся испытания по специальным требованиям клиентов, которые не покрываются действующими стандартами:

- Импульсы тока с формой волны 10/350 мкс со значениями до 200 кА
- Импульс тока с формой волны 8/20 мкс со значениями до 200 кА
- Комбинированные импульсы (1,2/50) до 20 кВ
- Комбинированные импульсы (10/700) до 10 кВ
- Электроустановка сопровождающего тока 255 В, 50 Гц, до 3 кА
- Испытания изоляции до 5 кВ перем. тока, 50 Гц и до 6 кВ пост. тока
- Измерение тока проводимости разрядников и варисторов
- Пределы прочности при разрыве и при сжатии до 100 кН

1.9 Состав комплексной системы защиты

Для обеспечения полной защиты объекта требуется организация комплексной системы, в состав которой входят: (Рис. 1.27)

1. Система внешней молниезащиты: молниеприемное оборудование и токоотводы

Молниеприемное оборудование и токоотводы надёжно улавливают прямые удары молнии с силой тока в разряде молнии до 200.000 А и безопасно отводят его к системе заземления.

2. Система внешней молниезащиты: система заземления

Задача системы заземления сводится к проведению и распределению около 50% от значения тока молнии в грунте. Оставшаяся часть распределяется посредством системы уравнивания потенциалов.

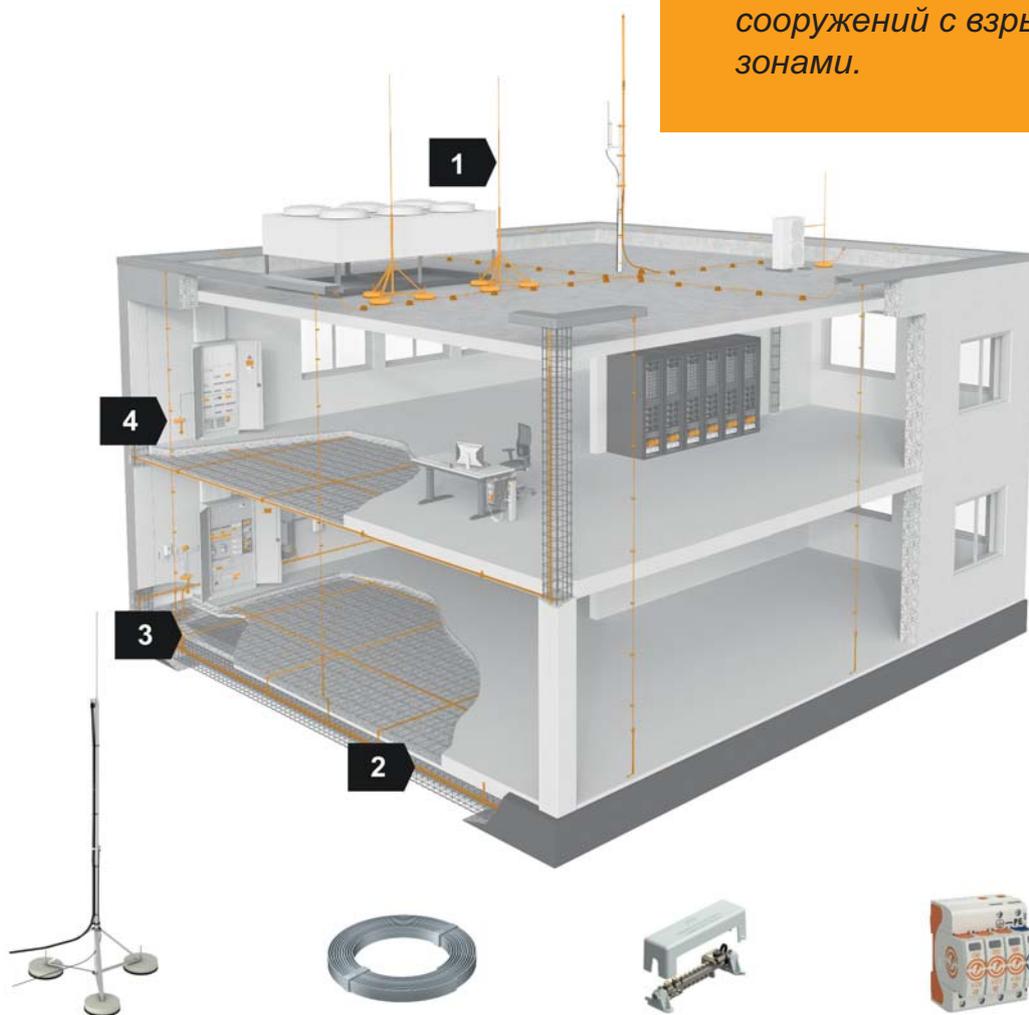
3. Система уравнивания потенциалов

Система уравнивания потенциалов образует связующее звено между внешней и внутренней молниезащитой. Она следит за тем, чтобы в здании не возникало опасной разницы потенциалов.

4. Система защиты от импульсных перенапряжений

Система защиты от импульсных перенапряжений образует многоступенчатый барьер, который не смогут миновать никакие перенапряжения.

ОБО Беттерманн предлагает компоненты для комплексных систем молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений. Соответствующие стандартам и прошедшие проверку компоненты обеспечивают защиту и безопасность высшего уровня для зданий – от жилых домов до промышленных сооружений с взрывоопасными зонами.



1. Система внешней молниезащиты: молниеприемное оборудование и токоотводы

2. Система внешней молниезащиты: система заземления

3. Система уравнивания потенциалов

4. Система защиты от импульсных перенапряжений

Рис. 1.27: Компоненты молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений

2

Система внешней молниезащиты предназначена для улавливания и отвода тока прямого удара молнии и обеспечения пожаробезопасности здания. Молниеприемное оборудование, являющееся оптимальной точкой удара молнии, через токоотводы соединено с системой заземления. Молниеприемники образуют зоны безопасности, которые могут быть определены, например, посредством так называемого метода катящейся сферы.

Помимо молниеприемников и токоотводов, к внешней системе молниезащиты относится система заземления.

Глава 2: Система внешней молниезащиты

2.	Система внешней молниезащиты	33
2.1	Молниеприемники	33
2.1.1	Методы проектирования молниеприемников	34
2.1.1.1	Метод катящейся сферы	35
2.1.1.2	Метод защитного угла	39
2.1.1.3	Метод молниеприемной сетки	41
2.1.2	Изменение длины, обусловленное температурой	42
2.1.3	Внешняя защита кровельных надстроек	43
2.1.4	Использование естественных компонентов	44
2.1.5	Разделительный интервал	47
2.1.6	Ветровая нагрузка	51
2.1.7	Конструктивные исполнения молниеприемников	55
2.1.7.1	Изолированные молниеприемники с высоким пробивным напряжением	55
2.1.7.1.1	Изолированные молниеприемные мачты с расположенным снаружи токоотводом isCon®	56
2.1.7.1.2	Изолированные молниеприемные мачты с расположенным внутри токоотводом isCon®	56
2.1.7.2	Изолированные молниеприемники	58
2.1.7.2.1	Алюминиевые молниеприемные мачты	58
2.1.7.2.2	Система телескопических мачт	59
2.1.7.2.3	Стеклопластиковые стержни	60
2.1.7.3	Принцип установки для зданий с плоской кровлей	62
2.1.7.4	Принцип установки для зданий со скатной кровлей	65
2.2	Токоотводы	68
2.2.1	Методы проектирования	69
2.2.1.1	Количество и расположение	69
2.2.1.2	Использование естественных компонентов	72
2.2.1.3	Изолированные токоприемники с высоким пробивным напряжением	74
2.2.2	Конструктивные исполнения	76
2.2.2.1	Неизолированная система молниезащиты	76
2.2.2.2	Изолированная система молниезащиты	76
2.2.2.3	Токоотвод isCon с высоким пробивным напряжением	78
2.3	Системы заземления	89
2.3.1	Методы проектирования	90
2.3.1.1	Тип А – Глубинный заземлитель: устройство и принцип действия	91
2.3.1.2	Тип В – Кольцевой заземлитель	92
2.3.1.3	Тип В – Фундаментный заземлитель	95
2.3.2	Конструктивные исполнения	98
2.3.2.1	Глубинный заземлитель	99
2.3.2.2	Черная ванна	100
2.3.2.3	Белая ванна	100
2.3.2.4	Изоляция по периметру	101
2.3.2.5	Управление потенциалами	104
2.4	Материалы и защита от коррозии	106
2.4.1	Материалы для молниеприемных и токоотводных систем	107
2.4.2	Материалы в системах заземления	109
2.5	Испытанные компоненты молниезащиты	110

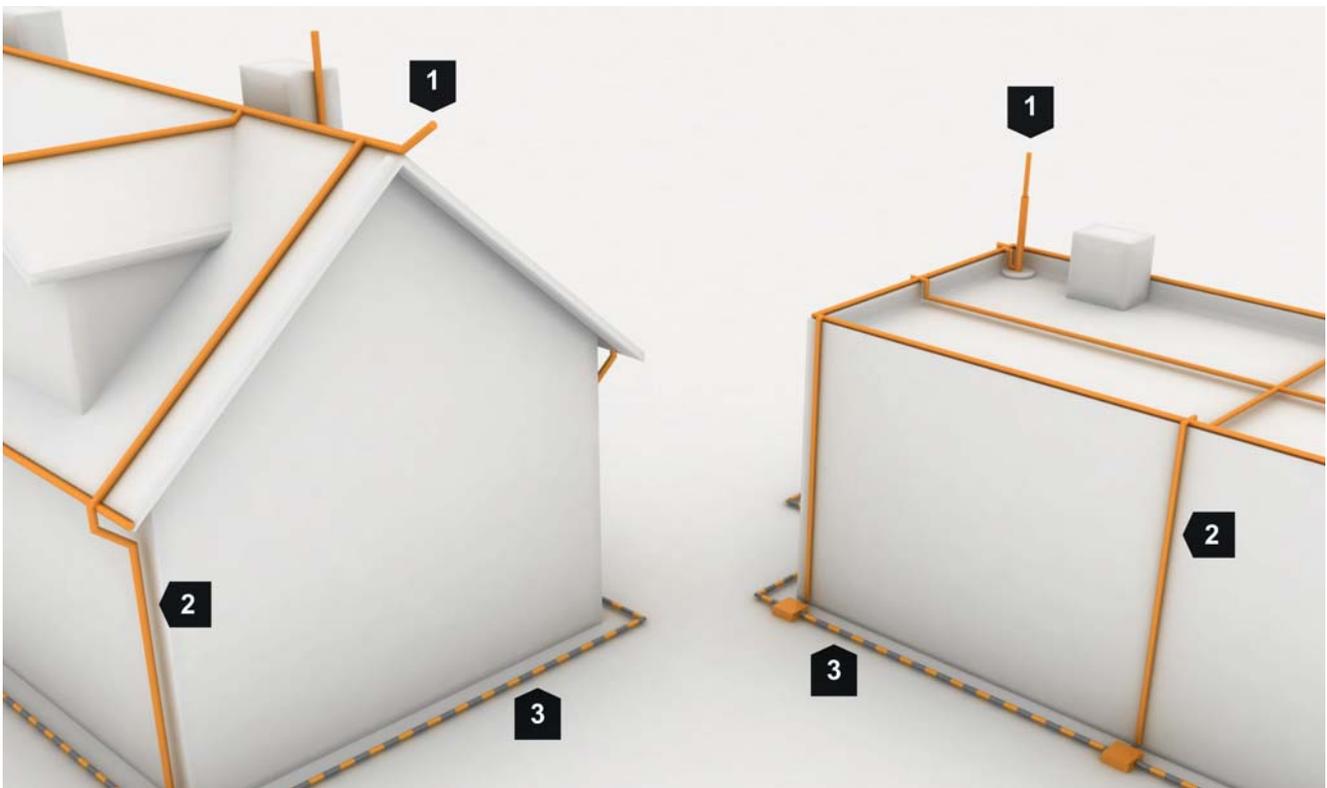
2. Система внешней молниезащиты

Система внешней молниезащиты состоит из молниеприемников, токоотводов и системы заземления. Благодаря им она выполняет требования по улавливанию прямых ударов молнии, отводу тока молнии и его распределению в земле. (Рис. 2.1)

2.1 Молниеприемники

При наличии правильно спроектированного молниеприемника вероятность проникания в здание тока молнии значительно снижается. Молниеприемники могут состоять из любой комбинации следующих элементов: - стержней (включая отдельно стоящие мачты); - подвесных тросов; - молниеприемной сетки.

При наличии правильно спроектированного молниеприемника вероятность проникания в здание тока молнии значительно снижается. Молниеприемники могут состоять из любой комбинации следующих элементов: - стержней (включая отдельно стоящие мачты); - подвесных тросов; - молниеприемной сетки.



1	Молниеприемник
2	Токоотвод
3	Система заземления

Рис. 2.1: Компоненты системы внешней молниезащиты

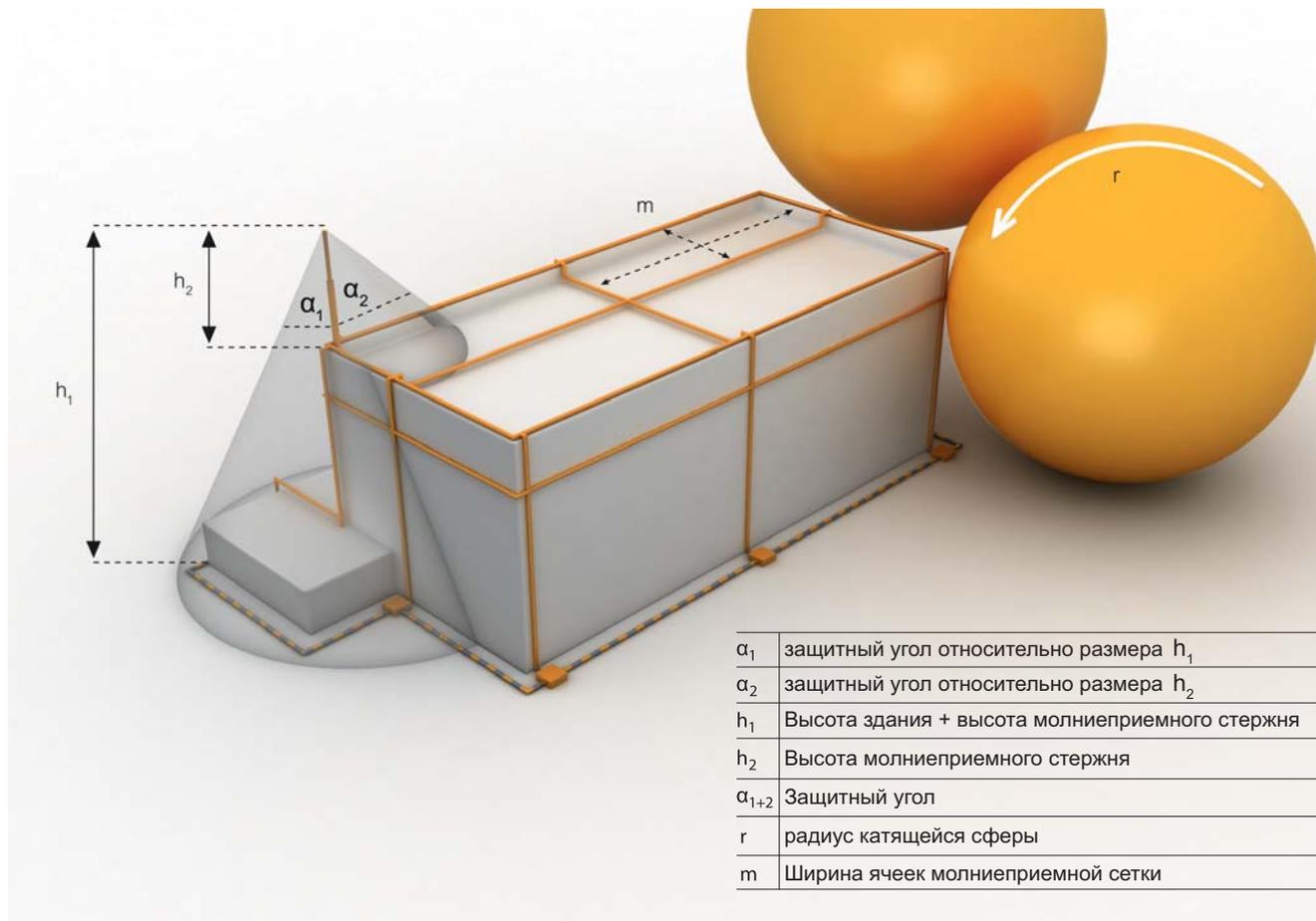


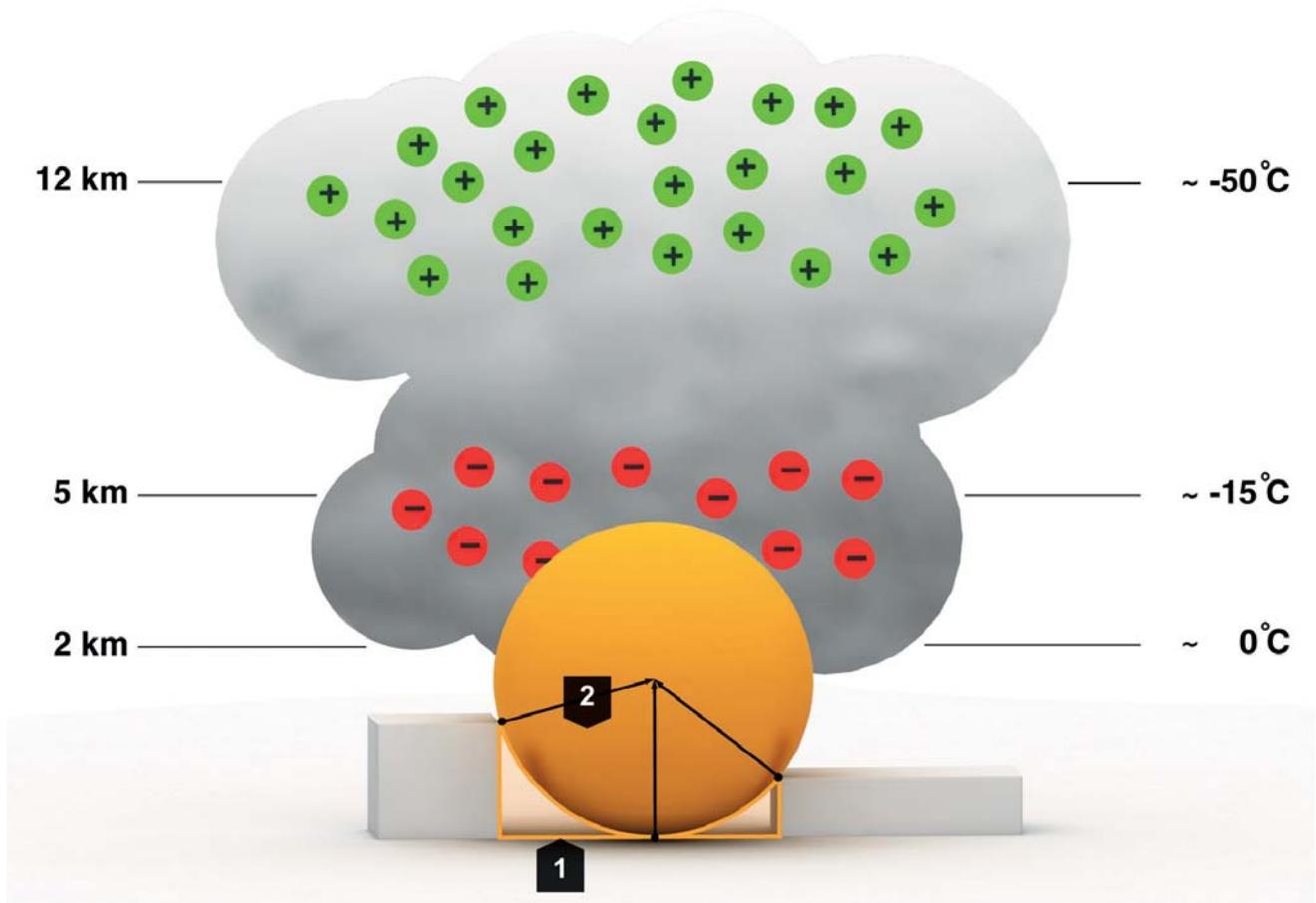
Рис. 2.2: Проектирование с использованием методов защитного угла, молниеприемной сетки и метода катящейся сферы

Метод катящейся сферы – это единственный выведенный из электро-геометрической модели грозы и физически обоснованный метод для проектирования молниеприемного оборудования. Поэтому используйте данный метод в тех случаях, когда нет уверенности в правильности проектирования иными способами.

Система 2.1.1 Методы проектирования молниеприемников

В зависимости от практической оценки строительного сооружения выбирается один из следующих методов проектирования или их комбинация:

- Метод катящейся сферы (особенно подходит для комплексных установок)
- Метод защитного угла (простое проектирование, например, для молниеприемных стержней)
- Метод молниеприемной сетки (простое проектирование, например, для плоских крыш). (Рис.2.2)



1	Защищенная зона
2	Зона, находящаяся под угрозой удара

Рис. 2.3: Электро-геометрическая модель/метод катящейся сферы

2.1.1.1 Метод катящейся сферы (Рис. 2.3)

В результате распределения зарядов возникает разность потенциалов между облаком и землей, что приводит к появлению разряда с лидером молнии. Из разных точек, таких как деревья, дома или антенны, встречные разряды молниевывода запускаются в направлении лидера молнии. В точке, встречный разряд которой первым достигает лидера молнии, возникает конечное пробивание. В соответствии с этим все точки на поверхности сферы с радиусом пробивного промежутка и лидером молнии в центре должны быть защищены от прямого удара молнии. Эта сфера в дальнейшем именуется катящейся сферой. Радиус катящейся сферы определяется по классу молниезащиты защищаемых зданий. (Рис. 2.4)

Сфера перекатывается по объекту – точки соприкосновения представляют собой возможные места удара молнии. Благодаря широкому выбору решений ОБО Беттерманн, Вы сможете реализовать различные схемы с учетом особенностей конкретного объекта.

Класс молниезащиты (LPL = lightning protection level)	Радиус катящейся сферы
I	20 м
II	30 м
III	45 м
IV	60 м



Рис. 2.4: Радиус сферы молнии в зависимости от класса молниезащиты

При помощи современных САD-программ (системы автоматизированного проектирования) возможно перекачивание сферы в трехмерном пространстве по всей защищаемой установке. Так, например, у зданий с классом молниезащиты I сфера соприкасается с поверхностями и точками, в то время как у зданий с классом защиты II (или соответственно III или IV) они расположены еще в защищенной зоне. (Рис. 2.5) В рамках метода катящейся сферы защищаемая установка может подразделяться на различные зоны внешней молниезащиты («Lightning Protection Zones» = LPZ и классы молниезащиты «Lightning Protection Level» = LPL:

LPZ 0_A

Опасность прямых ударов молнии и угроза со стороны всего электромагнитного поля молнии.

LPZ 0_B

Имеется защита от прямых ударов молнии, однако существует угроза со стороны всего электромагнитного поля молнии.

Указание

Для строительных сооружений, высота которых превышает радиус шара молнии, существует угроза боковых ударов. У сооружений высотой $h < 60$ м вероятность бокового удара незначительна.

Указание

Для строительных сооружений, высота которых превышает радиус сферы, существует угроза боковых ударов. У сооружений высотой $h < 60$ м вероятность бокового удара незначительна.



Рис. 2.5: Метод катящейся сферы и вытекающие из него зоны молниезащиты (LPZ)

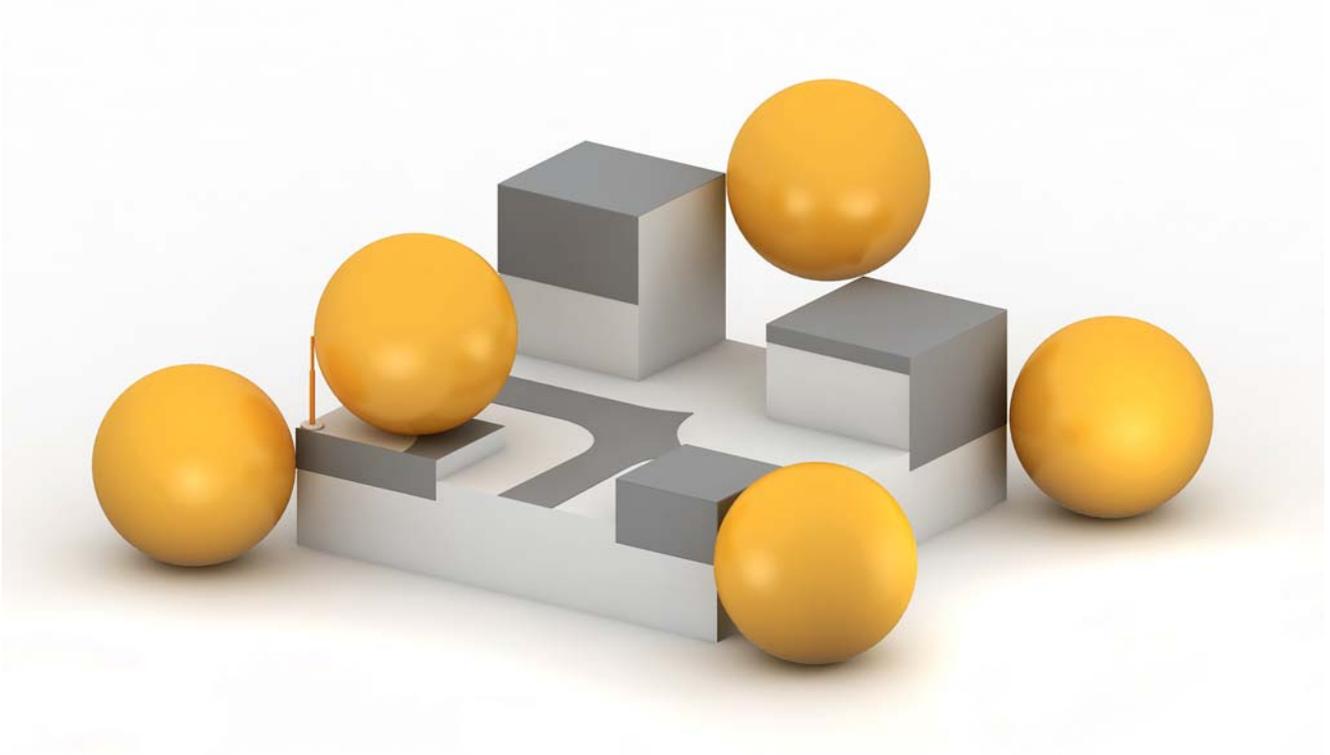
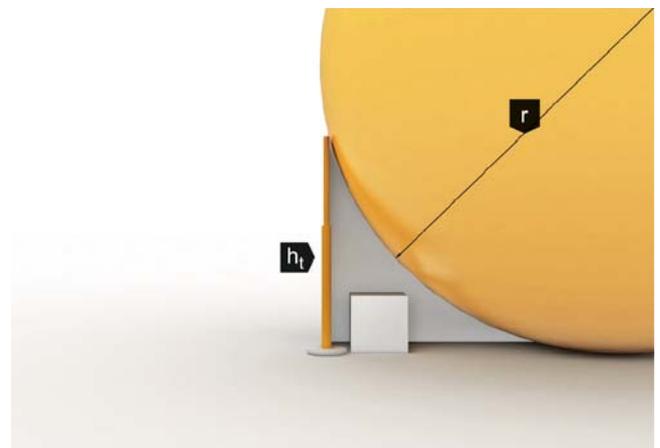


Рис. 2.4: Рис. 2.6: Метод скатящейся сферы (темно-серые участки находятся под угрозой удара)

Защищаемое здание должно оснащаться молниеприемниками таким образом, чтобы сфера с радиусом, указанным в соответствии с классом молниезащиты (см. Рис. 2.6), не могла касаться здания. На темно-серых участках должны быть установлены молниеприемники.

При помощи метода катящейся сферы могут быть определены размеры требуемых длин молниеприемных стержней, а также расстояния между молниеприемными стержнями. (Рис. 2.7, Рис. 2.8) Их необходимо располагать таким образом, чтобы все части защищаемой установки находились в защитной зоне молниеприемника.



- | | |
|---|-------------------------|
| 1 | Молниеприемный стержень |
| 2 | Радиус сферы |

Рис. 2.7: Защитная зона молниеприемного стержня на основе метода создания шара молнии

Защита кровельных надстроек при помощи нескольких молниеприемных стержней

Если для защиты объекта используется несколько молниеприемных стержней, необходимо учитывать глубину проникновения между молниеприемными стержнями. Для этого следует воспользоваться кратким обзором, представленным в таблице 2.1, или следующей формулой для расчета глубины проникновения:

Благодаря широкому выбору решений ОБО Беттерманн Вы сможете реализовать схему защиты Вашего объекта любой сложности.

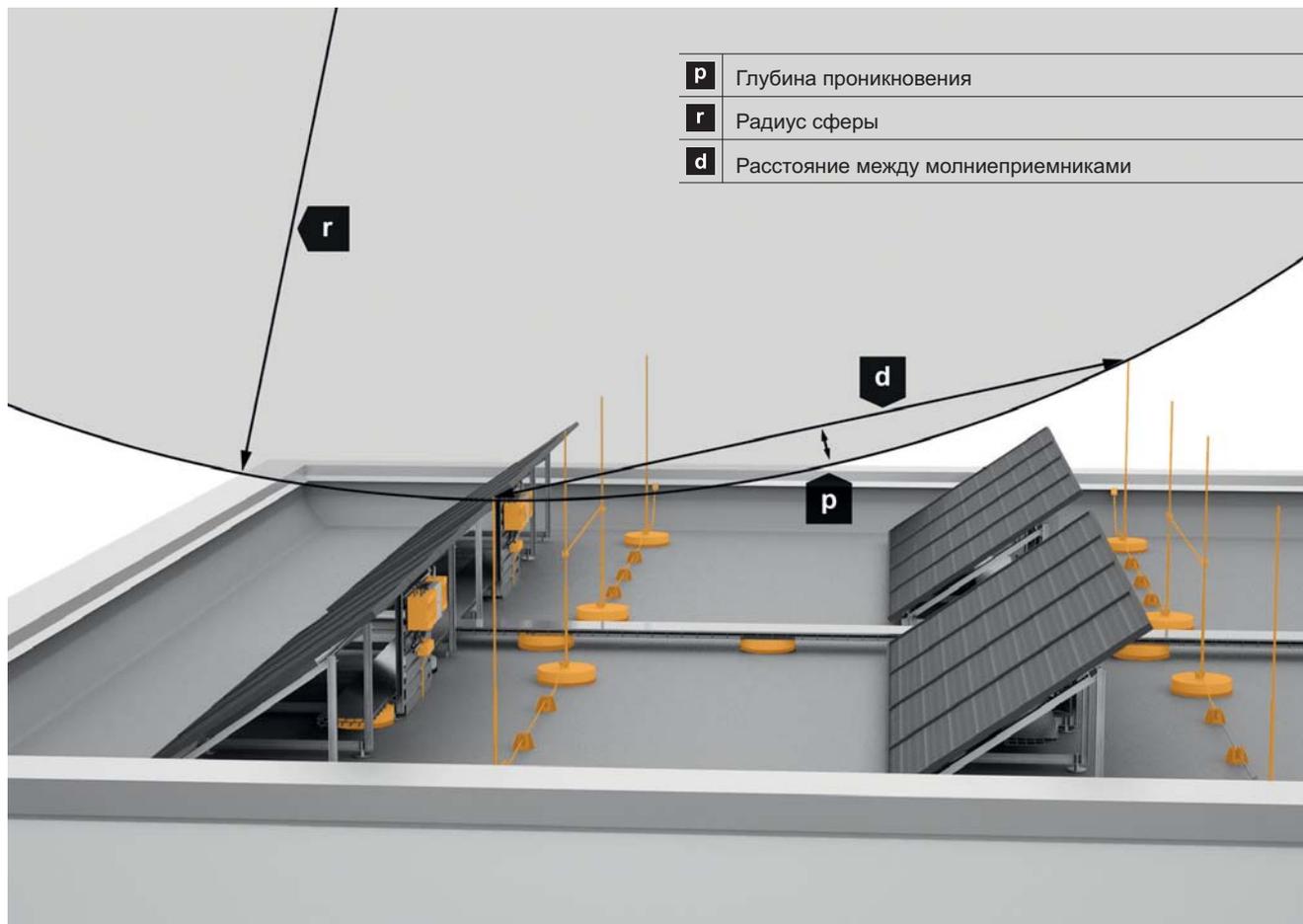


Рис. 2.8: Глубина проникновения (p) сферы между молниеприемными стержнями

Расстояние между молниеприемниками (d) в м	Глубина проникновения, класс молниезащиты I, шар молнии: r=20 м	Глубина проникновения, класс молниезащиты II, шар молнии: r=30 м	Глубина проникновения, класс молниезащиты III, шар молнии: r=45 м	Глубина проникновения, класс молниезащиты IV, шар молнии: r=60 м
2	0,03	0,03	0,01	0,01
3	0,06	0,04	0,03	0,02
4	0,10	0,07	0,04	0,04
5	0,16	0,10	0,07	0,05
10	0,64	0,42	0,28	0,21
15	1,46	0,96	0,63	0,47
20	2,68	1,72	1,13	0,84

Таблица 2.1: Глубина проникновения (p) по классу молниезащиты в соответствии с МЭК 62305

α	Защитный угол
s	Разделительный интервал

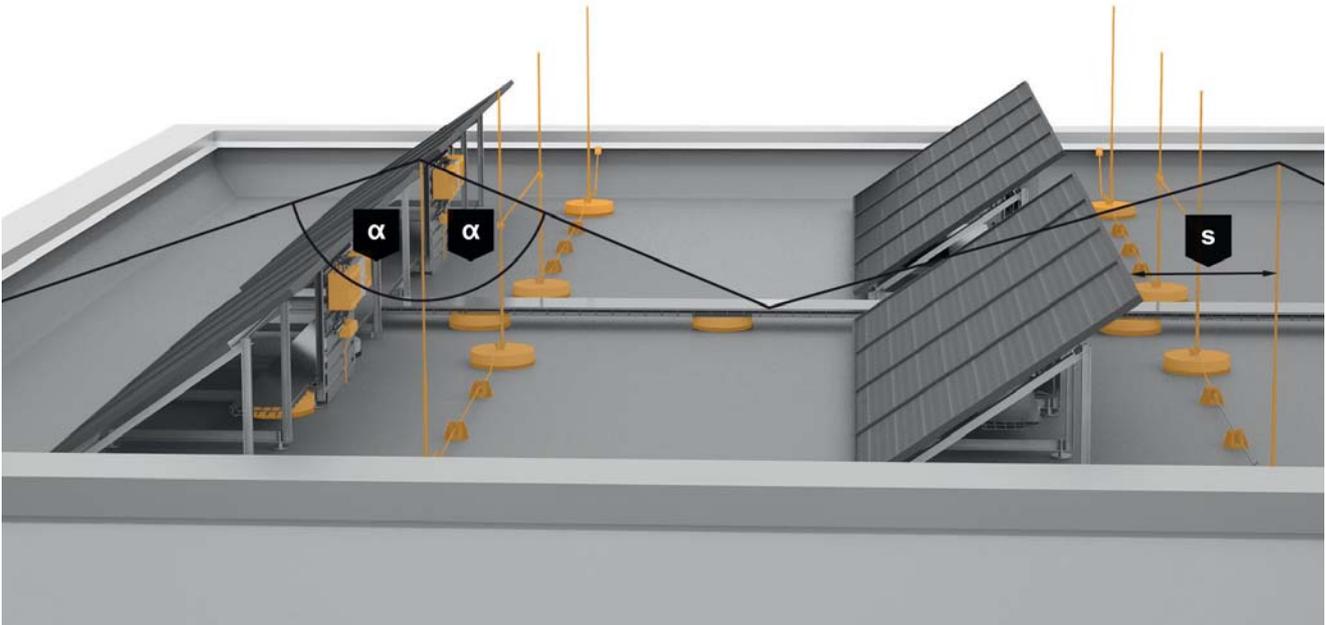


Рис. 2.9: Защитный угол и разделительный интервал на фотогальванической установке

2.1.1.2 Метод защитного угла (Рис. 2.9)

Применение метода защитного угла рекомендуется только для простых или небольших зданий, а также для отдельных частей здания.

Метод защитного угла оптимально подходит для размещения молниеприемных стержней, предназначенных для дополнительной защиты лишь некоторых выступающих частей здания или конструкций, и дополняет методы катящейся сферы или молниеприемной сетки, которые обеспечивают базовую защиту всего здания.

Все кровельные надстройки должны быть защищены молниеприемными стержнями. Для этого необходимо соблюдать разделительный интервал (s) между заземленными кровельными надстройками и металлическими системами.

Если кровельная надстройка имеет токопроводящее продолжение, ведущее в здание (например, такое как труба из нержавеющей стали, соединенная с системой вентиляции или кондиционером), то при установке молниеприемника следует выдержать разделительный интервал (s) между молниеприемником и защищаемым объектом. Благодаря этому разделительному интервалу надежно предотвращаются пробой тока молнии и опасное искрообразование.

Применение метода защитного угла рекомендуется только для простых или небольших зданий, а также отдельных частей здания.

α	Защитный угол
1	LPZ 0 _A : угроза прямых ударов молнии
2	LPZ 0 _B : имеется защита от прямых ударов молнии, однако существует угроза
3	h_1 : высота молниеприемного стержня

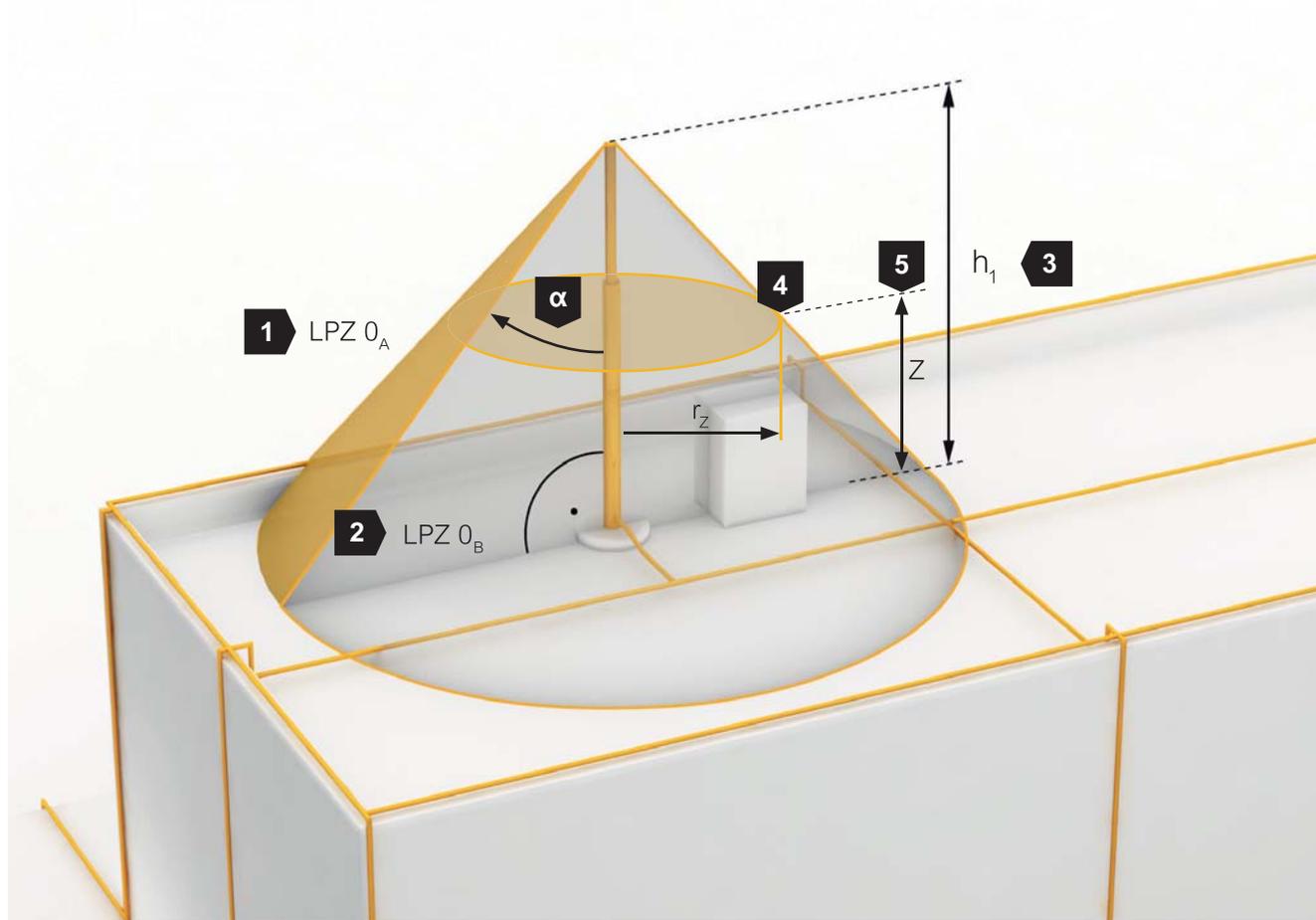


Рис. 2.10: Рассчитанная на основе упрощенного метода защитного угла защитная площадь молниеприемного стержня.

Защитный угол (α) молниеприемного стержня варьируется в зависимости от класса молниезащиты. Защитный угол (α) для наиболее распространенных молниеприемных стержней длиной до 2 м можно найти в таблице. (Таблица 2.2)
 В качестве защитных зон могут рассматриваться ограниченные горизонтальной плоскостью участки (кровельная поверхность) и покрытые конусом зоны. (Рис. 2.10)

Класс молниезащиты	Защитный угол α для молниеприемных стержней длиной до 2 м
I	70°
II	72°
III	76°
IV	79°

Таблица 2.2: Защитный угол по классу молниезащиты в соответствии с МЭК 62305-3 для молниеприемных стержней длиной до 2 м

l	Длина здания
m	Ширина ячеек молниеприемной сетки

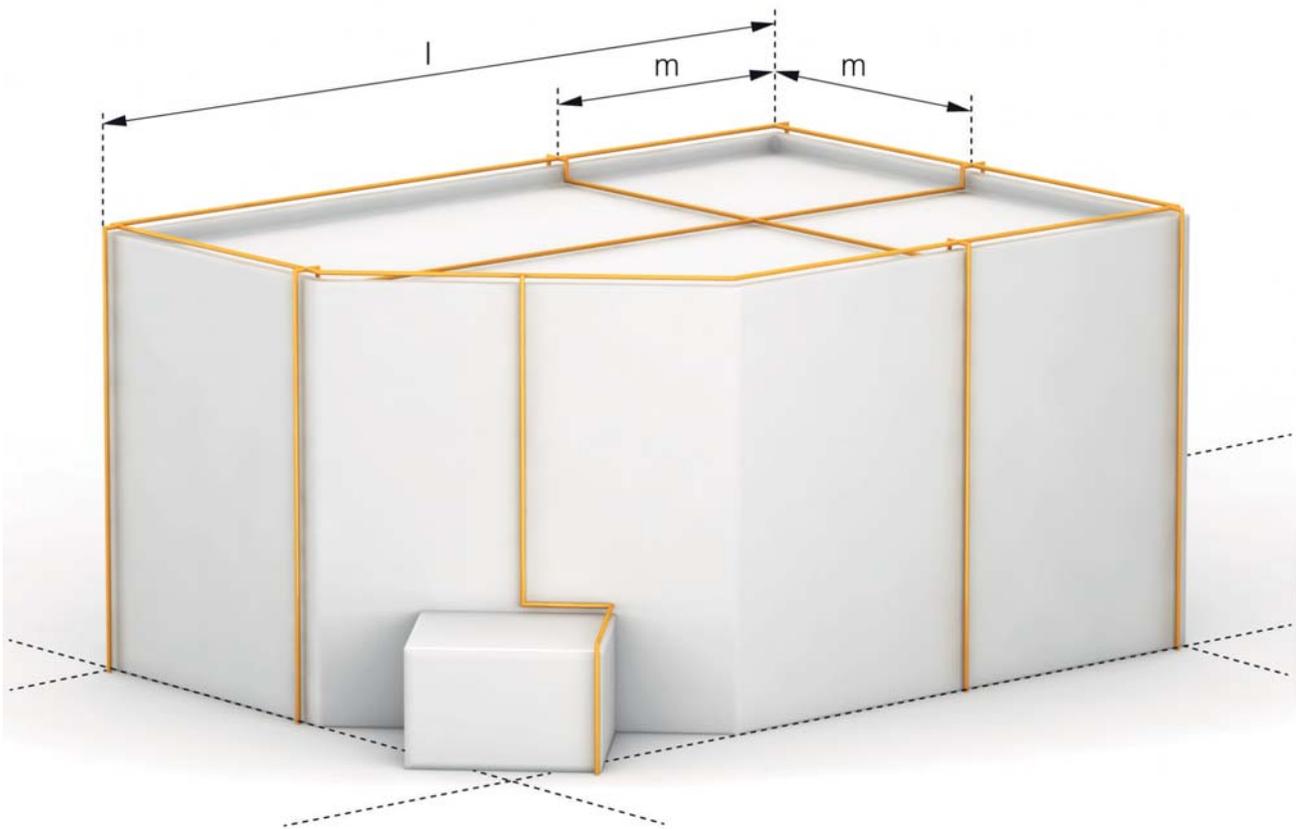


Рис. 2.11: Метод молниеприемной сетки на плоской крыше

2.1.1.3 Метод молниеприемной сетки (Рис. 2.11)

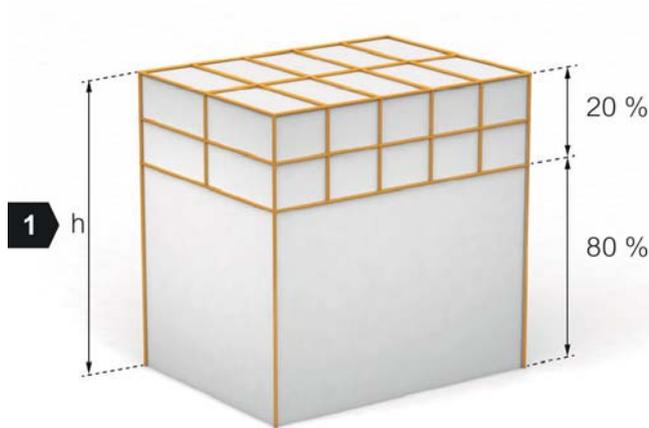
Расположение ячеек молниеприемной сетки

Ширина ячеек молниеприемной сетки может варьироваться в зависимости от класса (категории) молниезащиты здания. В нашем примере здание имеет класс молниезащиты III. Тем самым ширина ячеек m не должна превышать 12 x 12 м согласно РД 34, 10 x 10 м согласно СО 153 и 15 x 15 м согласно МЭК 62305. ОБО Беттерманн рекомендует ориентироваться на значения СО 153 для обеспечения высокой вероятности защиты здания (сооружения).

Метод молниеприемной сетки подходит для универсального использования с учетом класса молниезащиты. Универсальные держатели молниеприемной сетки ОБО Беттерманн для плоских и мембранных крыш сделаны из пластика защищенного от воздействия УФ лучей и заполнены морозостойким бетоном выверенной формулы, позволяющей гарантировать долгий срок службы в том числе и при сверхнизких температурах до -50°C .

Класс (категория) молниезащиты	Размер ячейки согласно РД 34.21.122-87, м	Размер ячейки согласно СО 153-343.21.122-2003, м	Размер ячейки согласно МЭК 62305, м
I	отдельными молниеприемниками	5x5	5x5
II	6x6	10x10	10x10
III	12x12	10x10	15x15
IV	не предусмотрено	20x20	20x20

Таблица 2.3: Размер ячеек в зависимости от класса (категории) молниезащиты



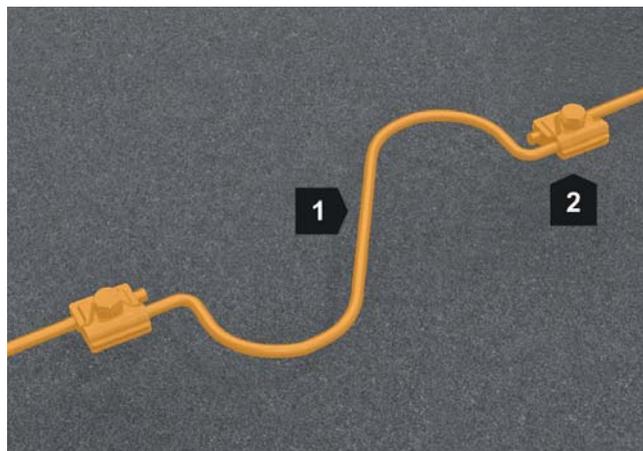
1 Высота здания $h > 60$ м

Рис. 2.12: Метод молниеприемной сетки и защита от бокового удара

Защита от бокового удара

Если высота здания больше 60 м, основная часть всех ударов молнии приходится на верхнюю часть зданий, горизонтальные передние края и углы здания. И только несколько процентов всех ударов молнии приходится на его боковую часть.

Следовательно, следует уделять внимание установке боковой системы молниеприемника на верхней части высоких зданий (обычно на высоте, составляющей 20 % высоты всего здания) (Рис.2.12).



1 Компенсатор температурного расширения
2 Зажим

Рис. 2.13: Молниеприемная сетка с компенсатором температурного расширения

2.1.2 Изменение длины, обусловленное температурой

При высоких температурах, например, летом, изменяется длина молниеприемников или токоотводов. Такие изменения длины, обусловленные температурой, должны учитываться при монтаже. Компенсаторы температурного расширения успешно выполняют свою задачу за счёт своей S-образной геометрии или применения гибкого проводника в составе. (Рис. 2.13) На практике себя зарекомендовали следующие указанные в Таблице 2.4 интервалы для применения компенсаторов температурного удлинения. ОБО Беттерманн рекомендует устанавливать компенсаторы с шагом 20 метров вдоль прямого участка молниеприемной сетки.

Материал	Интервалы между компенсаторами температурного расширения, м
Сталь	15
Нержавеющая сталь	10
Медь	10
Алюминий	10

Таблица 2.4: Компенсаторы температурного расширения

2.1.3 Внешняя молниезащита для кровельных надстроек

В соответствии с МЭК 62305 не требуют дополнительной молниезащиты кровельные надстройки, размеры которых не превышают указанных в Таблице 2.5.

Кровельные надстройки	Размеры
Металлические конструктивные детали крыши	высота над уровнем крыши 0,3 м; общая площадь надстройки 1,0 м ² ; длина надстройки 2,0 м.
Непроводящие конструктивные детали крыши	0,5 м над молниеприемником

Таблица 2.5: Интегрирование кровельных надстроек

Универсальные держатели ОБО Беттерманн для плоских и мембранных крыш сделаны из пластика, защищенного от воздействия УФ лучей, а также заполнены морозостойким бетоном, позволяющим использовать их при сверхнизких температурах до -50°C.



Молниезащита светоаэрационных фонарей и других надстроек на кровле торгово-развлекательного центра «Мега Гринн Курск», г. Курск, Россия



Рис. 2.14: Естественные компоненты (здесь: металлическое ограждение крыши) системы молниезащиты, МЭК 62305-3

2.1.4 Использование естественных компонентов

Если на крыше находятся токопроводящие элементы, то целесообразно использовать их в качестве естественных молниеприемников. (Рис. 2.14)

Естественными компонентами системы молниезащиты в соответствии с МЭК 62305-3 могут служить:

- обшивка из металлических листов (например, аттик);
- металлические компоненты (например, балка, сплошная арматура);
- металлические части (например, сточные желоба для дождевой воды, декоративные элементы или ограждения);
- металлические трубы и резервуары;

При этом соединение между такими конструкциями здания должно быть выполнено надёжно в расчёте на долгую эксплуатацию. Рекомендовано использовать твёрдую пайку, сварку, сплющивание, фальцевание, привинчивание или заклепочное соединение. Основным требованием такого метода - отсутствие токопроводящего соединения, идущего в здание.

Класс молниезащиты в данном случае не имеет значения при выборе естественного молниеприемника.

Не зависящие от класса защиты параметры:

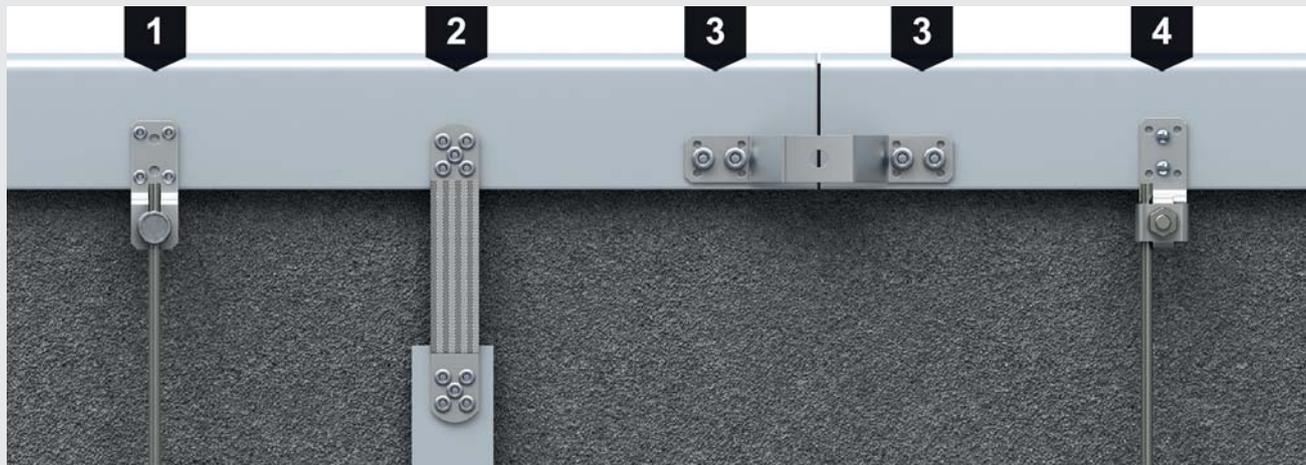
- минимальная толщина металлических листов или металлических труб у молниеприемников;
- материалы и их эксплуатационные условия;
- материалы, форма и минимальные размеры молниеприемников, токоотводов и заземлителей;
- минимальные размеры соединительных проводников;



Рис. 2.15: Возможное исполнение соединения металлического защитного ограждения при помощи гибкого проводника

Для соединения кровельных элементов существуют специальные компоненты системы, способные выдержать токи молнии (Рис. 2.15)
Способ крепления выбирается в зависимости от материала кровельного элемента (Рис. 2.16)

Металлические защитные ограждения для защиты наружной стены могут применяться в качестве естественного компонента молниеприемника в том случае, если допускается перегорание материала в точки удара молнии. Иначе и во всех иных случаях необходимо руководствоваться соответствующими параметрами (Таблица 2.6)



2.16: Примеры соединения металлического защитного ограждения

1	4 глухие заклепки диаметром 5 мм
2	5 глухих заклепок диаметром 3,5 мм
3	2 глухие заклепки диаметром 6 мм
4	2 глухие заклепки диаметром 6,3 мм из нержавеющей стали V2A

Материал	Толщина t, мм (предотвращает продырявливание, перегрев и воспламенение)	Толщина t, мм (если предотвращение от продырявливания, перегрева или воспламенения не имеет значения)
Свинец	-	2,0
Сталь (нержавеющая/ оцинкованная)	4	0,5
Титан	4	0,5
Медь	5	0,5
Алюминий	7	0,65
Цинк	-	0,7

Таблица 2.6: Минимальная толщина металлических листов или металлических труб в молниеприемниках в соответствии с IEC 62305-3, класс защиты системы молниезащиты (LPS): с I по IV



Рис. 2.17: Соблюденный разделительный интервал (s) между токоотводными устройствами и кровельными

2.1.5 Разделительный интервал (s)

Электрическая изоляция между молниеприемником или токоотводом и металлическими частями зданий (сооружений), металлическими установками и внутренними системами может осуществляться посредством обеспечения зазора между частями, превышающими по размеру разделительный интервал s . (Рис. 2.17)

При наличии достаточно большого интервала между проводником, по которому протекает ток молнии, и металлическими частями здания опасность искробразования практически исключена.

Компоненты с прямым присоединением к системе молниезащиты (молниеотводу)

Внутри зданий со сплошными, армированными стенами и крышами или сплошными металлическими фасадами и металлическими крышами соблюдение разделительного интервала не обязательно. Металлические компоненты, не имеющие токопроводящего продолжения, ведущего в защищаемое здание, и расположенные на расстоянии менее 1 метра от проводника внешней молниезащиты, должны напрямую соединяться с молниеотводом. Сюда относятся, например, металлические решетки, двери, трубы (с невозгораемым или взрывобезопасным наполнением), элементы фасадов и т.д.



Рис. 2.18: Токоотвод молниезащиты на водосточном стояке



Рис. 2.19: Прямое присоединение фотогальванического монтажного каркаса к токоотводу молниезащиты

Пример использования 1: Молниезащита (Рис. 2.18)

Ситуация

Металлические конструкции, такие как монтажные каркасы (Рис. 2.19), решетки, окна, двери, трубы (с невозгораемым или взрывобезопасным наполнением) или элементы фасада без токопроводящего продолжения, ведущего в здание.

Решение

Соединение молниеотвода с металлическими элементами конструкции.

Проводники, идущие в здание, могут проводить частичные токи молнии. Необходимо реализовывать молниезащитное уравнивание потенциалов на вводе в здание (сооружение).

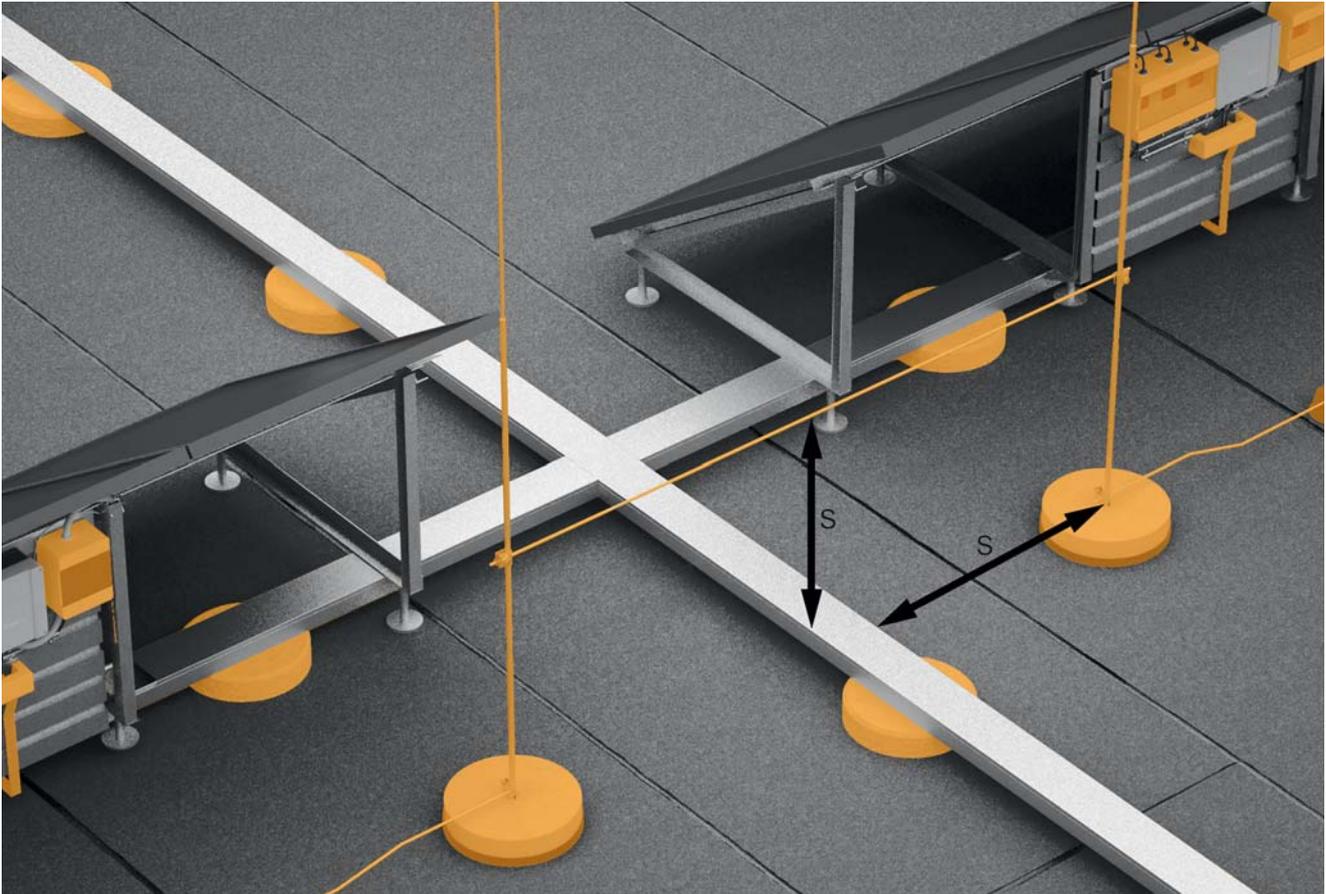


Рис. 2.20: Изолированная молниезащита с выполненным по нормам разделительным интервалом (s)

Пример использования 2: Кровельные надстройки (Рис. 2.20)

Ситуация

Кондиционеры, фотогальванические установки и электрические сенсоры/исполнительные механизмы или металлические вентиляционные трубы с токопроводящим продолжением, ведущим в здание.

Решение

Изолировать посредством разделительного интервала (s)

Указание

Учитывать индуктивные вводимые перенапряжения.

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} L(m)$$

k_i	Зависит от выбранного класса системы молниезащиты
k_c	Зависит от тока молнии, протекающего в токоотводах
k_m	Зависит от материала электрической изоляции
L(m)	Вертикальное расстояние от точки, на которой должен быть определен разделительный интервал s, до ближайшей точки уравнивания потенциалов

Формула расчета разделительного интервала

Шаги для расчета разделительного интервала в соответствии с IEC 62305-3

Шаг 1 Определить значение коэффициента k_i	<ul style="list-style-type: none"> класс защиты I: $k_i = 0,08$ класс защиты II: $k_i = 0,06$ класс защиты III и IV: $k_i = 0,04$
Шаг 2 Определить значение коэффициента k_c (упрощенная система)	<ul style="list-style-type: none"> 1 токоотвод (только в случае изолированной системы молниезащиты): $k_c = 1$ 2 токоотвода: $k_c = 0,66$ 3 токоотвода и больше: $k_c = 0,44$ <p>Значения действительны для всех заземлителей типа В, а также для тех заземлителей типа А, у которых сопротивление заземления отличается от сопротивления соседних заземляющих электродов не более чем в 2 раза, иначе необходимо принять $k_c = 1$.</p>
Шаг 3 Определить значение коэффициента k_m	<ul style="list-style-type: none"> Материал - воздух: $k_m = 1$ Материал - бетон, кирпич: $k_m = 0,5$ Стержни стеклопластиковые электроизоляционные ОВО: $k_m = 0,7$ <p>При использовании нескольких изоляционных материалов на практике применяется минимальное значение k_m</p>
Шаг 4 Определить значение L	L – это вертикальное расстояние от точки, на которой должен быть определен разделительный интервал s , до ближайшей точки уравнивания потенциалов.

Таблица 2.7: Расчет разделительного интервала в соответствии с IEC 62305-3

Пример строительного сооружения

Исходная ситуация:

- Класс молниезащиты III
- Здание с более чем 4 токоотводами
- Материал: бетон, кирпич
- Высота/точка, на которой должен быть определен разделительный интервал: 10 м

Определены следующие значения:

- $k_i = 0,04$
- $k_c = 0,44$
- $k_m = 0,5$
- $L = 10$ м

Расчет разделительного интервала:

$$s = k_i \times k_c / k_m \times L = 0,04 \times 0,44 / 0,5 \times 10 \text{ м} = 0,35 \text{ м}$$



Ветровая нагрузка описывает воздействие ветра на здания и смонтированное оборудование. При проектировании она должна учитываться.

2.1.6 Ветровая нагрузка

Вот уже несколько десятилетий ветровая нагрузка при внешней молниезащите является важным вопросом, рассматриваемым на производстве ОВО Bettermann. На основе многочисленных исследований и многолетнего опыта в области разработок нами созданы модели расчетов и системы молниеприемных мачт.

В соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», на территории России выделено 8 ветровых районов.

Шаг 1: Ветровые районы

Подробная карта ветровых районов России представлена в приложениях к сводам правил. В зависимости от района выбирается нормативное значение ветрового давления (Таблица 2.8).

Ветровые районы	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 , кПа	0,17	0,23	0,3	0,38	0,48	0,6	0,73	0,85

Рис. 2.8: Пример немецких национальных стандартов для расчета ветровых нагрузок

Шаг 2: Определение типа местности

Фактором для расчета ветровых нагрузок является, специфические для конкретной местности нагрузки и скоростные давления. (Таблица 2.9)

Тип местности	Определение
A	Открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе с постройками высотой менее 10 м, пустыни, степи, лесостепи, тундра.
B	Городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м.
C	Городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м.

Таблица 2.9: Типы местности

Шаг 3: Определение максимальной скорости порыва ветра

Изначально при использовании молниеприемных тержей необходимо установить специфические для проекта параметры запаса устойчивости против опрокидывания и скольжения. Исходная высота соответствует высоте здания и 2/3 длины молниеприемного стержня. Максимальная скорость порыва ветра определяется на месте реализации проекта.

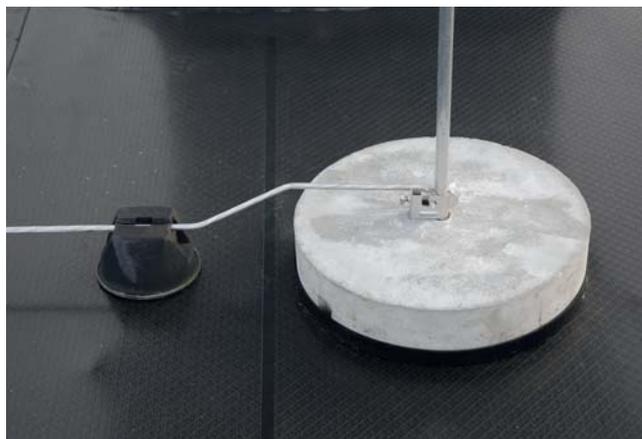


Рис. 2.21: Молниеприемный стержень с опорной ножкой

Пиковая ветровая нагрузка для района Ia			
Исходная высота, м	Тип местности А, км/ч	Тип местности В, км/ч	Тип местности С, км/ч
5	70	62	62
10	78	68	62
20	86	76	69
40	92	83	80
60	97	89	87
80	100	93	91
100	104	97	94

Таблица 2.10. Пиковая ветровая нагрузка для района Ia

Пиковая ветровая нагрузка для района II			
Исходная высота, м	Тип местности А, км/ч	Тип местности В, км/ч	Тип местности С, км/ч
5	93	83	83
10	104	91	83
20	114	100	92
40	122	111	106
60	129	118	115
80	133	123	121
100	138	128	124

Таблица 2.12. Пиковая ветровая нагрузка для района II

Пиковая ветровая нагрузка для района IV			
Исходная высота, м	Тип местности А, км/ч	Тип местности В, км/ч	Тип местности С, км/ч
5	117	105	105
10	132	115	105
20	144	127	117
40	155	140	134
60	163	149	145
80	169	156	153
100	174	162	157

Таблица 2.14. Пиковая ветровая нагрузка для района IV

Пиковая ветровая нагрузка для района VI			
Исходная высота, м	Тип местности А, км/ч	Тип местности В, км/ч	Тип местности С, км/ч
5	144	129	129
10	163	142	129
20	178	157	144
40	191	172	165
60	201	184	179
80	208	192	189
100	215	200	194

Таблица 2.16. Пиковая ветровая нагрузка для района VI

Пиковая ветровая нагрузка для района I			
Исходная высота, м	Тип местности А, км/ч	Тип местности В, км/ч	Тип местности С, км/ч
5	81	72	73
10	91	80	73
20	100	88	81
40	107	97	92
60	113	103	101
80	117	108	106
100	121	112	109

Таблица 2.11. Пиковая ветровая нагрузка для района I

Пиковая ветровая нагрузка для района III			
Исходная высота, м	Тип местности А, км/ч	Тип местности В, км/ч	Тип местности С, км/ч
5	104	93	93
10	117	102	93
20	129	113	104
40	138	124	119
60	145	133	129
80	150	139	136
100	155	145	140

Таблица 2.13. Пиковая ветровая нагрузка для района III

Пиковая ветровая нагрузка для района V			
Исходная высота, м	Тип местности А, км/ч	Тип местности В, км/ч	Тип местности С, км/ч
5	131	117	117
10	147	129	117
20	161	142	130
40	173	156	149
60	182	167	163
80	189	174	171
100	195	182	176

Таблица 2.15. Пиковая ветровая нагрузка для района V

Пиковая ветровая нагрузка для района VII			
Исходная высота, м	Тип местности А, км/ч	Тип местности В, км/ч	Тип местности С, км/ч
5	156	139	139
10	175	153	139
20	192	169	155
40	206	186	178
60	217	199	193
80	225	208	204
100	232	216	209

Таблица 2.17. Пиковая ветровая нагрузка для района VII

Шаг 4: Определение необходимых бетонных блоков

На основе значения макс. скорости порыва ветра определяется количество необходимых бетонных блоков (10 или 16 кг) в зависимости от применяемого молниеприемного стержня. Значение в таблицах должно быть больше максимальной скорости порыва ветра в данном месте расположения.

Пример

Макс. скорость порыва ветра в месте расположения объекта составляет 142 км/ч.

Применяется суженный молниеприемный стержень в трубе типа 101 VL2500 высотой 2,5 м.

Поскольку значение в таблице 2.15 должно быть больше максимальной скорости порыва ветра в данном месте расположения (в данном случае оно должно превышать 142 км/ч), ближайшее допустимое значение составит 164. Отсюда определяется, что потребуется 3 бетонных блока по 16 кг каждый.

Количество бетонных блоков для суженных молниеприемных стержней в трубе

Высота молниеприемного стержня, м	1,5	2	2,5	3	3,5	4	Необходимые бетонные блоки
Тип	101 VL1500	101 VL2000	101 VL2500	101 VL3000	101 VL3500	101 VL4000	
Арт. №	5401 98 0	5401 98 3	5401 98 6	5401 98 9	5401 99 3	5401 99 5	
Скорость ветра, км/ч	117	-	-	-	-	-	1x10 кг
	164	120	95	-	-	-	2x10 кг
	165	122	96	-	-	-	1x16 кг
	-	170	135	111	95	-	2x16 кг
	-	208	164	136	116	102	3x16 кг

Количество бетонных блоков для молниеприемного стержня с односторонним скруглением

Высота молниеприемного стержня, м	1	1,5	2	2,5	3	Необходимые бетонные блоки
Тип	101 ALU-1000	101 ALU-1500	101 ALU-2000	101 ALU-2500	101 ALU-3000	
Арт. №	5401 77 1	5401 80 1	5401 83 6	5401 85 2	5401 87 9	
Скорость ветра, км/ч	97	-	-	-	-	1x10 кг
	196	133	103	-	-	1x16 кг
	-	186	143	117	100	2x16 кг
	-	-	173	142	121	3x16 кг

Таблица 2.18: Требуемое количество бетонных блоков производства ОВО

Шаг 4: Определение необходимых бетонных блоков
 Ветровые нагрузки и молниеприемная мачта isFang
 Таблица 2.19 поясняет влияние зоны ветров, исходной высоты и категории местности на алюминиевую молниеприемную мачту isFang (Арт. № 5402 88 0) с треножником (Арт. № 5408 96 7).

Количество бетонных блоков может быть сокращено, например, в зоне ветров 1 при исходной высоте до 10 м, до 800 м над уровнем моря может потребоваться всего 6 бетонных блоков (по 2 бетонных блока на каждую консоль).

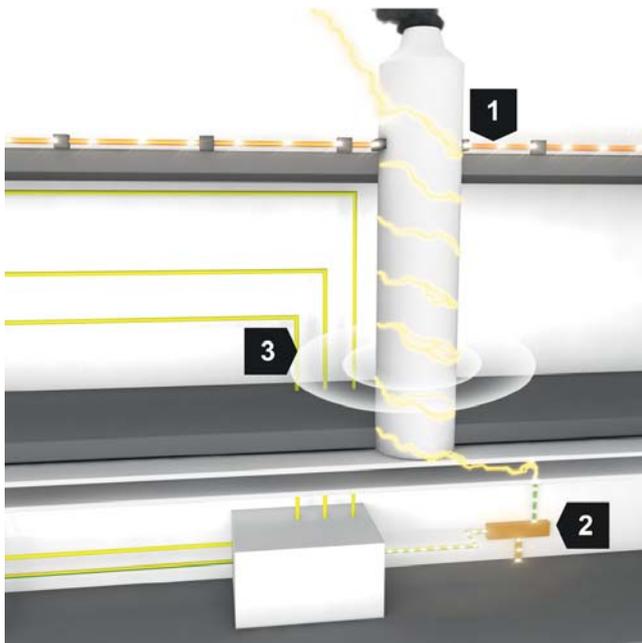
Количество бетонных блоков для молниеприемной мачты isFang

Исходная высота, м	10	40	80	Требуемое количество блоков
Скорость ветра, км/ч	145	149	148	15x16 кг
	-	142	139	15x16 кг
	-	139	126	15x16 кг
	136	128	-	12x16 кг
	131	125	-	12x16 кг
	124	112	-	9x16 кг
	103	-	-	9x16 кг
	93	-	-	6x16 кг

Таблица 2.19: Требуемое количество бетонных блоков 16 кг производства ОВО



Молниеприемная мачта isFang на кровле жилого комплекса на Садовнической, г. Москва, Россия



1	Удар молнии, ток молнии попадает в здание через металлические элементы конструкции
2	На шине уравнивания потенциалов ток молнии проводится в систему заземления
3	Перенапряжение в питающих линиях и линиях передачи данных в результате электромагнитных вводов

Рис. 2.23: Угроза из-за неизолированной системы

2.1.7 Конструктивные исполнения молниеприемников

Говоря о молниеприемниках, необходимо различать изолированные и неизолированные от объекта системы, причем эти системы могут комбинироваться друг с другом. Неизолированные системы (Рис. 2.23) устанавливаются напрямую на защищаемый объект, и ответвления прокладываются на поверхности установки.

Изолированные системы молниеприемников (Рис. 2.24) позволяют значительно сократить риск повреждения установки (объекта) от прямого удара молнии. Системы такого типа состоят, как правило, из отступающих молниеприемных стержней и отдельно стоящих мачт либо молниеприемников, закрепленных к защищаемой установке (объекту) при помощи изолирующих стеклопластиковых держателей. В обоих случаях должен быть соблюден разделительный интервал (s). В дополнение к этому, ОВО предлагает современные решения на базе изолированных токоотводов isCop с высоким пробивным напряжением. Такие системы позволяют симитировать разделительный интервал, устанавливая токоотводы непосредственно на поверхности установки (объекта).



Рис. 2.22: Изолированная молниезащита с молниеприемной мачтой isFang



Рис. 2.24: Изолированная система со стеклопластиковыми держателями

2.1.7.1 Изолированные молниеприемники с высоким пробивным напряжением

Модульная система молниеприемных мачт ОВО isFang предлагает быстрое и свободно реализуемое решение для изолированных молниеприемных мачт высотой до 10 м, позволяющее обеспечить максимально возможный защитный угол. (Рис. 2.22)

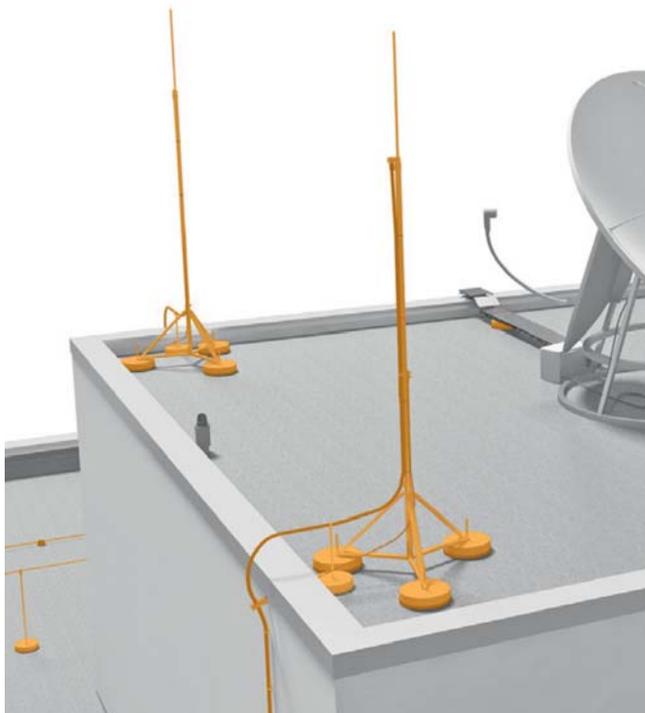


Рис. 2.26: Молниеприемные мачты с расположенным снаружи токоотводом isCon®

2.1.7.1.1 Изолированные молниеприемные мачты с расположенным снаружи токоотводом isCon® (Рис. 2.26)

Изолированные молниеприемные мачты защищают электрические и металлические кровельные надстройки с учетом рассчитанного разделительного интервала (s) в соответствии с МЭК 62305-3. Изолированный промежуток 1,5 м из стеклопластика обеспечивает достаточное расстояние от всех кровельных надстроек. Широкая номенклатура крепежных и соединительных аксессуаров позволяет организовать защиту любой инженерной системы здания (сооружения).



Рис. 2.27: Молниеприемная мачта с расположенным внутри токоотводом isCon®

2.1.7.1.2 Изолированные молниеприемные мачты с расположенным внутри проводом isCon® (Рис. 2.27)

Трехсоставная изолированная молниеприемная мачта позволяет прокладывать токоотвод isCon® внутри для создания безупречного внешнего вида при оптимальном функционировании.

Визуально привлекательная и функционально адаптированная изолированная молниеприемная мачта обеспечивает гибкий, простой и быстрый электромонтаж. Расположенный внутри молниеприемной мачты токоотвод снижает влияние ветровой нагрузки и позволяет применять данное решение на более высоких объектах и в зонах более сильных ветров. (Рис. 2.27) Таблица 2.20 демонстрирует требуемое количество бетонных блоков 16 кг производства ОВО в зависимости от максимально допустимой скорости порыва ветра и высоты молниеприемного стержня. Значения должны быть сопоставлены со значениями из таблиц 2.10-2.17.

Изолированная молниеприемная мачта должна быть присоединена к системе уравнивания потенциалов посредством медного провода сечением $> 6 \text{ мм}^2$ или провода, эквивалентного по проводимости.

При прямом ударе молнии в молниеприемную мачту возникающая энергия по подключенному токоотводу isCop отводится в систему молниезащиты здания. Для предотвращения скользящих разрядов, которые образуются при этом на поверхности токоотвода isCop, его необходимо соединить с системой уравнивания потенциалов здания в зоне обоих точек подключений. Уравнивание потенциалов может осуществляться через металлические или заземленные кровельные надстройки, заземленные элементы структуры здания, а также через защитный провод низковольтной системы.

Количество бетонных блоков для изолированных молниеприемных мачт VA и AL

Высота молниеприемного стержня, м	4	6	4	6	Необходимые бетонные блоки
Материал	VA	VA	AL	AL	
Арт. №	5408 94 2	5408 94 6	5408 94 3	5408 94 7	
Подходящая опора молниеприемной мачты, Арт. №	5408 96 8	5408 96 9	5408 96 6	5408 96 7	
Скорость ветра, км/ч	120	94	120	92	3x16 кг
	161	122	163	122	6x16 кг
	194	145	197	147	9x16 кг
	222	165	227	168	12x16 кг
	246	182	252	187	15x16 кг

Количество бетонных блоков для изолированных молниеприемных мачт с выпускным отверстием

Высота молниеприемного стержня, м	4	6	4	6	Необходимые бетонные блоки
Материал	VA	VA	AL	AL	
Арт. №	5408 94 2	5408 94 6	5408 94 3	5408 94 7	
Подходящая опора молниеприемной мачты, Арт. №	5408 96 8	5408 96 9	5408 96 6	5408 96 7	
Скорость ветра, км/ч	120	94	120	92	3x16 кг
	161	122	163	122	6x16 кг
	194	145	197	147	9x16 кг
	222	165	227	168	12x16 кг
	246	182	252	187	15x16 кг

Таблица 2.20: Бетонные блоки для изолированных молниеприемных мачт



Рис. 2.28: Изолированный молниеприемник с разделительным интервалом (s)



Рис. 2.29: Алюминиевая молниеприемная мачта

2.1.7.2 Изолированные молниеприемники

Благодаря системе изолированной молниезащиты ОБО Беттерманн монтаж молниеприемных устройств становится безопасным и экономичным. Металлические элементы здания и электрические установки, выступающие над кровлей ввиду своих сложных контуров подвергаются повышенной опасности удара молнии, поэтому к их защите и соблюдению разделительных интервалов предъявляются особые требования. (Рис. 2.28)

2.1.7.2.1 Алюминиевые молниеприемные мачты

На бетонные основания устанавливается 3-компонентная алюминиевая молниеприемная мачта высотой 4 - 10 м. Для крепления мачт предусмотрены разнообразные держатели для настенного и углового монтажа, а также для фиксации к трубам. Мачта устанавливается на бетонные основания на треножном штативе с различной расстоянием между отдельными ножками. Количество молниеприемных блоков FangFix может варьироваться в зависимости от зоны ветров. (Таблица 2.22)

Количество бетонных блоков для молниеприемной мачты isFang со штативом из нержавеющей стали

Высота молниеприемного стержня, м	4	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	Необходимые бетонные блоки
Арт. №	5402 86 4	5402 86 6	5402 86 8	5402 87 0	5402 87 2	5402 87 4	5402 87 6	5402 87 8	5402 88 0	
Подходящая опора молниеприемной мачты, Арт. №	5408 96 8	5408 96 8	5408 96 8	5408 96 8	5408 96 9	5408 96 9	5408 96 9	5408 96 9	5408 96 9	
Скорость ветра, км/ч	143	124	110	99	104	96	89	83	78	3х16 кг
	193	168	148	133	138	127	117	109	102	6х16 кг
	232	202	178	159	165	151	139	129	121	9х16 кг
	266	231	203	182	188	172	159	147	138	12х16 кг
	296	257	226	202	208	191	176	163	152	15х16 кг

Таблица 2.21: Требуемое количество бетонных блоков производства ОБО

Количество бетонных блоков для молниеприемной мачты isFang с алюминиевым штативом

Высота молниеприемного стержня, м	4	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	Необходимые бетонные блоки
Молниеприемная мачта, Арт. №	5402 86 4	5402 86 6	5402 86 8	5402 87 0	5402 87 2	5402 87 4	5402 87 6	5402 87 8	5402 88 0	
Подходящая опора молниеприемной мачты, Арт. №	5408 96 6	5408 96 6	5408 96 6	5408 96 6	5408 96 9	5408 96 7	5408 96 7	5408 96 7	5408 96 7	
Скорость ветра, км/ч	140	122	108	97	101	93	86	80	76	3х16 кг
	191	166	146	131	136	124	115	107	100	6х16 кг
	230	200	176	158	163	149	138	128	120	9х16 кг
	264	229	202	181	186	170	157	146	136	12х16 кг
	295	255	225	201	206	189	174	162	152	15х16 кг

Таблица 2.22: Требуемое количество бетонных блоков производства ОБО

2.1.7.2.2 Система телескопических мачт высотой до 19,5 м

Высота телескопических молниеприемных мачт irod от ОБО Беттерманн достигает 19 м. Мачты оптимально подходят для использования на открытых площадках, когда особое значение приобретает высота молниеприемника, необходимая для обеспечения максимально возможного угла защиты. Поэтому молниеприемные мачты irod широко применяются в промышленных и взрывоопасных зонах, а также рекомендуются для защиты от прямых ударов молнии отдельно стоящих объектов и фотогальванических установок.

Одно из важных преимуществ телескопических молниеприемных мачт irod заключается в том, что при их монтаже не требуется расчищать площадку экскаватором и заливать бетонный фундамент. Прочные бетонные основания, каждое весом 16 кг, представляют собой достаточную опору для мачты и ее штатива. В процессе установки мачта выравнивается достаточно просто и быстро с помощью стержней с резьбой.

Это существенно упрощает монтаж телескопических молниеприемных мачт irod, благодаря чему они идеально подойдут для защиты уже действующих объектов. (Рис.2.30)

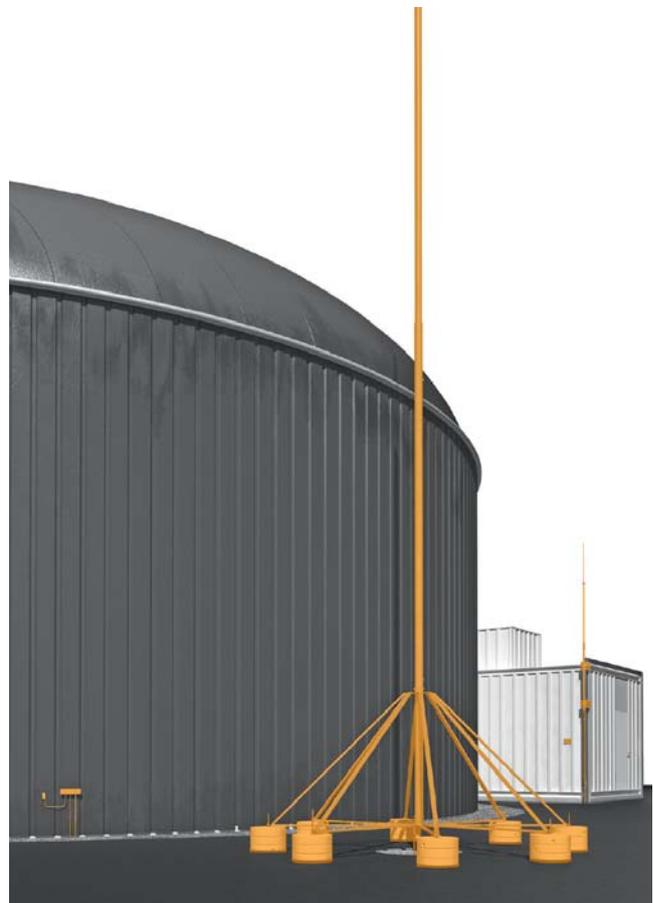


Рис. 2.30: Телескопические молниеприемные мачты irod: применение для установки, работающей на биогазе



Дистанционный монтаж молниеприемника с применением стеклопластикового изолированного держателя для защиты кровельных надстроек жилого дома, Свердловская область, Россия

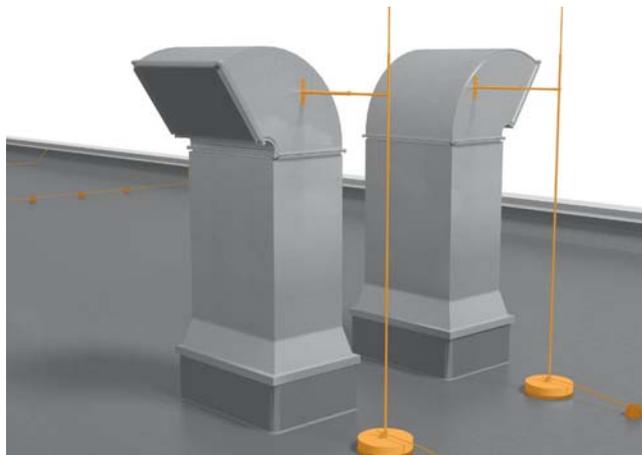


Рис. 2.31: Молниеприемный стержень с регулируемым дистанционным держателем

2.1.7.2.3 Системы со стеклопластиковыми держателями

Основой системы является изолированный стержень из усиленного стеклопластика, который создает разделительный интервал и предотвращает искрообразование и неконтролируемые пробой. Таким образом, система предотвращает попадание в здание частичных токов молнии. (Рис. 2.31)

Два варианта толщины материала для различных применений

Изолированная молниезащита состоит из стеклопластиковых стержней диаметром 16 или 20 мм. Их свойства представлены в таблице 2.23 .

16 мм стеклопластиковые стержни	20 мм стеклопластиковые стержни
Длина 0,75 - 1,5 и 3 м	Длина 3 и 6 м
Устойчивы к УФ-излучению	Устойчивы к УФ-излучению
Светло-серый	Светло-серый
Коэффициент материала $k_m: 0,7$	Коэффициент материала $k_m: 0,7$
Момент сопротивления: $> 400 \text{ мм}^3$	Момент сопротивления: $> 750 \text{ мм}^3$
Несущая способность: 54 Н (1,5 м)	Несущая способность: 105 Н (1,5 м)

Таблица 2.23: Свойства изолированных стеклопластиковых стержней

Особо простой монтаж благодаря предварительно смонтированным комплектам

Помимо модульной продукции, мы предлагаем Вам предварительно смонтированные комплекты, рассчитанные на наиболее распространенные требования к электромонтажу:

- комплект с двумя крепежными плитами
- комплект с уголками для настенного монтажа
- комплект для крепления на фальцы
- комплект для крепления на трубы

При расчете разделительного интервала у стеклопластиковых стержней необходимо учитывать фактор материала $k_m = 0,7$. Разнообразие молниеприемников ОБО Беттерманн позволяет найти решение для защиты любого сооружения, начиная от жилого загородного дома (молниеприемные стержни от 1 до 3 метров) и заканчивая группой горизонтальных или вертикальных резервуаров для нефтегазовой отрасли (молниеприемные мачты iRod разборной конструкции высотой до 19,5 м).



Рис. 2.32: Пример: молниеприемная система с комплектом Iso-Combi для треугольного крепления

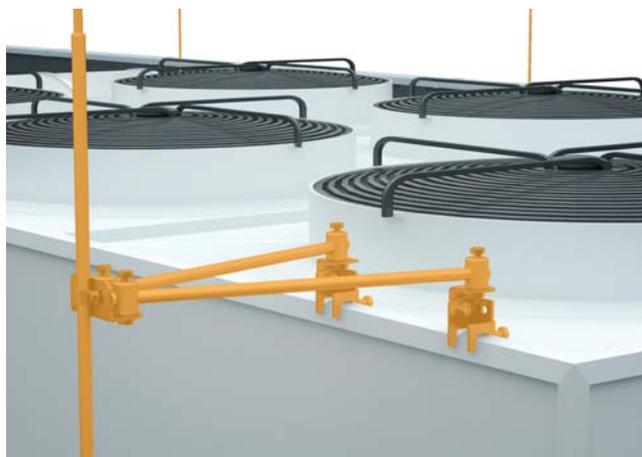


Рис. 2.34: Пример: молниеприемная система с комплектом Iso-Combi для фальцевого крепления



Рис. 2.33: Пример: молниеприемная система с комплектом Iso-Combi для V-образного крепления



Рис. 2.35: Пример: молниеприемная система с комплектом Iso-Combi для V-образного трубного крепления

Треугольное крепление (Рис. 2.32)

Комплект Iso-Combi (тип 101 3-ES-16, арт. №: 5408 97 6) для треугольного крепления изолированных молниеприемных устройств с соблюдением разделительного интервала (s).

V-образное крепление (Рис. 2.33)

Комплект Iso-Combi (тип 101 VS-16, арт. №: 5408 97 8) для настенного крепления при установке изолированного молниеприемника с соблюдением разделительного интервала (s). Для монтажа на стенах и кровельных надстройках с помощью двух крепежных пластин. Для крепления молниеприемных стержней и круглых проводников диаметром 8, 16 и 20 мм

Фальцевое крепление (Рис. 2.34)

Комплект Iso-Combi (тип 101 FS-16, арт. №: 5408 98 0) для крепления изолированных молниеприемных стержней с соблюдением разделительного интервала (s). Для монтажа на фальцах балок и на кровельных надстройках с помощью фальцевых клемм толщиной до 20 мм. Для крепления молниеприемных мачт и круглых проводников диаметром 8, 16 и 20 мм.

Комплект Iso-Combi для V-образного крепления труб (Рис. 2.35)

Комплект Iso-Combi (тип 101 RVS-16, арт. №: 5408 98 2) для V-образного крепления изолированных молниеприемных устройств к трубам с соблюдением разделительного интервала (s). Для крепления к трубам с помощью 2 трубных скоб. Для фиксации молниеприемных стержней и круглых проводников диаметром 8, 16 и 20 мм

2.1.7.3 Принцип установки для зданий с плоской кровлей (Рис. 2.36)

Метод молниеприемной сетки, как правило, применяется для зданий с плоскими крышами. Кровельные надстройки, такие как фотогальванические установки, кондиционеры, световые приборы или вентиляторы, защищены дополнительными молниеприемными стержнями.

Здание с плоской кровлей

Производственные помещения, логистические центры, офисные здания, выставочные и торговые центры

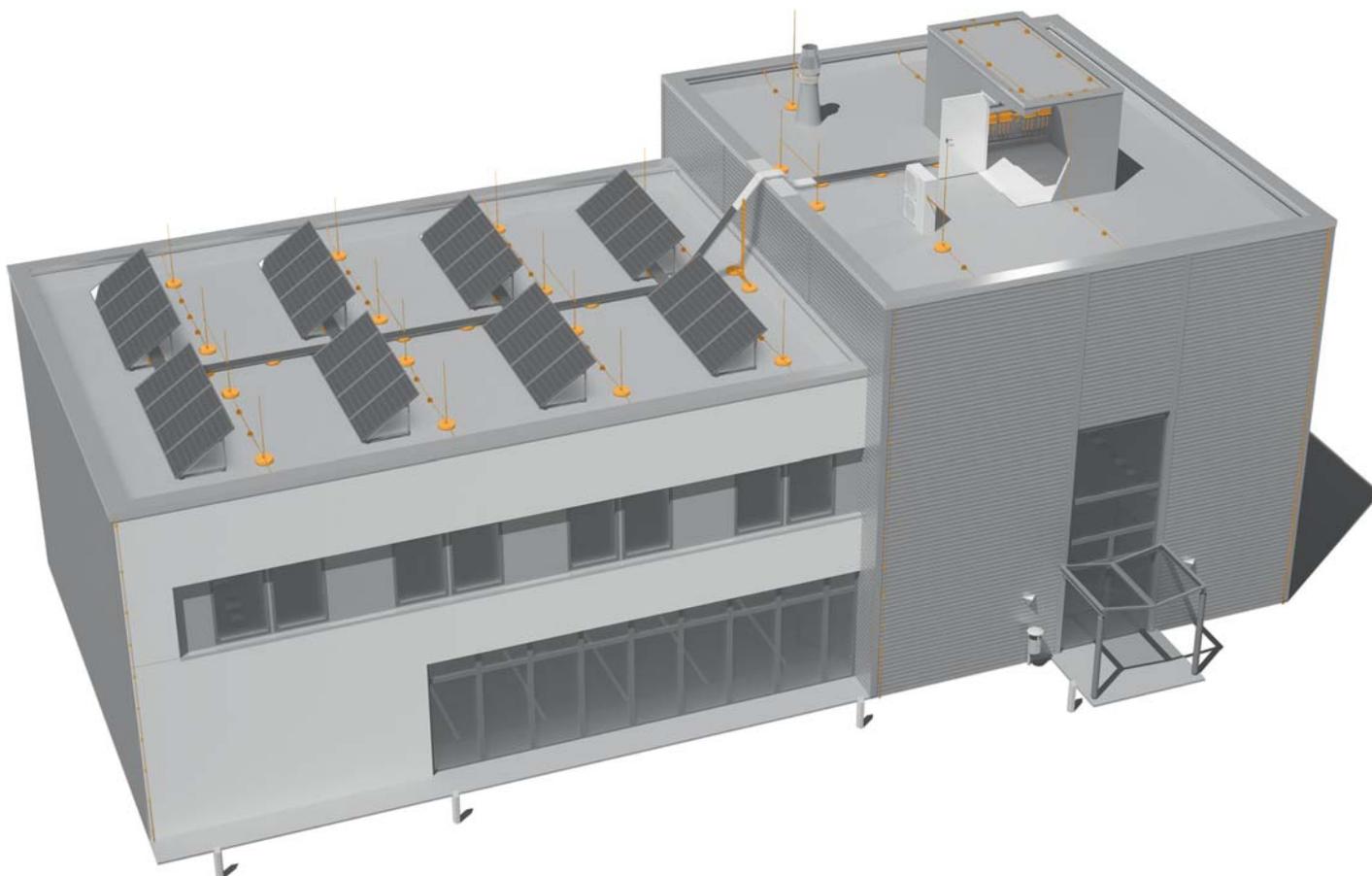


Рис. 2.36: Пример здания с плоской крышей и системой молниезащиты

Компоненты системы молниезащиты

Система молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений состоит из нескольких согласованных между собой частей. Она складывается из внутренней и внешней молниезащиты. Они, в свою очередь, включают следующие компоненты:

- молниеприемное оборудование
- токоотводы
- заземлители
- экранирование помещений
- разделительные интервалы
- молниезащитное уравнивание потенциалов

Выбирать эти компоненты необходимо в соответствии с целями и условиями применения, при этом они должны быть скоординированы в одну систему. При проектировании и монтаже системы необходимо соблюдать требования стандартов. Приложения к международным нормативным документам МЭК и согласованные европейские версии переводов в зависимости от страны содержат дополнительную информацию.

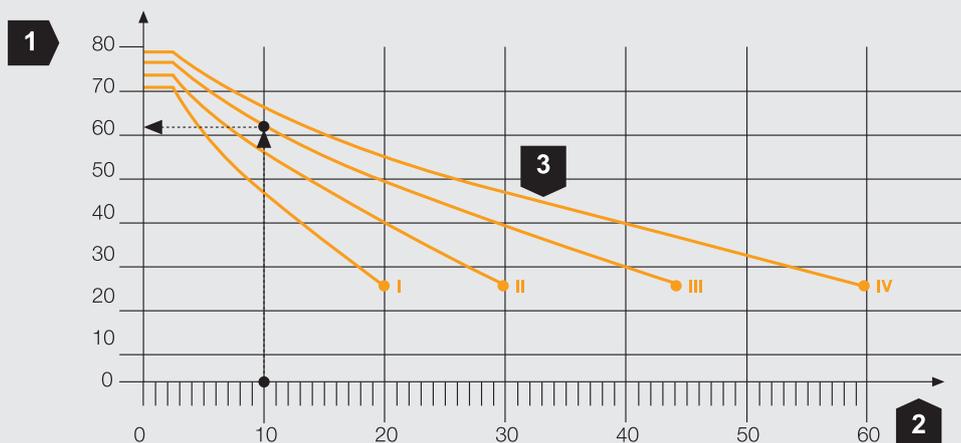
Шаг 1: Прокладка молниеприемника (Рис. 2.37)

Сначала прокладывается круглый проводник на всех наиболее подверженных ударам молнии местах, таких как коньки крыши, выступы и края. Защищенная зона вычисляется следующим образом: высота здания переносится на диаграмму, и вычисляется защитный угол. В нашем примере он составляет 62° при классе защиты III и высоте здания до 10 м. Защитный угол переносится на здание. Все части здания в пределах данного угла защищены.



1	Защищенная зона
α	Защитный угол
a	Расстояние от стен здания до края защищенной зоны
h	Высота здания

Рис. 2.37: Прокладка молниеприемника



1	Молниезащитный угол α
2	Высота конька крыши h , м
3	Классы молниезащиты I, II, III, IV

Рис. 2.38: Вспомогательная диаграмма для расчета защитного угла в соответствии с МЭК 62305

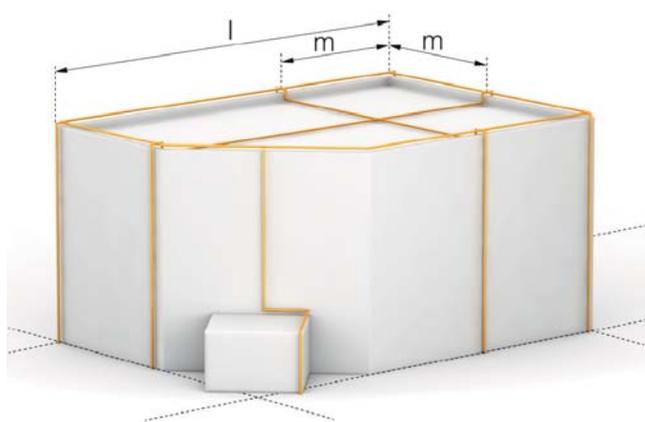
Шаг 2: Определение защитного угла**Пример:**

Высота здания (сооружения) фиксируется на горизонтальной оси диаграммы (Рис.2.38). После этого проводится линия под прямым углом от значения нашей высоты вверх до ее пересечения с кривой соответствующего класса молниезащиты (в нашем случае III).

На вертикальной оси «1» можно считать защитный угол α . В нашем случае он составляет 62° . Все части здания в пределах данного угла защищены. (см. Рис. 2.37).

Класс (категория) молниезащиты	Размер ячейки согласно РД 34.21.122-87, м	Размер ячейки согласно СО 153-343.21.122-2003, м	Размер ячейки согласно МЭК 62305, м
I	отдельными молниеприемниками	5x5	5x5
II	6x6	10x10	10x10
III	12x12	10x10	15x15
IV	не предусмотрено	20x20	20x20

Таблица 2.24: Размер ячеек по классу молниезащиты



l	Длина здания
m	Ширина ячеек молниеприемной сетки

Рис. 2.39: Размер ячеек на плоской крыше

Шаг 3: Расположение ячеек молниеприемной сетки (Рис. 2.39)

Ширина ячеек молниеприемной сетки может варьироваться в зависимости от класса молниезащиты здания. В нашем примере здание имеет класс молниезащиты III. Тем самым ширина ячеек m не должна превышать 10×10 м. При монтаже молниеприемной сетки необходимо учитывать изменения длины, обусловленные температурой. Для реализации данной задачи применяются компенсаторы температурного расширения, установка которых производится через интервалы в соответствии с Таблицей 2.4.



1	Высота здания $h > 60$ м
---	--------------------------

Рис. 2.40: Метод молниеприемной сетки

Шаг 4: Защита от бокового удара (Рис. 2.40)

Если высота здания больше 60 м, основная часть всех ударов молнии приходится на верхнюю часть зданий, горизонтальные передние края и углы здания. И только несколько процентов всех ударов молнии приходится на его боковую часть.

Следовательно, следует уделять внимание установке боковой системы молниеприемника на верхней части высоких зданий (обычно на высоте, составляющей 20 % высоты всего здания) (Рис.2.40). Например, классу молниезащиты III соответствует размер ячеек 10×10 м.

Разнообразие молниеприемников ОБО Беттерманн позволяет найти решение для защиты любого сооружения: от загородного дома до резервуаров нефтегазовой отрасли (молниеприемные мачты iRod разборной конструкции высотой до 19,5 м).

2.1.7.4 Принцип установки для зданий с скатной кровлей (Рис. 2.41)

Такие выступающие места, как конек крыши, дымоходы и имеющиеся кровельные надстройки, должны быть защищены молниеприемниками.

Здание со скатной кровлей

Многоквартирные жилые дома, коттеджи, отели, заведения общественного питания



Рис. 2.41: Здание с двухскатной крышей и системой молниезащиты

Структура системы внешней молниезащиты

ОБО Беттерманн предлагает компоненты для комплексной системы защиты от ударов молнии и воздействия импульсных перенапряжений. Сертифицированные решения высокого качества обеспечивают надежную защиту как жилого дома, так и сложного промышленного сооружения, расположенного во взрывоопасной зоне.

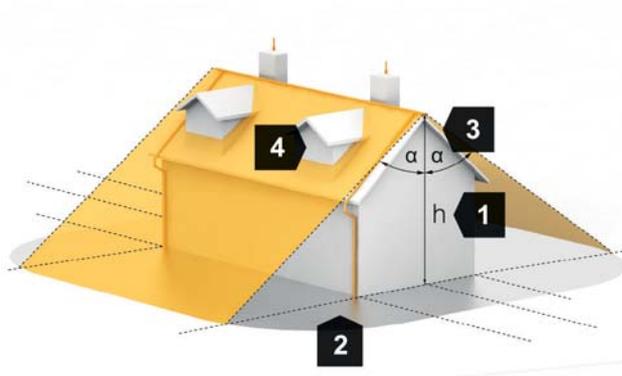
Система внешней молниезащиты включает молниеприемное оборудование, токоотводы и заземление. При прямом ударе молнии система внешней молниезащиты оберегает здание от возможного пожара.

При этом молниеприемные устройства образуют участки безопасности, которые можно рассчитать, например, по так называемому методу «сферы вращения». Молниеприемники представляют собой оптимальные точки попадания разрядов, соединенные с системой заземления токоотводами. Таким образом, реализуется безопасный отвод тока молнии в грунт без образования искр и пробоев по отношению к существующим металлическим элементам.

Соединение со зданием образует система уравнивания потенциалов.

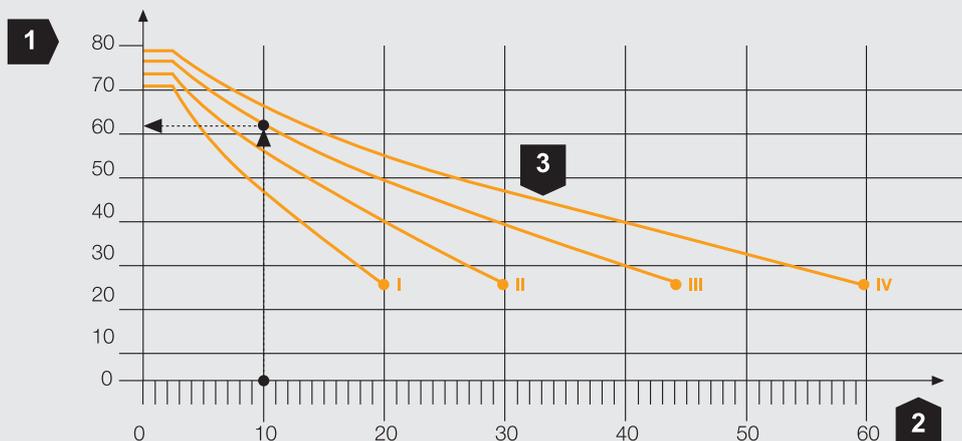
Шаг 1: Определение высоты здания (Рис. 2.42)

Сначала определяем высоту конька крыши. Эта высота является точкой отсчета при проектировании всей системы молниезащиты. По коньку крыши проводится коньковый проводник, образующий тем самым «костяк» молниеприемника. В нашем случае высота здания составляет 10 м. Все части здания, находящиеся за пределами защитного угла, находятся под угрозой прямых ударов молнии.



1	h: Высота здания
2	Защищенная зона
3	Защитный угол α
4	Не защищенные коньковым проводником слуховые окна

Рис. 2.42: Метод защитного угла, применяемый на коньке кровли



1	Молниезащитный угол α
2	Высота h конька крыши, м
3	Классы молниезащиты I, II, III, IV

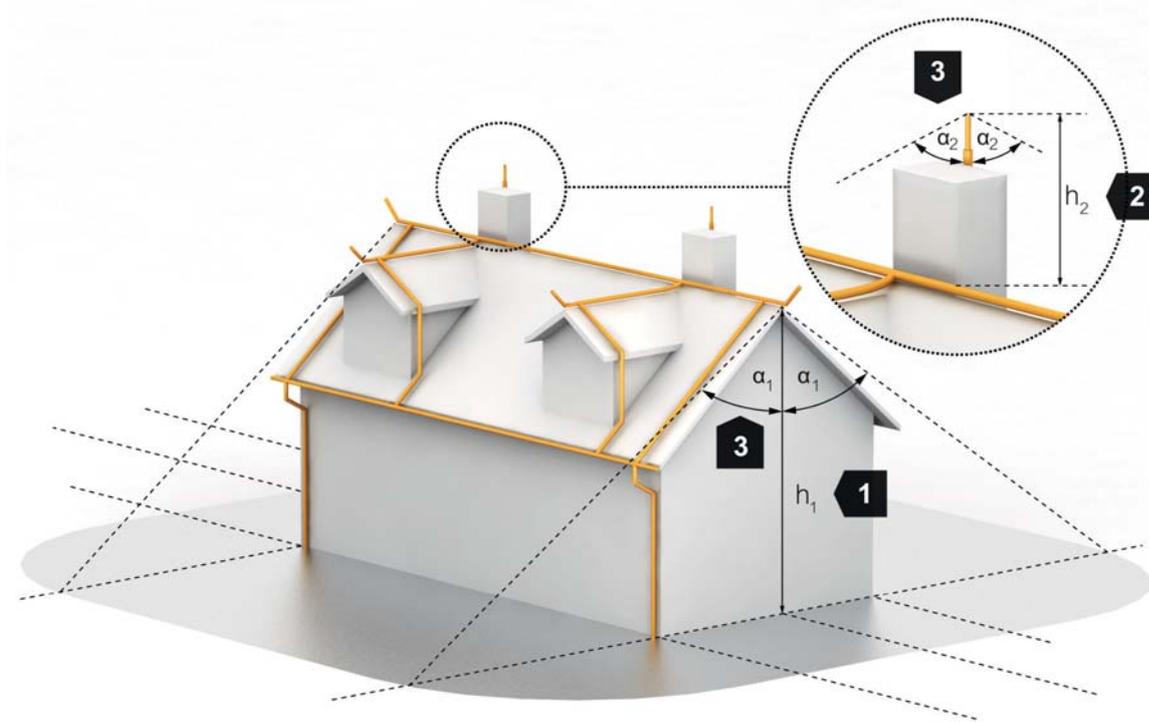
Рис. 2.43: Вспомогательная диаграмма для определения защитного угла

Шаг 2: Определение защитного угла

Пример:

Высота здания (в нашем случае 10 м) вносится на горизонтальную ось диаграммы (Рис. 2.43) (см. точку на оси «2» в вышеприведенном графике). После этого проводится линия под прямым углом от значения

высоты вверх до ее пересечения с кривой соответствующего класса молниезащиты (в нашем случае III). На вертикальной оси «1» считывается защитный угол α . В нашем случае он составляет 62°. Защитный угол следует перенести на здание. Все части здания в пределах данного угла защищены. (Рис. 2.42)



1	h_1 : Высота здания
2	h_2 : Высота молниеприемного стержня
3	Защитный угол α

Рис. 2.44: Метод защитного угла, применяемый на молниеприемных стержнях

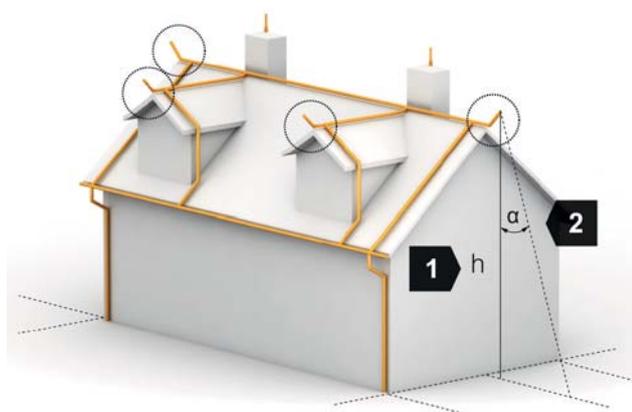
Шаг 3: Части здания, расположенные вне пределов защитного угла (Рис. 2.44)

Части здания, расположенные вне пределов защитного угла, должны быть дополнительно защищены. Диаметр дымохода в нашем примере составляет 70 см, и таким образом для него требуется молниеприемный стержень длиной 1,50 м. В любом случае необходимо учитывать защитный угол. Слуховые окна защищаются отдельным проводником на коньке кровли.

Шаг 4: Усовершенствование молниеприемника (Рис. 2.45)

Для завершения построения системы соединяем молниеприемник с токоотводами. Окончания конькового проводника должны выступать над крышей и быть загнутыми вверх на 0,15 м. Это необходимо для защиты выступающего козырька здания. Следующие кровельные надстройки должны быть защищены молниеприемниками от прямых ударов молнии:

- металлические надстройки высотой более 0,3 м
- надстройки из диэлектрических материалов (например, ПВХ-трубы) высотой более 0,5 м



1	h : Высота здания
2	Защитный угол α

Рис. 2.45: Молниеприемники и токоотводы

ОБО Беттерманн предлагает огромное разнообразие компонентов системы внешней молниезащиты:

- для зданий со скатной кровлей;
- для зданий с плоской кровлей;
- для зданий сложной архитектуры и структуры;
- изолированный токоотвод *isCon*[®] для взрывоопасных зон EX-Zone 1/2 и 21/22.

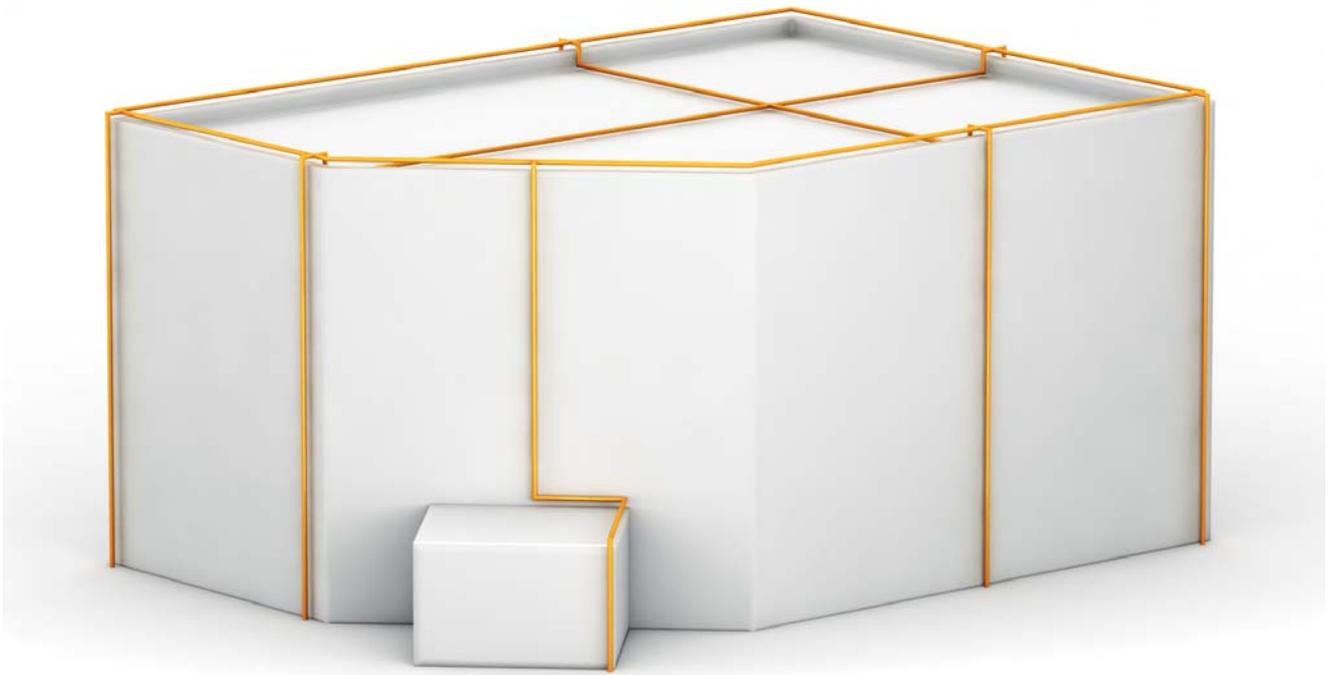


Рис. 2.46: Токоотвод в соответствии с МЭК 62305-3

2.2 Токоотводы

Токоотводы являются частью системы внешней молниезащиты и предназначены для отведения тока молнии от молниеприемника к системе заземления. (Рис. 2.46) Для снижения вероятности возникновения повреждений, вызванных током молнии, протекающим по системе молниезащиты, токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы от точки удара до земли:

- создавалось несколько параллельных цепей тока
- длина токоотводов оставалась минимальной
- устанавливалось уравнивание потенциалов между проводящими частями строительного сооружения.

Токоотвод отводит ток молнии от молниеприемника к системе заземления. Количество токоотводов определяется габаритами защищаемого здания – однако, в любом случае должно быть не менее двух токоотводов. Токоотводы прокладываются по прямым и вертикальным линиям, так чтобы путь до земли был по возможности кратчайшим. Не рекомендуется прокладка токоотводов в виде петель. В (Таблице 2.25) приведены показатели расстояния между токоотводами, упорядоченные по соответствующим классам молниезащиты.

2.2.1 Методы проектирования

Токоотводы соединяют молниеприемник с системой заземления через короткое, прямое соединение.

2.2.1.1 Количество и расположение

Токоотводы должны преимущественно устанавливаться вблизи углов строительных сооружений. Чтобы обеспечить оптимальное распределение тока молнии, токоотводы должны быть равномерно распределены вокруг внешних стен строительного сооружения.

(Рис. 2.47)

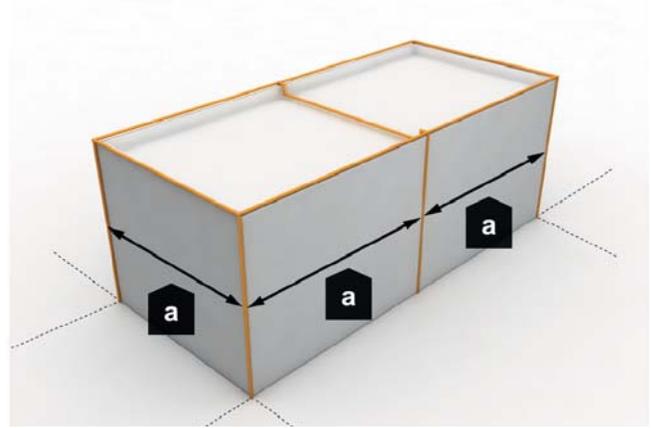


Рис. 2.47: Расстояние (a) между токоотводами

Класс (категория) молниезащиты	Размер ячейки согласно РД 34.21.122-87, м	Размер ячейки согласно СО 153-343.21.122-2003, м	Размер ячейки согласно МЭК 62305, м
I	не предусмотрено	10	10
II	25	15	10
III	25	20	15
IV	не предусмотрено	25	20

Таблица 2.25: Упорядочивание классов защиты по расстояниям между токоотводами

На месте соединения каждого токоотвода с системой заземления должна быть предусмотрена точка измерений. Точки измерений должны быть обозначены (например, номерами) для четкой идентификации.



Рис. 2.48: Точка измерения на вводе в землю



Рис. 2.49: Здание со стеклянным фасадом

ОБО Беттерманн предлагает огромное разнообразие компонентов системы внешней молниезащиты:

- для зданий со скатной кровлей;
- для зданий с плоской кровлей;
- для зданий со сложной архитектурой.

Например, изолированный запатентованный токоотвод *isCon®*, который также применяется во взрывоопасных зонах *EX-Zone 1/2* и *21/22*.



Крепление токоотводов системы внешней молниезащиты на раму стеклянного фасада торгового центра «Ауга», г. Санкт-Петербург, Россия

Токоотводы: особенности монтажа

Если фасад здания имеет сложную конструкцию, токоотводы необходимо располагать на другой стороне здания. Расстояния между этими токоотводами должны составлять не менее 1/3 расстояний, приведенных в Таблице 2.25. ОБО Беттерманн рекомендует ориентироваться на значения в соответствии с СО 153.

Крупные, но невысокие строительные сооружения (такие как типичные заводские корпуса, выставочные павильоны и т.д.), длины сторон которых в 4 раза больше расстояния между токоотводами, должны оснащаться по возможности дополнительными внутренними токоотводами с расстоянием между ними около 40 м. Все внутренние опоры и перегородки с токопро-

водящими частями, такими как стальные арматурные прутки, для которых не выполняются требования по разделительному интервалу, должны соединяться местах с молниеприемником и системой заземления.

Если в силу архитектурных причин токоотводы не могут быть проведены по поверхности, то они должны прокладываться, к примеру, в швах между элементами стены. При этом необходимо учитывать следующее:

- Штукатурка может быть повреждена в результате термического расширения.
- Штукатурка может изменить окраску в результате химических реакций.
- Совет: проводники с оболочкой из ПВХ предотвращают появление подобных пятен.

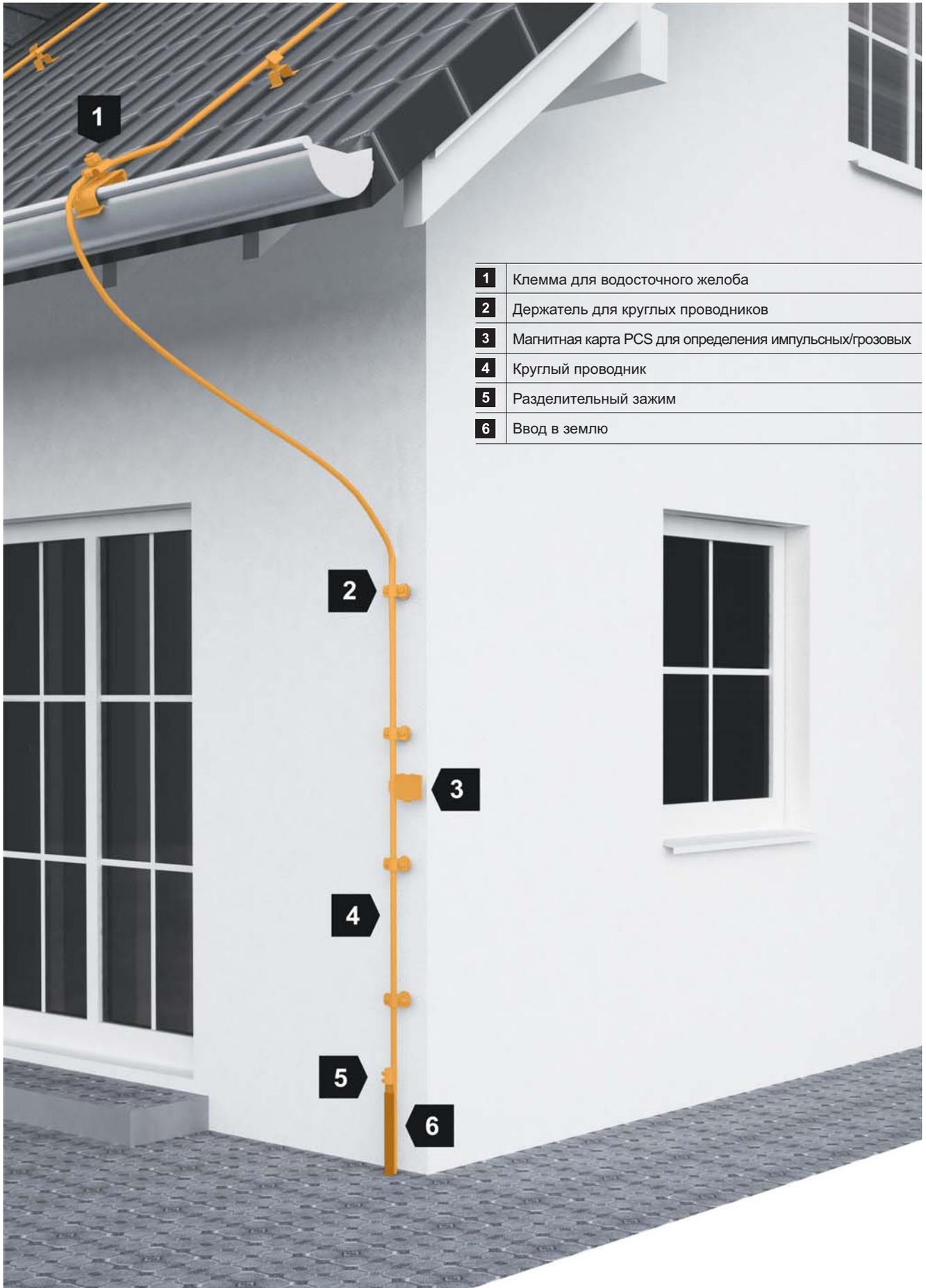


Рис. 2.50: Принцип монтажа токоотвода



Рис. 2.51: Пример: Вертикальные элементы фасада

2.2.1.2 Использование естественных компонентов
Следующие конструктивные элементы зданий могут считаться естественными токоотводами:

1. Металлические конструкции при условии, что:
 - электрическая непрерывность между разными элементами является долговечной;
 - они имеют не меньшие размеры, чем требуются для специально предусмотренных токоотводов (Таблица 2.6);
 - металлические конструкции могут иметь изоляционное покрытие.
2. Металлический каркас здания или сооружения.
3. Соединенная между собой стальная арматура здания или сооружения.
4. Части фасада, профилированные элементы и опорные металлические конструкции фасада при условии, что их размеры соответствуют указаниям, относящимся к токоотводам, а их толщина составляет не менее 0,5 мм.
5. Металлическая арматура железобетонных строений считается обеспечивающей электрическую непрерывность, если она удовлетворяет следующим условиям:
 - примерно 50 % соединений вертикальных и горизонтальных стержней выполнены сваркой или имеют жесткую связь (болтовое крепление, вязка проволокой);
 - электрическая непрерывность обеспечена между стальной арматурой различных заранее заготовленных бетонных блоков и арматурой бетонных блоков, подготовленных на месте.

В прокладке горизонтальных поясов нет необходимости, если металлические каркасы здания или стальная арматура железобетона используются как токоотводы.

В ассортименте ОВО Беттерманн представлены токоотводы и элементы для их монтажа. На все эти изделия имеются необходимые сертификаты и иные документы, подтверждающие их качество и надежность.

Металлические и электрически соединенные железобетон/арматура могут использоваться в качестве естественных компонентов токоотвода, если:

- в железобетонном изделии предусмотрено место соединения
- железобетонные изделия соединяются между собой на стройплощадке во время монтажа
- для предварительно напряженного бетона учтен риск недопустимых механических воздействий в результате тока молнии.



Рис. 2.52: Пример: использование горизонтально соединенных элементов фасада в качестве токоотвода

Металлические конструкции могут иметь изоляционное покрытие



Рис. 2.53: Пример: Использование армированных бетонных опор и токоотвода

Для строительных сооружений с армированными бетонными опорами или стенами (Рис. 2.53) токоотводы должны прокладываться в арматуре. Их прокладывание должно выполняться по частям (отрезками). Это требует точной координации. Места соединения должны быть аккуратно выполнены при помощи зажимных соединителей. Токоотводы должны дополнительно соединяться с арматурой.

Железобетонные элементы отлично подходят для использования в качестве токоотвода, если такое использование своевременно предусмотрено при проектировании. Для изготовления железобетонных элементов требуются точные указания. Конструктивное исполнение должно быть проверено и задокументировано посредством фотографий. В качестве точек присоединения для токоотводов и уравнивания потенциалов следует использовать фиксированные точки заземления.

Сплошная арматура строительных сооружений

Если потребуется, чтобы арматура или железобетон строительного сооружения служили в качестве естественного токоотвода, то они должны соединяться с молниеприемником при помощи соединительных компонентов молниезащиты в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62561.1. Также должно быть выполнено соединение с системой заземления и как минимум с главной шиной заземления, способное вынести нагрузку по току молнии. Если естественный токоотвод должен быть также оптимизирован в качестве защиты от электромагнитных импульсов молнии, то внутри должны быть реализованы соответствующие сетки. При этом рекомендуется размер ячеек $a = 5$ м и $b = 1$ м. (Рис. 2.54)



a	Размер ячеек, токоотвод = 5 м
b	Размер ячеек, арматура = 1 м

Рис. 2.54: Пример: Использование армированных бетонных опор и токоотвода

В случае использования железобетонных и предварительно напряженных бетонных изделий необходимо обеспечить качественное электрическое соединение на всей протяженности от кровли до земли.

Измерение

Электрическое общее сопротивление должно измеряться подходящим для данной цели контрольно-измерительным прибором (источник питания постоянного тока, измерительный ток 10 А).

Следует проводить два вида измерений:

- Точка присоединения арматуры к следующей точке присоединения: значение сопротивления должно быть менее 10 мОм
- Точка присоединения арматуры напротив главной шины заземления: сопротивление не должно превышать максимальное значение 10 мОм на 1 метр высоты здания.

Испытания лучше всего проводить до и после наполнения бетоном. Если указанные значения не достигаются, то арматурная сталь не может использоваться в качестве токоотвода. В этом случае рекомендуется сооружение внешнего токоотвода. В строительных сооружениях из железобетонных изделий должна быть обеспечена электрическая связь арматурной стали отдельных железобетонных изделий с соседними железобетонными изделиями.



Рис. 2.55: Компоненты системы isCon®

2.2.1.3 Изолированные токоприемники с высоким пробивным напряжением

Разделительный интервал у современных зданий в силу архитектурных причин зачастую не может быть соблюден. В таких случаях, а также для промышленных сооружений оптимальным решением в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305 предлагает изолированный токоотвода isCon с высоким пробивным напряжением, который также обеспечивает эквивалентный разделительный интервал 0,75 м в воздухе, а также 1,5 м в твердых строительных материалах.

Обзор преимуществ изделия:

- заменяет 0,75 м разделительного интервала в воздухе
- универсальный: простой монтаж на стройплощадке
- соответствие стандартам: поперечное сечение 35 мм², медь
- проверенный независимыми испытательными лабораториями
- огнеупорный
- стойкий к атмосферным воздействиям
- до 150 кА тока молнии на каждый токоотвод
- экологичный: не содержит галогенов
- испытано: применим во взрывоопасных зонах

Изолированные токоотводы являются лучшим решением, когда по конструктивным или архитектурным причинам разделительные интервалы не могут быть соблюдены.

100% гибкость для концепции молниеотвода

Токоотвод isCon® - это токоотвод без скользящего разряда и с высоким пробивным напряжением, который позволяет соблюдать разделительный интервал согласно ГОСТ Р МЭК 62305 и может заменить собой разделительный интервал 0,75 м в воздухе и 1,5 м в твердых материалах. Его свойства подтверждены независимыми испытательными лабораториями.

Устройство токоотвода isCon

Токоотвод isCon® производства ОБО Беттерманн состоит из пяти частей. Медный сердечник имеет поперечное сечение 35 мм² (ГОСТ Р МЭК 62305 предусматривает минимальное значение 25 мм²). Провод покрыт внутренним токопроводящим слоем и изоляцией из сшитого полиэтилена с высоким пробивным напряжением, которая в свою очередь покрыта внешним токопроводящим слоем и дополнительным слабопроводящим материалом. Ток молнии протекает через медный сердечник. Для работы медный сердечник должен быть соединен со слабопроводящим материалом посредством самостоятельно устанавливаемого соединительного элемента. Только проверенный соединительный элемент может быть соединен с молниеприемником или отводящим токоотводом внешней молниезащиты. Токоотвод должен находиться в зоне защиты молниеприемника и закрепляться при помощи зарекомендовавшего себя монтажного материала на расстоянии не более 1 м между точками крепления.. Если прокладка токоотводов осуществляется в здании, то необходимо учитывать установленные меры защиты, например, противопожарные перегородки.



Рис. 2.56: Пример: защита газораспределительной станции с применением токоотвода isCon®



BASIC		Se ≤ 45 см	150 кА	Ø 20 мм		Двухэтажные здания с плоской кровлей
PROFESSIONAL		Se ≤ 75 см	150 кА	Ø 20 мм		Промышленные сооружения
PROFESSIONAL+		Se ≤ 75 см	150 кА	Ø 23 мм		Объекты химической промышленности
PREMIUM		Se ≤ 90 см	200 кА	Ø 23 мм		Высотные здания

2.2.2 Конструктивные исполнения

2.2.2.1 Неизолированная система молниезащиты

При невозможности соблюдения необходимого разделительного интервала между молниеотводом и металлическими системами здания для предотвращения опасного искрообразования и – как следствие – угрозы пожара должны быть приняты следующие меры:

- увеличение интервала безопасности
- увеличение количества токоотводов (новый расчет интервала безопасности!)
- установка соединения между системами, способного выдержать нагрузку по току молнии

2.2.2.2 Изолированная система молниезащиты

Изолированные системы молниезащиты позволяют реализовывать соответствующую стандартам молниезащиту согласно ГОСТ Р МЭК 62305. Требуемый стандартом разделительный интервал до электронных систем может быть соблюден посредством различных видов конструктивного исполнения изолированной молниезащиты. (Рис. 2.56 - 2.59) Благодаря отдельным компонентам или системам в зависимости от требований могут быть разработаны самые различные решения.



Рис. 2.57: Изолированная молниезащита с диэлектрическими траверсами

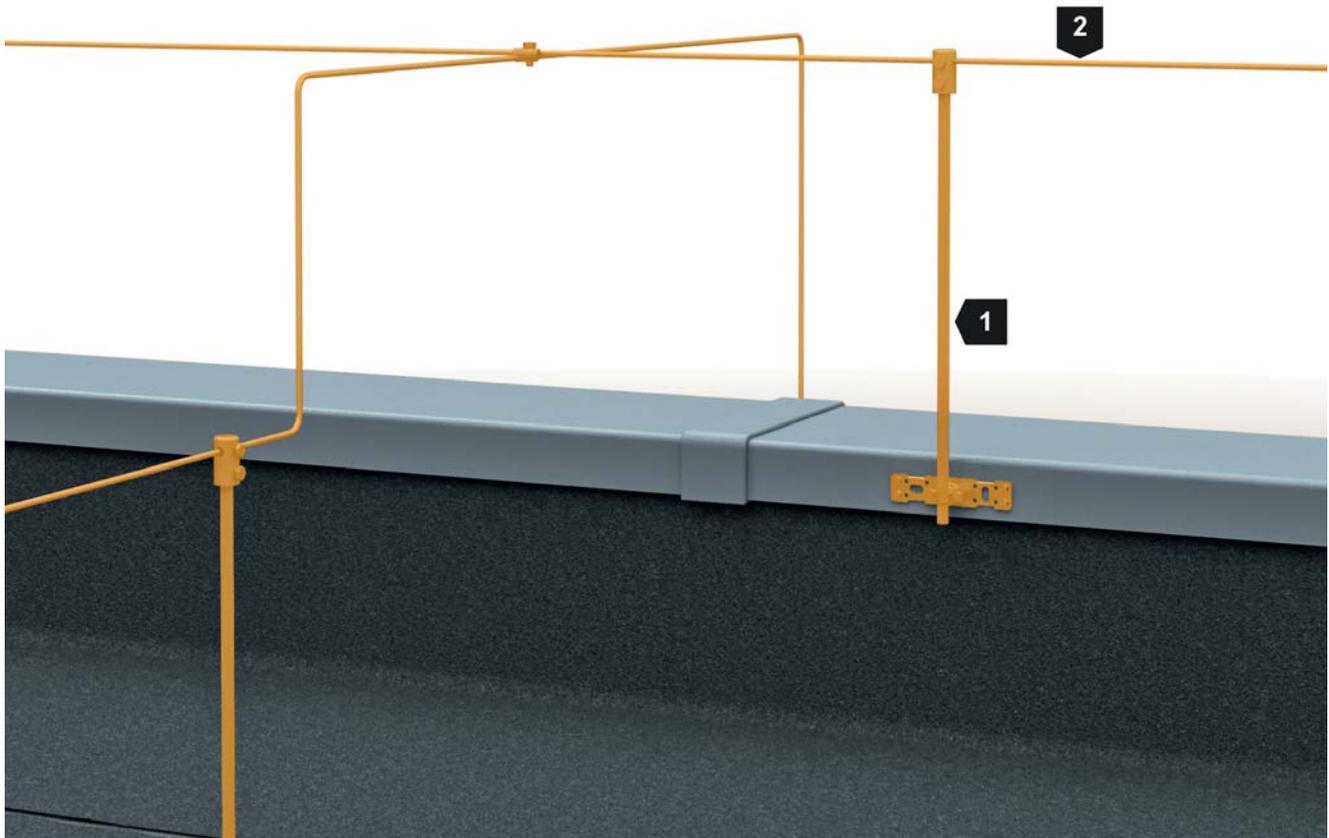


Рис. 2.58: Изолированная молниезащита с токоотводом isCon®

В установках с повышенной опасностью взрыва и пожара необходимо избегать искр.



Рис. 2.59: Разделенная молниезащита с молниеприемными стержнями



1	Стеклопластиковый стержень
2	Круглый проводник

Рис. 2.60: Изолированная молниезащита со стеклопластиковыми стержнями

Изолированная молниезащита со стеклопластиковыми стержнями

Изолированная молниезащита состоит из стеклопластиковых стержней диаметром 16 или 20 мм:

- для обоих вариантов в распоряжение предоставлен широкий спектр комплектующих системы
- два варианта толщины материала
- можно приобрести в качестве комплекта для различных применений стержней

стеклопластиковые стержни 16 мм	стеклопластиковые стержни 20 мм
Длина 0,75 - 1,5 и 3 м	Длина 3 и 6 м
Устойчивы к УФ-излучению	Устойчивы к УФ-излучению
Светло-серый	Светло-серый
Коэффициент материала κ_m : 0,7	Коэффициент материала κ_m : 0,7
Момент сопротивления: $> 400 \text{ мм}^3$	Момент сопротивления: $> 750 \text{ мм}^3$
Несущая способность: 54 Н (1,5 м)	Несущая способность: 105 Н (1,5 м)

Таблица 2.26: Свойства изолированных стеклопластиковых стержней

2.2.2.3 Токоотвод isCon с высоким пробивным напряжением

Задачи изолированного токоотвода с высоким пробивным напряжением

Изолированные токоотводы применяются в системах внешней молниезащиты для уменьшения или избежания разделительного интервала в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-3. isCon® обеспечивает эквивалентный разделительный интервал 0,75 м в воздухе и 1,5 м в твердых строительных материалах.

Требования:

- Способное выдержать нагрузку по току молнии соединение токоотвода с молниеприемником, системой заземления или традиционными, отводящими по направлению к земле неизолированными токоотводами
- Соблюдение необходимого разделительного интервала (s) в заданных изготовителем пределах за счет достаточной электрической пробивной прочности токоотвода как в области точки подачи питающего напряжения, так и на всей дальнейшей траектории
- Достаточная предельно допустимая нагрузка по току благодаря поперечному сечению проводника токоотвода, соответствующему стандартам (isCon производства ОБО Беттерманн = 35 мм², по норме не менее 25 мм²)

Нормативные требования

В настоящий момент действуют только общие требования для

- ГОСТ Р МЭК 62561 Компоненты молниезащиты - Часть 1: Требования к компонентам соединения, например, предельно допустимая нагрузка по току молнии точек соединения
- ГОСТ Р МЭК 62305 Молниезащита - Часть 3: Защита строительных сооружений и людей, например молниеприемник, миним. поперечные сечения, уравнивание потенциалов
- IEC 62561: Компоненты системы молниезащиты (LPSC) - Часть 8: Требования к компонентам изолированной системы молниезащиты



Рис. 2.61: Разделенная молниезащита с молниеприемными стержнями

Система isCon: Области применения – Примеры использования

Изолированные токоотводы – это электромонтажные решения для внешней молниезащиты, используемые прежде всего там, где разделительный интервал не может быть соблюден или по эстетическим соображениям не применяется. (Рис. 2.61)

Области применения:

- антенны мобильной радиосвязи
- центры обработки данных
- архитектурные решения
- места, где разделительный интервал не может быть соблюден

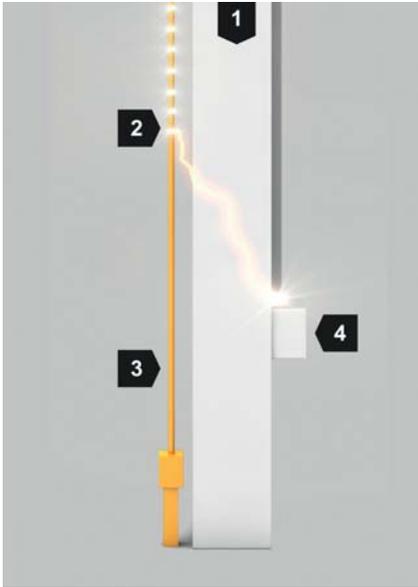
Геометрия	Миним. поперечное сечения ^а	Примечания
Плоский	50 мм ²	Миним. толщина 2,0 мм
Круглый ^а	50 мм ²	Диаметр 8 мм
Тросовый	50 мм ²	Миним. диаметр каждого провода 1,7 мм
Круглый	200 мм ²	Диаметр 16 мм

а) 50 мм² (8 мм диаметр) в определенных применениях может быть сокращен до 25 мм², если механическая прочность не является существенным требованием. В этом случае должно быть сокращено расстояние между опорами для проводов.

Таблица 2.27: Минимальные поперечные сечения токоотводов

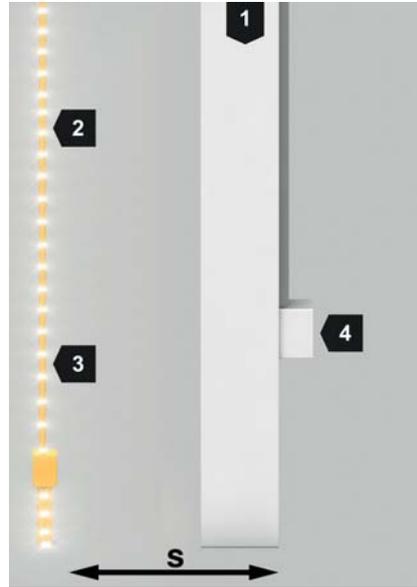
Применение изолированного токоотвода

На Рис. 2.62-2.64 приведен пример расположения неизолированного и изолированного токоотвода с соблюдением разделительного интервала.



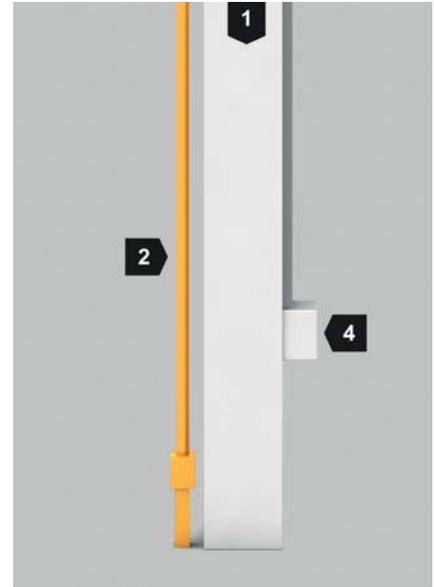
1	Каменная кладка
2	Ток молнии
3	Токоотвод 8 мм
4	Электропроводка

Рис. 2.62: Ток молнии попадает в электропроводку.



1	Каменная кладка
2	Ток молнии
3	Токоотвод 8 мм
4	Электропроводка
5	Разделительный интервал

Рис. 2.63: Прямой контакт отсутствует



1	Каменная кладка
2	isCon®
3	Электропроводка

Рис. 2.64: Прямой контакт отсутствует

В ассортименте ОБО Беттерманн представлены токоотводы и элементы для их монтажа. На все эти изделия имеются необходимые российские сертификаты и прочие документы, подтверждающие их качество и надежность.



*isCon® = Insulated Conductor,
изолированный токоотвод*

1	Слабопроводящий ЭВА (Этиленвинилацетат), устойчив к УФ-лучам
2	Проводящий ПЭ-С (сшитый полиэтилен)
3	Изоляция ПЭ-С (сшитый полиэтилен)
4	Медный проводник 35 мм ²

Рис. 2.65: Устройство изолированного токоотвода OBO isCon® с высоким пробивным напряжением

Система isCon производства OBO Беттерманн

Изолированные токоотводы применяются в системах внешней молниезащиты для уменьшения или избежания разделительного интервала в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-3. isCon® обеспечивает эквивалентный разделительный интервал 0,75 м в воздухе.

- В отличие от обычных экранированных средневольтных кабелей с металлическим экраном изолированные токоотводы имеют слабопроводящую оболочку для управления посредством изменения магнитного потока, которая обуславливает отключение высокого напряжения в точке подачи питающего напряжения. Тем самым предотвращается пробой кабельной оболочки изолированного токоотвода.
- После первого подключения потенциала кабельной оболочки изолированный токоотвод обеспечивает заданный эквивалентный разделительный интервал.

Устройство изолированных токоотводов isCon с высоким пробивным напряжением (Рис. 2.65)

- Провод isCon® является коаксиальным одножильным кабелем. Он состоит из нескольких слоев проводящих, слабопроводящих и изолирующих материалов, а также внутреннего проводника с соответствующей предельно допустимой нагрузкой по току. За счет данной конструкции обеспечивается как достаточная устойчивость к пробоям изоляции при импульсах напряжения молнии, так и целенаправленное манипулирование напряженностью магнитного поля на обоих концах кабеля. Благодаря этому предотвращаются возникающие обычно скользящие разряды. Скользящие разряды возникают всегда на границах раздела твердого и газообразного изолированного материала. Вследствие неоднородных электрических полей возникают превышения локальной напряженности поля, которые при достижении напряжения в начальный момент скользящего разряда вызывают разряд вдоль поверхности кабеля.



Рис. 2.66: Протоколы испытаний провода isCon®

Разделительный интервал

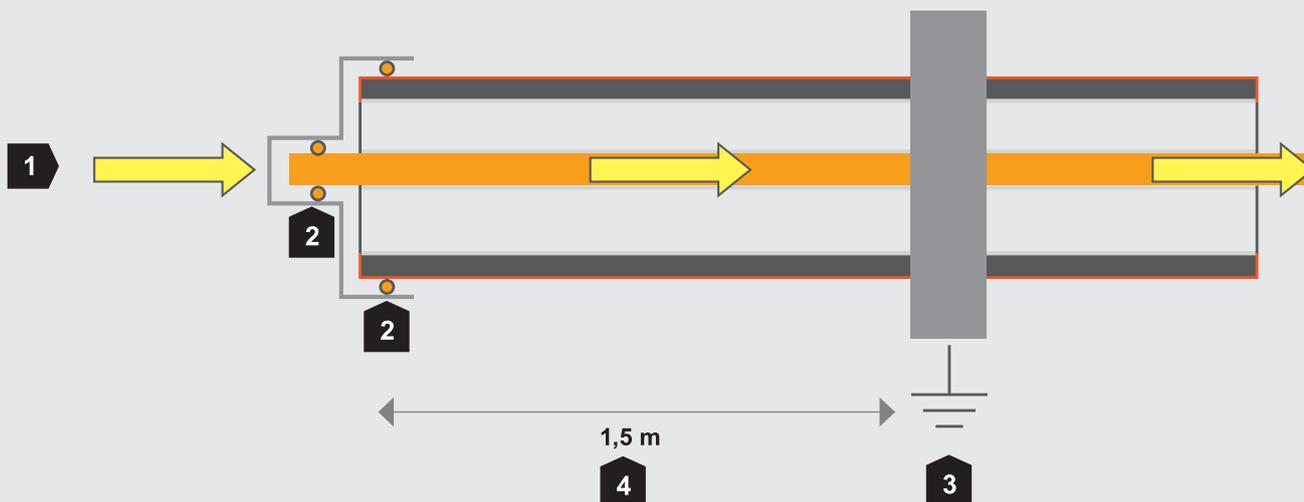
Расчет разделительного интервала выполняется в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-3, Раздел 6.3, в точке присоединения токоотвода isCon®. Необходимо измерить длину (l) от точки присоединения isCon® до следующего уровня системы уравнивания потенциалов молниезащиты (например, система заземления). Необходимо проверить, является ли значение рассчитанного разделительного интервала (s) меньше заданного эквивалентного разделительного интервала isCon®. При превышении заданного эквивалентного разделительного интервала необходима прокладка дополнительных токоотводов.

Указание

Значения в таблице действуют для всех заземлителей типа В, а также для тех заземлителей типа А, у которых сопротивление заземления соседних электродов заземлителей отличается не более, чем на коэффициент, равный 2. При отклонении сопротивления заземления отдельных электродов более, чем на коэффициент, равный 2, необходимо принять $k_c = 1$. Источник: Таблица 12 ГОСТ Р МЭК 62305-3.

Класс молниезащиты	Количество токоотводов	Длина при $s = 0,75$ м
I	1	-
I	2	14,20
I	3 и более	21,30
II	1	12,50
II	2	18,94
II	3 и более	28,40
III + IV	1	18,75
III + IV	2	28,40
III + IV	3 и более	42,61

Таблица 2.28: Расчет макс. длины провода при использовании провода isCon. Единица измерения – метр.



1	Ток молнии, кА
2	Соединение медного проводника и оболочки
3	Электрическое соединение со зданием, проводящей структурой и локальной СУП
4	Минимальный интервал

Рис. 2.67: Функциональная схема токоотвода isCon®



isCon®: Правила для проектирования и монтажа: параллельные токоотводы

При монтаже нескольких параллельно идущих изолированных токоотводов обеспечивается разделение тока. В результате снижения коэффициента разделения тока k_c соответственно сокращается рассчитанный разделительный интервал (s).

Для удерживания магнитных полей на максимально низком уровне и предотвращения воздействия токоотводов друг на друга рекомендуется интервал между проводами не менее 20 см. В идеальном случае необходимо провести второй токоотвод на противоположной стороне здания.

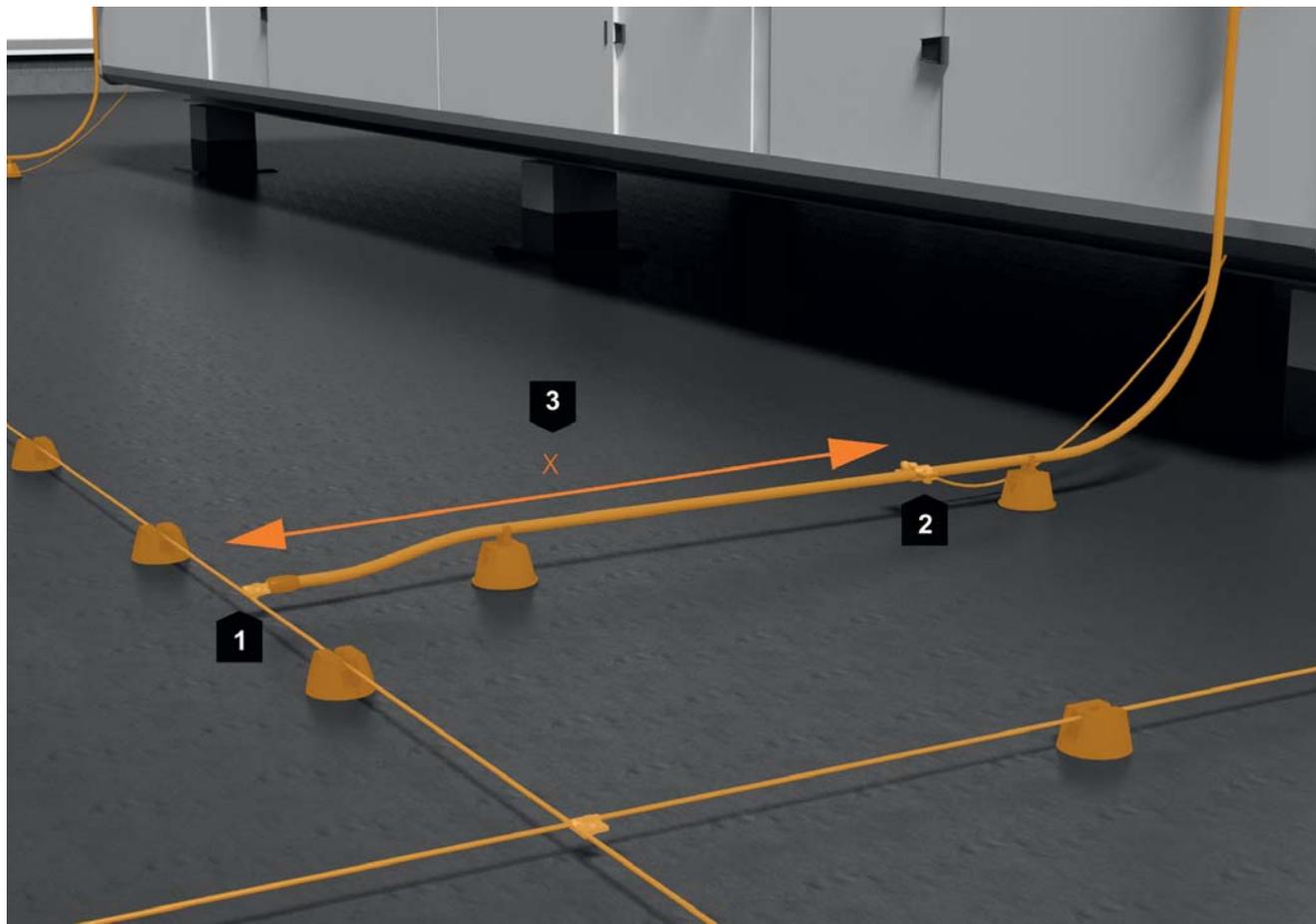
Если токоотводы проложены непосредственно рядом друг с другом, коэффициент разделения тока не снижается.

isCon®: Параллельные токоотводы

Точный расчет разделительного интервала обосновывает возможность применения провода isCon®, см. Таблицу 2.28 стр. 81.

Изолированный провод isCon® с высоким пробивным напряжением реализует эквивалентный разделительный интервал и, таким образом, выполняет нормативные требования.





1	Элемент присоединения
2	Подключение потенциала при помощи, например, медного провода > 6 мм ²
3	x: Минимальный интервал (меньшие значения возможны по расчету)

Рис. 2.68: Присоединение токоотвода isCon® к молниеприемной сетке

isCon®: Подключение потенциала

- Клемма уравнивания потенциалов присоединяется к опорному потенциалу посредством медного провода > 6 мм² или провода, эквивалентного по проводимости. (Рис.2.68)
- Через опорный потенциал не должен протекать ток молнии, и он должен располагаться в пределах защитного угла молниеотвода.
- Подключение потенциала может осуществляться через локальную СУП, металлические и заземленные кровельные надстройки, заземленные части структуры здания или через защитный проводник низковольтной системы.
- Уравнивание потенциалов (присоединение > 6 мм²) может быть отменено при разделительном интервале < 0,15м
- На обоих участках присоединения на всей протяженности каждого участка должен быть соблюден соответствующий рассчитанный разделительный интервал (s) до металлических частей.

В области между клеммой уравнивания потенциалов и подключением потенциала в районе разделительного интервала не должны располагаться токопроводящие или заземленные части. Сюда относятся, например, металлические части конструкций и опоры для проводов, а также арматура. Если рассчитанный разделительный интервал (s) составляет менее 75 см в воздухе, то расстояние между скобой УП и элементами присоединения может быть уменьшено.

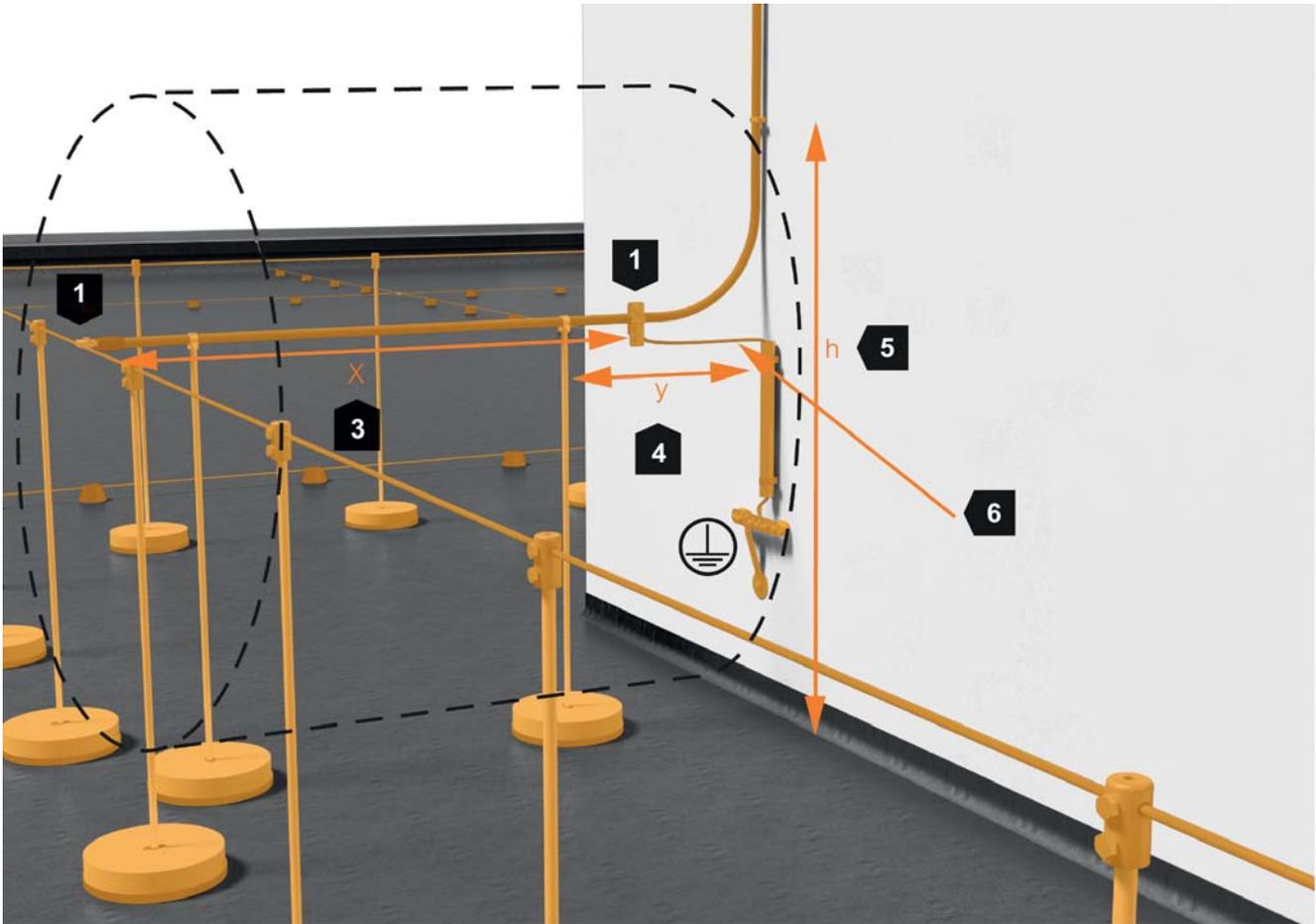
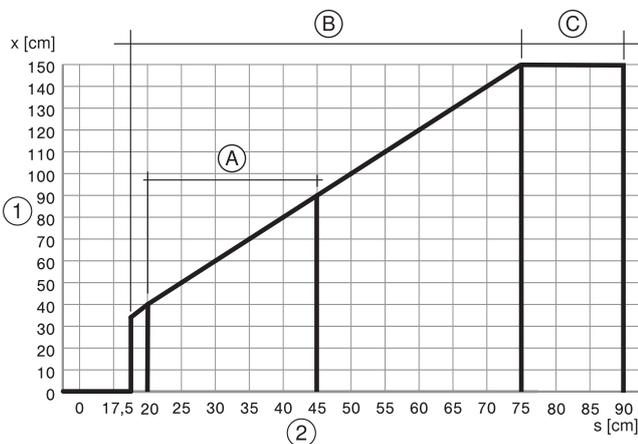


Рис. 2.69: Пример монтажа системы с токоотводом isCon

1	Клемма уравнивания потенциала
2	Подключение потенциала
3	x: Минимальный интервал (меньшие значения возможны по расчету)
4	y: Интервал между стеклопластиковыми стержнями и стеной
5	h: Интервал между кронштейном и плоской крышей
6	Проводник уравнивания потенциалов > 6 мм ²



1 = Расстояние между клеммой уравнивания потенциала и уравнивания потенциала (x) в см
 2 = Разделительный интервал (s) в см
 A = Изолированный токоотвод isCon BA 45 SW
 B = Изолированные токоотводы isCon Pro+ 75 SW/GR и isCon Pro 75 SW
 C = Изолированный токоотвод isCon PR 90 SW

Таблица 2.29: минимально требуемый интервал между элементом присоединения и зажимом подключения интервала при $s = 0,75$ м в воздухе

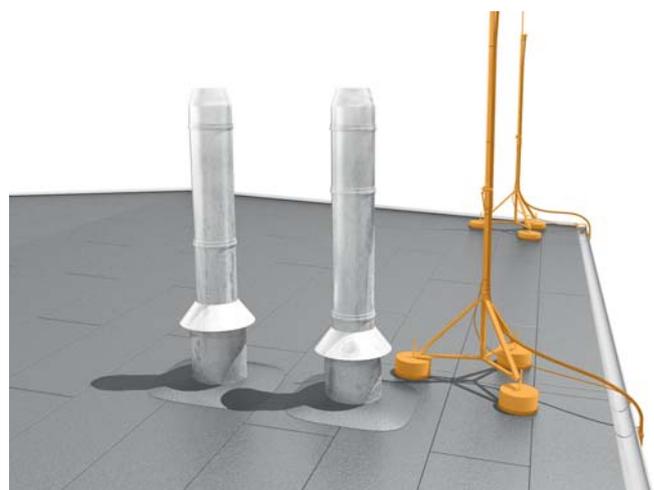


Рис. 2.70: Молниеприемные мачты isFang с расположенным снаружи токоотводом isCon®

100% гибкость на стройплощадке

Токоотвод OBO isCon® гибок в применении. isCon® поставляется в одноразовых кабельных барабанах. Таким образом пользователь может на месте с точностью до сантиметра отмерить нужную длину и отрезать токоотвод по потребности. Это означает гибкость в работе, соответствующую фактическим условиям на стройплощадке, вместо заказа предварительно изготовленных кабелей. Для реализации профессионального проектирования и прокладывания провода isCon® требуются специальные знания. Они содержатся в актуальном руководстве по электромонтажу, но также их можно углубить на специальных семинарах-тренингах, которые организует ОБО Беттерманн.

Отсутствие галогенов

Применение безгалогенных кабелей предотвращает возникновение корродирующих и ядовитых газов. Газы могут нанести значительный ущерб людям и имуществу. Расходы, возникающие вследствие коррозионной активности газов, образующихся при горении, зачастую выше расходов, возникающих в результате прямых повреждений от пожара. Токоотвод isCon® состоит из материала, не содержащего галогенов.

Характеристика горения

За считанные минуты огонь может охватить кабель, не являющийся огнеупорным. Огнеупорными называются те кабели, которые предотвращают распространение огня и затухают самостоятельно после того, как возгорание потушено. Огнестойкость провода OBO isCon®-подтверждена в соответствии с DIN EN 60332- 1-2.

Устойчивость к атмосферным воздействиям

Внешняя оболочка провода OBO isCon® состоит из очень стойкого к старению материала (ЭВА = этиленвинилацетат). Устойчивость к атмосферным воздействиям подтверждена следующими испытаниями:

- Озоностойкость согласно DIN EN 60811-2-1, Раздел 8
- Стойкость к действию солнечного света, тест согласно UL 1581, Раздел 1200
- Морозостойкость/ударопрочность согласно DIN EN 60811-1-4, Раздел 8.5

Пример использования: крыши с мягким покрытием

Крыши с мягким покрытием (Рис. 2.71), таким как солома, тростник или камыш, требуют повышенной защиты от ударов молнии и связанной с ними угрозы пожара.

Для соблюдения эстетических требований застройщиков рекомендуется разделенная система молниезащиты с использованием провода isCon®. Молниеприемник выполняется посредством молниеприемных мачт, которые позволяют прокладывать провода внутри (тип isFang IN). Серый вариант провода isCon® гарантирует максимальную защиту и применяется в области мягкой крыши. Таким образом, провод может прокладываться под крышей с мягким покрытием.



Рис. 2.71: Крыша с мягким покрытием с проводом isCon®

Пример использования: Система мобильной радиосвязи

Такие установки, как системы мобильной радиосвязи, должны быть интегрированы в концепцию молниезащиты, особенно это касается дооснащения. (Рис. 2.72)

Вследствие пространственных ограничений, а также влияния излучаемых сигналов установка молниеотвода возможна при помощи isCon®. Простая интеграция в имеющуюся систему молниезащиты, а также отдельная молниезащита могут быть легко реализованы и в соответствии с действующими стандартами.

Эстетические аспекты

Для хорошо просматриваемых зон, а также везде, где важен эстетический аспект, рекомендуется прокладка isCon® в молниеприемной мачте. (Рис. 2.73) Уравнивание потенциалов после первых 1,5 метров происходит в мачтах. Это простое и визуально безупречное электромонтажное решение.



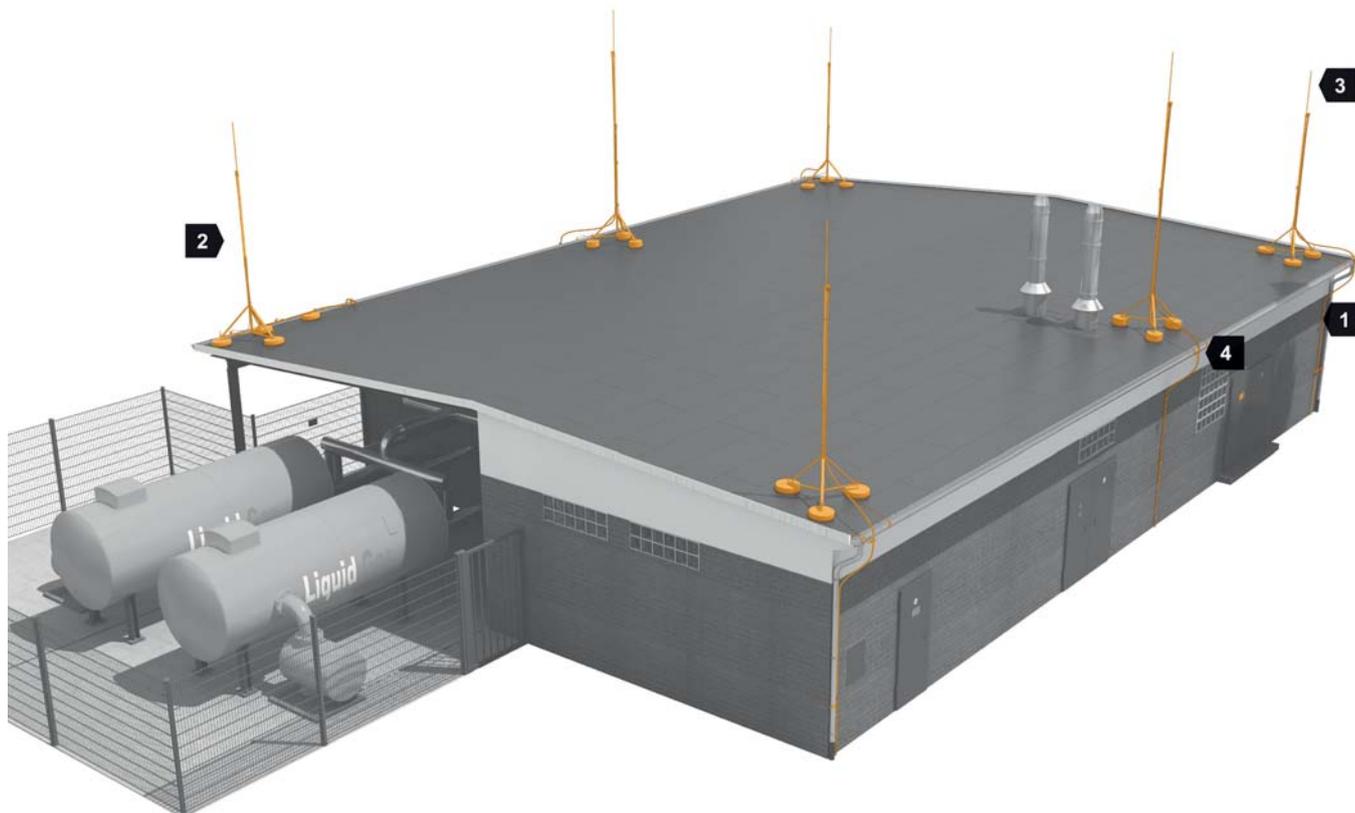
Рис. 2.72: Мачта мобильной радиосвязи с токоотводом isCon®



Рис. 2.73: Камера видеонаблюдения с токоотводом isCon®

Принцип монтажа isCon во взрывоопасных зонах

В зонах Ex (взрывоопасных зонах) 1 и 21 привязка токоотвода isCon® к уравниванию потенциалов осуществляется после первого подключения потенциала в равномерных промежутках (0,5 м) при помощи металлических держателей и скоб для проводников (например, isCon H VA или PAE). В случае удара молнии не допускается протекание тока молнии через систему уравнивания потенциалов. Поэтому она должна располагаться в защитном углу молниеотвода.



1	Провод isCon®
2	Молниеприемная мачта isFang 4 м с расположенным снаружи проводом isCon®
3	Молниеприемная мачта isFang 6 м с расположенным снаружи проводом isCon®
4	Уравнивание потенциалов

Рис. 2.74: Принцип монтажа isCon® во взрывоопасных зонах



Рис. 2.75: Прокладка фундаментного заземлителя



Монтаж фундаментного заземления в жилом комплексе «Парк Вилл», Московская область, Россия

2.3 Системы заземления

Согласно стандартам для каждой установки необходима система заземления.

Что понимается под «системой заземления»?

Требуемые определения можно найти в стандартах ГОСТ Р МЭК 60050-826-2009:

- «Совокупность электрических соединений и устройств, необходимых для заземления сети, установки или электрооборудования». А также:
- «Токопроводящий элемент, вставленный в землю или другую определенную токопроводящую среду, находящуюся в электрическом контакте с землей».

Задачи системы заземления:

- отвод тока молнии в землю
- уравнивание потенциалов между токоотводами
- управление потенциалами вблизи проводящих стен сооружения

Последствия непрофессионального выполнения системы заземления:

- опасные перенапряжения на уравнивании потенциалов
- неравномерная распределение потенциалов в системе заземления
- разрушение фундамента из-за слишком малой площади отвода тока молнии
- разрушение фундамента вследствие непрофессионально выполненных соединений (без зажимных соединений)
- Гальванический ввод большого запаса энергии молнии

Расположение заземлителей согласно ГОСТ Р МЭК 62305-3

Тип А

- Горизонтальный заземлитель
- Вертикальный заземлитель (глубинный или стержневой заземлитель)

Тип В

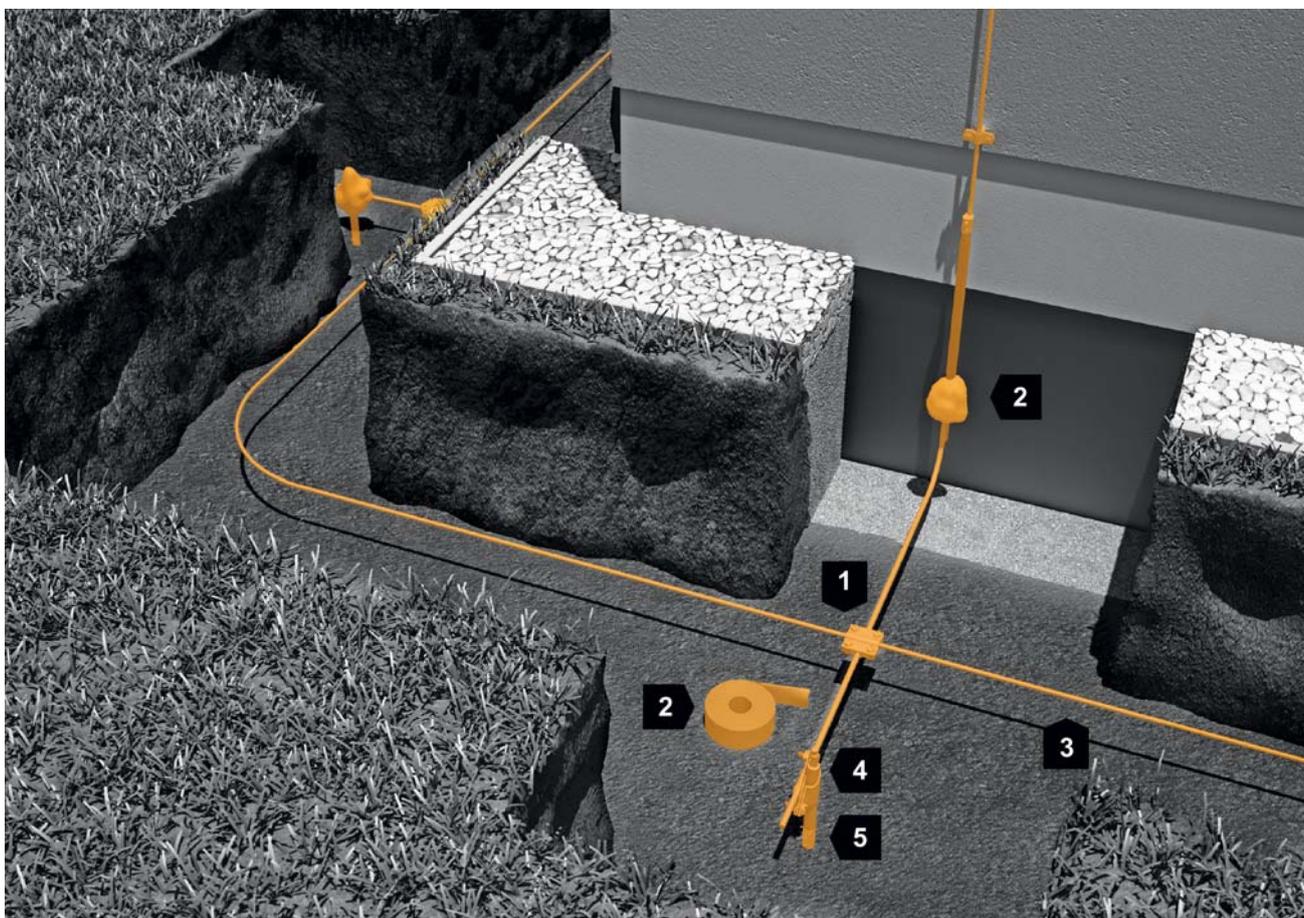
- Кольцевой заземлитель (поверхностный заземлитель)
- Фундаментный заземлитель

Рис. 2.76: Системы внешней и внутренней молниезащиты

2.3.1 Методы проектирования

Стандарт ГОСТ Р МЭК 62305-3 требует непрерывного уравнивания потенциалов молниезащиты. Таким образом, все отдельные системы заземления должны быть связаны между собой для создания глобальной системы заземления.

Стандарт различает системы заземления типа А и типа В. К типу А относятся вертикальные и горизонтальные заземлители (глубинный заземлитель, стержневой заземлитель). Тип В включает все поверхностные заземлители (кольцевой заземлитель, фундаментный заземлитель).



1	Крестовидный соединитель
2	Антикоррозионный бандаж
3	Круглый провод
4	Соединительная скоба
5	Стержневой заземлитель (Обращать внимание на антикоррозионную защиту соединителей)

Рис. 2.77: Тип А – Глубинный заземлитель

2.3.1.1 Тип А – Глубинный заземлитель: устройство и принцип действия

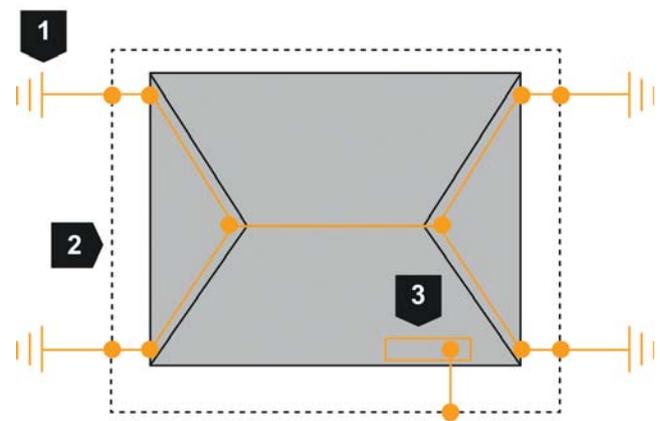
В качестве отдельного заземлителя рекомендуется использовать один глубинный заземлитель длиной 9,0 м для каждого токоотвода, прокладываемый на расстоянии 1,0 м от фундамента сооружения. За минимальный размер (согласно ГОСТ Р МЭК 62305-3)) заземлителя типа А для классов молниезащиты III и IV принята длина 2,5 м при вертикальной укладке и 5 м при горизонтальной. В зависимости от типа грунта глубинные заземлители могут прокладываться в землю вручную или при помощи электро-, бензо-, пневмомолотов.

Все глубинные заземлители должны быть соединены с кольцевым заземлителем внутри или снаружи здания и оснащены вводом к шине уравнивания потенциалов.

Информация по системе заземления типа А

- Глубинные заземлители прокладываются, как правило, вертикально на большие глубины. Они устанавливаются в природный грунт, который можно увидеть только лишь под фундаментами.
- В плотно застроенных областях зачастую невозможно определить сопротивление грунта. В данном случае для расчета минимальной длины заземлителя достаточно принять сопротивление грунта, равное 1.000 Ом/м.
- В системах заземления типа А минимальное количество заземлителей равно двум.
- Расположение заземлителей типа А: соединение снаружи и внутри сооружения.
- Токоотводы соединяются между собой вблизи поверхности земли. (Рис. 2.78)

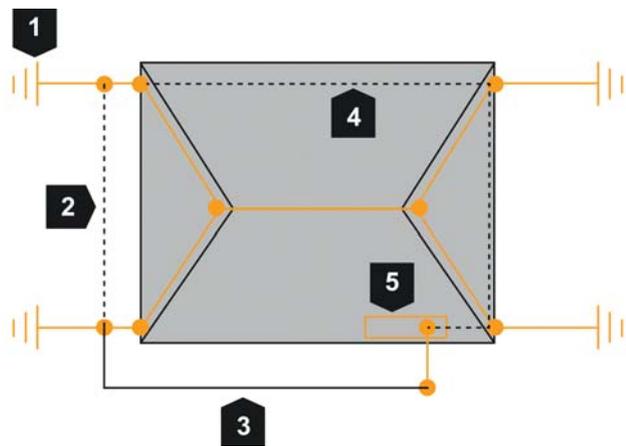
Требуемые длины заземлителей могут быть разделены на несколько параллельно включенных длин. Толщина цинкового слоя ОБО Беттерманн составляет не менее 70 мкм, что обеспечивает продолжительный срок службы поддержания в установленных пределах величины сопротивления (не более 10 Ом).



1	Глубинный заземлитель тип А
2	Соединение в земле
3	Главная заземляющая шина (ГЗШ)

Рис. 2.78: Система заземления типа А: соединение снаружи сооружения

Система заземления типа А целесообразна для низких строительных сооружений (например, частных домов), существующих сооружений, систем молниезащиты с использованием молниеприемных стержней или натянутых проводов, а также для изолированной системы молниезащиты. Данный вид расположения включает горизонтальные и вертикальные заземлители, которые соединяются с каждым токоотводом.



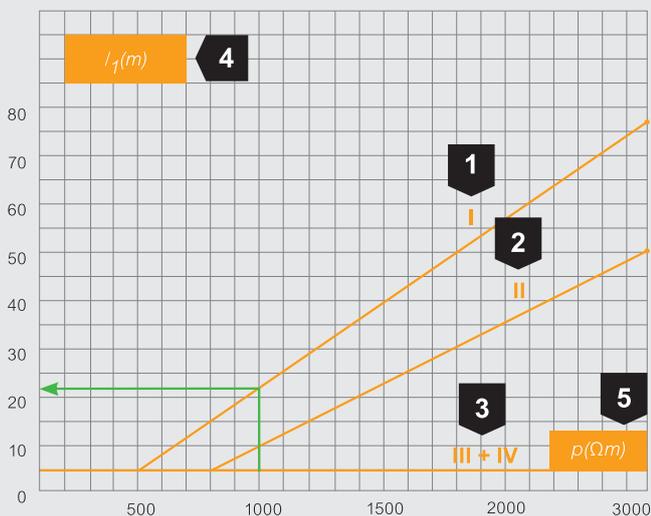
1	Глубинный заземлитель тип А
2	Соединение в земле
3	Соединение на фасаде здания
4	Соединение в здании
5	Главная заземляющая шина (ГЗШ)

Рис. 2.79: Система заземления типа А: соединение снаружи и внутри сооружения

При невозможности соединения глубинного заземлителя в земле возможно его соединение внутри здания или на нем. (Рис. 2.79)

Соединительные провода должны прокладываться как можно короче и не выше 1 м над уровнем земли. Если соединение уравнивания потенциалов молниезащиты осуществляется только с одним отдельным заземлителем, то возможно возникновение высоких разностей потенциалов по отношению к другим заземлителям. В результате этого могут возникнуть недопустимые искровые пробои или опасные для жизни разницы напряжений.

Минимальная длина каждого заземлителя – в соответствии с классом молниезащиты – не должна учитываться в том случае, если сопротивление заземления отдельного проводника < 10 Ом (рекомендация). Минимальная длина каждого заземлителя составляет I_1 для горизонтальных проводников и $0,5 \times I_1$ для вертикальных проводников.



1	Класс молниезащиты I
2	Класс молниезащиты II
3	Класс молниезащиты III + IV
4	Минимальная длина I_1 (м)
5	Сопротивление грунта ρ (Ом)

Пример

- Класс молниезащиты I
- Песок, галька, верхние слои (сухие) 1000 Ом

Результат (Рис. 2.80)

- Класс молниезащиты I: 22 м
- Глубинный заземлитель: 11 м

Рис. 2.80: Минимальные длины заземлителей

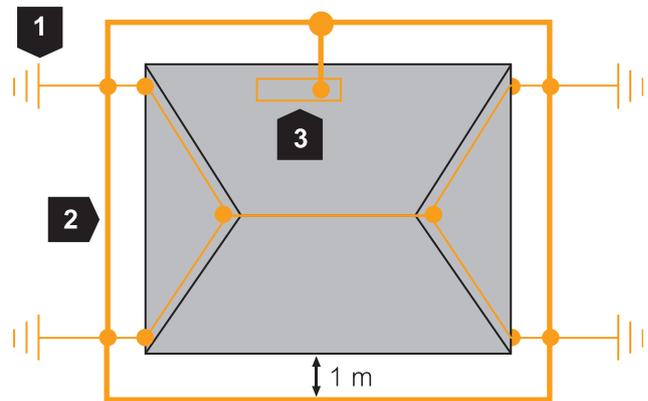
Материалы

В качестве материалов помимо прочего могут использоваться:

- Стержни из нержавеющей стали диам. 20 мм
- Стержни из оцинкованной стали диам. 20 мм
- Стержни из стали в медной оболочке диам. 20 мм
- Трубы из нержавеющей стали, диам. 25 мм
- Плоские проводники из оцинкованной стали 30 x 3,5 мм
- Плоские проводники из нержавеющей стали 30 x 3,5 мм
- Трубы из оцинкованной стали, диам. 25 мм

Защита от коррозии

В зонах с риском возникновения коррозии следует использовать только нержавеющую сталь с долей молибдена > 2%, например, 1.4404 oder 1.4571. Разъемные соединения в грунте должны быть защищены от коррозии (при помощи пластичных антикоррозионных лент).



1	Глубинный заземлитель (опционально)
2	Соединение в грунте
3	Главная заземляющая шина (ГЗШ)

Рис. 2.81: Принцип монтажа кольцевого заземлителя

2.3.1.2 Тип В – Кольцевой заземлитель

Кольцевой заземлитель типа В прокладывается вокруг защищаемого здания. (Рис. 2.81)

Принцип действия

Минимум 80% общей длины кольцевого заземлителя снаружи строительного сооружения должны соприкасаться с грунтом. При этом он должен быть проложен в виде замкнутого кольца на расстоянии 1,0 м и на глубине 0,5 м вокруг внешнего фундамента строительного сооружения. (см. Рис. 2.82). По расположению кольцевой заземлитель относится к заземлителям типа В.

Материалы

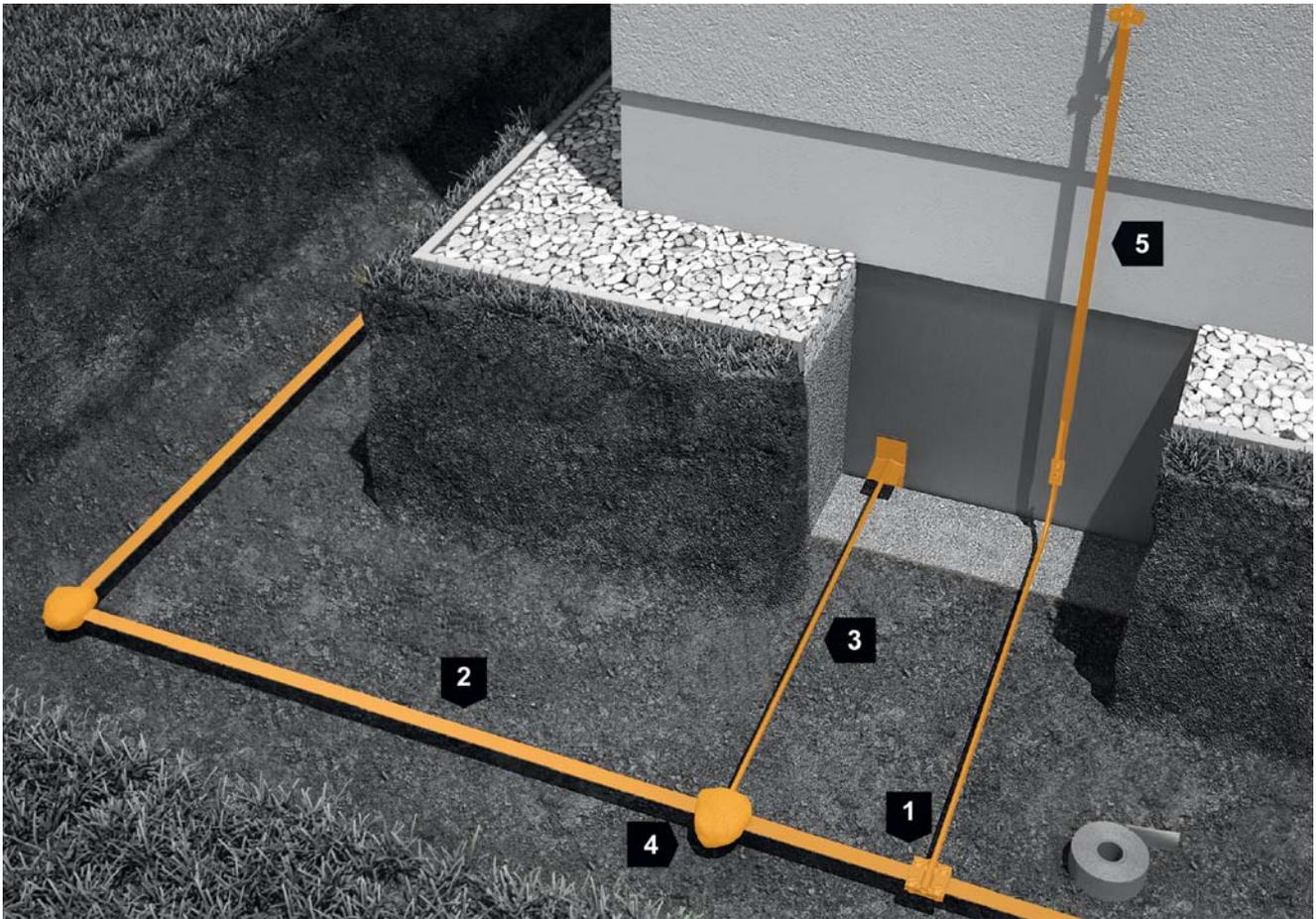
В качестве материалов помимо прочего могут использоваться:

- Плоские проводники из нержавеющей стали 30 x 3,5 мм
- Плоские проводники из оцинкованной стали 30 x 3,5 мм
- Круглые проводники из меди, диам. 8 мм
- Круглые проводники из нержавеющей стали, диам. 10 мм
- Круглые проводники из оцинкованной стали, диам. 10 мм

Защита от коррозии

В зонах с риском возникновения коррозии следует использовать только нержавеющую сталь с долей молибдена > 2%, например, 1.4404 oder 1.4571. Разъемные соединения в грунте должны быть защищены от коррозии (при помощи пластичных антикоррозионных лент).

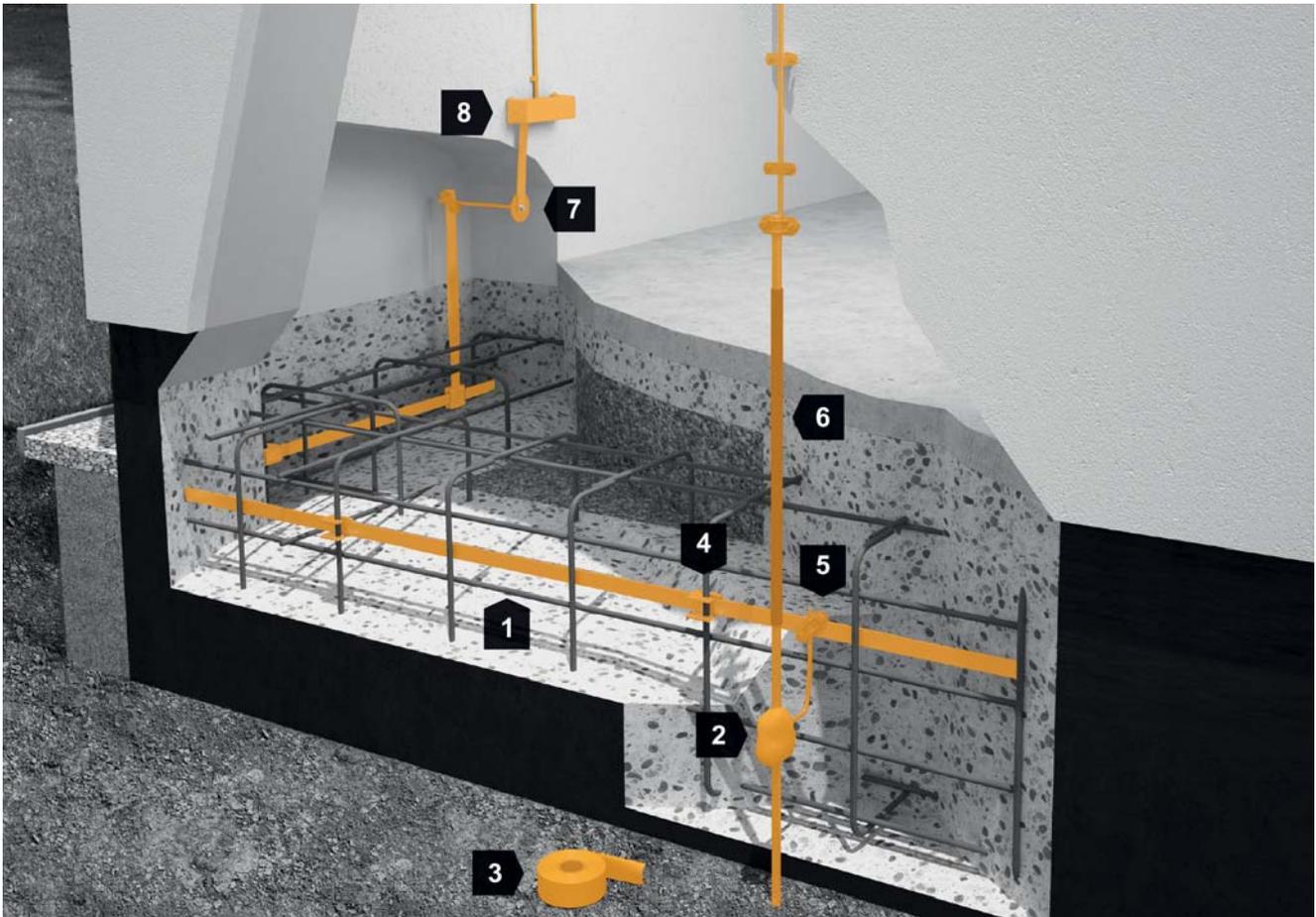
В грунте необходимо применять нержавеющую сталь с долей молибдена > 2 %!



1	Крестовидный соединитель
2	Плоский проводник
3	Круглый проводник
4	Антикоррозионный бандаж
5	Стержень для ввода в землю

Рис. 2.82: Кольцевой заземлитель типа В





1	Плоский проводник
2	Крестовидный соединитель с антикоррозионной защитой
3	Антикоррозионный бандаж / лента
4	Соединительный зажим для арматурной стали
5	Крестовидный соединитель
6	Стержень для ввода в землю
7	Фиксированная точка заземления
8	Главная заземляющая шина (ГЗШ)

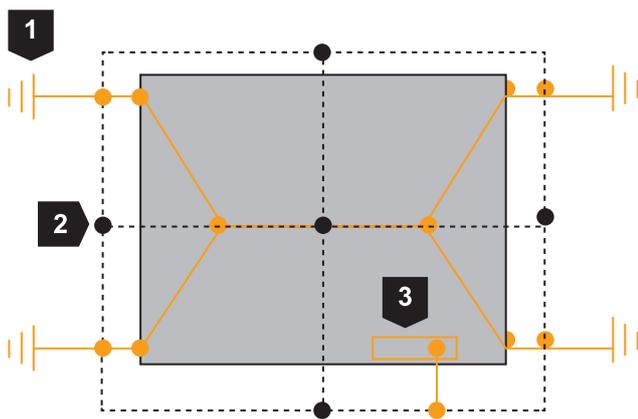
Рис. 2.83: Фундаментный заземлитель типа В

2.3.1.3 Тип В – Фундаментный заземлитель

Фундаментный заземлитель является частью электропроводки здания.

Принцип действия

Фундаментный заземлитель (Рис. 2.83) представляет собой заземлитель, который устанавливается в бетонном фундаменте сооружения. Полосовую сталь следует соединять с арматурой через каждые 2 м (приблизительный интервал). Клиновые соединители нельзя применять в искусственно уплотненном бетоне.



1	Глубинный заземлитель (опционально)
2	Кольцевой фундаментный заземлитель
3	Главная заземляющая шина

Рис. 2.84: Принцип прокладки фундаментного заземлителя с проводником уравнивания функциональных потенциалов

Для аккуратной прокладки фундаментного заземлителя рекомендуется использовать полосовые держатели. Держатели следует устанавливать примерно через каждые 2 м.

Ячеистый кольцевой заземлитель должен быть соединен с проводником уравнивания потенциалов и прокладываться снаружи и внутри фундаментной плиты следующим образом:

- Ширина ячеек 10 x 10 м с мерами молниезащиты
- Ширина ячеек 20 x 20 м без мер молниезащиты

Материалы

Фундамент / проводник уравнивания потенциалов

В качестве материалов помимо прочего могут использоваться:

- Плоские проводники из оцинкованной стали 30 x 3,5 мм
- Плоские проводники из нержавеющей стали 30 x 3,5 мм
- Медный трос, 50 мм²
- Круглые проводники из оцинкованной стали, диам. 10 мм
- Круглые проводники из нержавеющей стали, диам. 10 мм

Внешние выводы

Внешние выводы изготовлены из прочных антикоррозионных материалов. Следует использовать сталь, оцинкованную методом горячего погружения, с полимерной оболочкой или нержавеющие стали с содержанием молибдена > 2%, например, 1.4404 или 1.4571. Во время строительной фазы внешние выводы должны быть маркированы яркими защитными колпачками, например, OBO ProtectionBall.

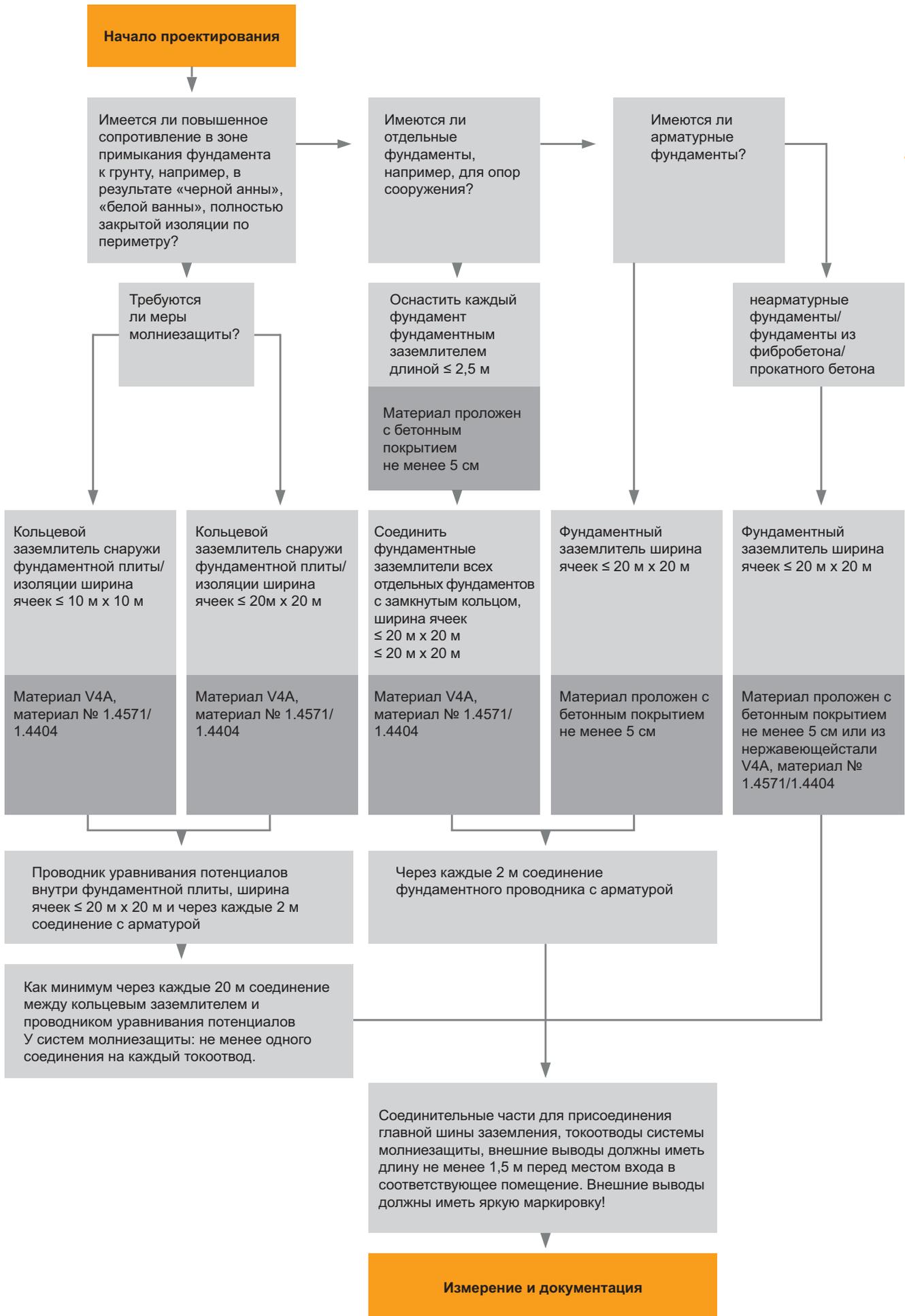
Кольцевые заземлители

В качестве материалов для ячеистых кольцевых заземлителей могут использоваться следующие материалы:

- Плоские проводники из нержавеющей стали 30 x 3,5 мм
- Круглые проводники из нержавеющей стали, диам. 10 мм
- Медный трос, 50 мм²



Рис. 2.85: Колпачок OBO ProtectionBall, арт. №. 5018 01 4, для маркировки внешних выводов заземления



Толщина цинкового слоя компонентов заземления ОБО Беттерманн составляет не менее 70 мкм, что обеспечивает продолжительный срок службы и поддержание в установленных пределах величины сопротивления (не более 10 Ом).



Рис. 2.86: Водонепроницаемая уплотнительная манжета, Арт. №. 2360 04 1

Соединительные части

При прокладке в грунте, например, у кольцевых заземлителей, они должны иметь надежную антикоррозионную защиту. Для этого рекомендуется использовать нержавеющую сталь с содержанием молибдена > 2%, например, 1.4404 или 1.4571. Кроме того, эти соединители должны быть дополнительно оснащены антикоррозионными бандажами / лентами.

Соединения между фундаментным заземлителем / проводником уравнивания потенциалов и арматурой, а также между проводником уравнивания потенциалов и кольцевым заземлителем или внешними выводами могут быть винтовыми, зажимными или сварными. Перевязки не допускаются. Следует применять только испытанные в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62561.1 соединительные элементы.

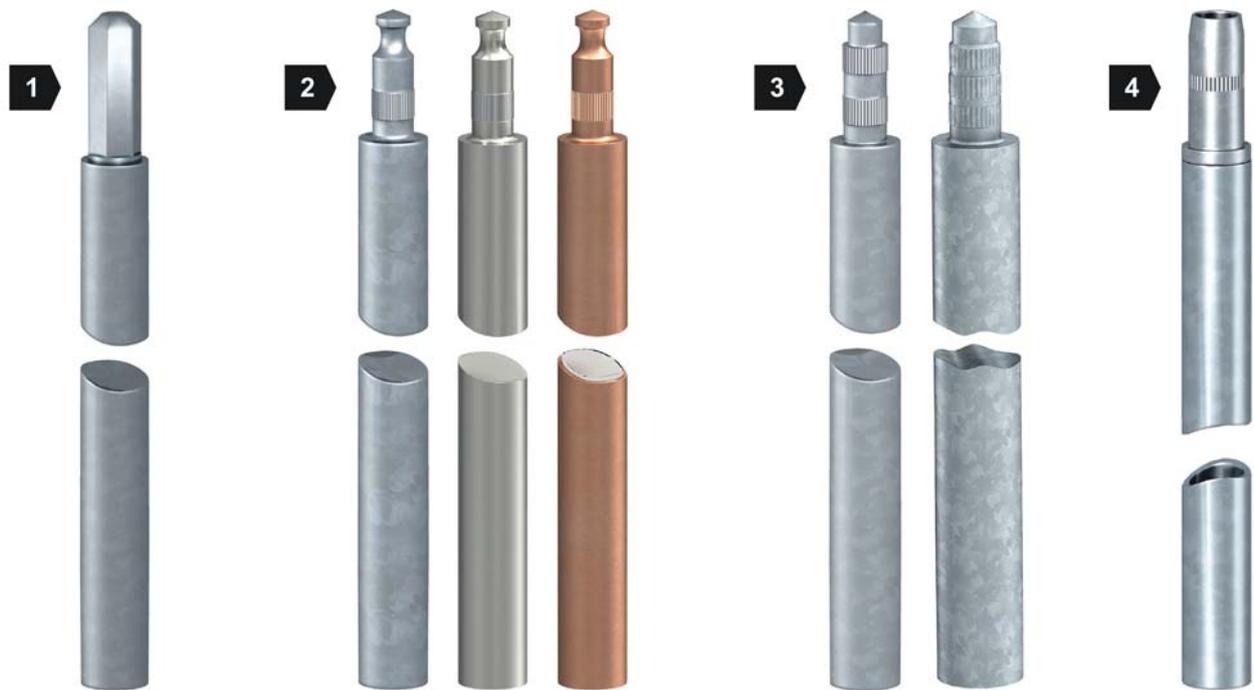
Присоединения кольцевого заземлителя, ведущие в здание, должны проводиться выше максимального уровня грунтовых вод. В качестве альтернативы необходимо использовать водонепроницаемую настенную уплотнительную манжету типа OBO DW RD10. (Рис. 2.86)

Антикоррозионная защита

На участках уплотнений ванны и вблизи изоляции по периметру (DIN 18014), а также в зонах с риском возникновения коррозии следует использовать только нержавеющую сталь с содержанием молибдена > 2%, например, 1.4404 или 1.4571.

2.3.2 Конструктивные исполнения

Системы заземления могут состоять либо из заземлителя типа А, либо из заземлителя типа В. Для обоих типов существуют различные формы исполнения, которые могут варьироваться в зависимости от случая применения.



1	Тип OMEX
2	Тип BP
3	Тип Standard
4	Тип LightEarth

Рис. 2.87: Варианты глубинных заземлителей

2.3.2.1 Глубинный заземлитель

Глубинные заземлители различаются по типу соединения отдельных глубинных заземлителей, по внешнему диаметру и материалу.

Глубинные заземлители состоят из комбинируемых отдельных стержней длиной 1,5 м. Соединение состоит из муфты с отверстием и цапфы. Это имеет свое преимущество, выражаемое в том, что при прокладке муфта сама замыкается, и устанавливается оптимальное механическое и электрическое соединение. При установке глубинного заземлителя необходимо уплотнить грунт вокруг заземлителя. В результате будет обеспечен оптимальный электрический контакт. (Рис. 2.87)

Для установки глубинного заземлителя используются преимущественно ударные инструменты. Возможная глубина погружения глубинного заземлителя зависит от различных геологических условий.

Поскольку глубинные заземлители проникают в слои почвы, в которых присутствует постоянная по влажности и температуре среда, достигаются стабильные значения сопротивления.

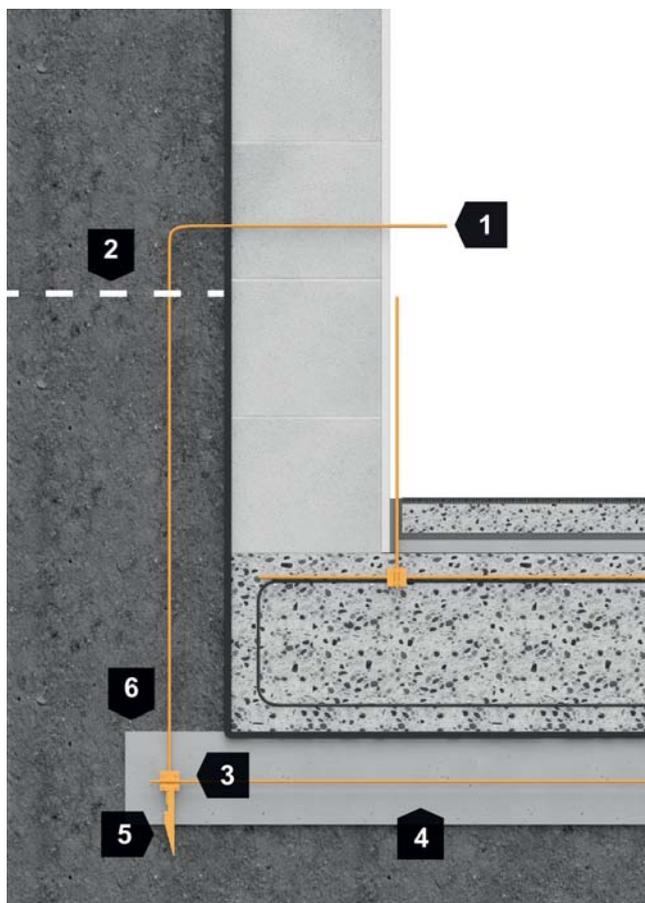
Решение ОБО Беттерманн имеет безмуфтовое соединение стержней заземления «встык», благодаря специально разработанной конструкции цапф и отверстий для них, что позволяет добиться снижения сопротивления заземлителя, получить более износостойкую конструкцию, а также сэкономить на стоимости монтажа и закупки.

2.3.2.2 Черная ванна

Черная ванна представляет собой уплотнение из битума или пластика, которое ограждает сооружение со всех сторон в зонах контакта с землей. Поскольку здесь уже нет требуемого контакта с грунтом, должен быть создан дополнительный замкнутый кольцевой заземлитель. В фундаменте должен быть создан проводник уравнивания потенциалов. Внешние выводы должны проводиться в здание водонепроницаемо или выше максимального уровня грунтовых вод. (Рис. 2.88)

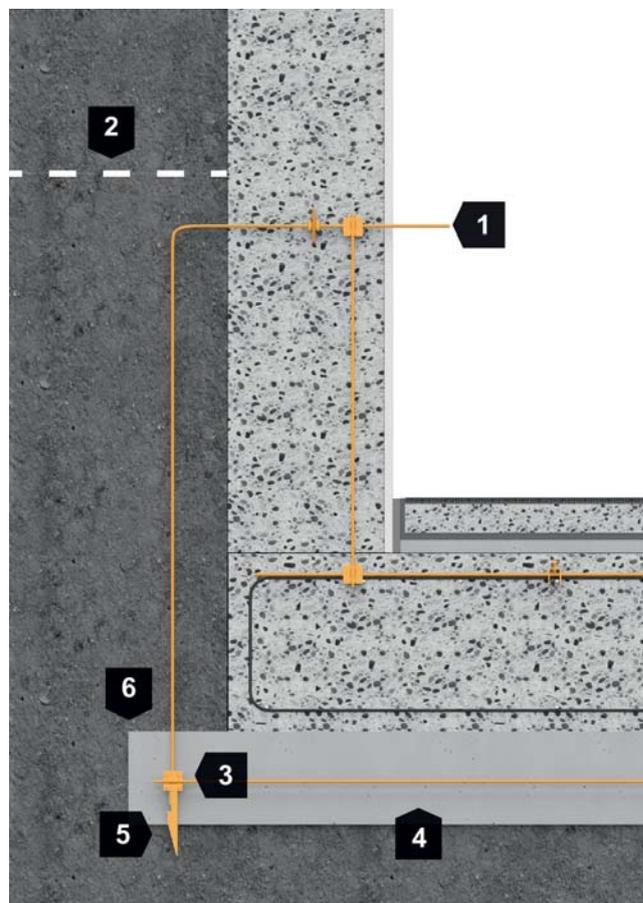
2.3.2.3 Белая ванна

Белая ванна представляет собой конструкцию из водонепроницаемого бетона (бетон ВН), т.е. не вся толщина бетона может пропитываться водой. Поскольку здесь уже должен быть создан дополнительный кольцевой заземлитель. В качестве бетона ВН обозначается бетон марок С20/25 или С25/30. (Рис. 2.89)



1	Внешний вывод не менее 1,50 м
2	Макс. уровень грунтовых вод
3	Кольцевой заземлитель
4	Защитный слой
5	Вкладыш для соблюдения расстояния защитного слоя бетона
6	Не менее 5 см бетонной оболочки считаются антикоррозионной защитой

Рис. 2.88: Черная ванна



1	Внешний вывод не менее 1,50 м
2	Макс. уровень грунтовых вод
3	Кольцевой заземлитель
4	Защитный слой
5	Вкладыш для соблюдения расстояния защитного слоя бетона
6	Не менее 5 см бетонной оболочки считаются антикоррозионной защитой

Рис. 2.89: Белая ванна

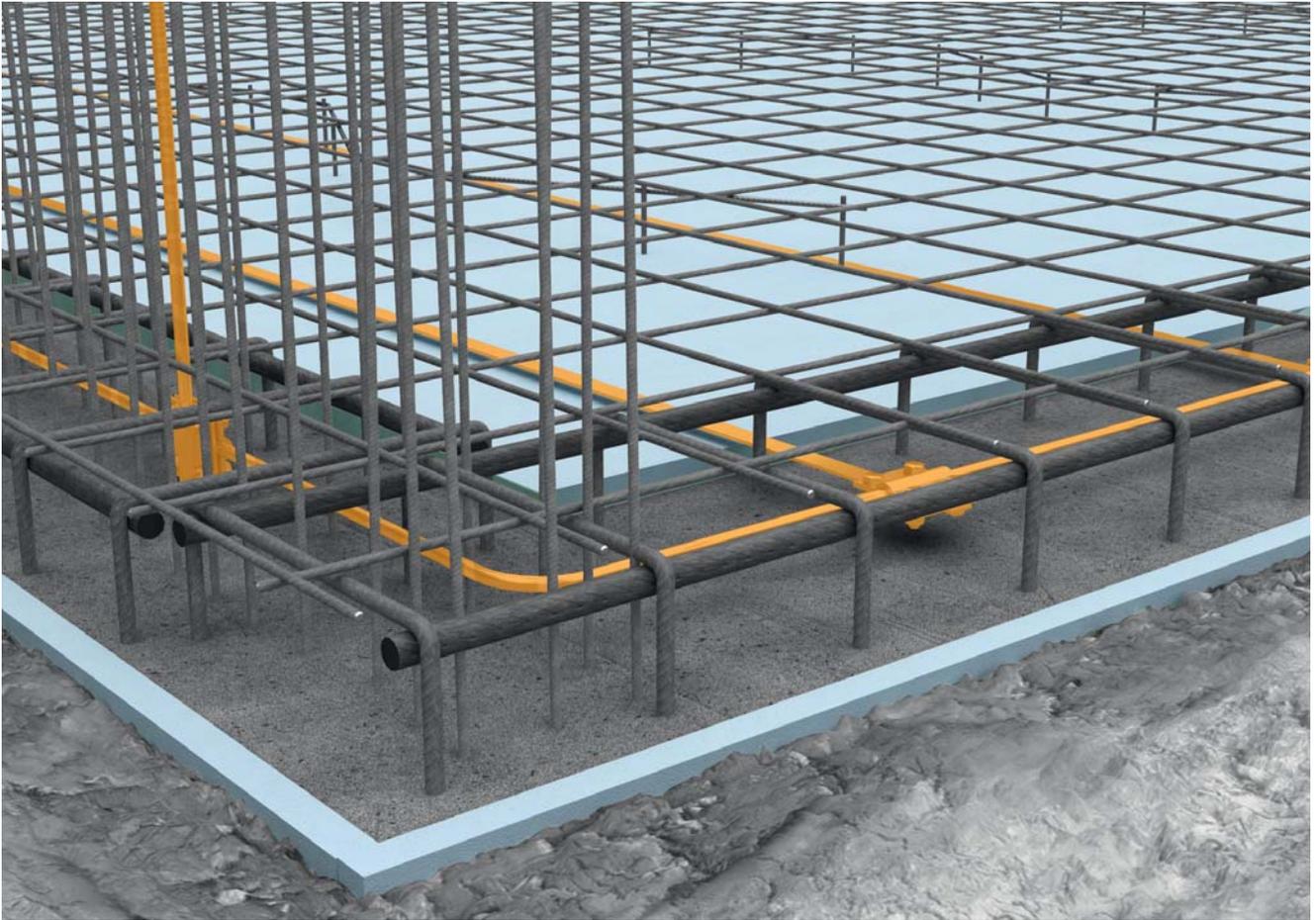


Рис. 2.89: Изолированная фундаментная плита (изоляция по периметру, здесь: голубая)

2.3.2.4 Изоляция по периметру

Здесь речь идет о теплоизоляции, которая ограждает снаружи зону контакта с землей. Она обычно состоит из полиуретановых пеноплит или стеклянного гравия.

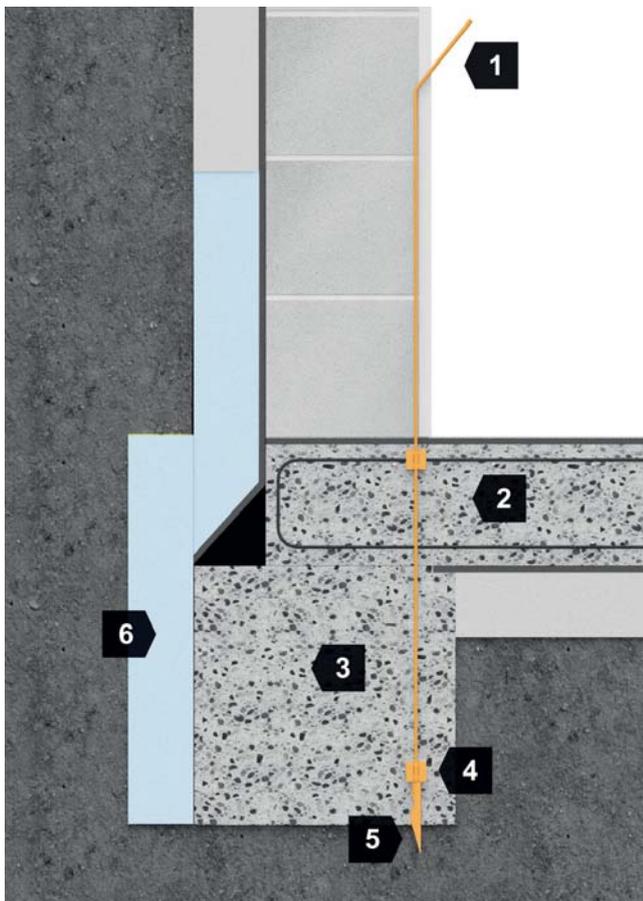
Если должна присутствовать ограждающая со всех сторон изоляция по периметру, т.е. для всех наружных стен, ленточных фундаментов и фундаментных подошв, это означает, что функция фундаментного заземлителя больше не выполняется.

Поскольку здесь уже нет требуемого контакта с грунтом, должен быть создан дополнительный замкнутый кольцевой заземлитель. В фундаменте должен быть создан проводник уравнивания потенциалов. Внешние выводы должны проводиться в здание водонепроницаемо или выше максимального уровня грунтовых вод.

Если изоляция по периметру выполняется только на наружных стенах, то зачастую земельная чувствительность еще имеется. Фундаментный заземлитель может быть проложен в бетоне. (Рис. 2.89)

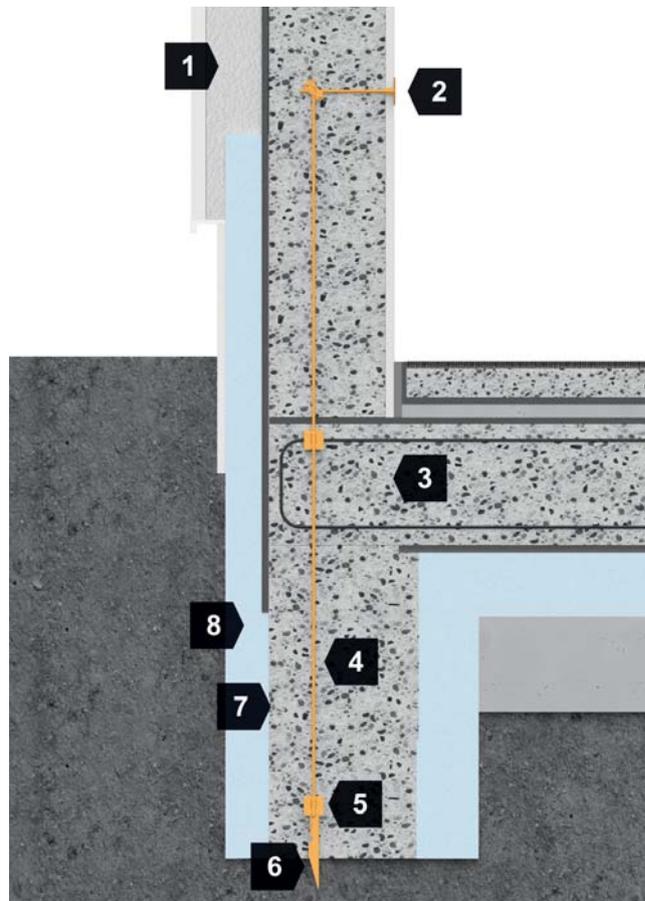
Для обеспечения контакта с грунтом необходимо исключить применение водонепроницаемого бетона.

При ограждении наружных стен и фундаментных плит изоляцией по периметру заземлитель в фундаментной плите еще имеет действие заземлителя, если ленточный фундамент открыт снизу.



1	Внешний вывод, не менее 1,50 м
2	Фундаментная плита
3	Ленточный фундамент
4	Фундаментный заземлитель
5	Вкладыш для соблюдения расстояния защитного слоя бетона
6	Изоляция по периметру

Рис. 2.90: Изоляция по периметру только на наружных стенах



1	Изоляция
2	Фиксированная точка изоляции
3	Арматурная фундаментная плита
4	Ленточный фундамент
5	Фундаментный заземлитель
6	Вкладыш для соблюдения расстояния защитного слоя бетона
7	Не менее 5 см бетонной оболочки считаются антикоррозионной защитой
8	Изоляция по периметру

Рис. 2.91: Изоляция по периметру сбоку и под фундаментной плитой



Рис. 2.92: Пример защитного слоя с неровной поверхностью

Влияние синтетических пленок на сопротивление заземления

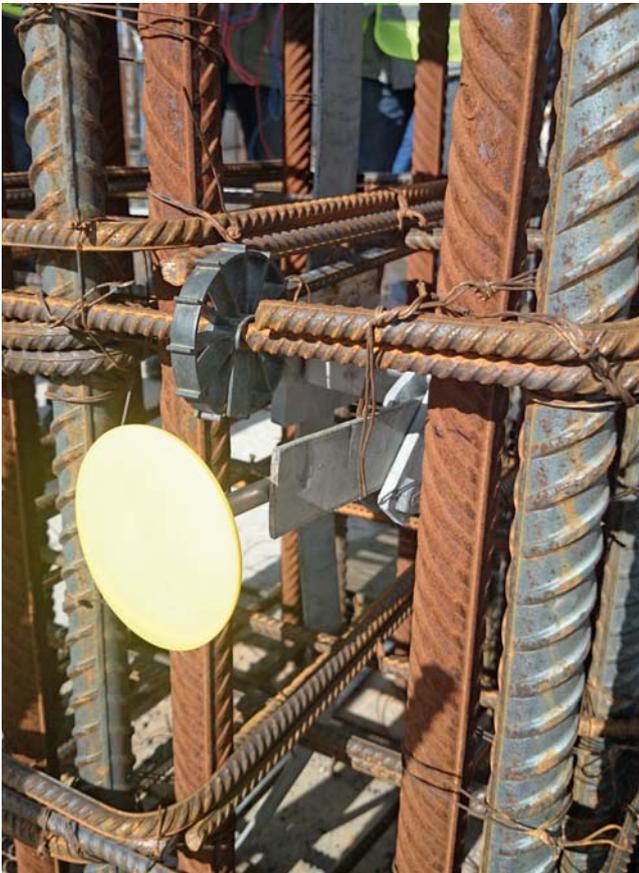
В целом имеет место отрицательное взаимное влияние между ленточным фундаментом или фундаментной плитой и грунтом.

«Простые» пленки

- При простых пленках функция фундаментного заземлителя нарушается
- Однако, в большинстве случаев еще существует достаточное сопротивление заземления. Фундаментный заземлитель эффективен в качестве заземлителя в полосовом фундаменте или в фундаментной плите.

Синтетические защитные слои с неровной поверхностью

- состоят из специального полиэтилена высокой плотности. При наложении нескольких слоев друг на друга ухудшается контакт с грунтом
- Другие защитные слои с неровной поверхностью на наружных стенах создают очень высокое электрическое сопротивление. Тем самым контакт с грунтом фундаментного заземлителя теряется.

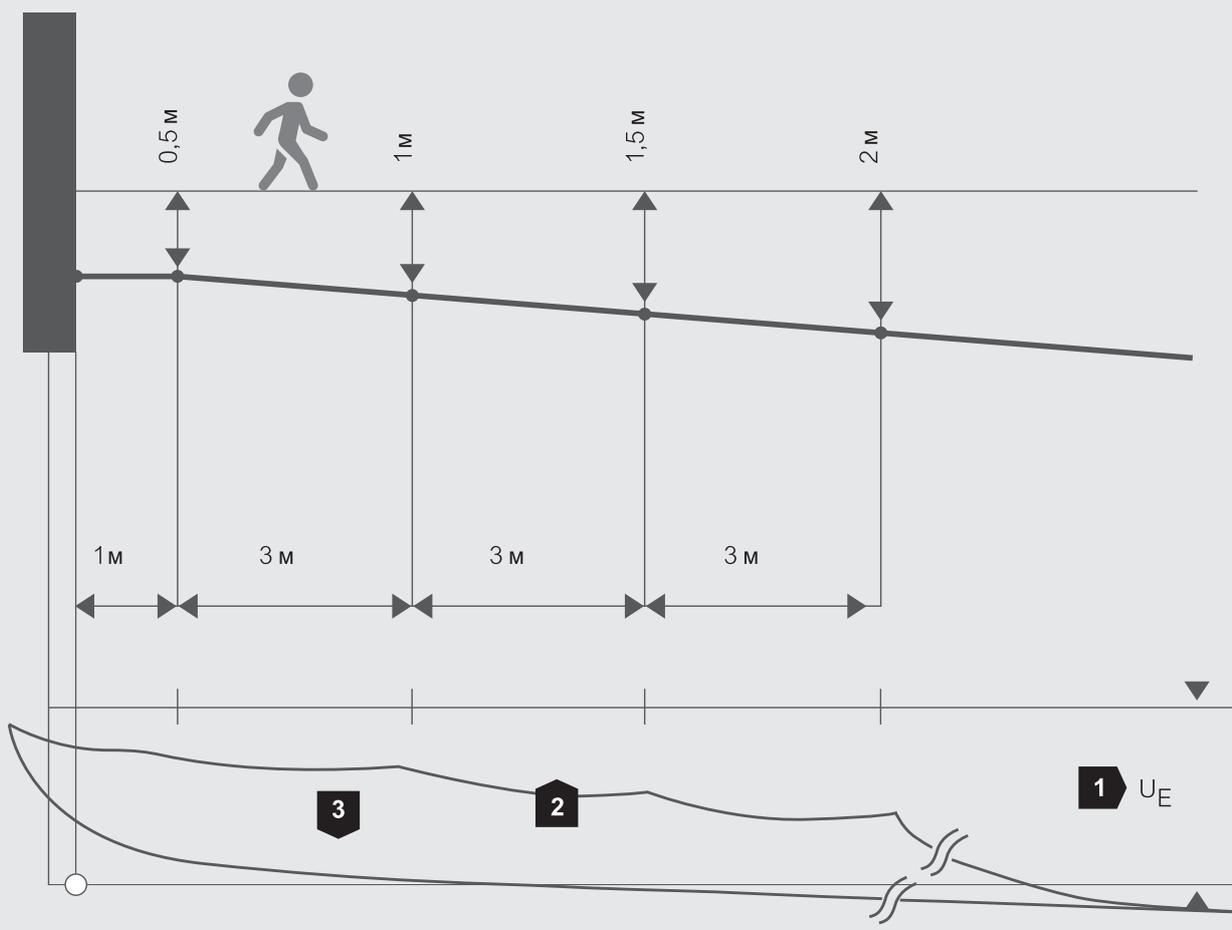


Пример крепления опорной точки заземления к плоскому проводнику перед заливкой фундамента общественного делового комплекса «Лахта-Центр», г. Санкт-Петербург, Россия

2.3.2.5 Уравнивание потенциалов

Управление потенциалами сокращает шаговое напряжение вблизи мачт или токоотводов на здании.

Ток молнии распределяется через металлическую систему ячеек сетки заземлителя, и падение напряжения, а также результирующее шаговое напряжение сокращаются. При удалении от мачты или токоотвода провод заземлителя прокладывается глубже на соответствующие 0,5 м. (Рис. 2.93) Типичное расстояние между заземлителями равняется 3 м.



1	Напряжение заземления U_E
2	График с применением уравнивания
3	График без применения уравнивания

Рис. 2.93: Управление потенциалами на осветительной мачте

Шаговое напряжение и контактное напряжение

Шаговое напряжение образуется человеком при шаге, равном 1 м. Ток проходит от ступни к ступне через тело. Контактное напряжение образуется между компонентом системы молниезащиты (например, токоотводом) и потенциалом земли.

При этом ток проходит от руки к ноге через тело. (Рис. 2.94) Оба вида напряжения опасны для человека. Необходимо их сокращение путем при помощи применения уравнивания потенциалов системы или полной изоляции.

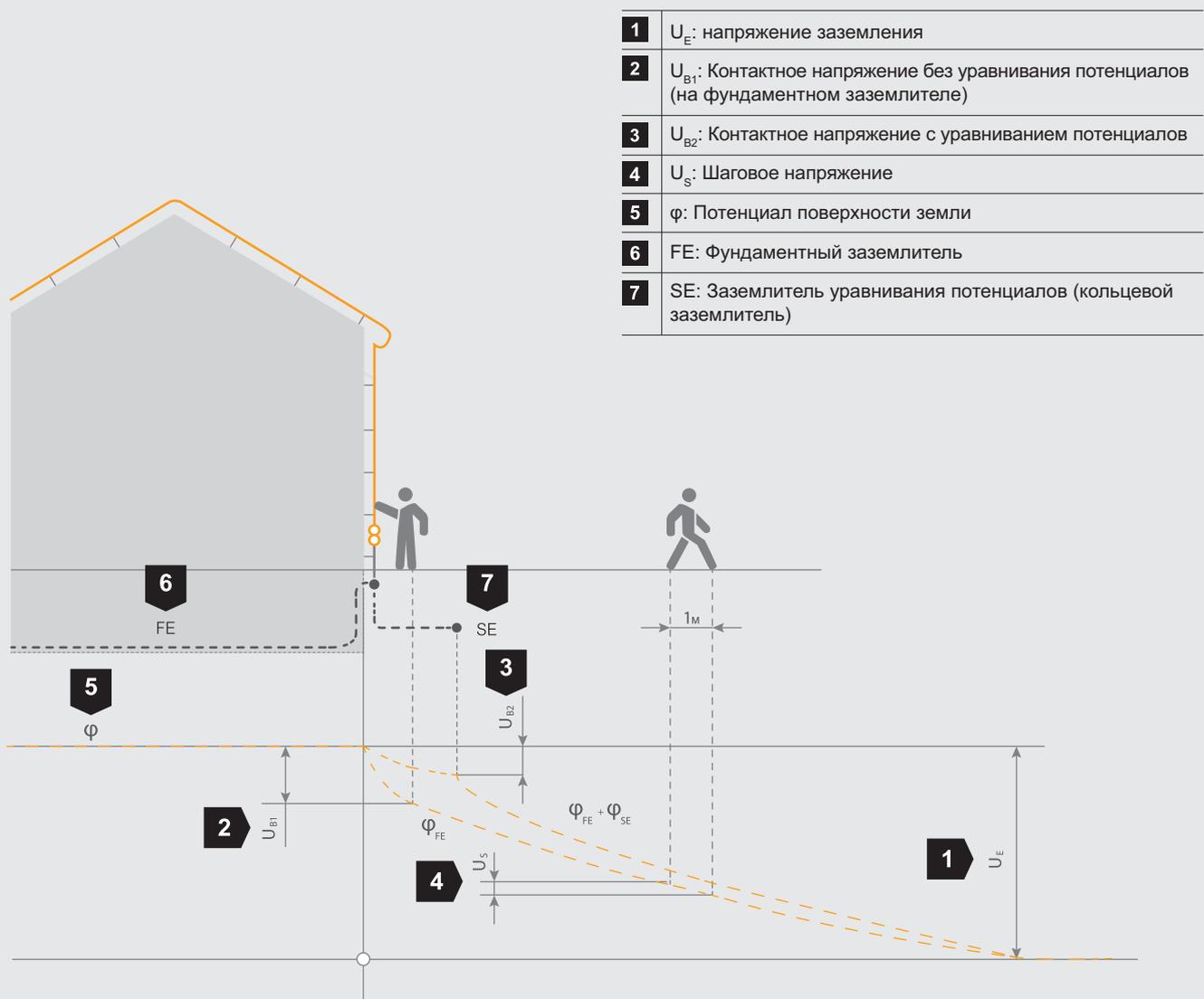


Рис. 2.94: Потенциал поверхности земли и напряжения при обтекаемом током фундаментном заземлителе ФЗ и заземлителе уравнивания потенциалов

2.4 Материалы и защита от коррозии

Во внешней молниезащите преимущественно применяются следующие материалы: оцинкованная горячим способом сталь, нержавеющая сталь, медь и алюминий. Все металлы, которые находятся в непосредственном контакте с землей или водой, под воздействием блуждающих токов или агрессивных почв, могут подвергаться коррозии.

Под коррозией понимается реакция металлического материала с его окружающей средой, которая приводит к нарушению свойств материала.

Причины коррозии

Коррозия возникает вследствие соединения различных металлов в грунте, воде или солевом расплаве, например, алюминиевый круглый провод в качестве токоотвода и медь/сталь в качестве материала заземления. Другой причиной является помещение одинаковых металлов в различные среды, например, стали в грунт и бетон.

Решение ОБО Беттерманн имеет безмуфтовое соединение стержней заземления «стык»-«встык» благодаря специально разработанной конструкции цапф и отверстий для них. Это позволяет добиться снижения сопротивления заземлителя, получить более износостойкую конструкцию, а также сэкономить на стоимости монтажа и закупки.

Материал	Форма	Минимальные размеры
Медь Лужёная медь	Ленточный цельный Круглый цельный ^b Тросовый ^b Круглый цельный	20 x 2,5 мм диам. 8 мм 50 мм ² диам. 15 мм
Алюминий	Круглый цельный Тросовый	диам. 8 мм 50 мм ²
Алюминиевый сплав с медным покрытием	Круглый цельный ^c	диам. 8 мм
Алюминиевый сплав	Ленточный цельный Круглый цельный ^b Тросовый ^b Круглый цельный	20 x 2,5 мм диам. 8 мм 50 мм ² диам. 15 мм
Оцинкованная горячим способом сталь	Ленточный цельный Круглый цельный ^b Тросовый ^b Круглый цельный	20 x 2,5 мм диам. 8 мм 50 мм ² диам. 15 мм
Покрытая медью сталь ^c	Круглый цельный Ленточный цельный	диам. 8 мм 20 x 2,5 мм
Нержавеющая сталь ^a	Ленточный цельный Круглый цельный Тросовый ^b Круглый цельный ^d	20 x 2,5 мм диам. 8 мм 50 мм ² диам. 15 мм

^a Хром > 16 %; никель > 8 %; углерод < 0,08 %

^b Диаметр 8 мм в определенных случаях применения может быть уменьшен до 25 мм² (диаметр 6 мм), если механическая прочность не является существенным требованием.

^c Не менее 70 мкм медный слой с 99,9 % содержания меди

^d Применимо для молниеприемных стержней и основания

Таблица 2.30: Материал, форма и минимальные размеры молниеотводов, молниеприемных стержней, стержней для введения в землю и токоотводов

2.4.1 Материалы для молниеприемных и токоотводных систем

Во внешней молниезащите преимущественно применяются следующие материалы: оцинкованная горячим способом сталь, нержавеющая сталь, медь и алюминий.

Коррозия

Опасность коррозии возникает в особенности при соединении различных материалов. По этим соображениям поверх оцинкованных поверхностей и поверх алюминиевых частей не должны монтироваться медные части, иначе в результате дождя или других влияний удаленные частицы меди могут попасть на оцинкованную поверхность. Кроме того, возникает гальваническая пара, которая приводит к коррозии контактирующей поверхности. Если требуется соединение между двумя различными материалами, которое не рекомендуется выполнять, то могут использоваться биметаллические соединители (Рис. 2.95).

Примером (Рис. 2.96) служит применение биметаллических соединителей на медном водосточном желобе, подсоединенном к алюминиевому круглому проводу. Места с повышенной опасностью коррозии, такие как вводы в бетон или в грунт, должны иметь антикоррозионную защиту. На местах соединения в земле должно быть нанесено соответствующее покрытие в качестве антикоррозионной защиты.



Рис. 2.95: Биметаллический быстроразъемный соединитель Vario с биметаллической промежуточной пластиной (медь/алюминий)

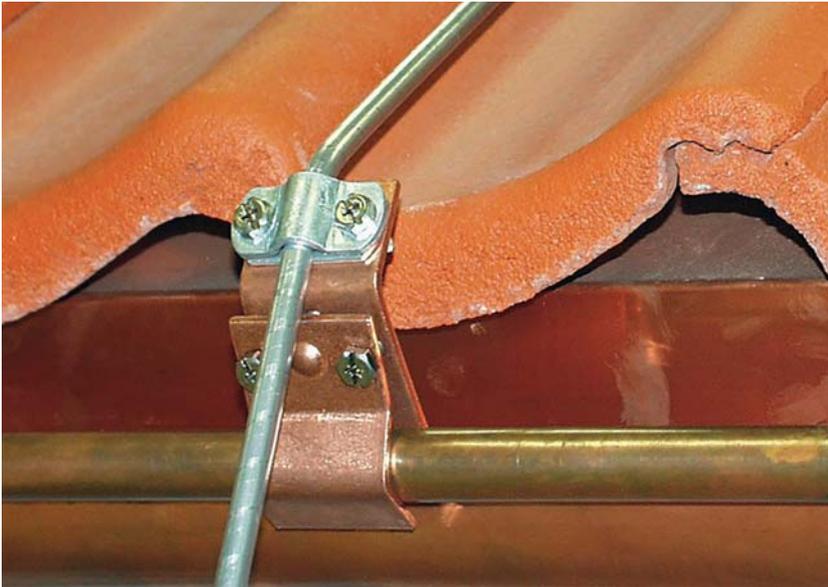
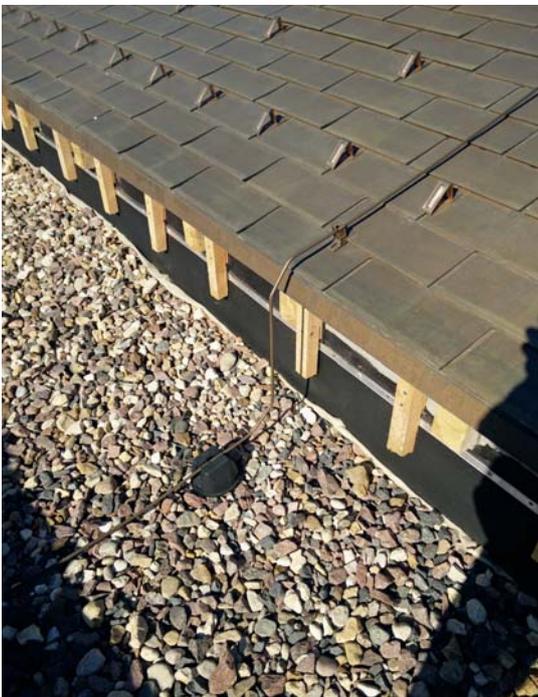


Рис. 2.96: Биметаллический держатель проводника для водосточных желобов (алюминиевый круглый проводник и медный водосточный желоб)



Медный круглый проводник и медный кровельный держатель на крыше инфраструктурного объекта «СПА-Барвиха», Московская область, Россия

Алюминий не должен прокладываться непосредственно (без интервала) на штукатурке, цементном растворе или бетоне, в них или под ними, а также

в грунте. В таблице «Комбинации материалов» оценены возможные комбинации материалов с точки зрения контактной коррозии в воздухе.

Материал	Сталь, оцинкованная	Алюминий	Медь	Нержавеющая сталь	Титан	Цинк
Сталь, оцинкованная	да	да	нет	да	да	да
Алюминий	да	да	нет	да	да	да
Медь	нет	нет	да	да	нет	да
Нержавеющая сталь	да	да	да	да	да	да
Титан	да	да	нет	да	да	да
Цинк	да	да	да	да	да	да

Таблица 2.31: Допустимые комбинации материалов (нет = повышенная коррозия)

Минимальные поперечные сечения, конструктивная форма и материал зависят от соответствующего применения.

2.4.2 Материалы в системах заземления

Материал	Форма	Минимальные размеры		
		Стержневой заземлитель	Заземляющий проводник	Пластинчатый заземлитель
Медь Лужёная медь	Тросовый Круглый цельный Ленточный цельный Круглый цельный Трубчатый Пластинчатый цельный Решетчато-пластинчатый	Диам. 15 мм Диам. 20 мм	50 мм ² диам. 8 мм 20 x 2,5 мм	500 x 500 мм 600 x 600 мм
Оцинкованная горячим способом сталь	Круглый цельный Круглый цельный Трубчатый Ленточный цельный Пластинчатый цельный Решетчато-пластинчатый Профиль ^a	Диам. 14 мм Диам. 25 мм 290 мм ²	Диам. 10 мм 30 x 3 мм	500 x 500 мм 600 x 600 мм
Полированная сталь ^b	Тросовый Круглый цельный Ленточный цельный	диам. 8 мм	70 мм ² Диам. 10 мм 25 x 3 мм	
Покрытая медью сталь	Круглый цельный ^c Круглый цельный ^d Круглый цельный ^d Ленточный цельный	Диам. 14 мм	Диам. 8 мм Диам. 10 мм 30 x 3 мм	
Нержавеющая сталь ^e	Круглый цельный Круглый цельный Ленточный массивный	диам. 15 мм	Диам. 10 мм 30 x 3,5 мм	

^a Допускаются различные профили с поперечным сечением 290 мм² и минимальной толщиной 3 мм, например, тавр.

^b Должен прокладываться в бетон на глубине не менее 50 мм.

^c При миним. 250 мкм медного слоя с 99,99 % содержания меди

^d При миним. 70 мкм медного слоя с 99,99 % содержания меди

^e Хром > 16 %; никель > 5 %; молибден > 2 %; углерод < 0,08 %.

Таблица 2.32: Материал, форма и поперечное сечение земли в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62561.2



Рис. 2.97: Генератор тока молнии BET и знак качества BET

2.5 Испытанные компоненты молниезащиты

Соединительные компоненты

Компоненты для систем молниезащиты проверяются на предмет их исправного функционирования в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62561.1 «Требования к соединительным компонентам». После фазы кондиционирования, длящейся в целом 10 дней, компоненты нагружаются тремя импульсными токами. Компоненты молниезащиты для молниеприемников тестируются током 3 x Имп 100 кА (10/350). Это соответствует классу N.

Компоненты для токоотводов, через которые ток молнии может разделяться (не менее двух токоотводов), а также соединения в системе заземления, тестируются током 3 x Имп 50 кА (10/350). Это соответствует классу N.

Категория испытаний	Проверено	Применение
ГОСТ Р МЭК 62561.1	3 Имп 100 кА (10/350)	Молниеприемник
ГОСТ Р МЭК 62561.1	3 Имп 50 кА (10/350)	Несколько (не менее двух) токоотводов, через которые ток молнии может разделяться.

3

Молниезащитное уравнивание потенциалов является частью внутренней молниезащиты здания. При ударе молнии происходит падение напряжения на сопротивлении заземления, и возникновение опасных разностей напряжений между металлическими частями здания и питающими линиями, а также линиями передачи данных должно быть предотвращено. Уравнивание потенциалов соединяет друг с другом все металлические элементы (газопроводные и водопроводные линии и т.д.), электрооборудование (питающие линии и линии передачи данных), систему молниезащиты и систему заземления напрямую или посредством молниезащитных разрядников.

Молниезащитные разрядники должны по возможности применяться непосредственно на месте входа в сооружение. Таким образом, предотвращается перемещение тока молнии в установку, приводящее к повреждениям электрических систем. Для защиты электронных устройств дополнительно к молниезащитным разрядникам подключаются разрядники импульсных перенапряжений, которые снижают перенапряжение до очень низкого и совместимого с оконечными приборами уровня защиты от перенапряжения.

Глава 3: Система внутренней молниезащиты

3.	Система внутренней молниезащиты	113
3.1	Системы уравнивания потенциалов	114
3.1.1	Методы проектирования	114
3.1.2	Исполнения	116
3.1.2.1	Применение в промышленности	117
3.1.2.2	Жилой дом и офисные здания	117
3.1.2.3	Взрывоопасные зоны	118
3.2	Системы защиты от импульсных перенапряжений для энергосистем	119
3.2.1	Электромагнитный импульс молнии	119
3.2.1.1	Импульсные воздействия, вызванные переключениями в системе	120
3.2.1.2	Статические разряды	120
3.2.2	Виды перенапряжений	120
3.2.2.1	Переходные перенапряжения	120
3.2.2.2	Временные и постоянные перенапряжения	120
3.2.3	Меры проектирования	120
3.2.3.1	Концепция зон молниезащиты	121
3.2.3.1.1	Типовые классы УЗИП	122
3.2.3.1.2	Правильный выбор УЗИП	123
3.2.3.2	Устройства защиты в различных сетевых системах	124
3.2.3.3	Критерии выбора (пробивная прочность оконечных приборов – уровень защиты). Помощь в выборе	126
3.2.3.4	Предписания по электромонтажу	128
3.2.3.4.1	Минимальные поперечные сечения для уравнивания потенциалов молниезащиты	128
3.2.3.4.2	Длина соединения, альтернативная V-образная разводка и поперечные сечения	128
3.2.3.4.4	Входной предохранитель	131
3.2.3.5	Цепь защиты	132
3.2.4	Конструктивное исполнение	132
3.2.4.1	Установка имеющегося устройства защитного отключения (УЗО/RCD)	132
3.2.4.1.1	Ветрогенераторы	133
3.2.4.2	Применения в жилых домах и промышленности	134
3.2.4.3	Фотогальванические установки	134
3.2.4.4	Светодиодные (LED) системы уличного освещения	140
3.2.4.4.1	Внутреннее освещение в зданиях и цехах	143
3.3	Системы защиты от импульсных перенапряжений для телекоммуникационной техники	145
3.3.1	Методы проектирования	145
3.3.1.1	Топологии	147
3.3.1.2	Влияние помех на информационно-вычислительные системы	148
3.3.1.3	Экранирование зданий и помещений	153
3.3.1.4	Экранирование кабеля	154
3.3.1.5	Свойства передачи	158
3.3.1.6	Симметричная и асимметричная передача данных	162
3.3.1.7	Классы защиты устройств	162
3.3.2	Установка устройств защиты телекоммуникационных линий	165
3.3.2.1	Уравнивание потенциалов для телекоммуникационных сетей	165
3.3.2.2	Контрольно-измерительная техника	166
3.3.2.3	Телекоммуникация	169
3.3.2.4	Высокочастотные технологии	173
3.3.2.5	Информационная техника	179

3. Система внутренней молниезащиты

Будь то профессиональная или частная сфера, мы так или иначе все больше зависим от электрических и электронных приборов. Информационные сети, используемые на предприятиях или в таких учреждениях оказания помощи, как больницы или пожарные части, являются жизненно важными артериями для обмена информацией в реальном времени, уже давно ставшего неотъемлемой частью нашего существования. Массивы чувствительных данных, например, в банковских учреждениях или новостных издательствах, требуют надежно функционирующих путей передачи. Скрытую угрозу для таких приборов представляют не только прямые удары молнии. Гораздо чаще электронным «помощникам» современного человека наносится ущерб из-за перенапряжений, обусловленных удаленными грозовыми разрядами или коммутационными процессами крупных электроустановок.

Кроме того, при грозовых явлениях за короткие промежутки времени образуется большое количество энергии. Пиковые напряжения проникают в здания по всем видам проводящих соединений и наносят колоссальный урон. (Рис. 3.1)

Текущая статистика и оценки страховых компаний свидетельствуют: в связи с растущей зависимостью от электронных приборов размер ущерба, вызванного перенапряжениями, принимает угрожающие масштабы, и это еще без учета последующих дополнительных затрат и стоимости простоя. Поэтому неудивительно, что страховые компании все чаще проверяют страховые случаи и предписывают обязательную установку устройств защиты от перенапряжений.

Диаметр стержней заземления ОБО Беттерманн (от 20 мм) позволяет увеличить площадь растекания заряда не менее чем на 20% по сравнению с аналогичными предложениями на рынке.



Рис. 3.1: Повреждения на плате в результате перенапряжений

Система внутренней молниезащиты, известная также как концепция защиты от импульсных перенапряжений, является неотъемлемой частью действующих стандартов и современного уровня техники.

Обзор действующих норм:

- Внутренняя молниезащита ГОСТ Р МЭК 62305-4
- Защита от импульсных перенапряжений ГОСТ Р 50571.5.53

3.1 Системы уравнивания потенциалов

За счет профессионально выполненного уравнивания потенциалов предотвращается возникновение опасных контактных напряжений между частями установки.

При этом учитывается различие между уравниванием потенциалов и дополнительным уравниванием потенциалов.

Уравнивание потенциалов

Все чужеродные проводящие части в случае их прохода в здание должны соединяться друг с другом в целях предотвращения возникновения разностей потенциалов.

Привязка всех чужеродных проводящих частей к главной заземляющей шине (ГЗШ)

- Фундаментный заземлитель
- Заземление молниезащиты
- Проводник уравнивания потенциалов
- Защитный проводник электроустановки
- Металлические водо-, газо- и теплопроводы
- Антенное заземление
- Металлические части здания, например, канал кондиционирования воздуха и т.д.
- Металлические кабельные экраны

Дополнительное уравнивание потенциалов

Уравнивание потенциалов молниезащиты является дополнением к общей системе уравнивания. При этом дополнительно у всех подводов низковольтной установки и информационной техники посредством УЗИП реализуется уравнивание потенциалов.

Если установки работают в специальных условиях окружающей среды, например, во взрывозащитных зонах, или если это требуется непосредственно нормами, должно быть реализовано дополнительное уравнивание потенциалов.

Все одновременно контактируемые корпуса стационарно установленных (неподвижных) средств производства в непосредственной близости от места установки должны быть соединены со всеми одновременно контактируемыми чужеродными проводящими частями. Это касается, в том числе, арматуры железобетона.

3.1.1 Метод проектирования

Для предотвращения возникновения разностей потенциалов необходимо соединить через шину ГЗШ посредством проводника уравнивания потенциалов следующие элементы установки:

- токопроводящие трубопроводы
- другие проводящие компоненты
- защитные проводники
- проводник функционального заземления

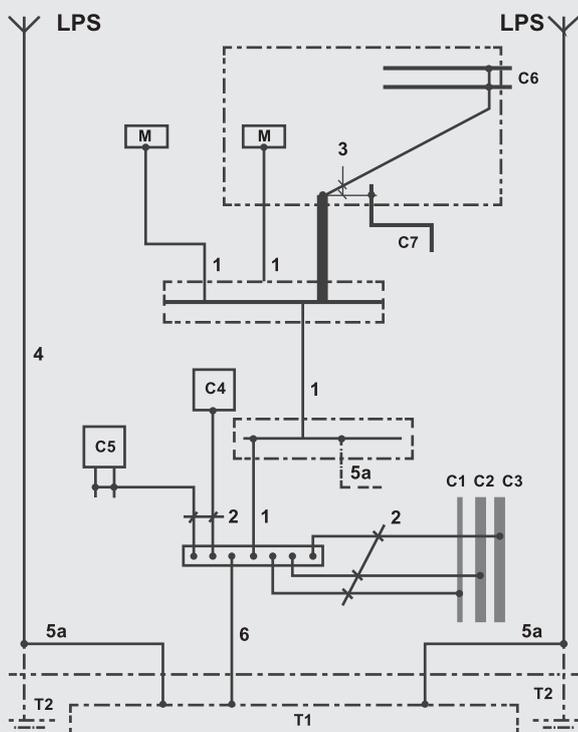
Шина ГЗШ должна быть предусмотрена щите ГРЩ (ВРУ) или вблизи главных выводов. В каждом здании заземляющие провода и нижеперечисленные проводящие части должны быть соединены с системой уравнивания потенциалов посредством шины ГЗШ:

- металлические трубопроводы систем снабжения
- чужеродные проводящие части конструкции здания
- металлические системы центрального отопления и кондиционирования воздуха
- заземляющие провода электроустановки
- металлические усиления конструкций здания из армированного бетона

При уравнивании потенциалов молниезащиты проводники должны быть рассчитаны на повышенные значения силы тока. Расчет поперечных сечений необходимо производить в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305

Требования к уравниванию потенциалов:

- *разделимость проводников,*
- *надежное соединение,*
- *разбирается только при помощи инструмента*



M	Корпус (электрооборудование)
C	Чужеродная проводящая часть
B	ГЗШ
T1	Фундаментный заземлитель
T2	Заземлитель молниезащиты
LPS	Система молниезащиты
1	Защитный проводник (PE)
2	Проводник уравнивания потенциалов для соединения с ГЗШ
3	Проводник уравнивания потенциалов (для дополнительного уравнивания потенциалов)
4	Токоотвод молниезащиты
5	Заземляющий проводник
5a	Проводник функционального заземления молниезащиты
C4	Система кондиционирования воздуха
C5	Отопление
C6/C7	Металлические (канализационные) водопроводные трубы в ванной комнате

Рис. 3.2: Уравнивание потенциалов здания

Защитные проводники должны быть соответствующим образом защищены от механических повреждений, химических или электрохимических разрушений, а также от воздействия электродинамических и термодинамических сил. Коммутационные аппараты не должны быть встроены в защитные проводники. Соединения для испытательных целей допустимы.

3.1.2 Исполнения

Что касается уравнивания потенциалов, то каждая система имеет свои требования к окружающим условиям и иные нормативные требования. Для профессиональной реализации уравнивания потенциалов необходимо использовать различные компоненты. Шины уравнивания потенциалов и заземляющие скобы являются при этом основными компонентами электромонтажа. В рамках уравнивания потенциалов молниезащиты они должны соответствовать требованиям и испытаниям, предусмотренным в стандарте ГОСТ Р МЭК 62561.1.

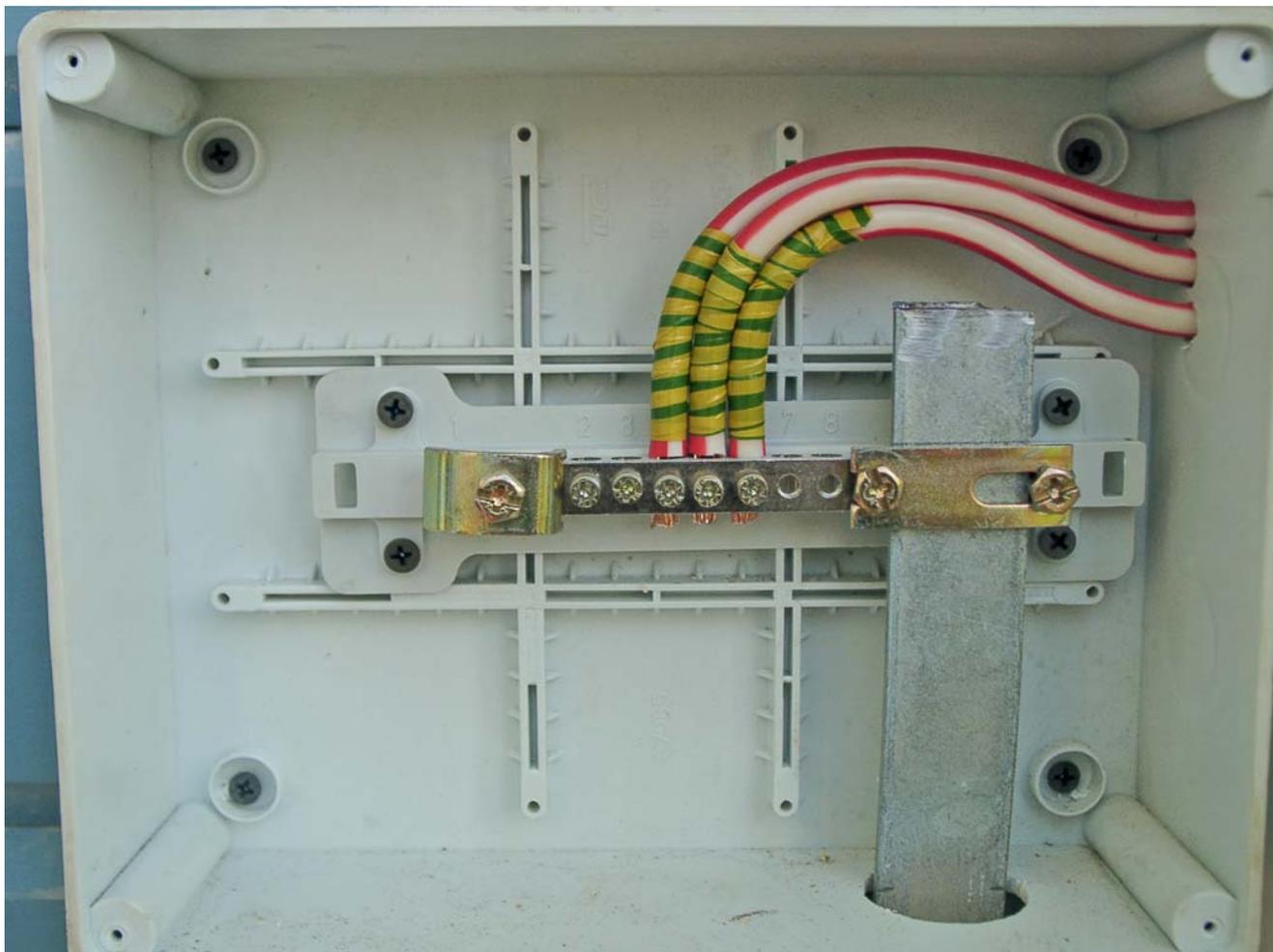
Минимальные поперечные сечения в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-3 для уравнивания потенциалов молниезащиты

Материал	Поперечное сечение проводников, соединяющих внутренние металлические проводки с шиной уравнивания потенциалов
Медь	6 мм ²
Алюминий	10 мм ²
Сталь	16 мм ²

Таблица 3.1: Минимальные размеры проводников

Материал	Поперечное сечение проводников, соединяющих различные шины уравнивания потенциалов друг с другом или с системой заземления
Медь	16 мм ²
Алюминий	25 мм ²
Сталь	50 мм ²

Таблица 3.2: Минимальные размеры проводников, класс молниезащиты I- IV



Полоса заземления и проводники системы уравнивания потенциалов подключаются к шине уравнивания потенциалов ОБО Беттерманн (верхняя крышка снята), Ленинградская область, Россия



Рис. 3.3: Шина уравнивания потенциалов «BigBar» производства ОВО для промышленного применения



Рис. 3.5: Шина уравнивания потенциалов 1809



Рис. 3.4: Ленточная заземляющая скоба «927» производства ОВО



Рис. 3.6: Шина уравнивания потенциалов 1801

3.1.2.1 Применение в промышленности

В промышленной среде особенно важно, чтобы применяемые изделия обладали термической и механической стабильностью. Для этого в качестве главной заземляющей шины или шины уравнивания потенциалов успешно могут применяться предлагаемые компанией ОВО Беттерманн шины уравнивания потенциалов 1802 «BigBar».

ОВО 1802 «BigBar»: (Рис. 3.3)

- испытано 100 кА (10/350) в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62561.1
 - для применения внутри и снаружи
 - версия из нержавеющей стали или меди
 - 5 - 20-разъемные версии
 - быстрый монтаж с использованием крепежных болтов
- Для присоединения металлических трубопроводов к системе уравнивания потенциалов обычно применяются ленточные заземляющие скобы, такие как ленточная заземляющая скоба 927 производства ОВО Беттерманн (Рис. 3.4). Они имеют множество преимуществ при монтаже по сравнению со скобами для крепления труб. Благодаря натяжной ленте из нержавеющей стали они подходят к различным диаметрам труб и материалам.

3.1.2.2 Жилой дом и офисное здание

Даже при отсутствии высоких требований к окружающим условиям в частных жилых домах или офисных зданиях должна быть также обеспечена невозможность возникновения опасных контактных напряжений. Шины уравнивания потенциалов типа 1801 и 1809 (Рис. 3.5 и 3.6) выполняют все требования к применению в качестве ГЗШ или шины уравнивания потенциалов. Для специальных применений ОВО Беттерманн предлагает шину уравнивания потенциалов типа 1809 NR из возобновляемых сырьевых материалов и контактной колодки, не содержащей свинца.



Рис. 3.7: EX PAS – шины уравнивания потенциалов для опасных зон

3.1.2.3 Взрывоопасные зоны

Для оборудования, применяемого во взрывоопасных зонах, требуется система уравнивания потенциалов в соответствии с ГОСТ IEC 60079-14. Все корпуса электропроводящих частей должны быть подключены к системе уравнивания потенциалов. Соединения с уравниванием потенциалов должны быть защищены от самопроизвольного ослабления.

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-3 пути для отвода молнии должны быть выполнены таким образом, чтобы нагрев, а также воспламеняющиеся или разлетающиеся искры не стали источником воспламенения взрывоопасной атмосферы.

В каталоге компании ОБО Беттерманн Вы найдете шины уравнивания потенциалов для монтажа в помещениях и на открытом воздухе, варианты для скрытой установки, изделия для эксплуатации в условиях повышенной влажности или во взрывоопасных зонах.

Взрывоопасные зоны 1 / 21 и 2 / 22

Уникальная шина уравнивания потенциалов типа EX PAS (Рис. 3.7) (шина уравнивания потенциалов для взрывоопасных зон) применяется для уравнивания потенциалов молниезащиты во взрывоопасных зонах.

Отсутствие воспламеняющихся искр во взрывоопасной атмосфере проверено на основе ГОСТ Р МЭК 62561.1 по категории взрыва IIC и таким образом, может применяться также для категорий взрывоопасности IIA и IIB. Шины уравнивания потенциалов EX PAS не имеют собственного потенциального источника воспламенения и тем самым не подпадают под европейскую директиву 94/9/ЕС. Подтверждено, что шины уравнивания потенциалов типа EX PAS подходят для применения во взрывоопасных зонах 1 / 2 (газы, пары, туман), а также 21 / 22 (пыль).

Шины EX PAS (шины уравнивания потенциалов для взрывоопасных зон) имеют следующие преимущества:

- отсутствие воспламеняющихся искр
- испытаны на применение до 75 кА
- категории взрывоопасности IIC, IIB и IIA

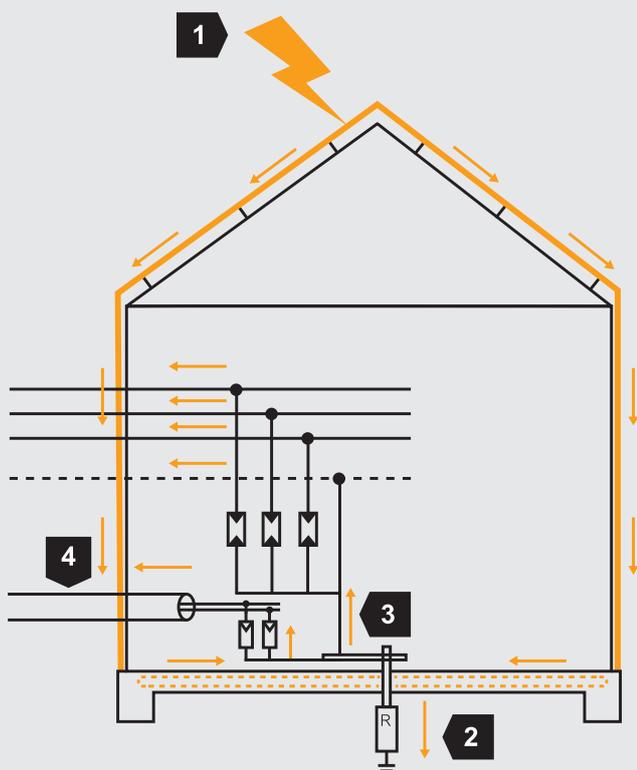
3.2 Система защиты от импульсных перенапряжений для энергосистем

Очень высокие перенапряжения возникают в основном вследствие прямых ударов молнии или ударов молнии вблизи энергосистем. Дополнительно токи молнии создают недопустимые импульсные перенапряжения на расстоянии нескольких сот метров посредством емкостных, индуктивных и гальванических путей проникновения перенапряжений в петлях провода. В радиусе до 2 км происходит группирование высоких напряжений. Дополнительную информацию по видам повреждений (S1 - S4) см. Главу 1.3

3.2.1 Электромагнитный импульс молнии

В соответствии с международным стандартом о молниезащите ГОСТ Р МЭК 62305 прямые удары молнии до 200 кА необходимо надежно отводить в систему заземления. Из-за падения напряжения на сопротивлении заземления часть тока молнии вводится во внутреннюю проводку. Ток молнии распределяется вновь по питающим линиям и примерно на 5 % по имеющимся линиям передачи данных.

Падение напряжения на сопротивлении заземления определяется из произведения тока молнии (i) на сопротивление заземления (R). Эта разница потенциалов в таком случае образуется между локальной землей (уравнивание потенциалов) и заземленными вдали проводниками.



Пиковые перенапряжения создаются ударами молнии. В соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305 имитируются удары молнии с импульсными токами молнии силой до 200кА (10/350 мкс).

1	Удар	100 %	$I_{\text{имп}} = \text{макс } 200 \text{ кА}$
2	Система заземления	-50 %	$I = 100 \text{ кА (50 \%)}$
3	Электропроводка	-50 %	$I = 100 \text{ кА (50 \%)}$
4	Линия передачи данных	-5 %	$I = 5 \text{ кА (5\%)}$

Рис. 3.8: Характерное распределение тока молнии

Пример распределения земля-система: 50% - 50%
 $i = 50 \text{ кА}; R=1 \text{ Ом}$
 $U = i \times R=50.000\text{А} \times 1 \text{ Ом} = 50.000\text{В}$

U	Перенапряжение
i	Импульсный ударный ток
R	опротивление заземления

Рассчитанное значение напряжения превышает пробивное, и возникает неконтролируемый пробой. Только устройства защиты от импульсных перенапряжений способны безопасно и эффективно могут отвести импульсный ток в землю.

3.2.1.1 Импульсные воздействия, вызванные переключениями в системе

Данные воздействия возникают за счёт включения больших индуктивных и емкостных нагрузок, коротких замыканий и перебоев в энергосистеме. Это наиболее частая причина импульсных перенапряжений. В результате этих перенапряжений имитируются импульсные токи до 40 кА (8/20 мкс). Источниками являются, к примеру, электродвигатели, стартеры или промышленные нагрузки.

3.2.1.2 Статические разряды

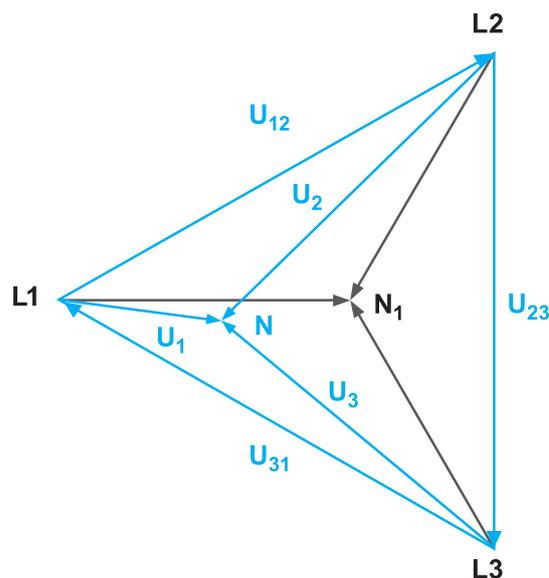
Электростатические разряды возникают в результате трения. При хождении по ковровому покрытию пола создается разделение зарядов, которое, безопасно для людей. Но для электронных компонентов оно чревато неисправностями и разрушениями. В этом случае для предотвращения разделения заряда необходимо уравнивание потенциалов.

3.2.2 Виды перенапряжений

3.2.2.1 Переходные перенапряжения

Переходные перенапряжения – это кратковременные перенапряжения в микросекундном диапазоне. Молнии и коммутационные операции создают высокие переходные перенапряжения, от последствий которых защищают устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП).

3.2.2.2 Временные и постоянные перенапряжения
 Временные перенапряжения возникают в результате ошибок в сети. Так, например, из-за обрыва нейтрального проводника происходит недопустимое повышение напряжения в сети трехфазного тока. Напряжение превышает максимально допустимое сетевое напряжение, в результате чего происходит повреждение и разрушение электронных приборов, а установленные УЗИП не могут защитить от этих длительных нарушений в сети. Такие нарушения в сети длятся от нескольких секунд до нескольких часов.



U1	Фазное напряжение L1 проводника (N)
U2	Фазное напряжение L2 проводника (N)
U3	Фазное напряжение L3 проводника (N)
U12	Линейное напряжение L1-L2
U23	Линейное напряжение L2-L3
U31	Линейное напряжение L3-L1

Рис. 3.9: Последствия обрыва нейтрального проводника: смещение нейтральной точки при асимметрии

3.2.3 Методы проектирования

В Части 4 стандарта о молниезащите ГОСТ Р МЭК 62305 описывается защита электрических и электронных систем.

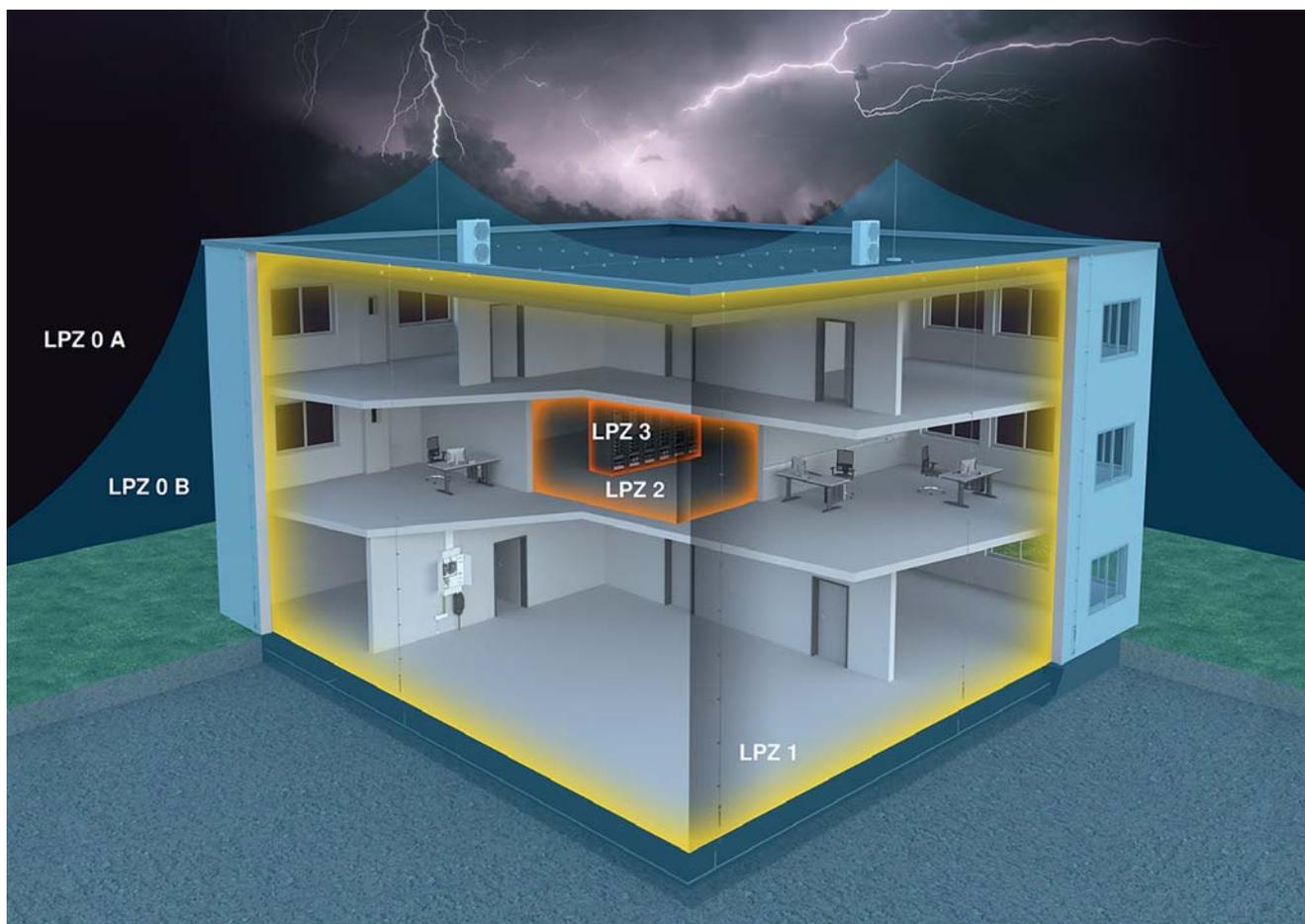
3.2.3.1 Концепция зон молниезащиты

Целесообразной и эффективной оказалась концепция зон молниезащиты (LPZ = lightning protection zone), описанная в международном стандарте ГОСТ Р МЭК 62305-4. Основу концепции зон молниезащиты составляет принцип ступенчатого уменьшения импульсных перенапряжений до безопасного уровня, прежде чем они смогут достичь оконечных приборов и нанести им ущерб. Для того, чтобы реализовать этот принцип, вся энергосеть здания разделяется на зоны молниезащиты.

Участки и части здания, в которых требуется одинаковый уровень защиты, определяются как зоны. На каждом переходе из одной зоны в другую реализуется уравнивание потенциалов. Металлические части напрямую подсоединяются к уравниванию потенциалов, а между фазными проводниками и потенциалом земли устанавливается защита от импульсных перенапряжений, которая должна соответствовать необходимому классу требований (тип 1, 2 или 3).

Преимущества концепции зон молниезащиты

- минимизация заноса перенапряжений в другие проводящие системы путем отвода опасных токов молнии с большим запасом энергии непосредственно на точке входа в здание и на межзональном переходе
- локальное уравнивание потенциалов в пределах защитной зоны
- сокращение неисправностей, вызванных магнитными полями
- экономически эффективная и оптимально планируемая индивидуальная концепция защиты для новых зданий, пристроек и реконструированных зданий.



LPZ 0 A	Незащищенная зона за пределами здания. Прямое воздействие молнии, отсутствие экранирования от электромагнитных помех LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse / электромагнитные импульсы молнии)
LPZ 0 B	Защищенная наружным молниеотводом зона. Отсутствие экранирования от LEMP
LPZ 1	Зона внутри здания. Возможны незначительные частичные поступления энергии молнии
LPZ 2	Зона внутри здания. Низкие перенапряжения
LPZ 3	Зона внутри здания (также может быть металлический корпус потребителя). Отсутствие помех от LEMP, а также перенапряжения

Рис. 3.10: Разделение здания на зоны молниезащиты (LPZ)

3.2.3.1.1 Типовые классы УЗИП

УЗИП, производимые компанией ОБО Беттерманн, подразделяются в соответствии с ГОСТ IEC 61643-11 на три типовых класса: тип 1, тип 2 и тип 3 (class I, class II und class III). В этих стандартах установлены директивы, а также требования и испытания для устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), применяемых в сетях переменного тока с номинальным напряжением до 1000 В и номинальной частотой от 50 до 60 Гц.

T1



Молниезащитный разрядник, тип 1

Молниезащитные разрядники типа 1 / class I устанавливаются на вводе в здание. Подключение осуществляется параллельно внешним линиям энергосети. Прямой удар молнии имитируется контрольными импульсами до 100 кА формы импульса 10/350 мкс. Уровень защиты в данном случае должен быть ниже 4000 В. После согласования с местной энергоснабжающей организацией и возможно также применение перед счетчиком.

T2



УЗИП, тип 2

УЗИП типа 2 / class II применяется в главных и вторичных распределительных пунктах. Защитные приборы должны устанавливаться перед устройством защитного отключения УЗО (RCD), иначе оно будет расценивать отводимый импульсный ток как аварийный ток и прервет электрическую цепь. Перенапряжения имитируются контрольными импульсами, как правило, 20 кА формы импульса 8/20 мкс. Для защиты чувствительных систем управления уровень защиты должен быть ниже 1500В.

T1

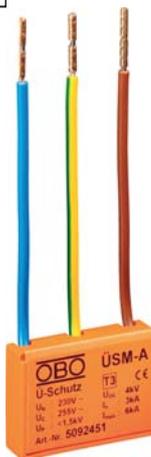
T1 + T2



УЗИП, тип 1 + 2

Данные УЗИП применяются на вводе в здание. Подключение осуществляется параллельно внешним линиям энергосети. При испытаниях устройства прямой удар молнии имитируется контрольными импульсами до 100 кА формы импульса 10/350 мкс. Так как данный УЗИП дополнительно защищает от удаленных ударов молнии (тип 2), в дополнение имитируются импульсы формы 8/20 мкс. Уровень защиты здесь должен быть ниже 4000 В. После согласования с местной энергоснабжающей организацией возможно применение перед счетчиком.

T3



УЗИП, тип 3

УЗИП типа 3 / class III применяются для защиты от индуктивных вводов и коммутационных перенапряжений в электрических цепях оконечных приборов. Данные перенапряжения возникают в основном между фазой (L) и нейтральным проводником (N). Посредством Y-включения проводники L и N предохранены варистором, и происходит установление соединения с защитным проводником PE через искровой промежуток. Перенапряжения имитируются гибридным контрольным импульсом до 20 кВ и 10 кА формы импульса 1,2/50 мкс и 8/20 мкс. Для защиты чувствительных систем управления уровень защиты должен быть ниже 1500 В. Концепция защиты от импульсных перенапряжений учитывает все токопроводящие соединения и имеет уровневую структуру. Каждый последующий уровень защиты основывается на предыдущем, и каждый уровень сокращает запас энергии перенапряжения.

3.2.3.1.2 Правильный выбор УЗИП

Данная классификация по типам позволяет выбрать устройства защиты с точки зрения различных требований к месту применения, уровню защиты и способности вынести нагрузку по току. Обзор межзонных переходов представлен в Таблице 3.3. Она поясняет одновременно, какие УЗИП производства ОВО и с какой функцией могут применяться в энергоснабжающей сети.

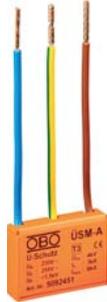
Межзонный переход	Устройство защиты и тип прибора	Пример изделия	Изображение изделия
Из LPZ 0 В в LPZ 1	Устройство защиты от прямых или близких ударов молнии. Приборы: тип 1 (class I), например, MCD50-B Макс. уровень защиты в соответствии с нормой: 4 кВ Уровень защиты ОВО: < 1,3 кВ Установка, например, в главном распределительном пункте /на вводе в здание	MCD Арт. №: 5096 87 9	T1 
Из LPZ 1 в LPZ 2	Устройство защиты от прямых или близких ударов молнии. Приборы: тип 2 (class II), например, V20 Макс. уровень защиты в соответствии с нормой: 1,5 кВ Уровень защиты ОВО: < 1,3 кВ Установка, например, в водных распределительных устройствах и распределительных электрических щитах	V20 Арт. №: 5095 25 3	T2 
Из LPZ 2 в LPZ 3	Устройство защиты от импульсных перенапряжений нестационарных потребителей электроэнергии на розетках и источниках электропитания. Приборы: тип 3 (class III), например, ÜSM-A Макс. уровень защиты в соответствии с нормой: 1,5 кВ Уровень защиты ОВО: < 1,3 кВ Установка, например, на устройстве конечного потребителя	ÜSM-A Арт. №: 5092 45 1	T3 

Таблица 3.3: Межзонные переходы

3.2.3.2 Устройства защиты в различных сетевых системах

4-проводниковые сети, сетевая система TN-C В сетевой системе TN-C В снабжение электрической установки осуществляется посредством трех внешних проводников (L1, L2, L3) и комбинированного проводника PEN. Применение описывается в стандарте ГОСТ Р 50571.5.53. (Рис. 3.11)

Молниезащитный разрядник, тип 1

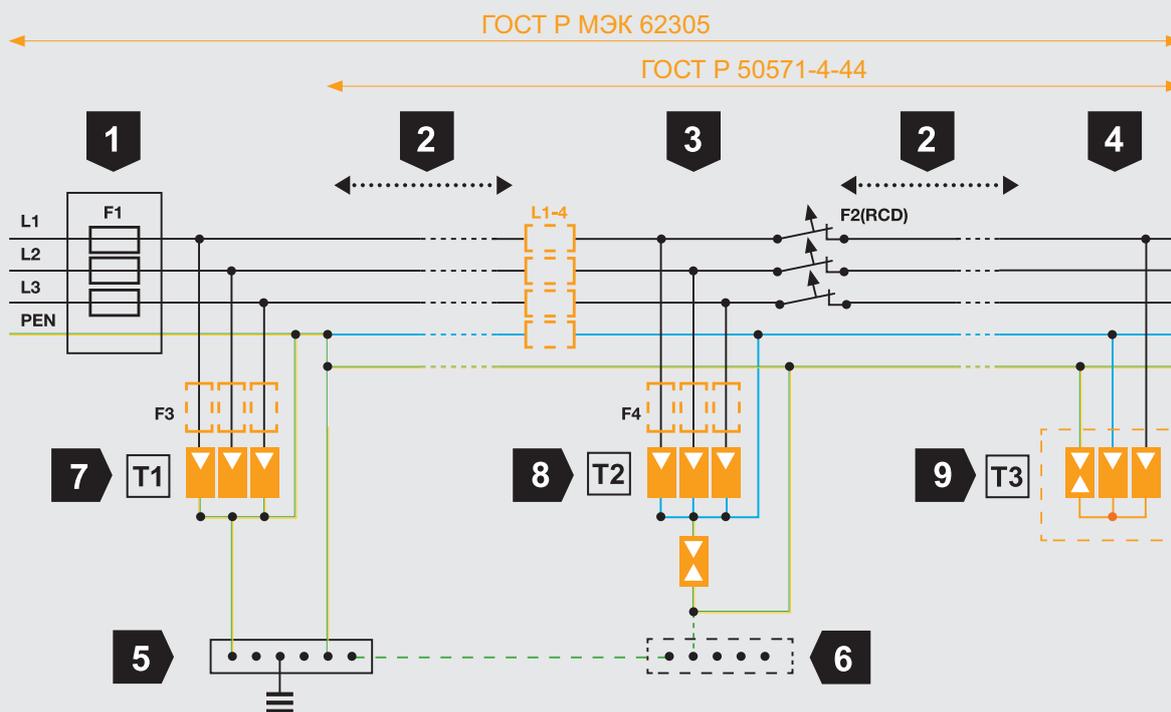
Молниезащитные разрядники типа 1 и комбинированный проводник применяются 3-полюсно (например, три раза по MCD 50-B).

УЗИП, тип 2

УЗИП типа 2 применяются при включении «3+1» (например, V20 3+NPE). При включении «3+1» внешние проводники (L1, L2, L3) через разрядник подключаются к нейтральному проводнику (N). Нейтральный проводник (N) соединяется через суммарный искровой промежуток с защитным проводником (PE).

УЗИП, тип 3

УЗИП типа 3 применяются в электрических цепях оконечных приборов. Посредством Y-включения проводники L и N предохранены варистором, и происходит установление соединения с защитным проводником PE через суммарный искровой промежуток (например, USM-A).



1	Предохранитель F1
2	Длина провода между разрядниками
3	Вторичный распределительный пункт
4	Конечная электрическая цепь
5	Главная заземляющая шина (ГЗШ)

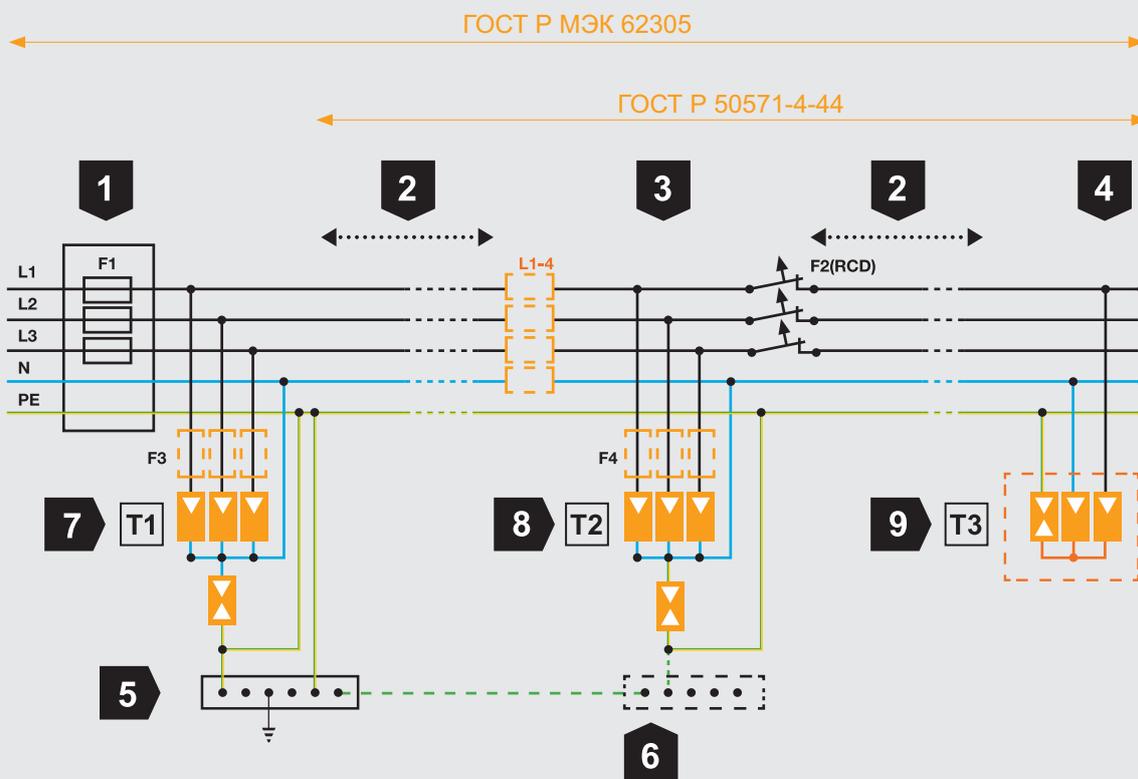
6	Локальная шина уравнивания потенциалов (ШУП)
7	Тип 1 (class I) УЗИП
8	Тип 2 (class II) УЗИП
9	Тип 3 (class III) УЗИП

Рис. 3.11: Четырехпроводные сети, система TN-C и область применения стандартов

5-проводниковые сети, системы TN-S и TT

В системе TN-S снабжение электрической установки осуществляется посредством трех внешних проводников (L1, L2, L3), нейтрального проводника (N) и заземляющего проводника (PE). В сети TT, наоборот, электрическая установка снабжается тремя внешними проводниками (L1, L2, L3), нейтральным проводником (N) и локальным заземляющим проводником (PE).

В ассортименте ОБО Беттерманн Вы найдете шины уравнивания потенциалов для монтажа в помещениях и на открытом воздухе, варианты для скрытой установки, а также для эксплуатации в условиях повышенной влажности или во взрывоопасных зонах.



1	Предохранитель F1
2	Длина провода между разрядниками
3	Вторичный распределительный пункт
4	Конечная электрическая цель
5	Главная заземляющая шина (ГЗШ)

6	Локальная шина уравнивания потенциалов (ШУП)
7	Тип 1 (class I) Молниезащитный разрядник импульсных перенапряжений
8	Тип 2 (class II) УЗИП
9	Тип 3 (class III) УЗИП

Рис. 3.11: Пятипроводные сети, система TN-S и TT

Преимущества включения «3+1»:

- универсально подходит для сетей TN и TT
- изолирующий искровой промежуток между нейтральным проводником (N) и заземляющим проводником (PE)

Молниезащитный разрядник, тип 1

Молниезащитные разрядники типа 1 применяются во включении «3+1» (например, три раза по МС 50-В и 1 раз МС 125-В NPE). При 3+1-включении внешние проводники (L1, L2, L3) через разрядник подключаются к нейтральному проводнику (N). Нейтральный проводник (N) соединяется через суммарный искровой промежуток с защитным проводником (PE). После согласования с местной энергоснабжающей организацией и возможно также применение перед счетчиком.

УЗИП, тип 2

УЗИП типа 2 применяются во включении «3+1» (например, V20 - 3+NPE). При включении «3+1» внешние проводники (L1, L2, L3) через разрядник подключаются к нейтральному проводнику (N). Нейтральный проводник (N) соединяется через суммарный искровой промежуток с защитным проводником (PE). Разрядники должны устанавливаться перед устройством защитного отключения УЗО (RCD), иначе оно будет расценивать отводимый импульсный ток как аварийный ток и прервет электрическую цепь.

УЗИП, тип 3

УЗИП типа 3 применяются для защиты от коммутационных перенапряжений в электрических цепях оконечных приборов. Перенапряжения возникают в основном между фазой (L) и нейтральным проводником (N). Посредством Y-включения проводники L и N предохранены варистором, и происходит установление соединения с защитным проводником PE через суммарный искровой промежуток. За счет данного защитного включения между L и N импульсный ток не проводится к PE, поэтому устройство защитного отключения (УЗО) не расценивает это как аварийный ток. Соответствующие технические характеристики можно найти на страницах с информацией о продукции.

3.2.3.3 Критерии выбора (пробивная прочность оконечных приборов – уровень защиты). Помощь в выборе

Пробивная прочность оконечных приборов согласуется с уровнями защиты устройств молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений. Согласование изоляции должно проводиться в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60664.

Номинальное напряжение системы электроснабжения (сеть) в соответствии с ГОСТ 29322 ¹		Фазное напряжение, В	Расчетное импульсное напряжение, В			
трехфазная	однофазная		Категория перенапряжения			
			I	II	III	IV
		50	330	500	800	1500
		100	500	800	1500	2500
		150	800	1500	2500	4000
230/400 277/480		300	1500	2500	4000	6000
400/690	120/240	600	2500	4000	6000	8000
1000		1000	4000	6000	8000	12000

¹ Слэш / означает трехфазную четырехпроводную систему. Более низкое значение - это фазное напряжение, в то время как более высокое значение означает линейное напряжение. Там, где указано только одно значение, оно относится к трехфазным трехпроводным системам и обозначает линейное напряжение.

Таблица 3.4: Расчетное импульсное напряжение для электрооборудования в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60664

Расчетное импульсное напряжение зависит от категории перенапряжений и составляет, например, в случае категории перенапряжения I для однофазного подключения к сети переменного тока 230 В мин.1,5 кВ. Устройство защиты от импульсных перенапряжений должно ограничивать напряжение до данного или более низкого значения.

Уровень защиты разрядника импульсных перенапряжений представляет максимально возникающее напряжение при нагрузке по номинальному импульсному току. Если возникший импульс импульсного напряжения меньше номинального импульсного тока, то напряжение при срабатывании, а вместе с ним и уровень защиты, понижается.

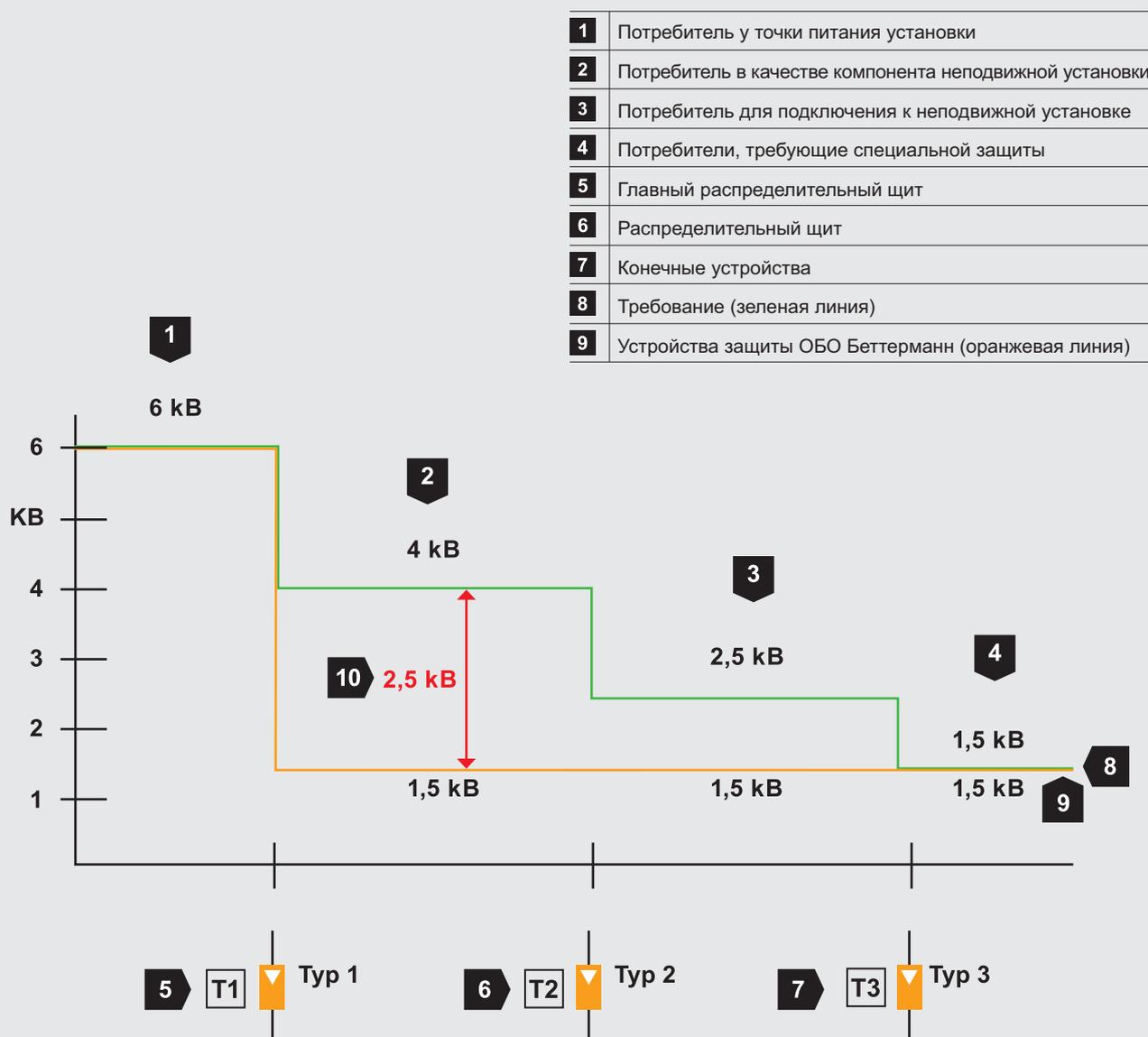


Рис. 3.13: Координация изоляции в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60664

3.2.3.4 Предписания по электромонтажу

В стандарте по электромонтажу устройств защиты от импульсных перенапряжений ГОСТ Р 50571.5.53 рассматривается защита от перенапряжений, обусловленных непрямыми и удаленными ударами молний, а также коммутационными операциями. В соответствии с нормой применяются термины «устройство для защиты от импульсных напряжений» (УЗИП) и «прибор для защиты от импульсных напряжений» (ПЗИП), а также в международном варианте «surge protective device» (SPD). Для повышения эксплуатационной готовности низковольтных установок даются указания по их выбору и сооружению. В зданиях с системой внешней молниезащиты вводимые извне питающие линии должны включаться в уравнивание потенциалов молниезащиты на межзонных переходах из зоны молниезащиты 0 в зону 1 при помощи УЗИП типа 1.

В зданиях без системы молниезащиты стандарт ГОСТ Р 50571.4.43 описывает применение и необходимость УЗИП.

3.2.3.4.1 Минимальные поперечные сечения для уравнивания потенциалов молниезащиты

Длина соединительного провода у УЗИП является неотъемлемой частью стандарта ГОСТ Р 50571.5.53. Для защиты оборудования и приборов максимальное перенапряжение должно соответствовать значениям, которые меньше или равны устойчивости защищаемых приборов к импульсным напряжениям. Уровень защиты УЗИП и падение напряжения на вводе/выводе в УЗИП в сумме должны оставаться ниже пробивной прочности. Для минимизации падения напряжения на вводе/выводе в УЗИП длина провода и вместе с тем его индуктивность должны быть как можно меньше. Стандарт рекомендует общую длину соединения на УЗИП менее 0,5 м (но не более 1 м).

Для уравнивания потенциалов молниезащиты следует принять во внимание следующие минимальные поперечные сечения: для меди действует поперечное сечение провода 16 мм², для алюминия 25 мм², а для стали 50 мм². На переходе зон молниезащиты из LPZ 0B в LPZ 1 все металлические элементы должны быть включены в уравнивание потенциалов. Фазные проводники должны быть заземлены посредством соответствующих УЗИП.

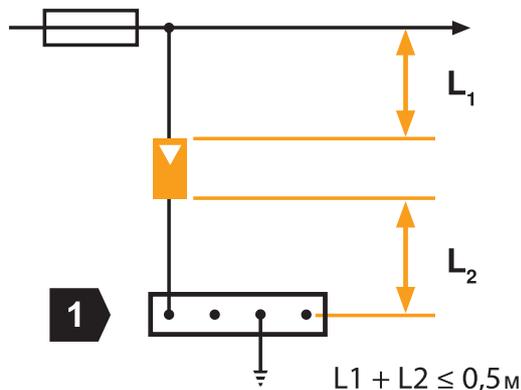


Рис 3.14: Максимальная длина ввода/вывода в соответствии с ГОСТ Р 50571.5.53

1	Главная шина заземления или шина защитного проводника
L ₁	Подвод к устройству защиты
L ₂	Соединение устройства защиты с системой уравнивания потенциалов

3.2.3.4.2 Длина соединения, альтернативная

V-образная разводка и поперечные сечения При включении УЗИП, обусловленном перенапряжением, во всех проводах, предохранителях и устройствах защиты протекает импульсный ток. На полном электрическом сопротивлении проводов создается падение напряжения. При этом омические составляющие незначительны по сравнению с индуктивными составляющими.



Монтаж комбинированного разрядника V50 типа 1+2 в зоне до счетчика

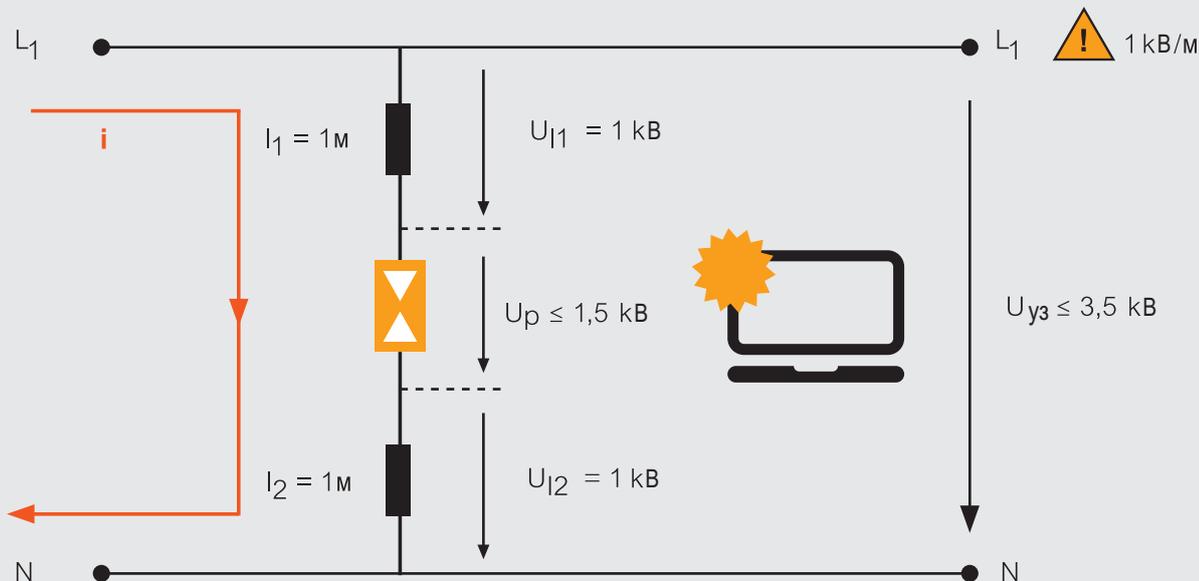


Рис. 3.15: Падение напряжения на вводе/выводе при нагрузке по импульсному току (i — ток молнии, Uyz- перенапряжение на устройстве защиты)

Длина соединительных проводов должна учитываться. Из-за высокой индуктивности L при мгновенно увеличивающемся токе (100-200 кА/ мкс) создается значительный рост напряжения. Условие: 1 кВ на 1м

Для динамического падения напряжения $U_{дин}$ при этом действует следующее уравнение:

$$U_{дин} = I \times R + (di/dt) L$$

$$U_{дин} = 10 \text{ кА} \times 0,01 \text{ Ом} + (10 \text{ кА} / 8 \text{ мкс}) \times 1 \text{ мкГн}$$

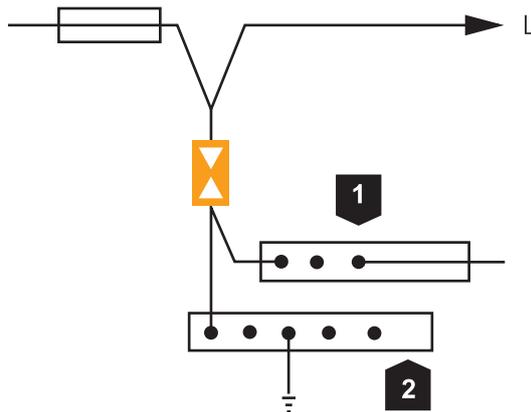
$$U_{дин} = 100 \text{ В} + 1.250 \text{ В} = 1.350 \text{ В}$$

$U_{дин}$	Падение напряжения на проводе
i	Импульсный ударный ток
R	Омическое сопротивление провода
di/dt	Д изменение тока / Д время
L	Индуктивность провода (условие: 1 мкГн /м)

Падение динамического напряжения $U_{дин}$ определяется из произведения индуктивных компонентов и изменения тока по отношению ко времени (di/dt). Эти переходные перенапряжения составляют несколько десятков кА.

V-образная разводка

В качестве альтернативы для присоединения УЗИП следует назвать V-образную технологию соединения. При этом для подключения УЗИП не используются отдельные отводы проводов.



1	Шина защитного проводника
2	Главная шина уравнивания потенциалов

Рис. 3.16: V-образная разводка

Соединительный провод к УЗИП имеет решающее значение для оптимального уровня защиты. Длина тупикового фидера к разряднику и длина провода к устройству защиты для уравнивания потенциалов в каждом отдельном случае должна составлять менее 0,5 м. Если провода имеют длину, превышающую 0,5 м, то необходимо выбрать V-образную разводку.

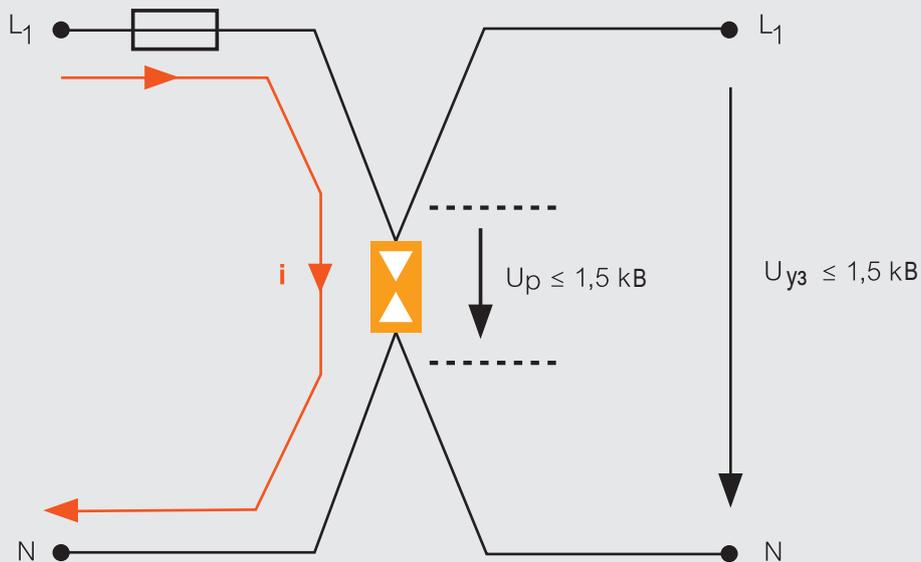
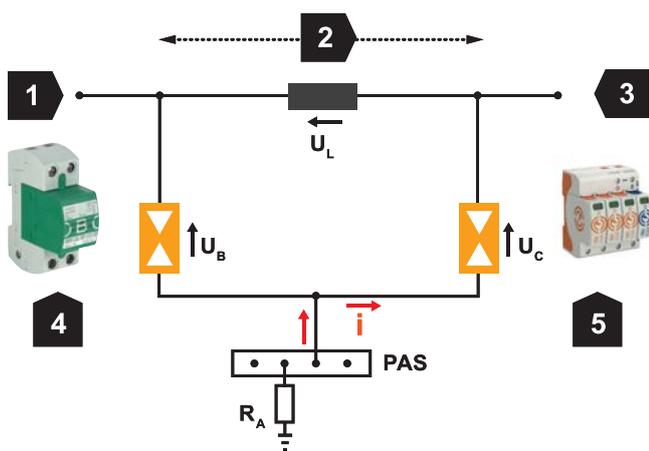


Рис. 3.17: V-образная разводка на УЗИП в соответствии с ГОСТ Р 50571.5.53 (i =ток молнии | $U_{уз}$ =перенапряжение на устройстве защиты)



Молниезащитные разрядники и УЗИП выполняют различные задачи. В то время как УЗИП Т2 на базе варистора срабатывают очень быстро и ограничивают опасное перенапряжение, молниезащитные разрядники Т1 принимают также максимальные токи молнии и могут отводить их вплоть до прямого удара без повреждений. Эти разрядники должны применяться согласованно. Данное согласование обеспечивается за счет имеющейся длины проводов или специальных молниезащитных разрядников (серия МСD). Так, например, в защитном наборе применяются разрядники типа 1 и типа 2 (классы В и С) непосредственно рядом друг с другом.

1	Сетевое электропитание
2	Длина провода
3	Потребитель
4	Молниезащитный разрядник МС 50-В с напряжением при срабатывании 2 кВ
5	Разрядник импульсных напряжений V20 с напряжением при срабатывании 1,3 кВ

Рис. 3.18: Согласованное применение устройств защиты

Материал	Поперечное сечение проводников, соединяющих различные шины уравнивания потенциалов друг с другом или с системой заземления	Поперечное сечение проводников, соединяющих внутренние металлические элементы с шиной выравнивания потенциалов
Медь	16 мм ²	6 мм ²
Алюминий	25 мм ²	10 мм ²
Сталь	50 мм ²	16 мм ²

Таблица 3.5: Минимальные размеры проводников уравнивания потенциалов, класс защиты I - IV

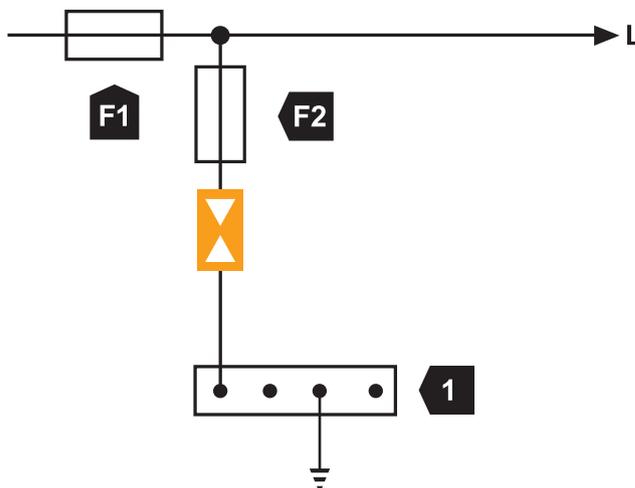
Поперечные сечения

В соответствии с ГОСТ Р 50571.5.53 молниезащитные разрядники типа 1 или типов 1+2 должны быть подсоединены к медному проводнику, способному выдержать нагрузку по току молнии, поперечным сечением не менее 16 мм². УЗИП типа 2 должны быть подсоединены к медному проводнику с минимальным сечением не менее 4 мм² или к имеющимся на рынке проводникам с минимальным соединительным поперечным сечением 6 мм². Дополнительно должны учитываться максимальные возникающие токи короткого замыкания на месте установки.

3.2.3.4.4 Входной предохранитель

Для защиты от коротких замыканий в УЗИП устанавливается предохранитель (F2). Если в установке существующий предохранитель (F1) имеет меньшее или равное максимальному предохранительному току значение, то отдельный предохранитель (F2) перед УЗИП не требуется. Если значение предохранителя установки (F1) больше, то необходимо использовать предохранитель перед устройством защиты в соответствии с указанным максимальным значением предохранителя. Предохранитель (F2) перед устройством защиты должен быть по возможности рассчитан на максимальное значение. Способность предохранителей к выдерживанию импульсной нагрузки возрастает по мере увеличения номинальных значений предохранителя.

Небольшие предохранители могут быть разрушены импульсными токами с большим запасом энергии.



1	Главная заземляющая шина
F1	Предохранитель установки
F2	Дополнительный предохранитель

Рис. 3.19: Предохранители перед УЗИП

3.2.3.5 Цепь защиты

Только эффективная цепь защиты в качестве полной меры защиты от импульсных напряжений способна предотвратить опасные разности потенциалов на защищаемых устройствах и установках. Для реализации концепции защиты от импульсных перенапряжений защищаемые устройства и установки должны быть зарегистрированы и по возможности распределены по установленным зонам защиты от импульсных перенапряжений (LPZ = зона молниезащиты).

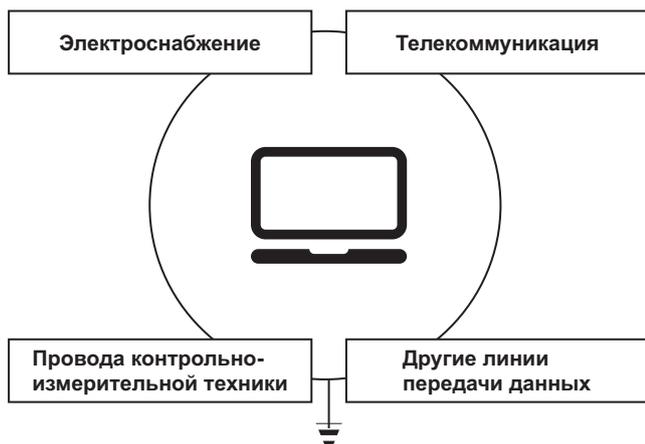


Рис. 3.20: Цепь защиты вокруг электрического прибора

Электрические цепи, которые должны быть включены в систему уравнивания потенциалов:

- Линии электропередачи
- Сетевые линии и линии передачи данных
- Телекоммуникационные линии
- Антенные провода
- Управляющие линии
- Металлические трубопроводы (например, водопроводные и канализационные трубы)

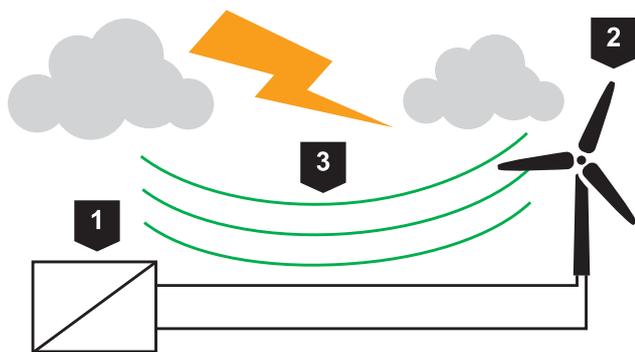
Провода должны быть включены в локальное уравнивание потенциалов напрямую или с помощью соответствующих разрядников. Самая лучшая концепция молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений может не дать никакого эффекта, если не все электрические и металлические провода, ведущие в здание или цепь защиты, включены в концепцию защиты.

3.2.4 Конструктивное исполнение

Уже на этапе проектирования строительных сооружений и электрооборудования должны учитываться и согласовываться меры по молниезащите и защите от импульсных перенапряжений, а также другие меры, например, строительная противопожарная защита. Должны соблюдаться требования законов, например, земельных строительных правил и действующих стандартов. Концепция защиты должна быть согласована между проектировщиком, специалистами по молниезащите и электротехнике, а также эксплуатирующим предприятием/застройщиком. Дополнительно должны быть учтены требования страховых компаний и сетевых организаций.

3.2.4.1 Установка имеющегося устройства защитного отключения (УЗО/RCD)

За долю секунды УЗИП создают многополюсное уравнивание потенциалов. Разрядники импульсных перенапряжений для достижения максимальной эксплуатационной готовности должны устанавливаться перед УЗО. Таким образом, импульсный ток будет отводиться сначала к земле, а ложное срабатывание будет сведено к минимуму. В сети ТТ установка перед УЗО согласно ГОСТ Р 50571.5.53 допускается только при так называемом включении «3+1». В этом случае три внешних проводника подключаются к нейтральному проводнику через УЗИП, а для заземления используется изолированный искровой промежуток N-PE. Если установка разрядника импульсного напряжения возможна только после УЗО, то необходимо использовать УЗО, устойчивое к импульсному току.



1	Трансформаторная подстанция
2	Ветрогенератор
3	Импульс тока молнии

Рис. 3.21: Меры молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений ветрогенераторов

3.2.4.1.1 Ветрогенераторы

Согласно ГОСТ Р МЭК 62305 при грозовом разряде возможны токи молнии до нескольких сот кА. Высокие импульсные токи с быстротечным подъемом приводят к возникновению изменяемого во времени магнитного поля, которое концентрированно распространяется вокруг разрядного канала молнии. Данное изменяемое во времени магнитное поле проходит в петли проводников силовых и телекоммуникационных систем внутри ветрогенератора. Образовавшиеся взаимные индуктивности M могут индуцировать высокие импульсные перенапряжения, которые нарушают работу установленной электроники и даже способны ее разрушить.

M соответствует взаимной индуктивности петель проводников. Чем выше площадь M или чем выше и быстрее время подъема тока молнии, тем выше ожидаемое вводимое перенапряжение.

Меры защиты в энергетических системах

Для защиты чувствительной электроники внутри ветрогенератора обязательным является использование УЗИП типа 2. основополагающим требованием предприятий, эксплуатирующих ветрогенераторы, является условие, чтобы электронная система снабжения была выполнена с учетом ЭМС (электромагнитная совместимость) для предотвращения паразитных токов на экранах проводов и на защитном проводнике. В ветрогенераторах встречаются различные варианты исполнения сетей, а также разные значения напряжения. Это могут быть как сети 230/400В, так и 400/690В. Специально для сетей 400/690В должны соблюдаться специальные требования по защите от импульсных перенапряжений.

Рассмотрение датчиков ветрогенераторов

Современные ветрогенераторы применяют так называемое «питч-регулирование». Электронные системы управления и система контроля числа оборотов защищены от выхода из строя посредством молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений.

Рекомендуемые места установки в ветрогенераторах

Поскольку вводимое перенапряжение постоянно подается на обеих сторонах провода, каждое устройство в пределах структуры должно быть защищено. Особо отметим, что в зонах с повышенной влажностью воздуха и низкими температурами на датчике могут появляться оледенения, отрицательно воздействующие на измерительный сигнал. Для применения в таких областях большинство датчиков оснащено системой обогрева. Такие датчики требуют УЗИП (SPD), которое помимо собственного измерительного сигнала рассчитано также на высокий ток по номинальной нагрузке. Компания ОБО Беттерманн предлагает компактное решение, а именно MDP. Данный высокопроизводительный УЗИП, разработанный для применения в ветрогенераторах, пригоден к использованию благодаря своей малой монтажной ширине и значениям номинальных токов до 10 А. За счет этого датчик даже с высокой полосой пропускания могут быть защищены простым, но эффективным способом.

$$u = M \times \frac{di}{dt}$$

M	Взаимная индуктивность
di/dt	Изменение тока во времени

3.2.4.2 Применения в жилых домах и промышленности

Переходные перенапряжения, обусловленные ударами молнии и коммутационными операциями, являются причиной выхода из строя и разрушения электронных приборов. Повреждения на конечных потребителях в жилой сфере, а также выход из строя автоматизированного оборудования в промышленности, начиная от предпринимательской деятельности и заканчивая сельским хозяйством, приводят к периодам простоя, дорогостоящему ремонту или даже к потере важных данных, таких как документы и фотографии в компьютере, или запросов и заказов клиентов. Для следующих приборов и оборудования необходимо принять меры по защите от импульсных перенапряжений (Рис. 3.22):

Антенные устройства

- Кабельное подключение
- Антенны
- ТВ, видео и DVD-проигрыватели вплоть до акустических систем класса Hi-Fi

Телефонные системы

- Аналоговые устройства
- ISDN NTBA
- IP-ТК-системы

Инженерные системы зданий и сооружений

- Система управления отоплением
- Солнечные и фотогальванические системы
- Автоматизация зданий

Конечные потребители

- Компьютер
- Бытовая техника, охранная сигнализация и т.д.

Применение УЗИП повышает эксплуатационную готовность.



Рис. 3.22: Дом с молниеотводом и системой внутренней молниезащиты

3.2.4.3 Фотогальванические установки (Рис. 3.23)

В результате перенапряжений фотогальванические установки могут выйти из строя, и прогнозируемые цели не будут достигнуты. Для защиты инвестиций необходимо прояснить некоторые важные вопросы, связанные со страхованием. Только защищенная установка может выдерживать нагрузки и в течение длительного периода надежно вырабатывать энергию. Таким образом, страховщики имущества требуют в директиве VdS 2010 применения молниеотвода и внутренней защиты от перенапряжений для фотогальванических установок мощностью от 10 кВт/пик.

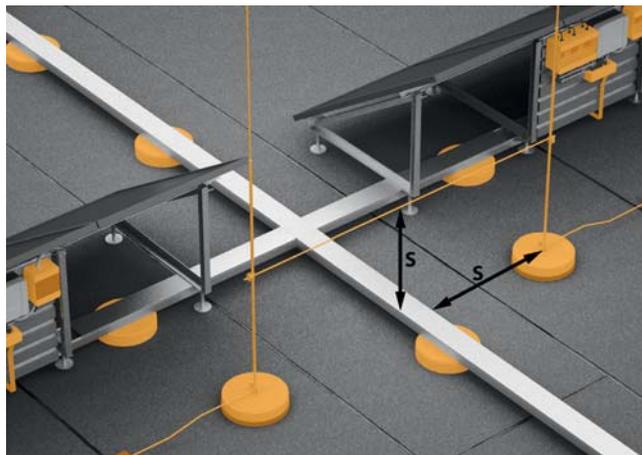


Рис. 3.23: Фотогальваническая установка в зоне защиты молниеотводника в разделительном интервале (s)

Предотвращение затенения молниезащитой

Затенение (Рис. 3.22)

Расположение молниеприемных мачт и стержней необходимо выбирать таким образом, чтобы не допустить затенения фотогальванических модулей. Тень может привести к потере мощности всей цепочки. Молниеприемный стержень должен быть удален от фотогальванического модуля на расстоянии, превышающем диаметр не менее чем в 108 раз (IEC 62305-3)

Диаметр молниеприемника (м)	Расстояние от молниеприемного стержня до фотогальванического модуля (м)
0,008	0.86
0,010	1,08
0.016	1,73

Таблица 3.6: Минимальное расстояние до молниеприемников, необходимое для предотвращения затенения



Рис. 3.22: Затенение фотогальванического модуля молниеприемным стержнем

4 шага к комплексной защите

Шаг 1:

Проверка разделительного интервала

Если требуемый разделительный интервал не может быть соблюден, то металлические части должны соединяться между собой с учетом возможности выдерживания нагрузки по току молнии.

Шаг 2:

Проверка защитных мер

Пример: меры по уравниванию потенциалов молниезащиты применяются на стороне постоянного (DC) и переменного (AC) тока, например, молниезащитный разрядник (тип 1).

Шаг 3:

Задействование линий передачи данных

Линии передачи данных должны быть включены в концепцию защиты.

Шаг 4:

Проведение уравнивания потенциалов

На инверторе должно быть проведено локальное уравнивание потенциалов.

Простой подбор устройств защиты от импульсных перенапряжений ОБО Беттерманн

Пример использования

Исходная ситуация

1 Место установки: ГРЩ/ВРУ

До счетчика электроэнергии



Жилые дома, многоквартирные дома и т. д.



Без внешней молниезащиты, с кабельным вводом в здание (ГОСТ Р 50571.4.44-2019 и ГОСТ Р 50571.5.53-2013)

TT/TN-S
MCF30-NAR-TT
Арт. № 5096 961

T1 T2

MCF30-NAR-TT+FS
Арт. № 5096 963



TN/TT
V20-3+NPE-280
Арт. № 5095 253

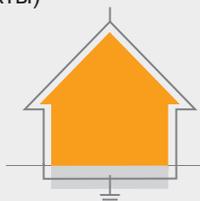
V20-3+NPE-280+FS
Арт. № 5095 333

TN-C
MCF25-NAR-TNC
Арт. № 5096 950

MCF25-NAR-TNC+FS
Арт. № 5096 953



Здания с III и IV категорией молниезащиты (например, жилые и коммерческие объекты)



Подключение по воздушной линии (согласно ГОСТ Р 50571.4.44-2019 и ГОСТ Р 50571.5.53-2013)

TT/TN-S
MCF50-NAR-TT
Арт. № 5096 975

T1 T2

MCF50-NAR-TT+FS
Арт. № 5096 977



TN/TT
V50-3+NPE-280
Арт. № 5093 526

V50-3+NPE-280+FS
Арт. № 5093 533

TN-C
MCF38-NAR-TNC
Арт. № 5096 971

MCF38-NAR-TNC+FS
Арт. № 5096 973

Заземленные антенные конструкции (рекомендуется)



TT/TN-S
MCF100-NAR-TT
Арт. № 5096 985

T1 T2

MCF100-NAR-TT+FS
Арт. № 5096 988



TN-S/TT
MCF100-3+NPE+FS
Арт. № 5096 987

TN-C
MCF75-NAR-TNC
Арт. № 5096 982

MCF75-NAR-TNC+FS
Арт. № 5096 983

TN-C/IT
MCF75-3+FS
Арт. № 5096 981



Здания с категорией молниезащиты от I до IV (например, промышленные здания, ЦОД или больницы)



В соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.4.44-2019 и ГОСТ Р 50571.5.53-2013

2 Место установки: РЩ

С расстоянием до главного распределителя > 10 м

3 Место установки: Перед конечным устройством

как можно ближе к защищаемому оборудованию

После счетчика электроэнергии

T2

TN/TT
V20-3+NPE-280
Арт. № 5095 253



V20-3+NPE-280+FS
Арт. № 5095 333



T2

Универсальное устройство
высококочувствительный
защиты

FC-D
Арт. № 5092 80 0



С дополнительной акустической
сигнализацией о неисправностях
3-х контактное штепсельное
соединение

T3

CNS-3-D
Арт. № 5092 70 1



Альтернативно

T1 T2

TN/TT
V10 COMPACT 255
Арт. № 5093 380



T2 T3

Устройство для защиты
от перенапряжений для
установки на DIN-рейке

T3

VF 230-SC/DC
Арт. № 5097 65 0



Модуль защиты для установки
в кабельных коробах, в плинтусных
коробках и системах
прокладки кабеля под полом

ÜSS 45-O
Арт. № 6117473



С функцией
акустической
индикации

ÜSS 45-A
Арт. № 6117465



V10 COMPACT-FS
Арт. № 5093 382

T2 T3



Устройство защиты
с акустической
сигнализацией

T3

ÜSM-A
Арт. № 5092 45 1



Устройство защиты для
установки за розетками

T3

С акустической сигнализацией

ÜSM-ST-230-1P+PE
Арт. № 5092 441



V10 COMPACT-AS
Арт. № 5093 391

T2 T3



ÜSM-A2
Арт. № 5092 46 0



Защита устройств с 2 фазами

ÜSM-10-230I2P+PE
Арт. № 5092 42 6

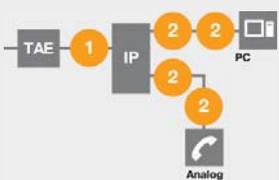
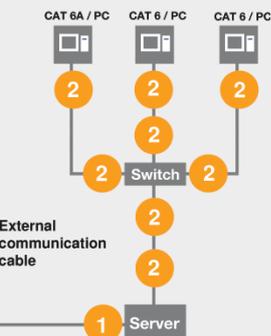


T1 T2

Также можно
использовать
перед счетчиком
электроэнергии



Простой подбор устройств защиты от импульсных перенапряжений ОБО Беттерманн

Телекоммуникационное оборудование		Информационное оборудование		
Ситуация	1 Место установки -После пункта передачи После пункта передачи телекоммуникации/ у входа в здание	2 Место установки На телекоммуникационном конечном устройстве	Ситуация	1 Место установки Установка перед сервером
<p>IP-телефония</p> 	<p>Устройство защиты TeleDefender TD-2D-V Арт. № 5081 69 8</p> 	<p>Устройство защиты TeleDefender RJ11-Tele/4-F Арт. № 5081 97 7</p>  <p>Устройство защиты NetDefender Устройство защиты данных кабеля для высокоскоростных сетей CAT 6 ND-CAT6/E-F Арт. № 5081 80 2</p>  <p>Универсальное устройство высокочувствительный защиты FC-TAE-D Арт. № 5092 82 4</p> 	<p>Сети Class-EA/ CAT 6A Class EA/CAT 6A</p>  <p>Устройство защиты NetDefender Устройство защиты данных кабеля для высокоскоростных сетей CAT 6A ND-CAT6/E-B Арт. № 5081 80 4</p>  <p>ND-CAT6A/EA Арт. № 5081 80 2</p>  <p>ND-CAT6/E-F Арт. № 5081 80 0</p> 	<p>Решения для наблюдения (CCTV)</p>  <p>Защита IP-камер видеонаблюдения с технологией PoE++/RJ45</p> <p>Защита аналоговых (коаксиальных) камер видеонаблюдения</p>

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.4.44-2019 и ГОСТ Р 50571.5.53-2013

		ТВ-, видео-, спутниковые и радио оборудование	
2 Место установки -Установка на сетевом коммутаторе -Установка перед конечным устройством	Ситуация	1 Место установки - Установка между пунктом передачи пульта оператора и усилителя	2 Место установки -Перед каждым конечным устройством (ТВ/видео-/HiFi-система)
Устройство защиты NetDefender Устройство защиты данных кабеля для высокоскоростных сетей CAT 6A ND-CAT6A/EA Арт. № 5081 80 0 	Широкополосная защита (кабельное телевидение) Или Спутниковая приемная установка -Аналоговое ТВ - DVB-T	Установка между пунктом передачи пульта оператора и усилителя, непосредственно на устройстве, которое будет защищено Коаксиальное устройство защиты DS-F M/F Арт. № 5093 27 5 	
Устройство защиты NetDefender Устройство защиты данных кабеля для высокоскоростных сетей CAT 6 ND-CAT6/E-F Арт. № 5081 80 2 	Спутниковая приемная установка  <ul style="list-style-type: none"> - С ресивером (например в частном доме) - С коммутатором Multiswitch - С многопозиционным конвектором LNB (например в многоквартирном доме) 	Коаксиальное устройство защиты DS-F F/F Арт. № 5093 27 2 	Устройство высокочувствительной защиты Устройство тонкой защиты 230 В с защитой от перенапряжения для TV / SAT приемников FC-SAT-D Арт. № 5092 81 6 
Устройство NetDefender Устройство защиты данных кабеля для высокоскоростных сетей CAT 6 с поддержкой PoE++ ND-CAT6/E-F Арт. № 5081 80 2 			
Устройство NetDefender Устройство защиты данных кабеля для высокоскоростных сетей CAT 6 с поддержкой PoE++ ND-CAT6/E-B Арт. № 5081 80 4 			
Устройство защиты каналов передачи данных для коаксиальных систем Coax B-E2 MF-C для коаксиальных систем Арт. № 5082 43 0 		Компактное защитное устройство устройство TV 4+1 (защита 4-х спутниковых линий и 1 аналоговая линия) TV 4+1 Арт. № 5083 40 0 	
Устройство защиты каналов передачи данных для коаксиальных систем Coax B-E2 MF-F для коаксиальных систем Арт. № 5082 43 2 			

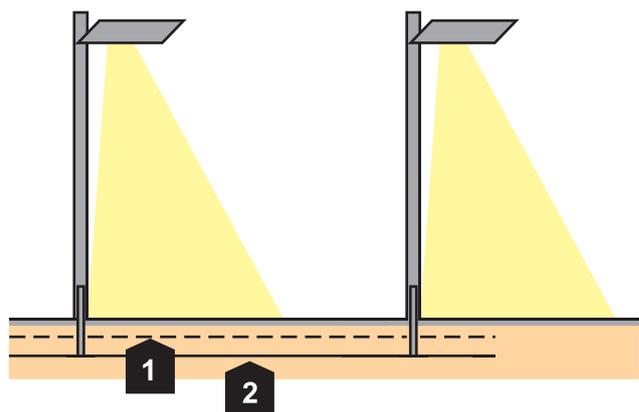
3.2.4.4 Светодиодные (LED) системы уличного освещения



Рис. 3.25 Пример применения устройства защиты от перенапряжений для светодиодных систем

Повреждения и ремонтные расходы

В сфере уличного освещения замена дефектных деталей влечет за собой, помимо расходов на техническое обеспечение, также большие расходы на задействование пожарных коленчатых автоподъемников и персонала. Предустановленные УЗИП сокращают импульсы и защищают фонари. Трассы снабжаются через центральные распределительные коробки, в которые встроены блоки управления и защитные компоненты. Питающее напряжение подается в соединительную коробку мачты через подземный кабель. От соединительной коробки производится подача питания к фонарям.



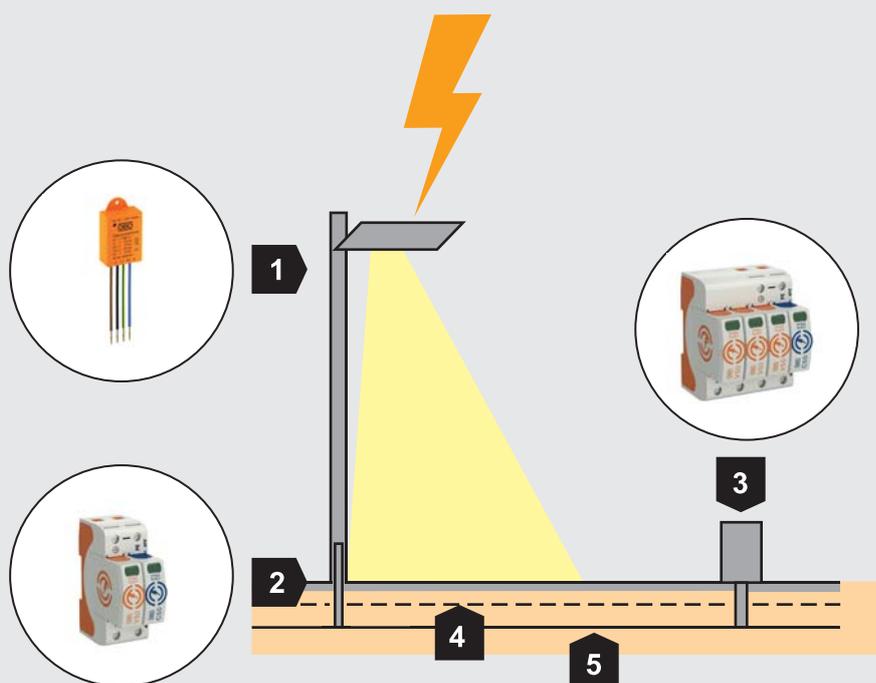
1	Неизолированный заземляющий проводник
2	Питающий кабель

Рис. 3.26 Прокладка кабеля

Место установки молниезащиты и защиты от импульсных напряжений

Для безопасной эксплуатации применение защиты от импульсных перенапряжений необходимо. Решающим аспектом для защитного эффекта является условие, при котором уровень защиты от импульсных напряжений УЗИП должен быть ниже устойчивости к импульсным напряжениям осветительных приборов и светодиодных светильников. УЗИП должны соответствовать стандарту на проведение испытаний ГОСТ IEC 61643-11 и быть в состоянии многократно и без разрушения отводить токи молнии, достигающие нескольких тысяч ампер. Согласно стандарту на проведение испытаний каждое устройство защиты должно термически контролироваться и в случае дефекта надежно отсоединяться.

При прямом ударе молнии в мачтовый светильник (Рис. 3.27) большая часть тока молнии течет прямо в грунт и создает разницу потенциалов по отношению к питающему кабелю. Сверхмощные молниеразрядники / комбинированные разрядники могут отводить токи с большим запасом энергии.

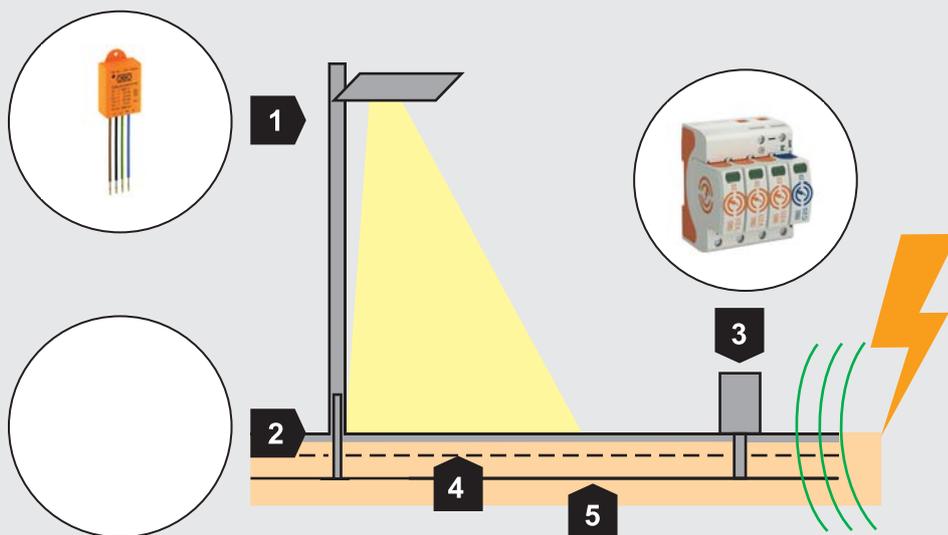


	Место установки	Описание	Устройство защиты	Арт. №
1	Рассеиватель со светодиодной системой	Защита от импульсных напряжений, тип 2	ÜSM-LED 230	5092 48 0
2	Соединительная коробка мачтового светильника	Защита от импульсных напряжений, тип 1 + 2	Комбинированный разрядник V50	5093 52 2
3	Шкаф управления с электроникой, подачи питания	Защита от импульсных напряжений, тип 1 + 2	Комбинированный разрядник V50	5093 52 6
4	Заземляющий проводник, неизолированный	Заземляющий проводник, неизолированный	5018 73 0	
5	Питающий кабель			

Рис. 3.27 Прямой удар молнии в мачтовый светильник

Удаленный удар молнии и индуктивный ввод

Удар молнии может генерировать в радиусе до 1,5 км импульсное перенапряжение, которое по проводам через питающий кабель может попасть в осветительное устройство. (Рис. 3.28). Данные импульсные перенапряжения имеют не такой большой запас энергии, как прямой удар молнии, однако они также способны разрушить электронные компоненты. Также здесь необходимо учитывать импульсы перенапряжений, поступающие по проводам через питающую сеть. Защита от импульсных перенапряжений в соединительной коробке мачты в данном случае легкодоступна и может без затруднений контролироваться.



	Место установки	Описание	Устройство защиты	Арт. №
1	Рассеиватель со светодиодной системой	Защита от импульсных напряжений, тип 2	ÜSM-LED 230	5092 48 0
		Альтернатива: Защита от импульсных напряжений, тип 3	ÜSM-A 230	5092 45 1
2	Соединительная коробка мачтового светильника	Защита от импульсных напряжений, тип 2	ÜSM-LED 230	5092 48 0
3	Шкаф управления с электроникой, подачи питания	Защита от импульсных напряжений, тип 2	2 V20 3+NPE-280	5095 25 3
	Альтернатива: Шкаф управления с электроникой, подача питания 1-фазная	Защита от импульсных напряжений, тип 2	V20 1+NPE-280	5095 25 1
4	Заземляющий проводник, неизолированный	Плоский или круглый проводник	5018 73 0	
5	Питающий кабель			

Рис. 3.28: Удаленный удар молнии и индуктивная подача



Рис. 3.29: Светодиодная система освещения крытой автостоянки

3.2.4.4.1 Внутреннее освещение в зданиях и цехах

Светодиодные системы освещения промышленных и административных зданий, как правило, разрушаются под воздействием высоких напряжений, обусловленных индуктивными вводами или коммутационными процессами.

Степень необходимости установки системы внешней молниезащиты можно определить на основании анализа рисков в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305. При системе молниезащиты питающие линии на входе в здание должны быть защищены соответствующими молниезащитными разрядниками. Независимо от этого должна устанавливаться защита от импульсных перенапряжений для всей системы освещения.

В промышленных цехах и спортивных залах лампы монтируются на большой высоте. После нанесенного ущерба ремонт средств освещения или светодиодных светильников сопровождается высокими расходами. Поскольку отсутствие требуемой освещенности на рабочих местах может привести к несчастным случаям или ошибкам, присутствует необходимость безотлагательного действия.

УЗИП должны устанавливаться в питающем вторичном распределителе. Однако, часто лампы располага-

ются от данного распределителя на расстоянии более 10 м. В таком случае для защиты светодиодных светильников и средств освещения требуется устройство защиты непосредственно перед электронными компонентами. При установке ламп, к примеру, прямо под кабеленесущими системами устройство защиты от импульсных напряжений может монтироваться также в кабельном ответвительном ящике перед лампами. Для использования экранирующей функции металлических кабеленесущих систем необходимо включить их с двух сторон в уравнивание потенциалов.

Подключение устройства защиты

Устройство защиты от перенапряжений для светодиодных систем USM-LED 230 может подключаться к лампам последовательно или параллельно. За счет различных включений эксплуатационная готовность может быть максимизирована (параллельное подключение), или при дефекте на устройстве защиты лампы могут быть отключены (последовательное подключение).

Параллельное подключение (Рис. 3.30)

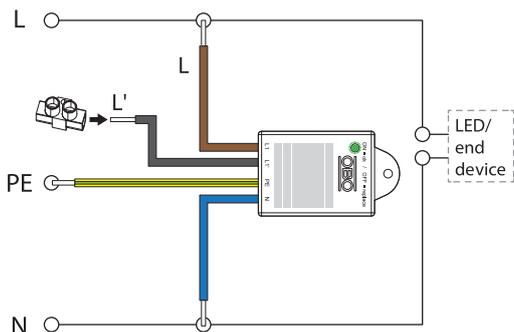
УЗИП включается перед светодиодной лампой.

Характер изменения отказов:

индикация USM-LED гаснет. УЗИП отсоединяется. Светодиодная лампа продолжает гореть без защиты.

Последовательное подключение (Рис. 3.28)

УЗИП последовательно подключается к светодиодной лампе.

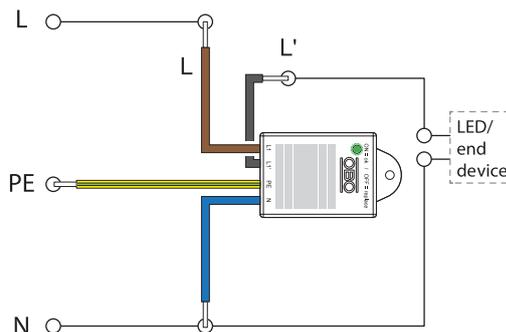


L	Фаза подвода
L'	Фаза из устройства защиты (отключение при отказе)
PE	Заземление
N	Нейтральный проводник
LED	Лампа

Рис. 3.30: Параллельное подключение (макс. эксплуатационная готовность)

Характер изменения отказов:

Индикация USM-LED гаснет. УЗИП и электрическая цепь (L') разъединяются. Лампа гаснет, сигнализируя об отказе. Соответствующее устройство защиты перед светодиодным светильником представляет собой надежный барьер от импульсных перенапряжений. Таким способом обеспечивается длительный срок службы светодиодных ламп, и надежно защищаются инвестиции.



L	Фаза подвода
L'	Фаза из устройства защиты (отключение при отказе)
PE	Заземление
N	Нейтральный проводник
LED	Лампа

Рис. 3.31: Последовательное подключение (отключение лампы)

В промышленной сфере и в области уличного освещения при длительной работе, несмотря на высокую закупочную цену, могут быть сэкономлены колоссальные средства, расходуемые на энергию. Однако, окупаемость инвестиций может отодвинуться по времени в результате преждевременного выхода из строя, обусловленного повреждениями от импульсных перенапряжений. За счет соответствующих мер инвестиции могут быть надежно защищены.

1	Линия электропередачи
2	Линия передачи данных
3	Уравнивание потенциалов

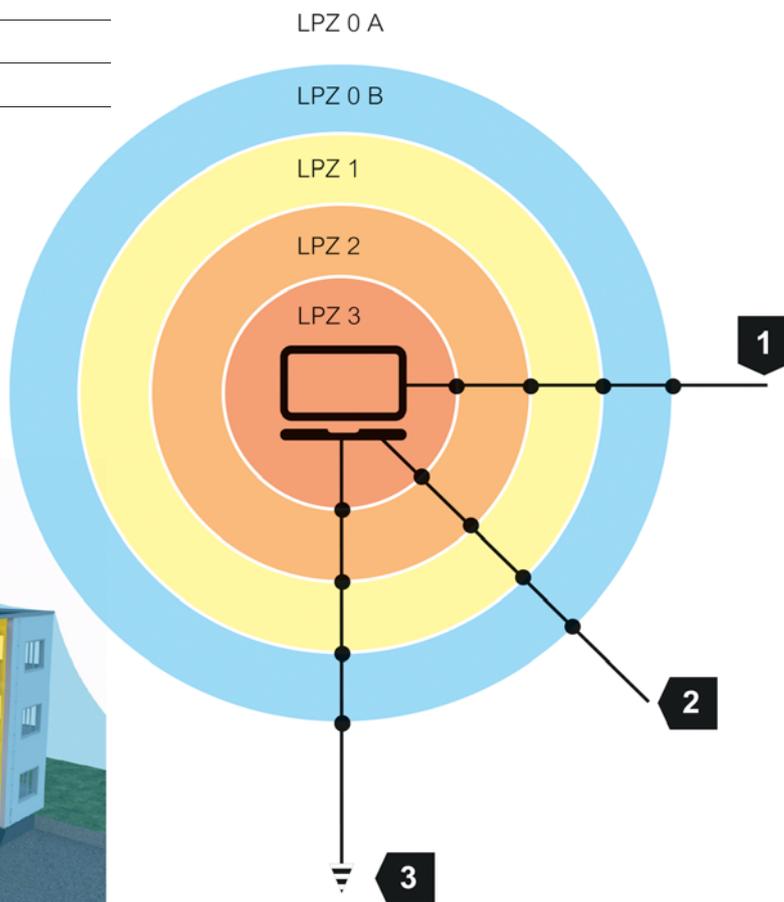


Рис. 3.32: Принцип защиты в соответствии с концепцией зон молниезащиты

3.3 Системы защиты от импульсных перенапряжений для телекоммуникационной техники

Системы телекоммуникационной техники охватывают широкий спектр задач. Почти каждая электронная система для обработки информации имеет очень большую значимость. Постоянно растут объемы данных, которые подлежат хранению и всегда должны предоставляться в распоряжение в минимальные сроки. Тем важнее становится защита данных систем от опасных импульсных перенапряжений. Для предотвращения отказа или даже разрушения оборудования необходимо включить его в концепцию молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений.

3.3.1 Методы проектирования

Основы

Коммуникационное и информационно-вычислительное оборудование на сегодняшний день представляет собой жизненно важные артерии почти каждого предприятия. Перенапряжения, возникающие в линиях передачи данных в результате гальванических,

емкостных или индуктивных связей, в худшем случае могут разрушить устройства информационной и коммуникационной техники. Для предотвращения подобных отказов должны быть приняты соответствующие меры защиты.

Ввиду многообразия распространенных информационных, телекоммуникационных и измерительных систем выбор подходящего УЗИП на практике очень сложен. При этом должны учитываться следующие факторы:

- Штекерная система подключения УЗИП должна подходить к прибору, который должен быть защищен.
- Должны быть учтены такие параметры, как максимальный уровень сигнала, максимальная частота, максимальный уровень защиты от импульсных перенапряжений, а также монтажная среда.
- Устройство защиты должно оказывать на линию передачи данных лишь незначительные воздействия, такие как заглушение и отражение сигналов или информации.

Принцип защиты

Устройство будет защищено от перенапряжений только в том случае, если все соединенные с ним силовые и телекоммуникационные провода подключены к системе уравнивания потенциалов в местах перехода зон молниезащиты (Рис. 3.32) (локальное уравнивание потенциалов). Компания ОБО Беттерманн предлагает безупречную программу проверенных, функциональных и надежных устройств защиты от перенапряжений для основных типов телекоммуникационных сетей.

Стандарты для телекоммуникационных сетей

В области телекоммуникаций важную роль играет соблюдение различных стандартов. Для структурированной с учетом здания укладки кабеля, монтажа системы уравнивания потенциалов и соблюдения электромагнитной совместимости действуют разные стандарты. Ниже приведены наиболее важные из них.

Стандарт	Содержание
ГОСТ IEC 61643-21	Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 21. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к телекоммуникационным и сигнализационным сетям. Требования к эксплуатационным характеристикам и методы испытаний
IEC 61643-22	Устройства защиты от импульсных перенапряжений для низковольтных установок – часть 21: Устройства защиты от импульсных перенапряжений для использования в телекоммуникационных и сигнальных сетях. Принципы выбора и применения
DIN EN 50173-1	Техника передачи данных – коммуникационные кабельные системы нейтрального применения – часть 1:
DIN VDE 0845-1	Защита телекоммуникационных станций от воздействия молнии, статических зарядов и перенапряжений силовых электроустановок - Меры защиты от импульсных перенапряжений.
DIN VDE 0845-2	Защита устройств обработки информации и телекоммуникационной техники от воздействия молнии, разрядов статического электричества и перенапряжений силовых электроустановок - Требования и проверка устройств защиты от импульсных перенапряжений
DIN EN 50310	Применение мер по заземлению и уравниванию потенциалов в зданиях с информационными устройствами.
ГОСТ IEC 61000-4-5	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к выбросу напряжения
ГОСТ IEC 60728-11	Сети кабельные для передачи звуковых и телевизионных сигналов и интерактивных услуг. Часть 11. Безопасность

Таблица 3.7 Стандарты по защите от импульсных перенапряжений в информационной технике

Сопоставление

Так же, как и для устройств защиты от импульсных напряжений в силовых цепях, в области телекоммуникаций существует классификация устройств. Кроме того, они могут подразделяться на различные зоны молниезащиты

	Защита от импульсных перенапряжений энерготехника	Защита от импульсных перенапряжений телекоммуникационные сети
Стандарт на проведение испытаний	ГОСТ IEC 61643-11	ГОСТ IEC 61643-21
Принципы применения	ГОСТ Р МЭК 61643-12	IEC 61643-22
LPZ 0B/1 (10/350 мкс)	Класс I	Класс D1
LPZ 1/2 (8/20 мкс)	Класс II	Класс C2
LPZ 2/3 (8/20 мкс)	Класс III	Класс C2/C1

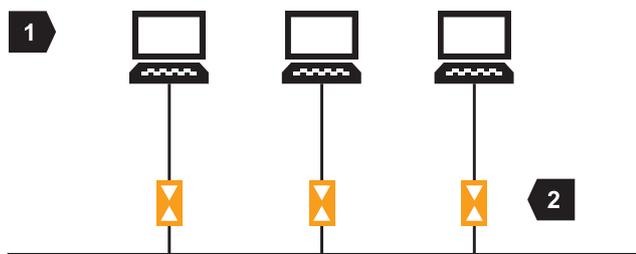
Таблица 3.8: Противопоставление стандартов для УЗИП

3.3.1.1 Топологии

В телекоммуникационной технике для электрического взаимодействия приборов друг с другом применяются кабели, и различные виды их прокладки именуется «топологиями». В зависимости от топологии должна проектироваться соответствующая защита от импульсных перенапряжений. Далее представлены наиболее распространенные топологии, а также подходящие места применения УЗИП.

Магистральная топология (Рис. 3.33)

В магистральной топологии все устройства подключены параллельно. Типичные примеры: сети 10Base2, 10Base5, а также сети управления механизмами, например, PROFIBUS (профильная шина) и телекоммуникационные системы, такие как ISDN.

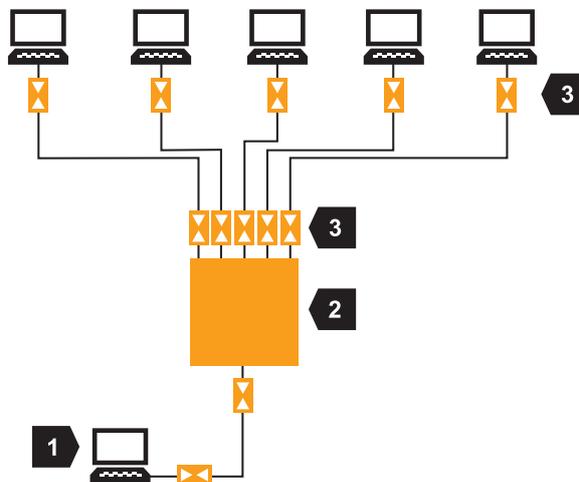


1	Телекоммуникационные конечные потребители
2	УЗИП

Рис. 3.33: Магистральная топология

Звездообразная топология (Рис. 3.34)

В звездообразной топологии каждая из рабочих станций соединена отдельным кабелем с центральной нулевой точкой (концентратором или коммутатором). Типичные примеры: сети 10BaseT и 100BaseT, а также сети 10 Gbit.

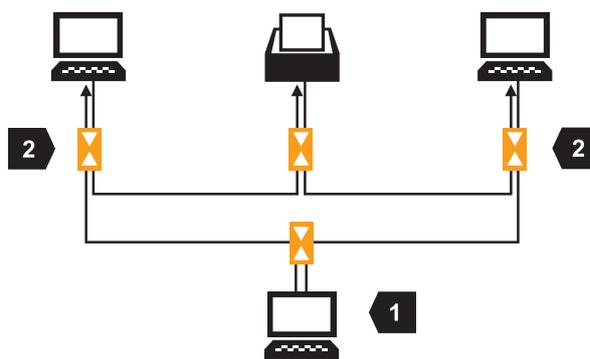


1	Сервер
2	Концентратор или коммутатор
3	УЗИП

Рис. 3.34: Звездообразная топология

Кольцевая топология (Рис. 3.35)

В кольцевой топологии каждая рабочая станция соединена с предшествующей и последующей станцией в виде кольцеобразной сети. Выход из строя одной станции приводит к неисправности всей сети. Типичные примеры: сети Token-Ring.



1	Сервер
2	УЗИП

Рис. 3.35: Кольцевая топология

3.3.1.2 Влияние помех на информационно- вычислительные систем

Ввод токов молнии и импульсных перенапряжений в линии передачи данных может происходить разными способами. Существует возможность прямого переноса переходных напряжений или грозовых токов молнией или через проводники, в которые уже были введены возмущающие факторы.

Поскольку импульсные перенапряжения могут возникнуть и без воздействия молнии, например, при коммутационных операциях в сети снабжения, конечные потребители и кабели изначально должны обладать определенной пробивной прочностью, которая предполагает, что устройство или кабель, несмотря на кратковременное перенапряжение, может эксплуатироваться дальше. В следующей таблице приведены общепринятые показатели пробивной прочности распространенных потребителей / кабелей.

Электротехнические компоненты изначально обладают определенной пробивной прочностью

Применение	Общепринятая пробивная прочность	Зщитный уровень УЗИП производства ОБО Беттерманн
Телекоммуникационные конечные потребители /абоненты	1,5 кВ	< 600 В
Конечные устройства измерения, управления и регулирования	1 кВ	< 600 В
Телефонный абонентский кабель (четверка звездной скрутки) • жила-жила • жила-экран	0,5 кВ 2 кВ	< 300 В < 300 В
Инсталляционный кабель – телекоммуникационные станции (F-vYAY) • жила-жила • жила-экран	0,5 кВ 2 кВ	< 60 В < 800 В
Кабель связи – шланговый провод – домофон • жила-жила • жила-экран	1 кВ 1 кВ	< 60 В < 800 В
Кабель CAT7 • жила-жила • жила-экран	2,5 кВ 2,5 кВ	< 120 В < 700 В
Инсталляционный кабель передачи данных - J-Y(ST)Y • жила-жила • жила-экран	0,5 кВ 2 кВ	< 60 В < 800 В
Маневровый провод – телекоммуникационный распределитель	2,5 кВ	< 1 кВ
Кабель Profi bus	1,5 кВ	< 800 В
Коаксиальный кабель 50 Ом	2 кВ - 10 кВ	< 800 В
Коаксиальный кабель для спутникового телевидения 75 Ом	2 кВ	< 800 В
Кабель пожарной сигнализации J YY ВМК (JB-YY) • жила-жила • жила-экран	0,8 кВ 0,8 кВ	< 60 В < 600 В

Таблица 3.9 Пробивная прочность компонентов телекоммуникационной техники

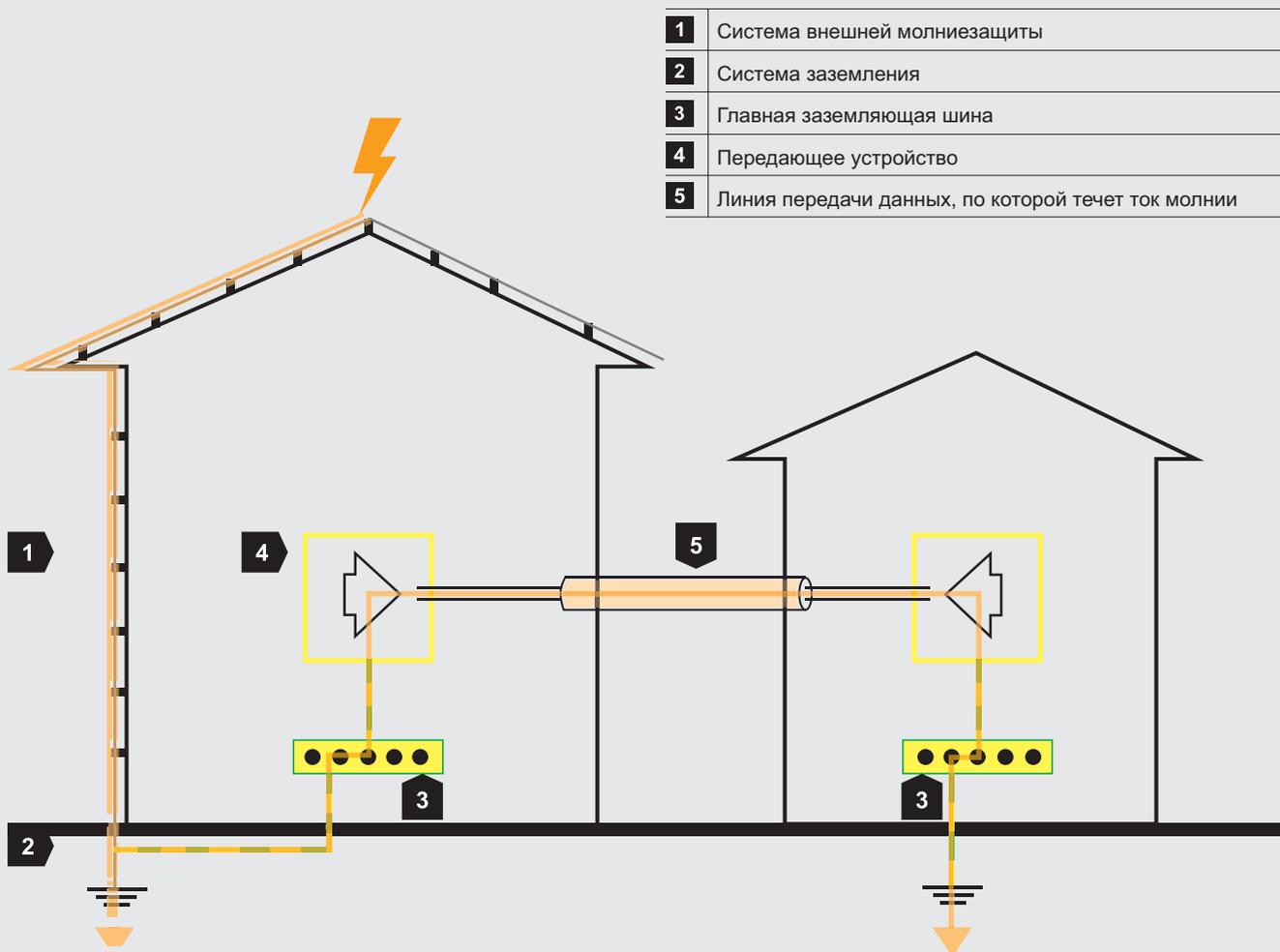


Рис. 3.36 Гальванический ввод в линию передачи данных через систему внешней молниезащиты

Гальванический ввод

Если ток молнии попадает прямо в линию (к примеру, при ударе молнии), то говорят о гальваническом соединении. (Рис. 3.36)

Если при ударе молнии ток молнии через систему молниезащиты попадает в молниеприемный стержень и затем отводится к земле, то примерно 50 % тока молнии попадает через систему уравнивания потенциалов в здание и тем самым вводится гальванически.

При этом причиной вводимых токов молнии не всегда является система внешней молниезащиты: принципиально любой заканчивающийся в доме внешний провод может вводить токи молнии. Например, это возможно при ударе в трансформаторную станцию или по воздушной линии, соединенной с домом. Но токи молнии могут попадать извне также и по телекоммуникационным линиям. Даже нечувствительные в отношении ЭМС оптоволоконные кабели вследствие установки металлической защиты от грызунов могут стать проводниками тока молнии.

В таком случае УЗИП отводят ток молнии подходящих кабелей через систему уравнивания потенциалов к земле. (Рис. 3.37)

Вводимый ток молнии имеет большой запас энергии при высокой частоте. За счет хода кривой с формой волны 10/350 мкс данный вид ввода является кратковременным.

Следует обращать внимание на то, чтобы такие возможные элементы защиты подходящих проводов, как экран, защита от грызунов и т.д., имели подключение к уравниванию потенциалов, способное вынести нагрузку по току молнии.

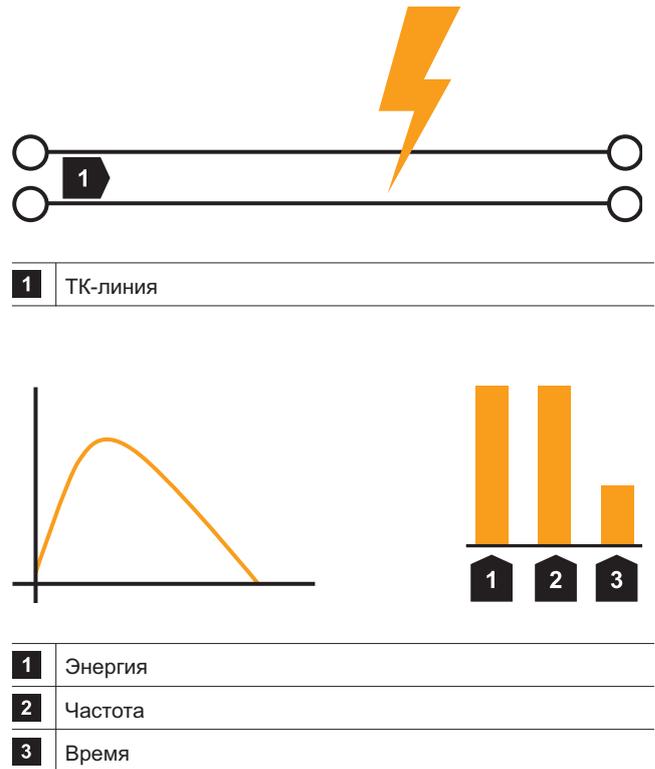


Рис. 3.37: Свойства гальванического ввода



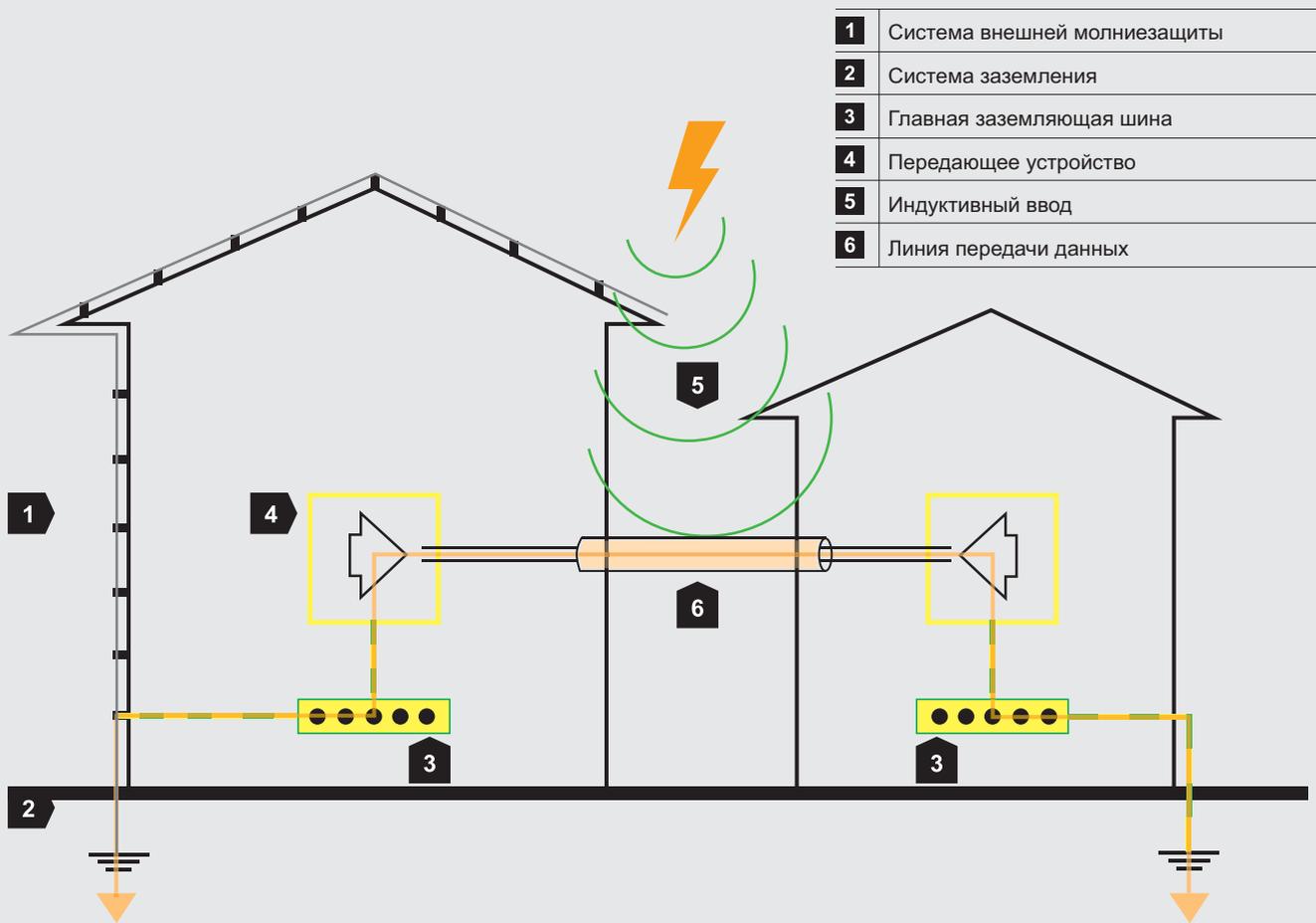
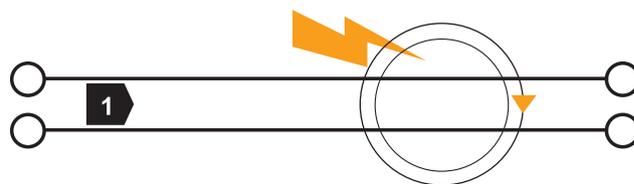


Рис. 3.38: Индуктивный ввод при прямом ударе

Индуктивный ввод

Обтекаемый током проводник генерирует вокруг себя магнитное поле. Если течет высокий ток молнии, то магнитное поле соответственно становится больше и тем самым вводится в расположенные в зоне досягаемости проводники или петли проводников. Также удаленные удары молнии излучают электромагнитные волны, которые вводятся в петли проводников. (Рис. 3.38)

ТК-линия
Энергия
Частота
Время



1	ТК-линия
---	----------



1	Энергия
2	Частота
3	Время

Рис. 3.39 Индуктивный ввод в результате удара молнии

Таким образом индуцируется импульсное перенапряжение, которое может нарушать работу электроприборов или их повреждать. Именно на линиях передачи данных оно часто приводит к разрушению чувствительной электроники, подключенной к ним. Так же, как и при токе молнии, следует исходить из высокой частоты, а также кратковременности импульса. Индуцированные импульсные перенапряжения имеют форму волны 8/20 мкс. По сравнению с импульсом с формой волны 10/350 мкс запас энергии ниже. (Рис. 3.40)

Однако, не только токи молнии, но также те электрические проводники, по которым проходят токи, индуцируют помехи. В качестве примера можно назвать 230-вольтные линии электропередачи

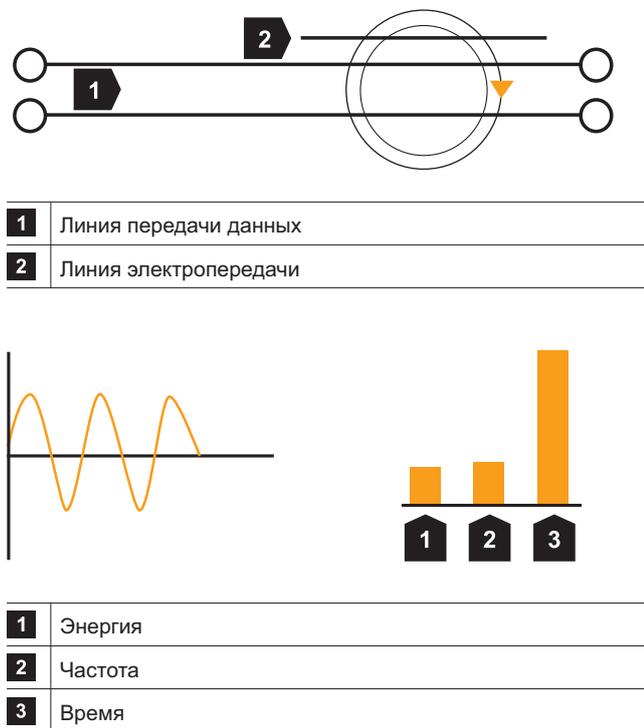


Рис. 3.40: Индуктивный ввод в результате параллельно проложенной линии электропередачи

Величина наведенных помех на линии связи зависит как от проводника магнитного поля, так и от устройства линии связи. Значительно снизить величины индуцированных помех позволит экранирование линии связи.

Основной принцип действия индукции проводников следующий: (Рис. 3.41)

Ток (I), протекающий через электрический проводник, создает магнитное поле, окружающее проводник. Если из электрического проводника сделать петлю и погрузить ее в изменяемое магнитное поле, то можно измерить напряжение (U) на концах проводника. В зависимости от величины магнитного поля или погруженной петли проводника индуцированное напряжение может быть либо больше, либо меньше.



Рис. 3.41: Индукция в петле проводника

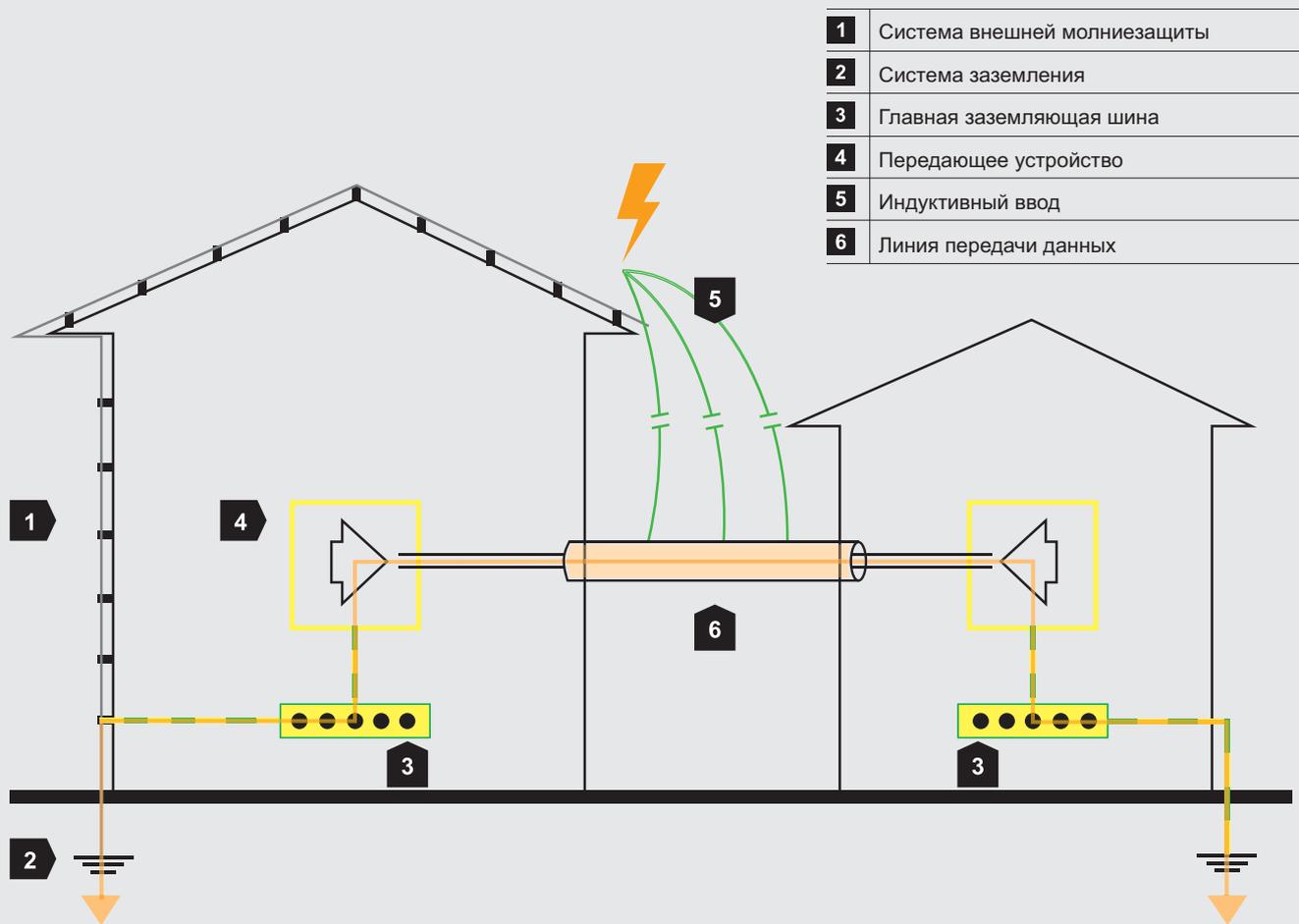


Рис. 3.42: Емкостный ввод при прямом ударе

Емкостный ввод

Емкостный ввод осуществляется, когда между двумя точками с высокой разницей потенциалов подается напряжение. Перемещение зарядов по линии, расположенной между двумя точками, пытается уравнять потенциалы, в результате чего создается перенапряжение. (Рис. 3.42)

3.3.1.3 Экранирование зданий и помещений

Элементы инфраструктуры, имеющие особое значение, такие как центры обработки данных, электростанции, химическое оборудование, системы энерго- и водоснабжения, могут быть защищены от воздействий электромагнитных волн посредством экранированных помещений.

Для экранирования необходимо обить все стены, потолок и пол токопроводящими материалами (например, металлическим листом или медной фольгой). Двери и окна должны быть соединены с экраном стен посредством пружинных контактов. Дополнительно все кабельные проводники должны быть оснащены экранами.



Рис. 3.43: Мачта мобильной радиосвязи



Рис. 3.44: Подключение кабельных экранов при помощи зажимной скобы SAS для подключения к экранирующей оплетке кабеля и УЗИП типа MDP

3.3.1.4 Экранирование кабеля (Рис. 3.44)

Для экранирования кабеля применяются пленочные и плетеные экраны, а также комбинации из обоих видов. Пленочные экраны имеют преимущества при высоких частотах, а плетеные – при низких. Критериями качества являются затухание от влияния экрана и размер экрана. Имеющиеся кабели и провода могут быть экранированы также при помощи заземленных кабеленесущих или металлических трубных систем. Будь то в промышленных сооружениях, медицине, быту, на телекоммуникационных станциях, в транспортных средствах или электропроводке зданий – повсюду встречаются высокоомощные электрические аппараты и оборудование, которые включают все более сильные токи, достигают все большего радиуса действия и способны транспортировать все больше энергии на меньшей площади.

Если двухстороннее прямое подключение экрана кабеля не может быть выполнено по техническим причинам или необходимо предотвратить возникновение паразитных контуров с замыканием через землю с частотой 50 Гц, то одна сторона должна быть заземлена напрямую, а вторая – не напрямую. Посредством непрямого заземления через газовый разрядник может осуществляться уравнивание потенциалов. (Рис. 3.49)

Однако, с применением ультрасовременных технологий возрастает также сложность применений. Это приводит к возникновению все больших интерференций (электромагнитных помех) компонентов оборудования, кабелей и проводов, приводящих к повреждениям и экономическим потерям.

Здесь речь пойдет об электромагнитной совместимости (ЭМС):

Электромагнитная совместимость (ЭМС) – это способность электрического устройства функционировать с требуемым качеством в электромагнитной среде, к которой относятся также другие устройства, не оказывая недопустимого влияния на данную среду (VDE 0870 -1). В стандартах электромагнитная совместимость регламентируется Директивой ЕС об электромагнитной совместимости 2004/108/ЕС. Это значит, что электрооборудование в качестве источника помех излучает электромагнитные помехи (эмиссии), которые могут приниматься другими приборами или устройствами, выступающими в качестве приемных устройств (чувствительное оборудование). В результате этого возникает значительное нарушение функции чувствительного оборудования, что в самом худшем случае может привести к полному выходу из строя и экономическим потерям. Помехи могут распространяться как по проводам, так и через электромагнитные волны.

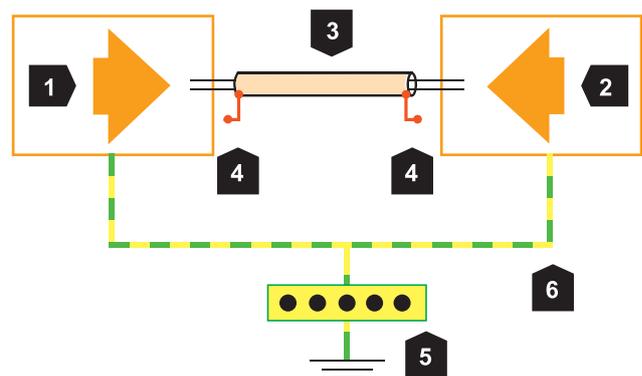
Линия передачи данных без экрана

Для обеспечения ЭМС требуется системный подход к проектированию. Источники помех должны быть идентифицированы и определены количественно. Соединение описывает распространение помехи. Задача проектирования ЭМС заключается в обеспечении совместимости путем принятия необходимых мер на источнике, на пути соединения или на чувствительном оборудовании. Проектировщики и электромонтажники в повседневной работе все чаще сталкиваются с данной тематикой. Таким образом, ЭМС уже на этапе проектирования электропроводки и прокладки кабельной сети представляет собой основополагающий фактор. Ввиду повышенной сложности электромагнитной совместимости проблемы ЭМС должны анализироваться и решаться путем применения упрощенных гипотез и задействования моделей, а также экспериментальным измерительным путем.

Кабеленесущие системы и их вклад в ЭМС

Кабеленесущие системы способны внести значительный вклад в оптимизацию ЭМС. Они пассивны и поэтому вносят долгосрочный и надежный вклад в ЭМС за счет того, что провода прокладываются в пределах кабеленесущих систем или экранируются кабеленесущими системами. При прокладке проводов в пределах кабеленесущих систем значительно сокращается гальванический ввод и ввод посредством электрических и магнитных полей в проводах. Тем самым кабеленесущие системы вносят вклад в сокращение соединения между источником и приемником. Экранирующий эффект кабеленесущих систем может быть определен количественно через сопротивление связи и затухание от влияния экрана. Таким образом проектировщик получает проектно-конструкторские параметры кабеленесущих систем, являющиеся важными при проектировании ЭМС.

При распределенных системах длина проводов может достигать нескольких сот метров. В зависимости от вида кабеля у телекоммуникационных кабелей для защиты сигнальных линий применяются экраны. Они должны подключаться к уравниванию потенциалов. Далее представлены различные виды экранирования.



1	Устройство 1
2	Устройство 2
3	Линия передачи данных
4	Неподключенный экран
5	Шина уравнивания потенциалов
6	Заземляющее соединение

Рис. 3.45: Кабель без подключенного экрана

Пример:

Между различными компонентами установки имеется электрическое поле. При этом паразитные емкости порождают паразитные токи, влияющие на соседние провода:

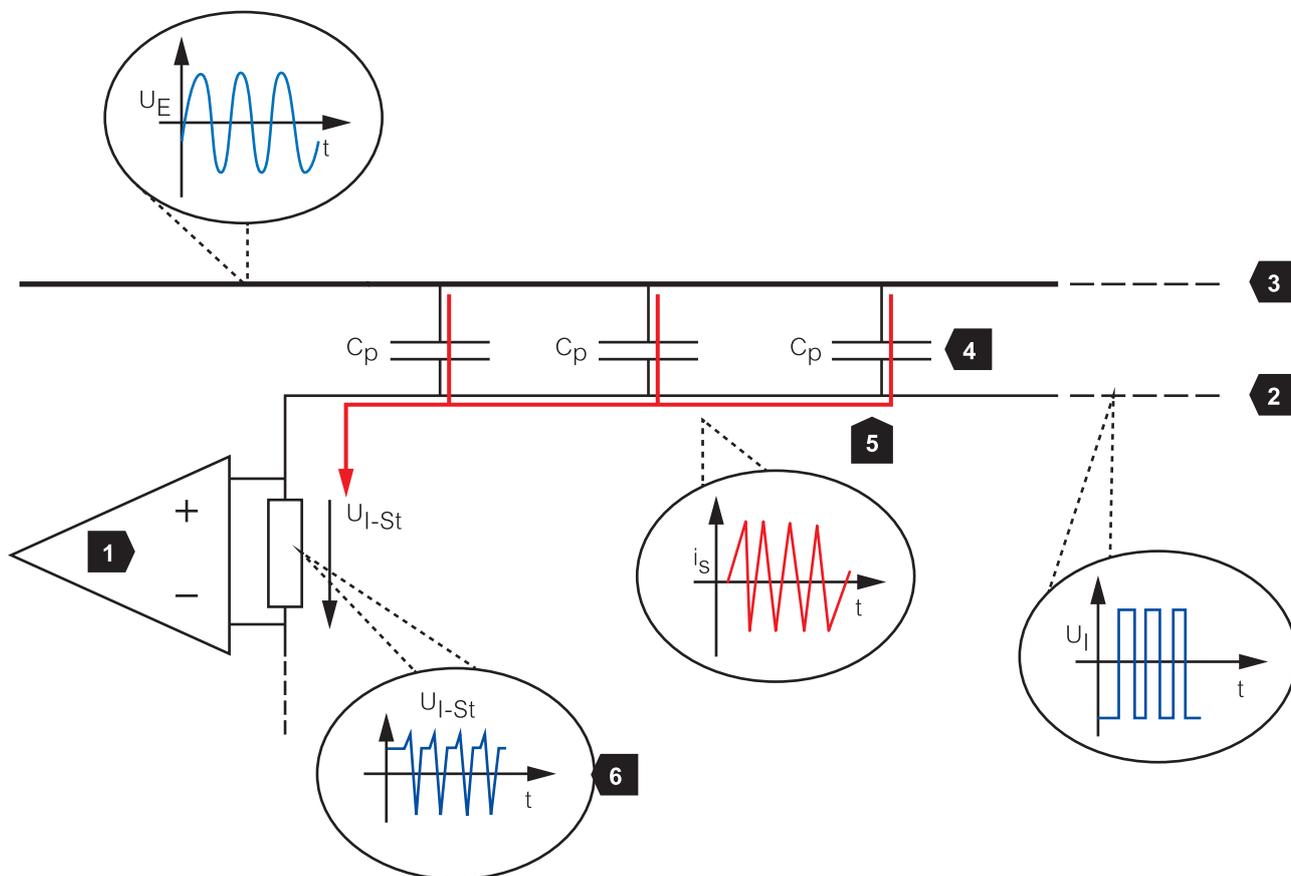


Рис. 3.46: Воздействие емкостного ввода на передающее устройство

Неподключенный экран не защищает систему от влияния помех, таких как

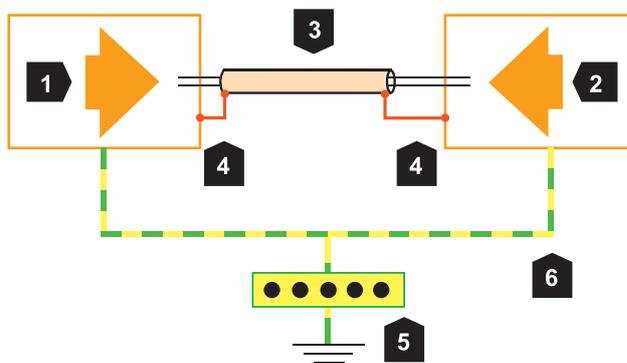
- перекрестные помехи
- индуктивная связь
- емкостная связь

Напряжения U_I и U_E относятся к абсолютному защитному заземлению. Через паразитные емкости C_p ток i_s течет по передающему устройству к земле. Возникающее в результате этого паразитное напряжение накладывается на входное напряжение и создает помехи для передачи. Паразитные емкости возникают, например, в пределах высокочастотной зоны.

Линия передачи данных с экраном

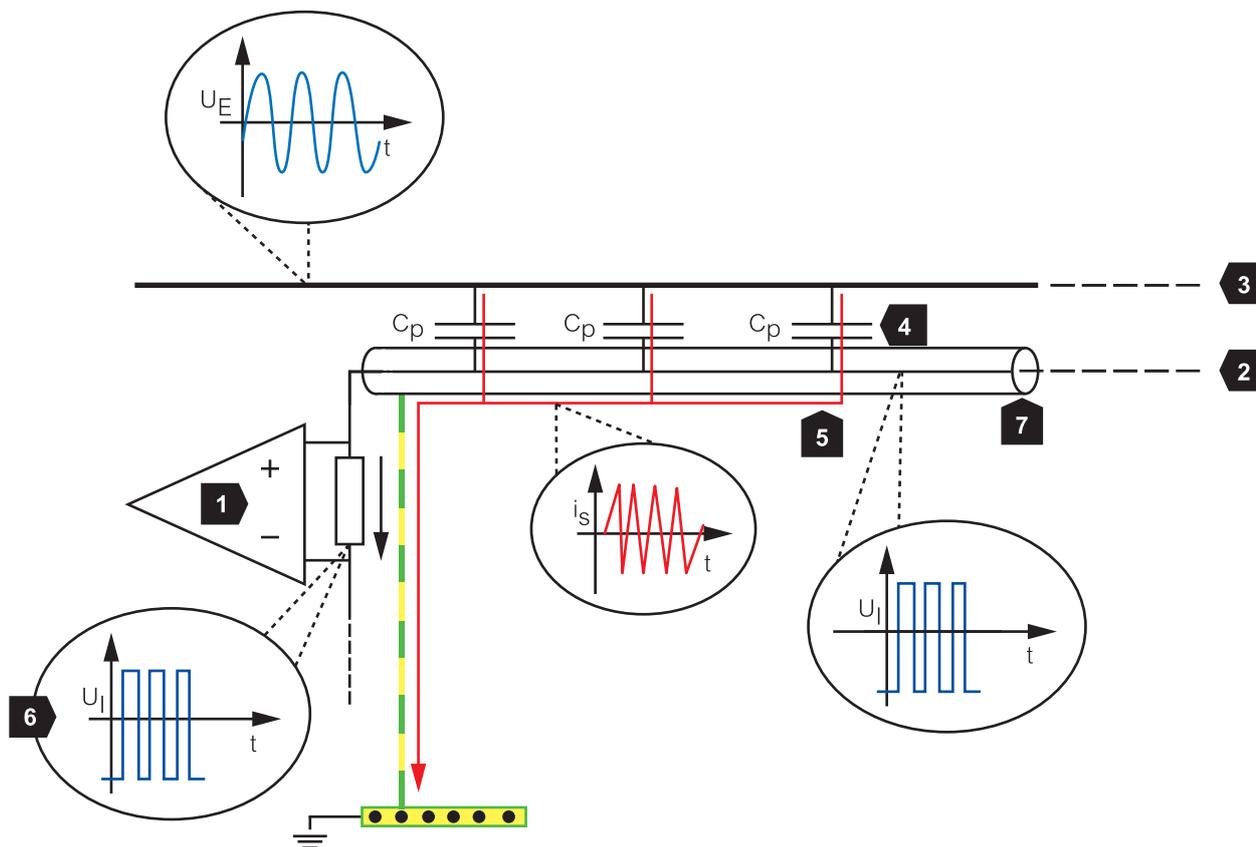
Во время прокладки провода необходимо следить за тем, чтобы соединение экрана было непрерывным и заземленным на обоих концах. Заземленный только с одной стороны экран провода может защищать только от емкостных вводов. Экраны с двухсторонним заземлением защищают также и от индуктивных помех.

За счет привязки кабель экранирован от емкостных и индуктивных вводов. В зависимости от приведенного сопротивления кабеля и поперечного сечения экрана экран способен вынести нагрузку по току молнии.



1	Устройство 1
2	Устройство 2
3	Линия передачи данных
4	Подключенный с двух сторон экран
5	Шина уравнивания потенциалов
6	Заземляющее соединение

Рис. 3.47: Заземленный с двух сторон экран кабеля



1	Передающее устройство
2	Линия передачи данных
3	Соседний провод с разницей потенциалов
4	Паразитная емкость
5	Паразитные токи
6	Бесперебойный сигнал
7	Экран для отвода паразитных токов

Рис. 3.48: Емкостный ввод в передающее устройство предотвращен благодаря действию экрана

Благодаря применению экранирования кабеля паразитные токи могут быть сведены к минимуму путем отвода токов паразитных емкостей через экран. (Рис. 3.48)

Однако на экране могут протекать уравнивающие токи. Это происходит, если сопротивление заземления различных систем заземления неодинаково, и тем самым образуется разница потенциалов. За счет соединения обеих систем посредством экрана уравнивающие токи пытаются устранить разницу потенциалов. Если разность потенциалов больше, то текут более сильные уравнивающие токи. Если величина тока очень высокая, и экран не выдерживает нагрузки по току, то это может привести к возгоранию кабеля. В сетях TN-C помимо этого могут возникнуть сильные помехи на линии передачи данных.

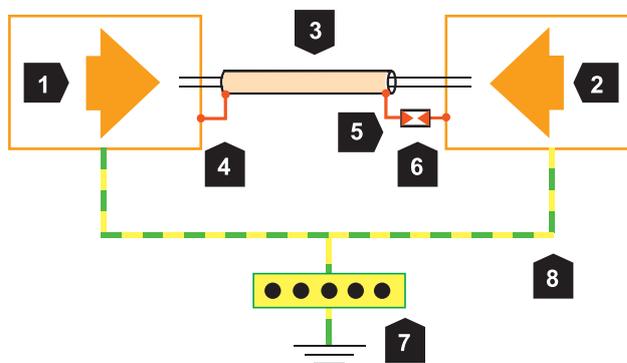
Линия передачи данных (телекоммуникационная линия) с односторонним непрямым заземлением

В качестве меры по предотвращению уравнивающих токов может служить не прямое заземление одного конца экрана. Экран подключается к уравниванию потенциалов посредством газового разрядника. Поскольку сопротивление газового разрядника составляет несколько гигаом, прямое соединение систем заземления отсутствует, и тем самым предотвращается протекание уравнивающих токов в силу высокого полного электрического сопротивления на одной стороне.

В случае воздействия молнии на экран газовый разрядник активизируется. Поскольку другой конец является низкоомным или напрямую подключен к уравниванию потенциалов, ток молнии и перенапряжение могут отводиться на обоих сторонах. Таким образом, экран не получит полную одностороннюю нагрузку.

3.3.1.5 Свойства передачи

Ввиду чувствительного уровня сигнала телекоммуникационные линии особенно подвержены влиянию помех. Последние могут приводить к ошибкам в соединении или полному обрыву сигнала. При вмешательствах в провода, например, применении соединительных коробок, штекеров, адаптеров, а также при малом радиусе изгиба, следует всегда исходить из потерь сигналов. Большие потери могут привести к невозможности соблюдать определенные стандарты передачи. Однако установка УЗИП тоже считается вмешательством в провод.



1	Устройство 1
2	Устройство 2
3	Линия передачи данных (телекоммуникационная линия)
4	Напрямую подключенный экран
5	Не напрямую подключенный экран
6	Газовый разрядник
7	Шина уравнивания потенциалов
8	Заземляющий проводник

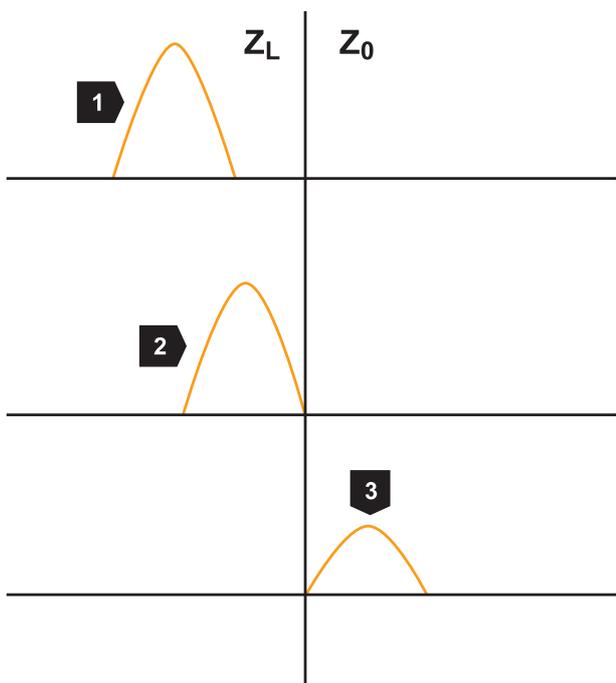
Рис. 3.49: Одностороннее не прямое заземление

Для удерживания потерь на минимальном уровне следует проверять провода с точки зрения их свойств передачи.

Свойства передачи могут определяться при помощи соответствующих измерительных приборов. Важно при этом, чтобы измерительный прибор, соединительный кабель и УЗИП имели одинаковое волновое сопротивление для предотвращения сильных отражений и затуханий на местах стыков. Кроме того, необходима калибровка, чтобы измерительные приборы не отображали недостоверных результатов. Далее представлены наиболее важные свойства передачи:

Вносимое затухание (insertion loss) (Рис. 3.50)

Вносимое затухание описывает затухание системы от входа до выхода. Оно отображает передаточную функцию системы, и не должно превышать 3 дБ.

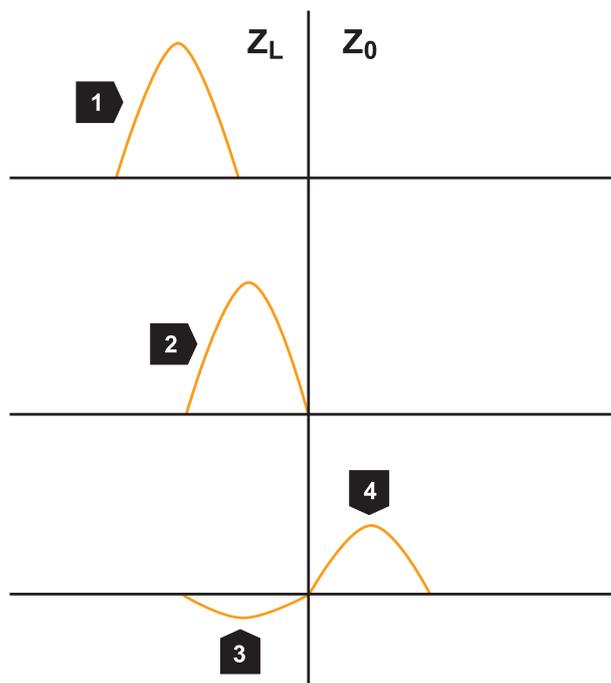


1	Прибывающая волна
2	Волна наталкивается на изменение волнового сопротивления
3	Затухание волны на месте стыка
Z_L	Сопротивление подходящего кабеля
Z_0	Сопротивление после места стыка

Рис. 3.50: Заглушенная волна

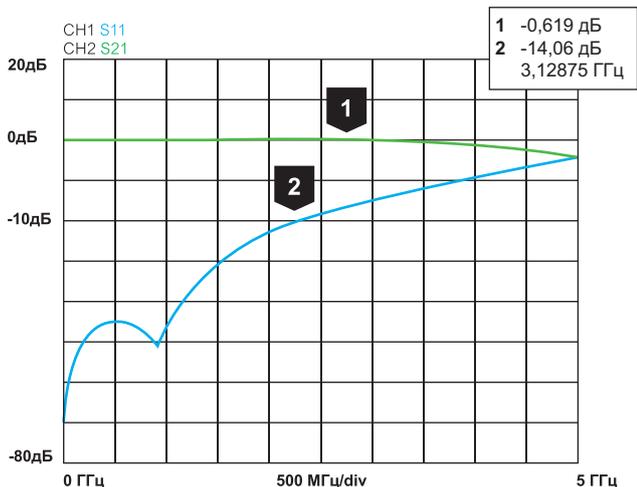
Отражаемая мощность (return loss) (Рис. 3.51)

Этот параметр указывает количество отражаемой входной мощности в дБ. В хорошо адаптированных системах данные значения составляют около 20 дБ для 50-омных систем. Эта величина имеет большое значение для антенных устройств. При отклонении волнового сопротивления от нормы на месте стыка возникают отражения. Потребитель больше не может потреблять полную мощность, поскольку отражаемая мощность на линии поступает обратно к питающему источнику.



1	Прибывающая волна
2	Волна наталкивается на изменение волнового сопротивления
3	Волна частично отражена и отступает обратно
4	Заглушенная волна
Z_L	Сопротивление подходящего кабеля
Z_0	Сопротивление после места стыка

Рис. 3.51: Отраженная волна (return loss)



1	Вносимое затухание
2	Затухание обратного потока

Рис. 3.52: Диаграмма: Вносимое затухание и затухание обратного потока, изображенные посредством сетевого анализатора.

На диаграмме (Рис. 3.52) показаны измеренные вносимое затухание и затухание обратного потока коаксиального разрядника, измеренные посредством высокочастотного сетевого анализатора.

КСВН

Коэффициент стоячей волны по напряжению (Voltage Standing Wave Ratio) – это отношение падающей волны к отраженной волне. Причиной стоячей волны может быть, например, ситуация, когда кабель не замкнут полным кабельным сопротивлением, или когда два кабеля с различным полным сопротивлением соединены между собой: например, коаксиальный кабель 50 Ом с коаксиальным кабелем 75 Ом.

При имеющемся рассогласовании, например, при открытом или короткозамкнутом конце кабеля, это может привести к удвоению или затуханию сигнальной волны.

Полоса пропускания

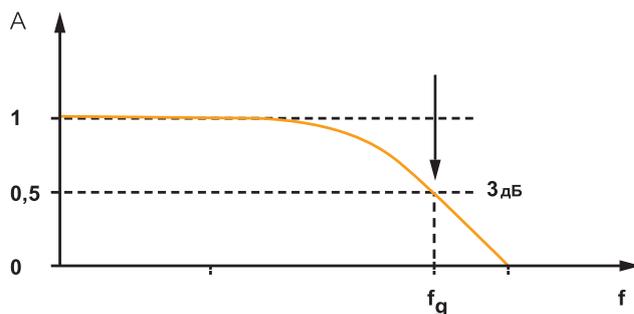
Полоса пропускания (ПП) обозначает разность двух частот, образующих полосу частот.

Полоса пропускания часто определяется как ширина полосы пропускания частот, где затухание мощности менее 3 дБ.

Часто в телекоммуникационной технике полоса пропускания обозначается как объем данных. Последний, однако, обозначает интенсивность информационного потока. Полоса пропускания и интенсивность информационного потока зачастую различаются между собой.

Предельная частота f_n (Рис. 3.50)

Предельная частота f_n характеризует реакцию разрядника на определенные частоты. Емкостные или индуктивные свойства элементов обеспечивают затухание сигнала при повышении частоты. При этом критическая точка обозначается как предельная частота f_n . Начиная с этой точки, сигнал теряет 50% (3 дБ) своей входной мощности. Предельная частота определяется согласно установленным критериям измерения. Если указаний нет, предельная частота в основном определяется по 50-омным системам.



1	Амплитуда сигнала
2	Частота
3	Предельная частота при 3дБ

Рис. 3.53: Предельная частота f_n

Перекрёстные помехи на ближнем конце (NEXT)

Из-за емкостных или индуктивных соединений части сигнала одной витой пары вводятся в другую пару, вызывая тем самым помехи. Данный эффект обозначается как перекрёстные помехи на ближнем конце (NEXT: Near End Cross Talk). В стандартах передачи, например, для классов сети в соответствии с EIA/TIA 568A/B или EN 50173-1, регламентируются границы параметров перекрёстных помех на ближнем конце NEXT. Приведенные диаграммы показывают характеристику передачи кабелей высокого и низкого качества.

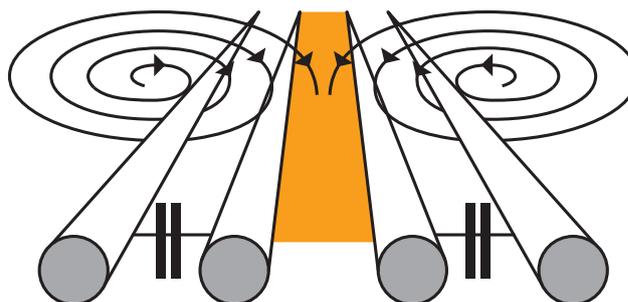
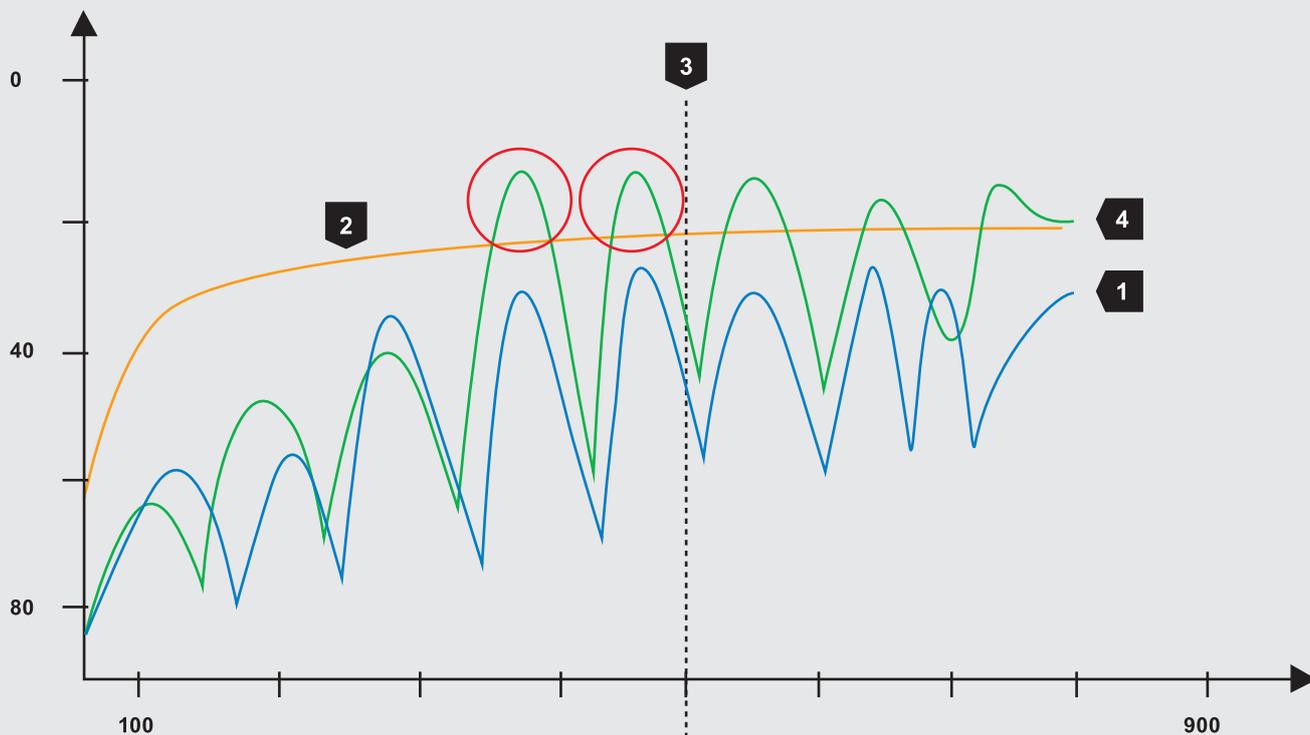


Рис. 3.54: Перекрёстные помехи витых пар



1	Оптимальные показатели NEXT
2	Границы
3	Релевантный спектр частот
4	Неудовлетворительные показатели NEXT

Рис. 3.55 Схема измерения NEXT: Противопоставление оптимальных и неудовлетворительных показателей NEXT

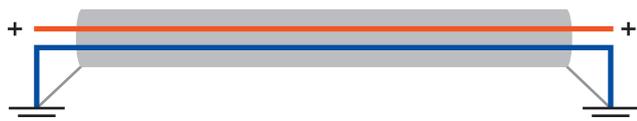


Рис. 3.56 Асимметричный провод



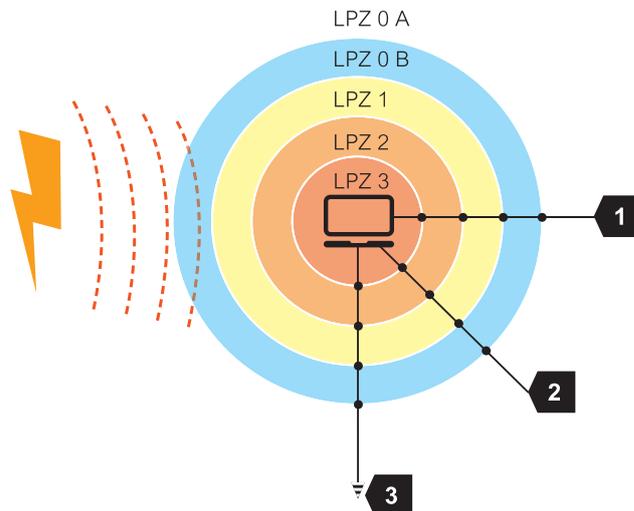
1	Оболочка кабеля
2	Изоляция жилы А
3	Изоляция жилы В
4	Проводник жилы А/В

Рис. 3.58: Прохождение кабелей через все зоны молниезащиты

3.3.1.6 Симметричная и асимметричная передача данных

Асимметричные интерфейсы (Рис. 3.56) имеют линию передачи данных и электрическое соединение через корпус. Напряжение сигнала изменяется по отношению к опорному потенциалу или корпусу.

При симметричной передаче данных (Рис. 3.57) вместо одной линии передачи данных для одного сигнала используется две линии передачи данных, например, витые пары. Одна линия сдвинута по фазе относительно другой на 180°. Если на жилу сигнала вводится помеха, то она вводится также и на вторую жилу. За счет смещения фаз паразитный сигнал, обусловленный образованием разности двух сигнальных линий, почти устраняется. В отношении систем передачи данных, например, DSL, также говорят об (а)симметричной или (а)синхронной системе. В данном случае имеется в виду симметричность или синхронность интенсивности информационного потока (скорость передачи данных). Так, например, скорость передачи данных по нисходящей линии /при скачивании данных, как правило, значительно отличается от скорости передачи данных по восходящей линии/при загрузке данных. Например, данные в сети ADSL скачиваются быстрее, чем загружаются. В SDSL в обоих случаях скорости передачи данных одинаковые.



1	Линия электропередачи
2	Линия передачи данных
3	Уравнивание потенциалов

Рис. 3.57: Симметричный провод

3.3.1.7 Классы защиты устройств

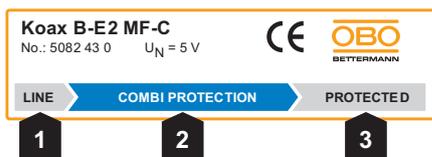
Объекты, подверженные опасности со стороны молнии и импульсных напряжений, подразделяются на так называемые зоны молниезащиты (Lightning Protection Zone). Назначение данных зон молниезащиты (LPZ) – снижение амплитуды тока молнии или импульсного напряжения от зоны к зоне в целях приведения как минимум к одинаковому показателю пробивной прочности соответствующих устройств. При этом различные подводы, такие как линии электропередачи и линии передачи данных, зачастую проходят через все зоны. (Рис. 3.58)

Для каждой из этих зон должно быть выбрано соответствующее устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Класс защиты УЗИП, производимых ОВО, обозначен на всей продукции.



1	Незащищенная сторона
2	Класс защиты: Базовая защита
3	Защищенная сторона/устройство

Рис. 3.59: LPZ 0 B - 2, Конечный идентификатор B (базовая защита) выделен красным цветом



1	Незащищенная сторона
2	Класс защиты: Комбизащита
3	Защищенная сторона/устройство

Рис. 3.60: LPZ 0 B - 3, Конечный идентификатор C (комбинированная защита, комбизащита) выделен синим цветом



1	Незащищенная сторона
2	Класс защиты: Высокочувствительная защита
3	Защищенная сторона/устройство

Рис. 3.61: LPZ 1 - 3, Конечный идентификатор F (высокочувствительная защита) выделен зеленым цветом

Базовая защита (Рис. 3.59)

Устройства с базовой защитой – молниезащитные разрядники класса 1, способные отводить токи молнии и импульсные перенапряжения. Одноступенчатая схема защиты содержит газовые разрядники. Эти устройства устанавливаются на местах ввода проводов в здание. Они служат для отвода токов молнии с формой волны 10/350мкс, которые вводятся снаружи здания по линиям передачи данных.

Высокочувствительная защита (Рис. 3.60)

В устройствах с высокочувствительной защитой импульсные перенапряжения ограничиваются полупроводниковой диодной сборкой в цепочке с резистором переходного поглощения. Заземление устройств осуществляется через высокопроизводительный газовый разрядник. Развязка с базовой и высокочувствительной защитой имеет место в том случае, если длина проводника между базовой и высокочувствительной защитой имеет длину не менее 5 м. Устройства с высокочувствительной защитой всегда должны устанавливаться непосредственно на защищаемом устройстве.

Исполнение

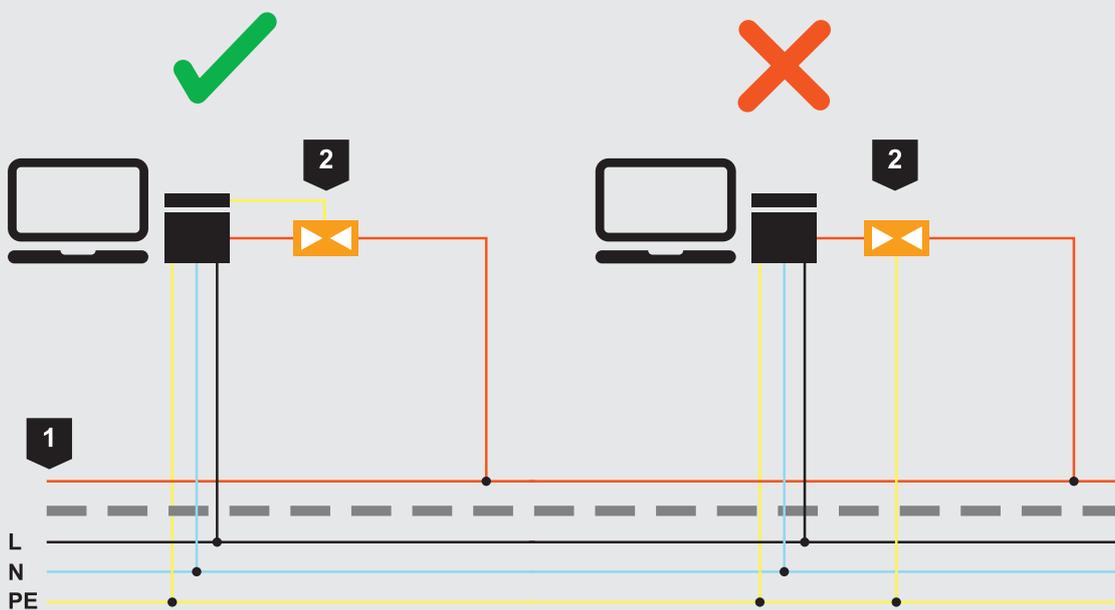
Для обеспечения надлежащей функции устройств защиты телекоммуникационных линий при установке должны учитываться различные аспекты. Они будут рассмотрены в последующих главах.

Выбор УЗИП

Чтобы правильно подобрать УЗИП для определенного применения, компания ОБО Беттерманн предлагает в Приложении всеохватывающую таблицу выбора устройств защиты, которая значительно облегчит Вам выбор УЗИП. Если нужный интерфейс не приведен в таблице, то должны быть проверены следующие технические свойства сигнального интерфейса и сопоставлены с критериями УЗИП:

1. Вид системы (телекоммуникационная программа, контрольно-измерительная система, ...)
2. Полярность или количество требуемых подключений жил
3. Макс. допустимое напряжение при длительной нагрузке УЗИП
4. Макс. допустимый ток нагрузки УЗИП
5. Поддерживаемый диапазон частот
6. Место установки и возможные способы монтажа (U-образная шина, соединитель, ...)
7. Необходимый класс защиты (базовая защита, высокочувствительная защита, комбизащита)

Несоответствующее УЗИП может значительно нарушить работу системы, например, при слишком высоком затухании сигнального контура. Если напряжение или ток нагрузки системы превышают критерии УЗИП, то оно может быть разрушено из-за перегрузки.



1	Сигнальная линия
2	Устройство защиты
L	Фаза
N	Нейтральный проводник
PE	Защитный проводник

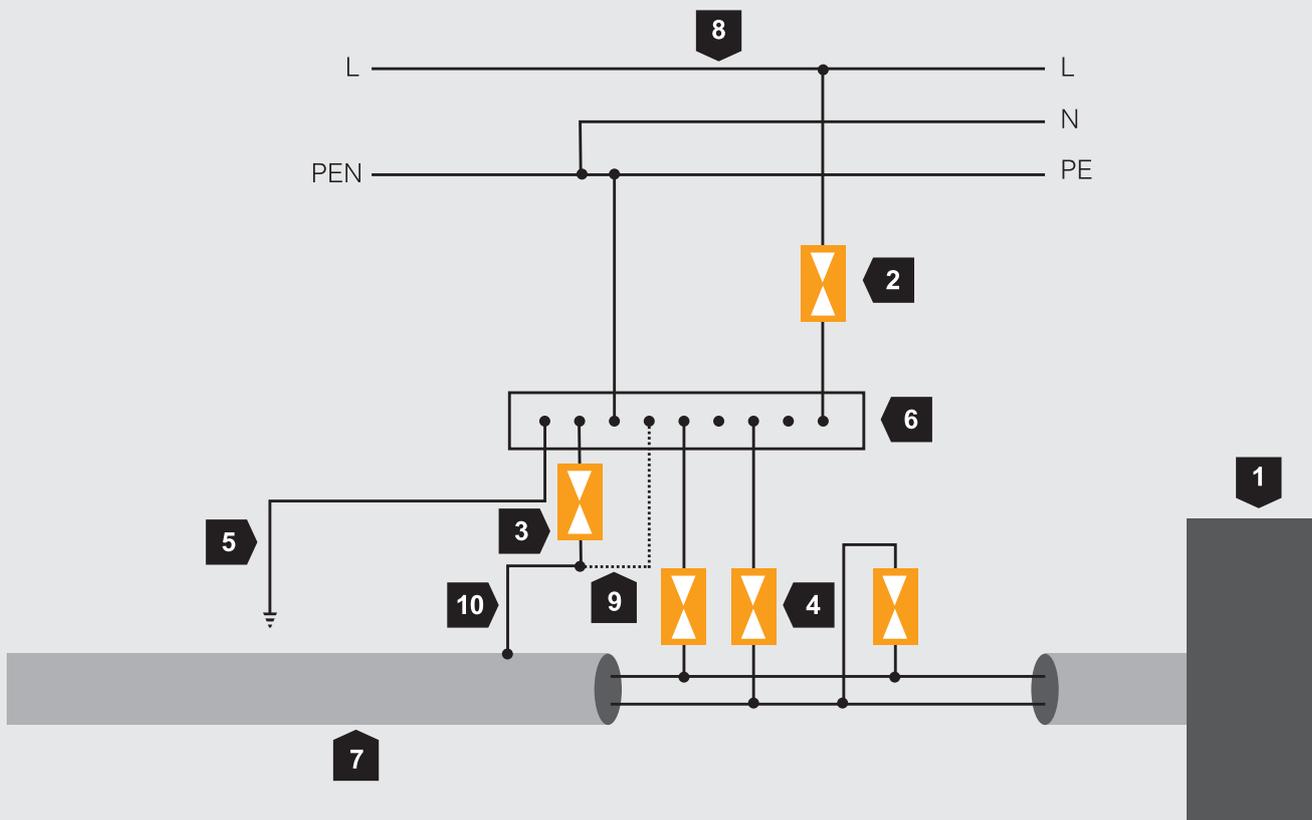
Рис 3.62: Пример установки с правильным и неправильным подключением потенциала к устройству защиты

3.3.2 Установка устройств защиты телекоммуникационных линий

Если проводники слишком длинные, в результате индуктивности проводников происходит падение напряжения, отрицательно влияющее на уровень защиты от импульсных напряжений. Напряжение может настолько сильно повыситься, что показатель пробивной прочности будет превышен, и на приборе, несмотря на защиту от импульсных напряжений, возникнут повреждения.

3.3.2.1 Уравнивание потенциалов для телекоммуникационных сетей

Телекоммуникационные системы отличаются от силовых сетей тем, что в них возникают продольные и поперечные напряжения, которые можно минимизировать, если установить соответствующие разрядники с элементами, ограничивающими напряжение. Для достижения необходимого уровня защиты эти устройства следует кратчайшим путем соединить с системой уравнивания потенциалов. Не следует использовать для этого длинные провода. Лучшим решением является установка локального уравнивания потенциалов. (Рис. 3.63) Соединение экранов тоже имеет большое значение. Полная экранирующая защита от емкостных и индуктивных вводов обеспечивается лишь в том случае, если система уравнивания потенциалов соединена с экраном через малое сопротивление с обеих сторон.



1	Защищаемое устройство / ТК-линия
2	УЗИП (для силовых сетей)
3	Газовый разрядник (непрямое экранирование)
4	Газовые разрядники
5	Соединение с уравниванием потенциалов
6	Шина уравнивания потенциалов

7	Телекоммуникационная линия
8	Силовая линия
9	Прямое соединение с уравниванием потенциалов (предпочтительно)
10	Проводящий экран телекоммуникационной линии
L	Фаза
N	Нейтральный проводник
PE	Защитный проводник

Рис. 3.63 Уравнивание потенциалов телекоммуникационных линий

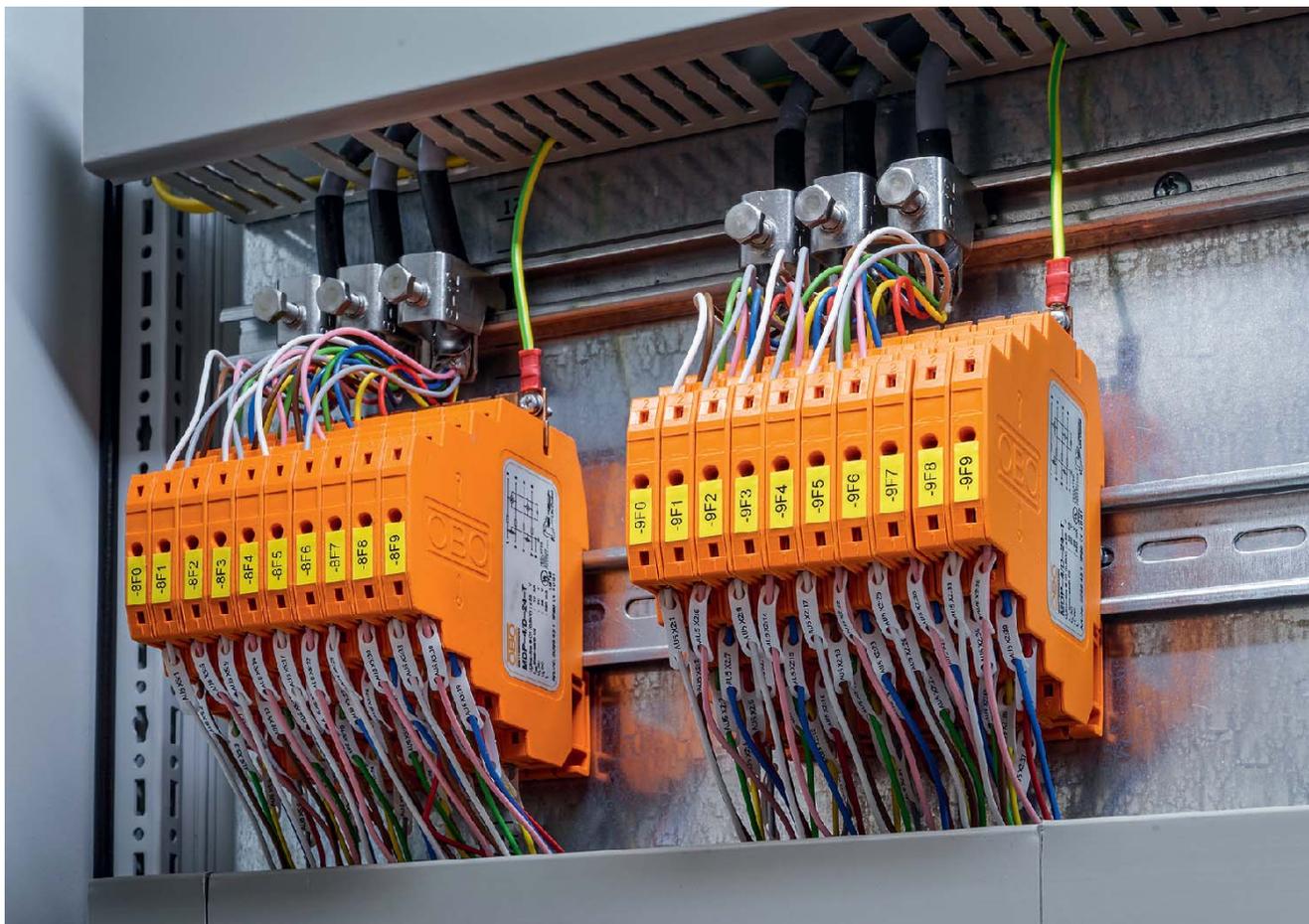


Рис. 3.64 Монтаж молниезащитных барьеров типа MDP в шкафу управления

3.3.2.2 Контрольно-измерительная техника

Контрольно-измерительная техника и промышленные сети позволяют осуществлять автоматическое управление производственными линиями или удаленный контроль различных датчиков и исполнительных механизмов. На сегодняшний день данная техника является сердцем любого современного промышленного предприятия. Ее выход из строя привел бы к большим финансовым затратам. Для предотвращения этого системы должны быть защищены от импульсных перенапряжений, обусловленных индуктивными и емкостными вводами.

Молниезащитные барьеры TKS-B, FRD, FLD, FRD2 и FLD2 защищают электронное контрольно-измерительное оборудование от импульсных перенапряжений. В областях, где требуется особенно малая монтажная ширина одновременно с большим количеством полюсов, применяются молниезащитные барьеры типа MDP.

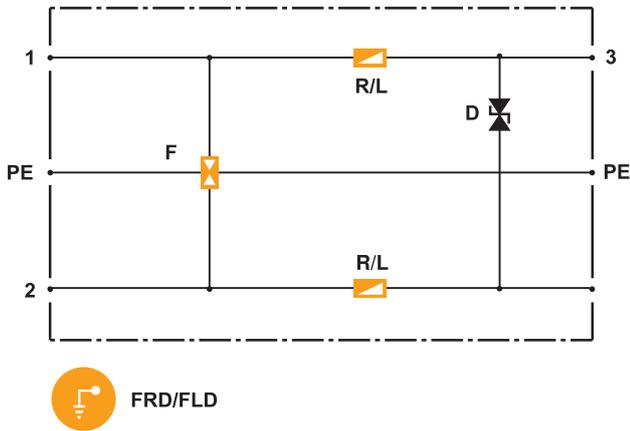


Рис. 3.65: Схема молниезащитного барьера FRD/FLD

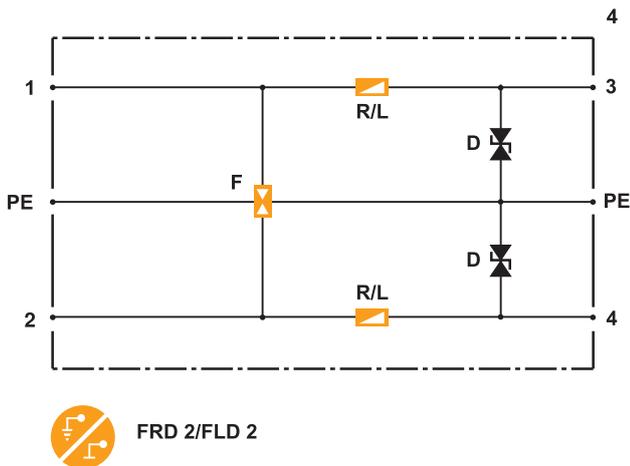


Рис. 3.66: Схема молниезащитного барьера FRD2/FLD2

Тип FRD/FLD (Рис. 3.65)

Молниезащитные барьеры серии FRD и FLD, а также MDP специально разработаны для так называемых не соединенных с корпусом (асимметричных, с нулевым потенциалом) систем с парными жилами. К ним относятся системы, сигнальные цепи которых не имеют общего опорного потенциала с другими сигнальными цепями, например, петли тока 20 мА. Эти устройства подходят для универсального применения.

Тип FRD2/FLD2 (Рис. 3.66)

Молниезащитные барьеры серии RD2 и FLD2 относятся к устройствам защиты для применения в соединенных с корпусом (симметричных, с определенным потенциалом) одножильных системах.

Соединенные с корпусом системы представляют собой сигнальные цепи, имеющие общий опорный потенциал с другими сигнальными цепями. В таких системах, помимо защиты основного устройства, могут быть защищены еще два других телекоммуникационных провода. Выбор барьера FRD (с омической развязкой) или барьера FLD (с индуктивной развязкой) зависит от защищаемой системы.

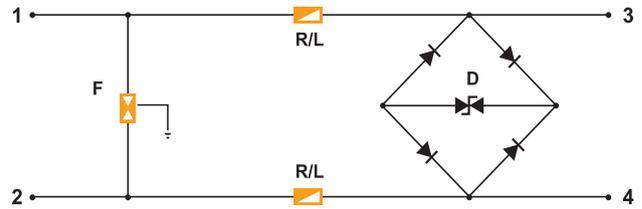


Рис. 3.67: Схема базовой защиты в измерительной цепи

Применение молниезащитных барьеров в измерительных цепях (Рис. 3.67)

При использовании молниезащитных барьеров в измерительных цепях необходимо проверить, является ли допустимым повышение сопротивления. При использовании барьеров серии FRD и FRD2 в измерительных цепях может возникнуть повышенное сопротивление, обусловленное развязкой. Это может стать причиной ошибок в измерениях с применением петель тока измерений. Поэтому в таких цепях следует использовать молниезащитные барьеры FLD/FLD2 или MDP. Кроме того, необходимо проверить максимальный рабочий ток, чтобы элементы развязки не подвергались термическому разрушению, обусловленному потерянной мощностью.

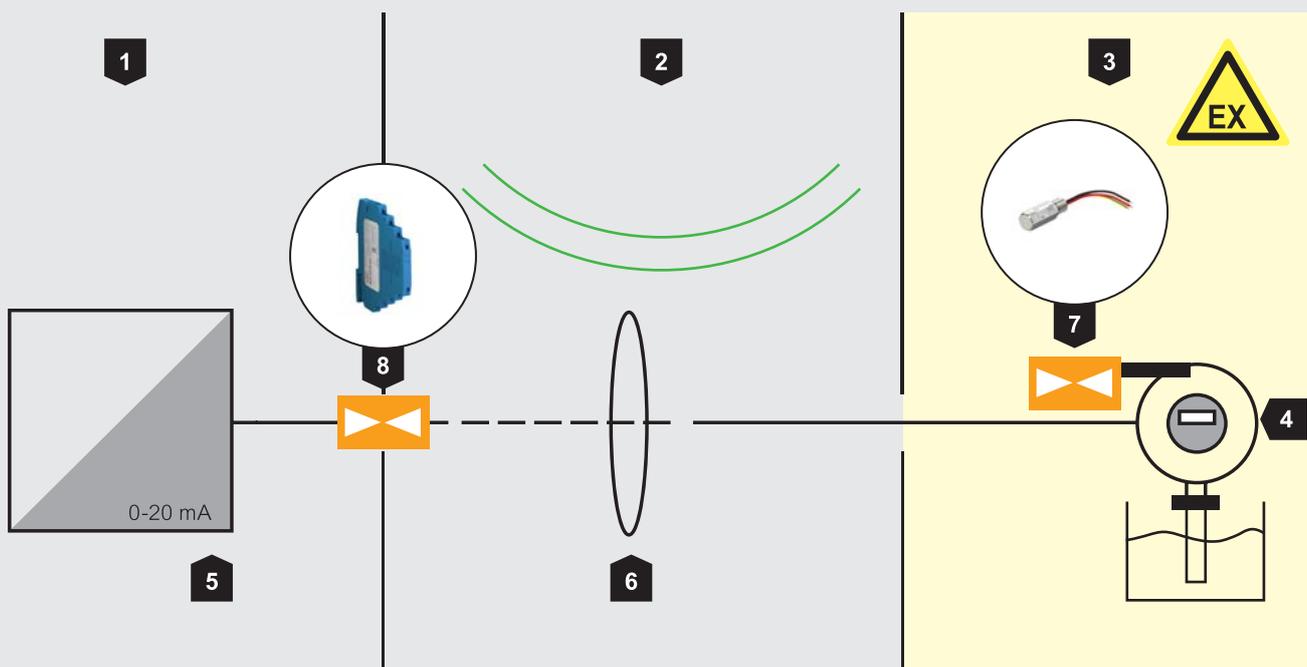
При применении разрядников с интегрированной функцией индуктивности для развязки при высоких передаваемых частотах происходит затухание сигнала. Поэтому при использовании в измерительных цепях с высокими передаваемыми частотами предпочтение отдается молниезащитным барьерам с омическими элементами развязки.

Защита от импульсных перенапряжений для взрывоопасных зон (Рис. 3.66)

Во взрывоопасных зонах защита от импульсных перенапряжений является важной темой. Здесь действует положение о том, что дорогостоящая контрольно-измерительная техника должна быть защищена от воздействия импульсных перенапряжений, обусловленных атмосферными разрядами. Именно чувствительная контрольно-измерительная техника, провода которой часто проходят через поля, наиболее подвержена влиянию импульсного перенапряжения или ударам молнии. На следующем рисунке, изображающем применение интерфейса мощностью 20 мА, представлено типичное устройство контрольно-измерительной техники.



Рис. 3.66: Сенсор с Petrol Field Protector (см. пункт 7 на рис. 3.68)



1	Защищенная сторона
2	Поле
3	Взрывоопасная зона Ex 1,2
4	Защищенный датчик
5	Источник сигнала
6	Индуктивный ввод помех
7	УЗИП на датчике (например, FDB)
8	УЗИП перед источником сигнала (например, MDP)

Рис. 3.68: Пример применения – Защита сигнальной линии контрольно-измерительной техники в зоне EX



Рис. 3.69: Защита подключения ISDN + DSL при помощи TeleDefender

3.3.2.3 Телекоммуникация

Области применения телекоммуникации сегодня разнообразны. Многие ассоциируют данный термин исключительно с классическим телефоном. Однако его спектр значительно шире. Более того, термин обозначает передачу любой информации при помощи технических инфраструктур на определенное расстояние. Так, например, сфера высокоскоростных передач по оптоволокну точно так же относится к теме телекоммуникаций, как и отправка факса.

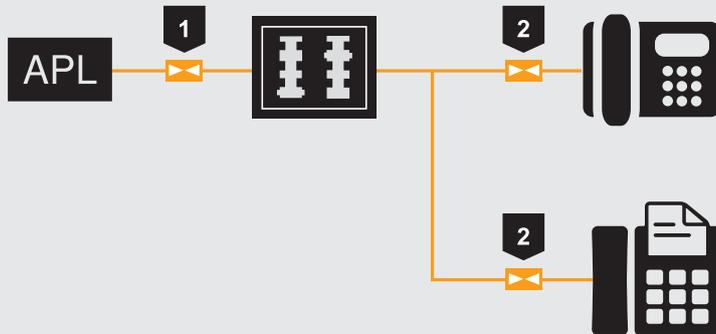
Телефонные системы

Помимо своих прямых функций, современные телефонные системы часто выполняют функцию интерфейса для подключения других услуг, например, для интернета. Многочисленные устройства, обеспечивающие такие подключения, соединены с линией напрямую и поэтому должны быть включены в систему защиты от перенапряжений. В связи с большим разнообразием подключаемых устройств к выбору средств защиты необходимо подойти очень тщательно.

Стандартное аналоговое подключение

Стандартное аналоговое подключение не предоставляет дополнительных услуг подобно другим системам. Один или несколько телефонов соединяются по схеме «звезда» и при поступающем вызове звонят одновременно. Доступ к Интернету осуществляется через отдельный модем. Поскольку аналоговое подключение без технических аксессуаров предоставляет только один канал, во время телефонного разговора доступ к сети Интернет отсутствует, и наоборот – во время работы в Интернете невозможен телефонный разговор.

Подключение ISDN (Integrated Services Digital Network System = цифровая сеть с интеграцией услуг) В отличие от стандартного аналогового подключения сеть ISDN с помощью специальной системы шин (S0) предоставляет 2 канала, обеспечивая возможность ведения двух разговоров одновременно. Пользователь может работать в сети Интернет во время телефонного разговора, при этом скорость передачи данных здесь выше, чем при аналоговом подключении (64 кбит/сек на одном канале). Кроме того, в сетях ISDN возможны дополнительные услуги, например, переключение между вызовами, обратный вызов и т.д.



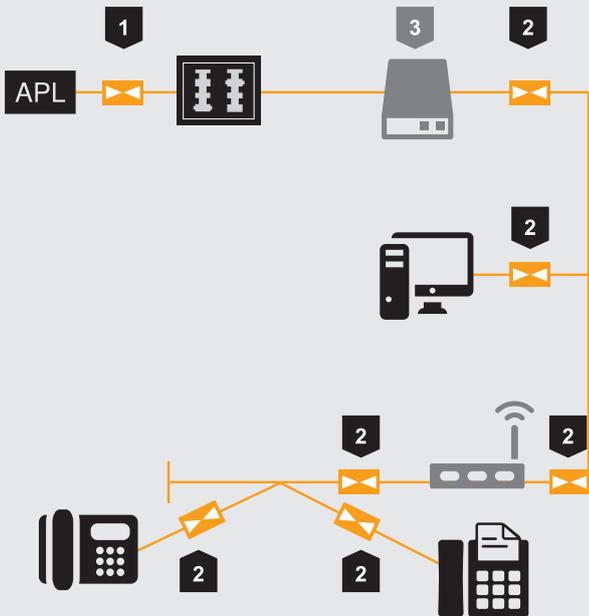
	Устройство	Арт. №
1	TKS-B или TD-4/I	5097 97 6 5081 69 0
2	RJ11-TELE 4-F	5081 97 7

Рис. 3.70: Защита аналогового телефонного подключения

Аналоговое подключение (Рис. 3.70)

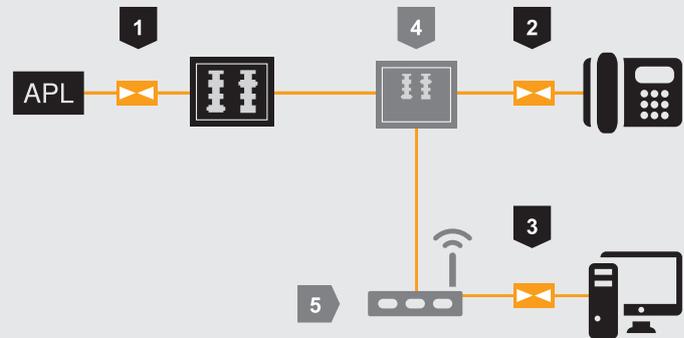
Аналоговая телефонная система

- Одна линия (без системного подключения)
- Низкая скорость передачи данных (56 кбит/сек)



	Устройство	Арт. №
1	TKS-B или TD-4/I	5097 97 6 5081 69 0
2	2 ND-CAT6A/EA	5081 80 0
3	NTBA	

Рис. 3.71: Защита подключения ISDN



	Устройство	Арт. №
1	1 TKS-B или TD-2D-V	5097 97 6 5081 69 8
2	2 RJ11-TELE 4-F	5081 97 7
3	ND-CAT6A/EA	5081 80 0
4	Сплиттер	-
5	DSL-модем	-

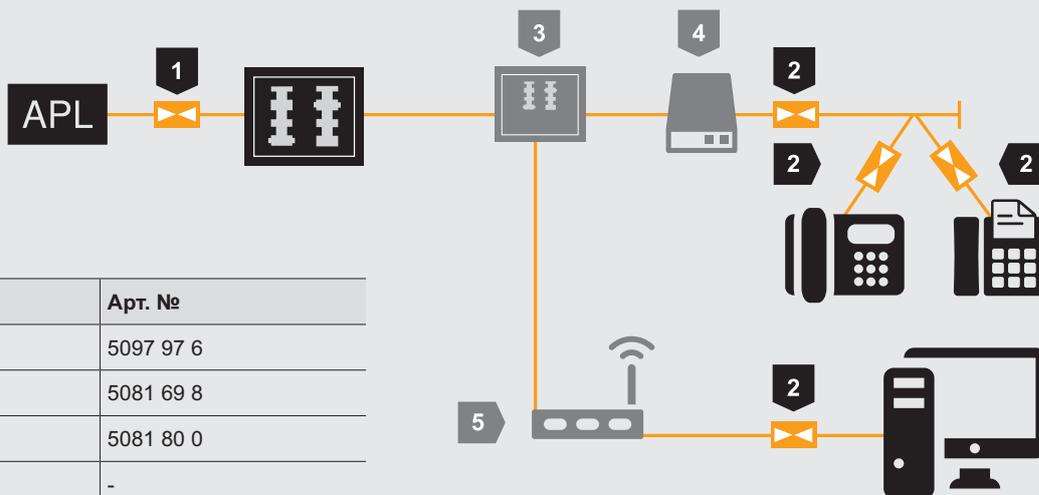
Рис. 3.72: Защита DSL+ аналогового телефонного подключения

Подключение DSL (Digital Subscriber Line = цифровая абонентская линия)

В настоящее время чаще всего применяется подключение DSL. Телефонный и телекоммуникационный каналы разъединены с помощью сплиттера, и к телекоммуникационному каналу подключен специальный модем, который через специальную сетевую карту соединен с ПК. Скорость передачи данных в сетях DSL превышает скорость аналогового подключения и сетей ISDN; она позволяет, таким образом, быструю загрузку музыки и фильмов из сети Интернет.

Так как существуют различные варианты сети DSL, например, ADSL и SDSL, то общую сеть DSL также называют XDSL. Сеть XDSL позволяет использовать аналоговые телефоны без дополнительного оборудования, а также создать комбинацию с ISDN. В следующей схеме представлены возможные способы защиты типичного подключения ISDN / аналоговое + DSL. (Рис. 3.70-3.74) Более обширный обзор можно найти в таблицах выбора.

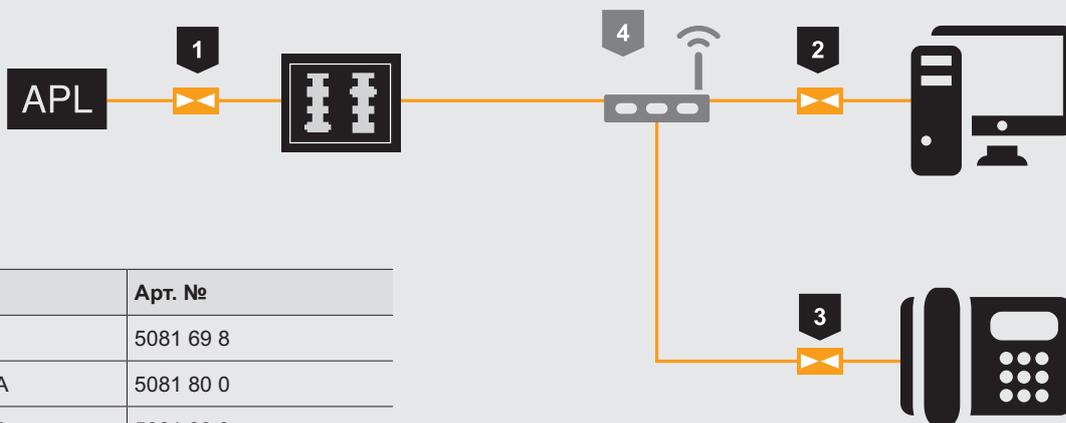
Подключение DSL в комбинации с подключением ISDN



	Устройство	Арт. №
1	TKS-B или	5097 97 6
2	TD-2D-V	5081 69 8
2	ND-CAT6A/EA	5081 80 0
3	BTBA	-
4	Сплиттер	-
5	DSL-модем	-

Рис. 3.73: Защита подключения ISDN + DSL посредством TeleDefender

Подключение IP



	Устройство	Арт. №
1	TD-2D-V	5081 69 8
2	ND-CAT6A/EA	5081 80 0
3	ND-CAT6A/EA (IP-/ISDN-телефон)	5081 80 0
3	RJ11-TELE 4-F (аналоговый телефон)	5081 97 7
4	IP-модем	-

Рис. 3.74: Защита подключения IP

3.3.2.4 Высокочастотные технологии

Высокочастотная техника часто находит применение в системах беспроводной передачи информации, такой как речь, данные и видеоизображения. В данном разделе приведены наиболее известные технологии:

GSM

GSM (Global System for Mobile Communications) – глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи. Область его применения в основном сосредоточена на радиотелефонной связи между абонентами мобильной сотовой связи. Данный стандарт предлагает также возможность передачи данных с функцией коммутации каналов и пакетов. Стандарт GSM был введен в Германии в 1992 г.

UMTS / LTE

Универсальная Мобильная Телекоммуникационная Система (UMTS) в отличие от GSM позволяет обеспечивать более высокую интенсивность информационного потока. Стандарт третьего поколения позволяет поддерживать скорость передачи информации до 42 Мбит/с при использовании HSDPA+ и до 300 Мбит в комбинации со стандартом четвертого поколения LTE (Long Term Evolution = долговременное развитие). LTE используется также для предоставления услуг широкополосной передачи данных в сельских регионах и устранения так называемых «белых пятен» (регионы с подключением к каналу передачи данных со скоростью менее 1 Мбит/с).

TETRA

TETRA – стандарт цифровой транкинговой радиосвязи. В переводе с английского “terrestrial trunked radio” означает «наземная транкинговая радиосвязь». С данным стандартом возможна не только классическая передача речи, но и услуги по обработке данных, сигнализации и размещению. Поэтому он подходит для многостороннего применения. Учреждения и организации с функциями в сфере безопасности (по-немецки сокращенно называемые BOS) используют также данный стандарт.

GPS

Система глобального позиционирования (Global Positioning System) – спутниковая система определения местоположения и скорости объектов. Самой известной областью применения данной технологии являются навигационные системы.

Спутниковое ТВ

Спутниковое ТВ, также как и GPS, использует в качестве технологии передачи данных спутниковую систему и служит для вещания аналоговых и цифровых телевизионных программ. Для приема сигнала требуются спутниковая антенна и спутниковый конвертер LNB (Low Noise Block), преобразующий частоты спутниковой связи в частоты, которые могут использоваться коаксиальными кабелями.



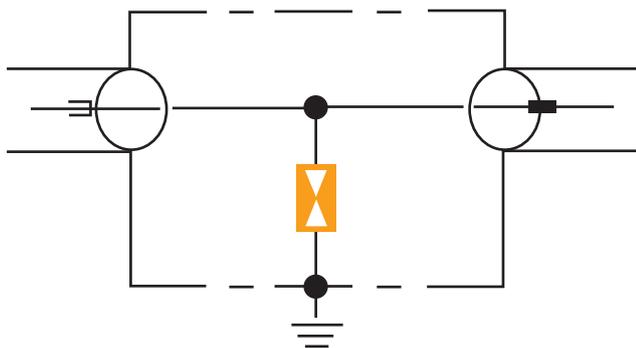


Рис. 3.75: Коаксиальное УЗИП с газовым разрядником

Эти чувствительные высокочастотные системы должны быть защищены от токов молнии и импульсных перенапряжений. В данном случае могут применяться коаксиальные разрядники импульсных перенапряжений DS от ОБО Беттерманн. Они характеризуются оптимальными параметрами передачи данных с низкими показателями затухания и последовательно подсоединяются к пути передачи данных. Они применимы для всех типовых подключений. Говоря о коаксиальных разрядниках, различают между разрядниками импульсных перенапряжений с газовым разрядником и с технологией «лямбда/4».

Коаксиальные разрядники импульсных перенапряжений с газовым разрядником

Первый вариант - коаксиальные разрядники импульсных перенапряжений с газовым разрядником. (Рис. 3.75) По ним возможна передача данных с частотой от Гц на пост. токе. Они совместимы почти со всеми штепсельными системами. Поэтому области их применения разнообразны. Кроме того, в случае дефекта газовый разрядник можно заменить. Из-за своей емкости газовые разрядники все же имеют ограничения в своей полосе пропускания: так, предельная частота в настоящий момент составляет ок. 3 ГГц. Таким образом, невозможна передача WLAN-сигналов по стандарту 802.11n с частотой до 5,9 ГГц.

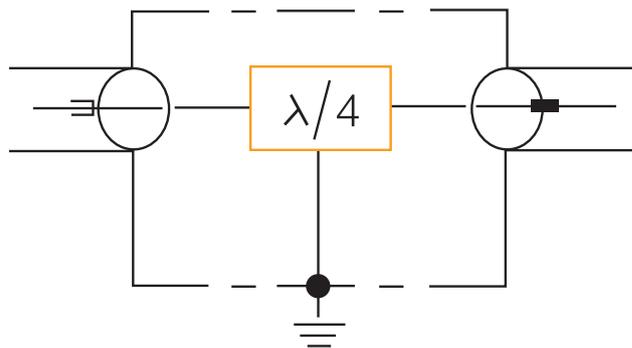


Рис. 3.76: Коаксиальное УЗИП с технологией «лямбда/4»

Разрядник импульсных перенапряжений с технологией «лямбда/4»

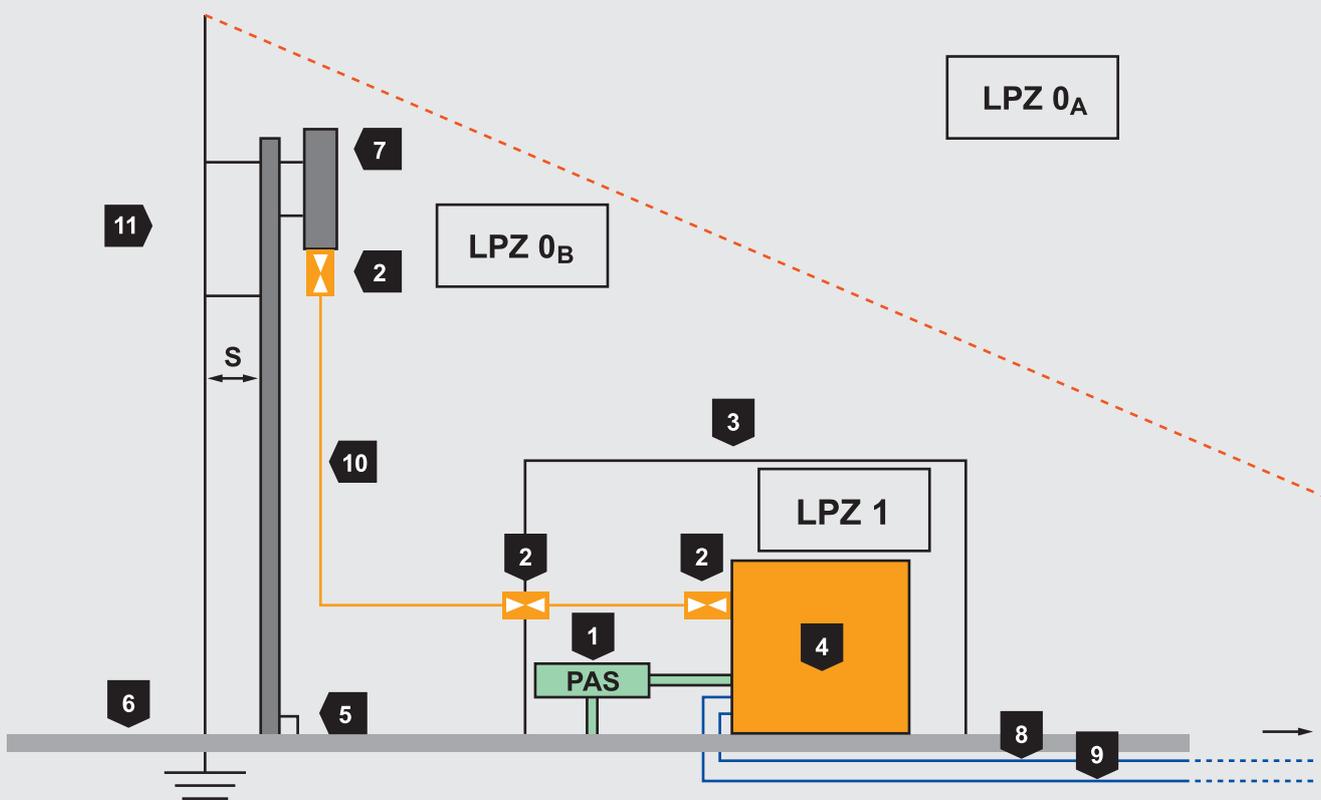
Другой вариант - разрядники импульсных перенапряжений с технологией «лямбда/4». (Рис. 3.76) Данные разрядники являются полосовыми фильтрами и пропускают только определенный диапазон частот. Для сигналов за пределами поддерживаемого диапазона частот данный тип разрядников представляет собой гальваническое короткое замыкание. Преимуществом данной технологии является поддержка частот до 6 ГГц и очень низкий уровень защиты от импульсных перенапряжений, составляющий всего ок. 30 В. Кроме того, они почти не требуют затрат на техническое обслуживание, т.к. применение газового разрядника не требуется.

Их недостатком является невозможность передачи питающего напряжения на сигнальную линию, а также ограничение области использования в основном только одним применением, в зависимости от того, находятся ли необходимые частоты в пределах поддерживаемого диапазона частот.

Стандарты по молниезащите антенных установок

В соответствии с IEC 62305-3 мачта антенны на крыше строительного сооружения должна быть соединена с молниеприемником только в том случае, если антенная установка не находится в зоне защиты молниеприемника. Для ограничения импульсных перенапряжений должны быть установлены УЗИП.

На следующем рисунке 3.77 изображена схема реализации защиты антенной установки:



1	Шина уравнивания потенциалов (силовая и телекоммуникационная техника)
2	Коаксиальные устройства защиты (вариативные)
3	Экранированное здание
4	Передающее устройство/приемник
5	Внешний вывод
6	Фундаментный заземлитель
7	Антенна
8	Линия электропередачи
9	Телекоммуникационная линия
10	Коаксиальный провод
11	Молниеприемник с разделительным интервалом (s)

Рис. 3.77 Защита антенной установки

Благодаря изолированному исполнению по антенному проводу не проходит ток молнии. (Рис. 3.78) Условием является соблюдение разделительного интервала (s). У входа здания линия электропередачи и телекоммуникационная линия должны быть включены в уравнивание потенциалов молниезащиты. При прямом ударе в изолированный молниеприемник в результате увеличения потенциала на заземлителе, а также различных систем заземления могут возникнуть токи молнии на кабеле. В данном случае необходимо целенаправленно устанавливать молниезащитные разрядники. Для предотвращения перекрытий с экрана кабеля на сигнальную линию молниезащитный разрядник уравнивает потенциалы экрана и сигнальной линии.

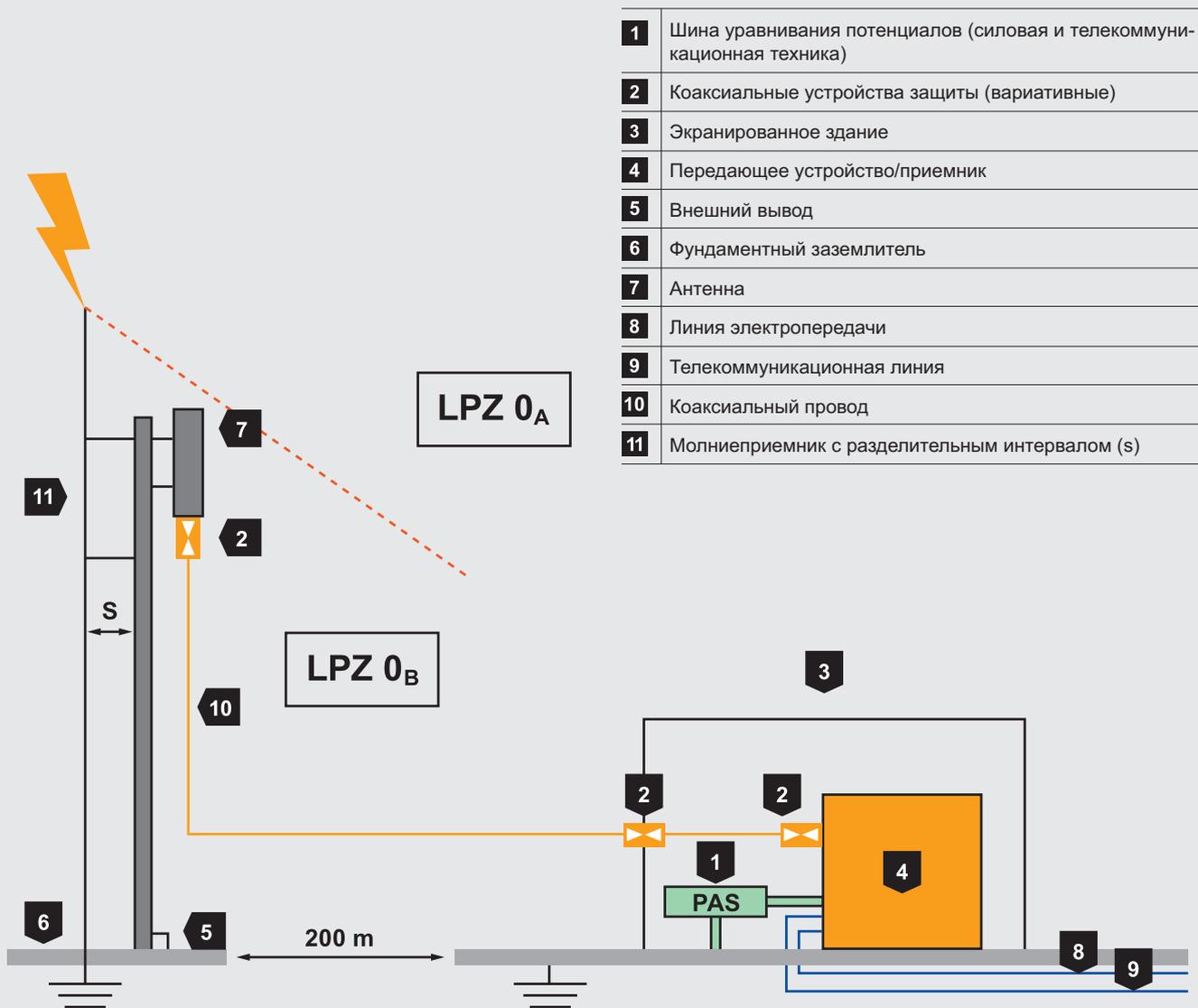
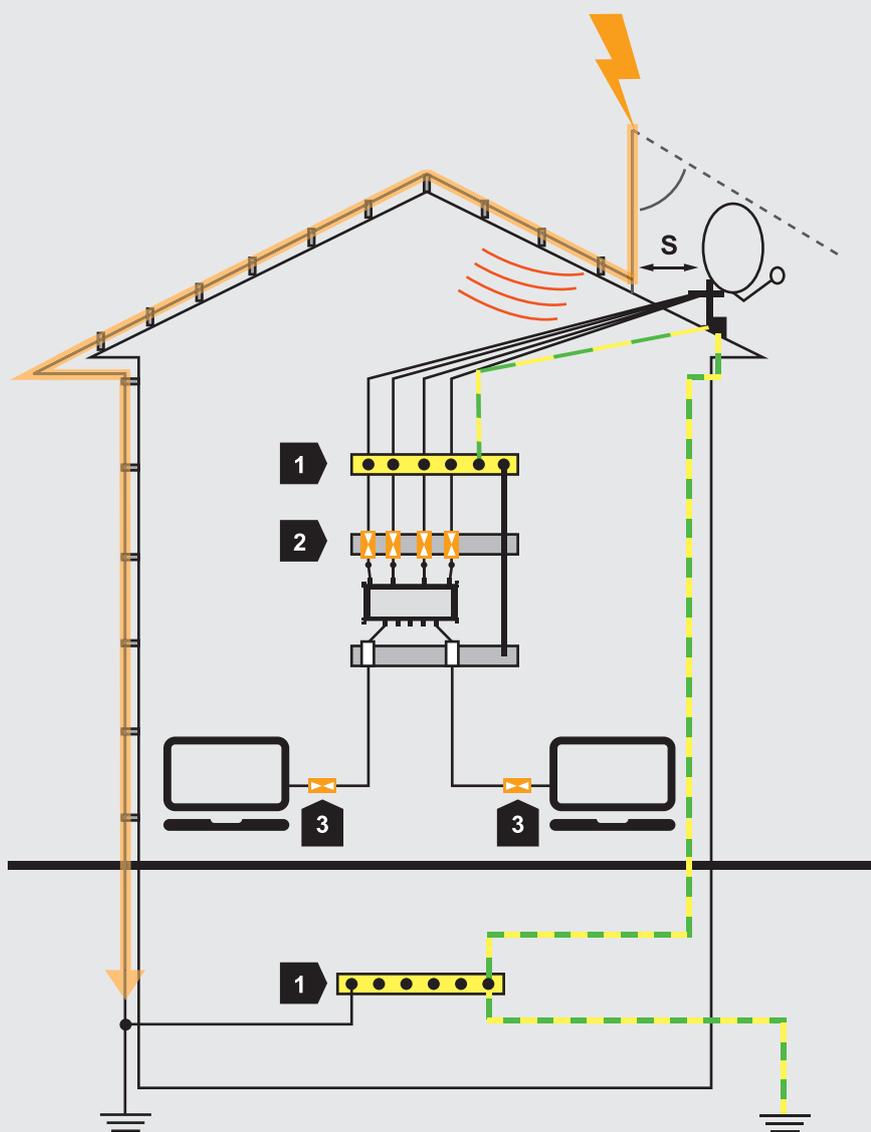


Рис. 3.78: Изолированная молниезащита на антенной установке и в различных системах заземления 200 м

Спутниковые системы (Рис. 3.79)

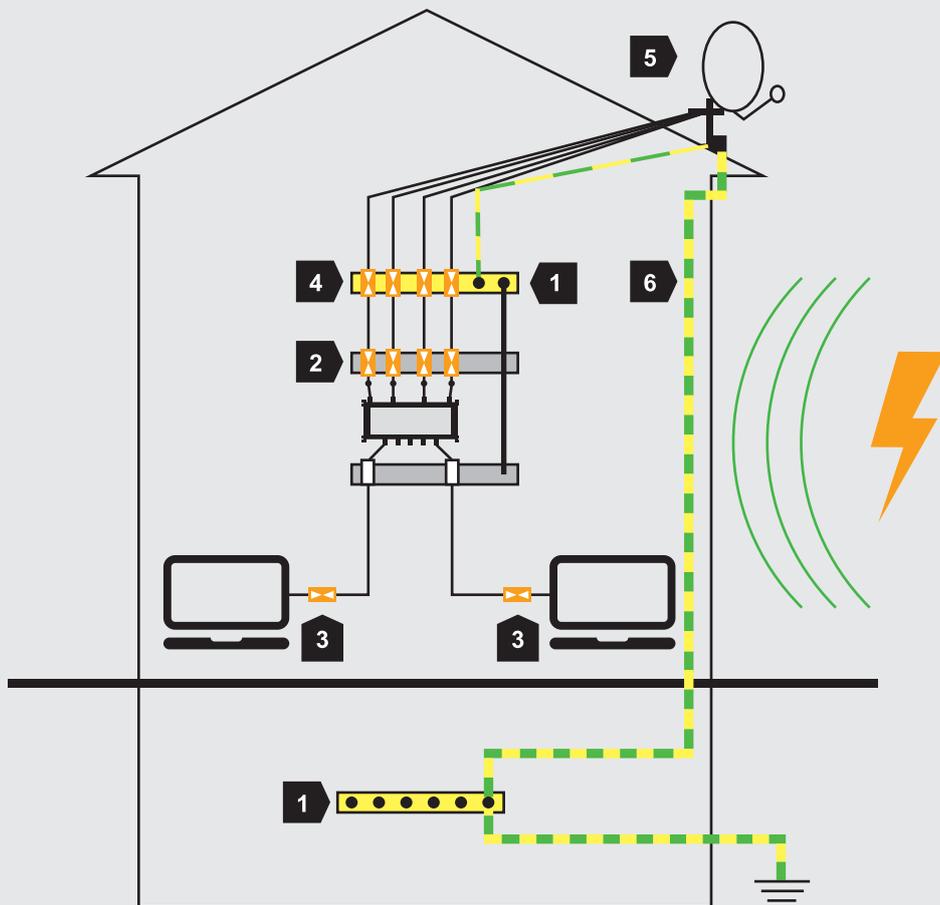
Спутниковые системы и антенны относятся к объектам, которые часто устанавливаются на крыше и исполняются в качестве открытых объектов рядом с молниеприемными стержнями. Именно по этой причине такие установки должны быть защищены от прямых ударов молнии посредством молниеприемных стержней, чтобы иначе самим не стать молниеприемниками. В идеальном случае по компоновке системы молниезащиты спутниковая антенна должна находиться в пределах защитного угла молниеприемного стержня. В таком случае опасность попадания прямого удара в спутниковые линии исключена.

Тем не менее, при ударе в молниеприемный стержень происходит ввод импульсных перенапряжений. Эти перенапряжения могут надежно ограничиваться до уровня, безопасного для защищаемого устройства, к примеру, при помощи УЗИП, например, TV 4+1 производства ОБО Беттерманн (для защиты, например, мультикоммутаторов) или FC-SAT-D (для защиты ТВ-устройства). Важным условием является соблюдение разделительного интервала (s) между молниеприемным стержнем и антенной установкой. На следующем рисунке представлена схема молниезащиты и защиты спутниковой антенны от импульсных перенапряжений:



	Устройство	Арт. №
1	Шина уравнивания потенциалов, например, OBO 1801 VDE	5015 65 0
2	Коаксиальное УЗИП, например, TV 4+1	5083 40 0
3	Устройство высокочувствительной защиты для спутниковых и 230 В подводов, например FC-SAT-D от OBO	5092 81 6

Рис. 3.79: Схема защиты спутниковой антенны и молниезащиты здания



	Устройство	Арт. №
1	Шина уравнивания потенциалов, например, 1801 VDE от OBO	5015 65 0
2	Коаксиальное УЗИП, например, TV 4+1	5083 40 0
3	Устройство высокочувствительной защиты для спутниковых и 230 В подводов, например OBO FC-SAT-D	5092 81 6
4	Молниезащитный разрядник DS-F от OBO	5093 27 5 / 5093 27 2
5	Заземление антенны 4мм ² , медь	-
6	Заземляющий провод не менее 16мм ² , медь	-

Рис. 3.80: Индукция перенапряжения в спутниковую систему

За счет согласования компонентов молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений токи молнии и перенапряжения могут надежно отводиться. Если в здании отсутствует внешняя молниезащита, то из-за открытой установки спутниковой системы существует опасность попадания прямого удара, также как и для молниеприемного стержня. По этой причине должна

дополнительно устанавливаться защита от импульсных перенапряжений с молниезащитными разрядниками класса D1. Помимо обычного заземления антенны при помощи медного кабеля сечением 4мм², антенная установка должна быть дополнительно соединена при помощи заземляющего медного провода сечением не менее 16 мм² с главной заземляющей шиной.

3.3.2.5 Информационная техника

Область применения информационной техники обширна. Она охватывает разнообразные сферы, начиная с простой установки принтера на ПК и заканчивая работой сложных вычислительных центров с несколькими тысячами клиентов. При этом независимо от фактически имеющегося сценария применение защиты от импульсных перенапряжений должно тщательно планироваться с учетом интерфейсов данных.

Ethernet

На сегодняшний день Ethernet является стандартной технологией в сетевых вычислительных системах. Специфицированная скорость передачи данных в настоящий момент составляет от 10 Мбит/с до 10 Гбит/с. Передача данных обеспечивается как по классическим медным проводам, так и по оптоволоконным линиям. В данный стандарт также включены кабельные и штепсельные формы, например, подключения RJ45.

Интерфейсы

Внешние устройства (принтеры, сканеры или управляющие устройства), управляемые через последовательные или параллельные интерфейсы, необходимо включить в общую концепцию защиты от перенапряжений.

Существует большое разнообразие интерфейсов для различных областей применения: от магистралей для телекоммуникационных систем и обмена данных до простых конечных устройств, таких как принтер или сканер. Компания ОБО Беттерманн предлагает полный комплекс защитных устройств, которые очень легко устанавливаются в зависимости от типа применения.

• Интерфейс RS232

RS232 является одним из наиболее распространенных интерфейсов. Обычно он используется, например, для модемов и других периферийных устройств. Однако это подключение уже вытеснено интерфейсом USB. Но для управляющих устройств по-прежнему часто применяется стандарт RS232.

• Интерфейс RS422

RS422 является последовательным высокоскоростным стандартом, который пригоден для связи между абонентами, если их число не превышает 10, и выполнен в форме шины. Система может использоваться максимум для 8 телекоммуникационных линий, при этом 2 линии всегда используются в качестве передающей и принимающей линии.

• Интерфейс RS485

Магистральный интерфейс RS485 незначительно отличается от RS422. Разница заключается в том, что RS485 позволяет с помощью одного протокола подключить несколько отправителей и получателей (до 32 абонентов). Максимальная длина этого магистрального интерфейса при использовании витых пар составляет около 1,2 км при скорости передачи данных 1 Мбит/с (в зависимости от последовательных контроллеров).

• Система TTY

В отличие от RS232 или других последовательных интерфейсов система TTY не управляется напряжением, она поставляет подводимый ток (4-20 мА). Таким образом, длина провода может достигать нескольких сот метров.

• Интерфейс V11

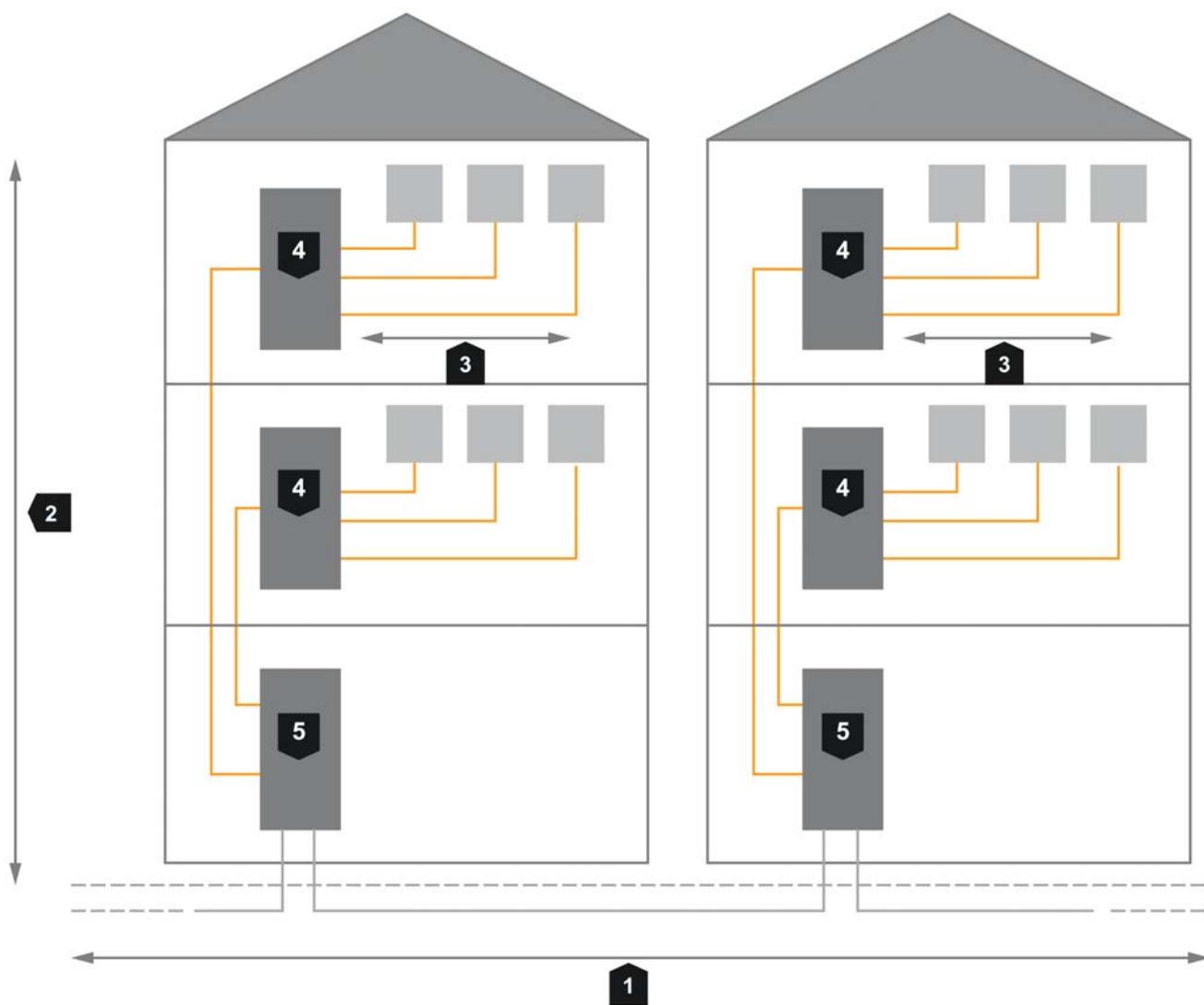
V11 – немецкое обозначение для интерфейса RS422, но американское название используется чаще.

• Интерфейс V24

V24 – немецкое обозначение для интерфейса RS232, но американское название используется чаще.

Структурированная прокладка кабелей

Стандартом по структурированной прокладке кабелей регламентируется реализация универсальной прокладки кабельной сети здания (УПКЗ). При этом слово «универсальная» подчеркивает нейтральность прокладки кабелей в применении. Это означает, что кабели прокладываются не только для определенной службы, например, исключительно для сетевых соединений, но также для многих других различных служб (речь, данные, аудио, телекоммуникационные станции, техника измерения, управления и регулирования, ...). Преимущество при этом заключается в том, что применение провода можно легко изменить без лишних затрат и необходимости прокладки новых кабелей. Данный стандарт нормируется в соответствии со стандартом CENELEC EN 50173-1.



1	Первичная прокладка кабельной сети
2	Вторичная прокладка кабельной сети
3	Третичная прокладка кабельной сети
4	ЭР: Этажный распределитель
5	РЗ: Распределитель здания

Рис. 3.81 Основной принцип структурированной прокладки кабельной сети

Структурированная прокладка кабельной сети подразделяется на три участка:

1. Первичная прокладка кабельной сети

Первичная прокладка кабельной сети служит для соединения комплексов здания (по горизонтали). Точкой присоединения является распределитель здания (РЗ). Критерием первичной прокладки кабельной сети может быть большое расстояние между различными частями здания. Важную роль играет также скорость соединения. Для возможности реализации высокой скорости передачи на данном участке зачастую в качестве линии передачи данных используется оптоволоконная технология, т.к. она обеспечивает более высокую скорость передачи данных, чем медные кабели, и к тому же устойчива к помехам со стороны электромагнитных импульсов.

2. Вторичная прокладка кабельной сети

В качестве вторичной прокладки кабельной сети обозначается соединение отдельных этажей здания (по вертикали). Этажные распределители напрямую связаны с распределителем здания и предлагают одновременно возможность подключения для различных оконечных устройств или присоединительных колодок. В качестве линии передачи данных также и здесь используется оптоволоконная технология.

3. Третичная прокладка кабельной сети

В качестве линии передачи данных здесь в качестве альтернативы к медной прокладке кабельной сети используется оптоволоконная технология. Прокладка кабельной сети, реализуемая в пределах одного этажа от оконечных устройств или присоединительных колодок к этажным распределителям, называется третичной прокладкой кабельной сети (по горизонтали). Здесь применяются различные линии передачи данных. При наличии абонентского оптоволоконного канала («fi ber to the desk») оптоволоконное соединение располагается между этажным распределителем и оконечным распределителем. Наиболее распространенным все же является традиционное соединение при помощи витой пары.

Для обеспечения исправной и бесперебойной работы данной инфраструктуры должна быть установлена молниезащита и защита от импульсных перенапряжений. Особенно там, где здание оснащено системой внешней молниезащиты, опасность, исходящая от токов молнии и импульсных перенапряжений, особенно высока. При несоблюдении разделительного интервала (s) могут возникнуть перекрытия с внешнего токоотвода на внутренние провода, например, в пределах одного кабельного канала, которые прокладываются вдоль стены здания.

Для зданий с системой внешней молниезащиты требуется внутренняя защита от токов молнии и импульсных перенапряжений.

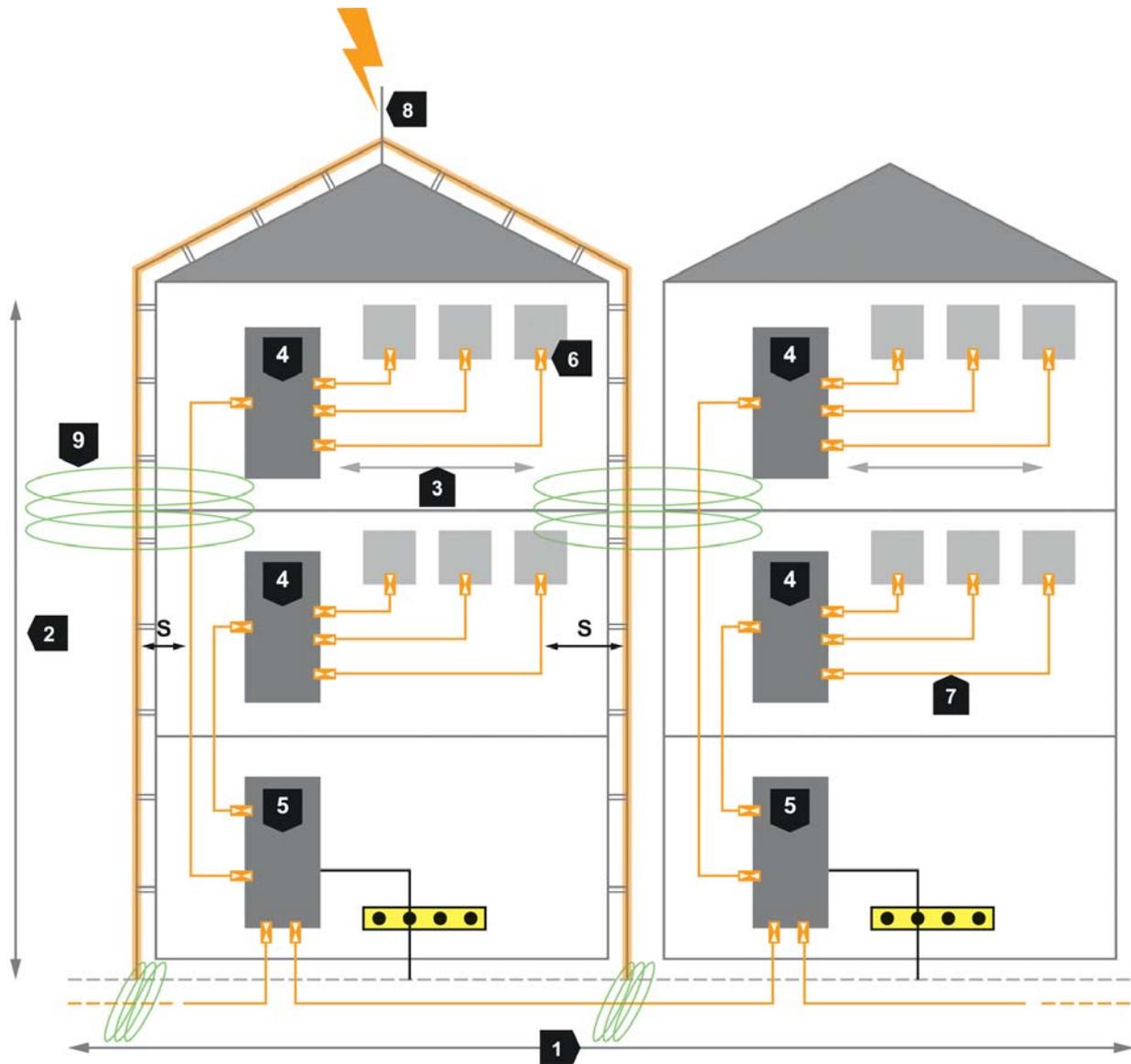


Рис. 3.82: Принципиальная схема распределения тока молнии и перенапряжений в здании со структурированной прокладкой кабельной сети

1	Первичная прокладка кабельной сети
2	Вторичная прокладка кабельной сети
3	Третичная прокладка кабельной сети
4	ЭР: Этажный распределитель
5	РЗ: Распределитель здания
6	Защита от импульсных перенапряжений
7	Линии передачи данных (оранжевый цвет)
8	Внешняя молниезащита (серый цвет)
9	Индуктивный ввод

Схема отображает защиту линий передачи данных. Силовые линии должны быть защищены дополнительно.

Подключение первичной прокладки кабельной сети к распределителю здания, а также соединения от распределителя здания к этажному распределителю должны быть защищены только в том случае, если в качестве проводов применяются медные кабели. Исключение составляют оптические кабели с металлическими элементами, например, с защитой от грызунов. Они также могут способствовать вводу токов молнии и перенапряжений в здание. Эти металлические элементы должны быть способны выдержать нагрузку по току молнии при подключении к уравниванию потенциалов.

Следующие изображения показывают, как устройства защиты сети Net Defender от OBO могут применяться для защиты сетевой инфраструктуры и оконечных устройств:



Рис. 3.81 Рекомендация по защите на коммутаторе с коммутационной панелью. УЗИП заземлены через U-образную шину.



Рис. 3.82 Рекомендация по защите на оконечном устройстве.

Для удержания низкого уровня защиты УЗИП использует в качестве РЕ-соединения защитный проводник корпуса ПК

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для высокочастотной, видео- и ТВ техники

Технология	Разъем/ соединение	Защищенные провода	Диапазон частот	Тип защитного устройства	Тип соединения	Арт. №	Вид защитного устройства
CATV	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	штекер/гнездо	5093 27 5	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 27 2	комбинированное
DCF 77	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	штекер/гнездо	5093 25 2	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 23 6	комбинированное
					штекер/штекер	5093 26 0	комбинированное
DCS 1800	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	штекер/гнездо	5093 99 6	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 98 8	комбинированное
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	штекер/гнездо	5093 25 2	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 23 6	комбинированное
					штекер/штекер	5093 26 0	комбинированное
	7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	штекер/гнездо	5093 17 1	комбинированное
DOCSIS	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	штекер/гнездо	5093 27 5	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 27 2	комбинированное
DVB-T / наземное вещание	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	штекер/гнездо	5093 27 5	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 27 2	комбинированное
	F	1	0,5 - 2,8 ГГц	TV4+1	гнездо	5083 40 0	высокочувствительное
DVB-T-2	N	1	0 - 6 ГГц	DS-N-6	штекер/гнездо	5093 99 8	комбинированное
Радиоустановки	UHF	1	0 - 1,3 ГГц	S-UHF	штекер/гнездо	5093 02 3	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 01 5	комбинированное
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	штекер/гнездо	5093 25 2	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 23 6	комбинированное
					штекер/штекер	5093 26 0	комбинированное
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	штекер/гнездо	5093 99 6	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 98 8	комбинированное
	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	штекер/гнездо	5093 17 1	комбинированное
	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	штекер/гнездо	5093 27 5	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 27 2	комбинированное
	TNC	1	0 - 4 ГГц	DS-TNC	штекер/гнездо	5093 27 0	комбинированное
GPS	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	штекер/гнездо	5093 25 2	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 23 6	комбинированное
					штекер/штекер	5093 26 0	комбинированное
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	штекер/гнездо	5093 99 6	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 98 8	комбинированное
	7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	штекер/гнездо	5093 17 1	комбинированное
	TNC	1	0 - 4 ГГц	DS-TNC	штекер/гнездо	5093 27 0	комбинированное

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для высоко-частотной и видеотехники, систем спутникового телевидения

Технология	Разъем/ соединение	Защищенные провода	Диапазон частот	Тип защитного устройства	Тип соединения	Арт. №	Вид защитного устройства
GSM 900 / 1800	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	штекер/гнездо	5093 25 2	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 23 6	комбинированное
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	штекер/штекер	5093 26 0	комбинированное
					штекер/гнездо	5093 99 6	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 98 8	комбинированное
	TNC	1	0 - 4 ГГц	DS-TNC	штекер/гнездо	5093 27 0	комбинированное
7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	штекер/гнездо	5093 17 1	комбинированное	
LTE	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	штекер/гнездо	5093 99 6	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 98 8	комбинированное
	TNC	1	0 - 4 ГГц	DS-TNC	штекер/гнездо	5093 27 0	комбинированное
	7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	штекер/гнездо	5093 17 1	комбинированное
PCS 1900	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	штекер/гнездо	5093 25 2	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 23 6	комбинированное
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	штекер/штекер	5093 26 0	комбинированное
					штекер/гнездо	5093 99 6	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 98 8	комбинированное
7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	штекер/гнездо	5093 17 1	комбинированное	
SAT-TV	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	штекер/гнездо	5093 27 5	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 27 2	комбинированное
	F	1	0,5 - 2,8 ГГц	TV4+1	гнездо	5083 40 0	высокочувствительное
	F	3	0 - 2,5 ГГц	FC-SAT-D	штекер/гнездо	5092 81 6	высокочувствительное
C-Band	N	1	0 - 6 ГГц	DS-N-6	штекер/гнездо	5093 99 8	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 27 2	комбинированное
Sky DSL	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	штекер/гнездо	5093 27 5	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 27 2	комбинированное
TETRA / BOS	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	штекер/гнездо	5093 25 2	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 23 6	комбинированное
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	штекер/штекер	5093 26 0	комбинированное
					штекер/гнездо	5093 99 6	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 98 8	комбинированное
7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	штекер/гнездо	5093 17 1	комбинированное	

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для высоко-частотной и видеотехники, систем спутникового телевидения

Технология	Разъем/соединение	Защищенные провода	Диапазон частот	Тип защитного устройства	Тип соединения	Арт. №	Вид защитного устройства
TV	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	штекер/гнездо	5093 27 5	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 27 2	комбинированное
	F	3	0 - 2,5 ГГц	FC-TV-D	штекер/гнездо	5092 80 8	высокочувствительное
UMTS	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	штекер/гнездо	5093 25 2	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 23 6	комбинированное
					штекер/штекер	5093 26 0	комбинированное
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	штекер/гнездо	5093 99 6	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 98 8	комбинированное
	TNC	1	0 - 4 ГГц	DS-TNC	штекер/гнездо	5093 27 0	комбинированное
Video/CCTV	7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	штекер/гнездо	5093 17 1	комбинированное
	BNC	1	0 - 65 МГц	Коax B-E2 MF-F	штекер/гнездо	5082 43 2	высокочувствительное
				Коax B-E2 MF-C	штекер/гнездо	5082 43 0	комбинированное
	BNC	1	0 - 160 МГц	Коax B-E2 FF-F	штекер/штекер	5082 43 4	высокочувствительное
WLAN (2,4 ГГц)	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	гнездо/гнездо	5093 27 7	комбинированное
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	штекер/гнездо	5093 99 6	комбинированное
					гнездо/гнездо	5093 98 8	комбинированное
	TNC	1	0 - 4 ГГц	DS-TNC	штекер/гнездо	5093 27 0	комбинированное
WLAN (> 5 ГГц) Stan- dard: a/h, n, ac	N	1	0 - 6 ГГц	DS-N-6	штекер/гнездо	5093 99 8	комбинированное
WiMAX	N	1	0 - 6 ГГц	DS-N-6	штекер/гнездо	5093 99 8	комбинированное

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для техники передачи данных

Технология		Разъем/соединение	Защищенные провода	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
Arcnet		BNC	1	КоaxB-E2 FF-F	5082 43 4	высокочувствительное
		BNC	1	КоaxB-E2 MF-F	5082 43 2	высокочувствительное
		BNC	1	КоaxB-E2 MF-C	5082 43 0	комбинированное
ATM		RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
		RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081 99 0	высокочувствительное
Ethernet	до класса 6A / EA	RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
	до класса 6 / E	RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6/E-F	5081 80 2	высокочувствительное
		RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6/E-B	5081 80 4	базовое
	до класса 5 / D	RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081 99 0	высокочувствительное
	10 Base 2 / 10 Base 5	BNC	1	КоaxB-E2 FF-F	5082 43 4	высокочувствительное
		BNC	1	КоaxB-E2 MF-F	5082 43 2	высокочувствительное
BNC		1	КоaxB-E2 MF-C	5082 43 0	комбинированное	
FDDI, CDDI		RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
		RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081 99 0	высокочувствительное
Industrial Ethernet		RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
		RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081 99 0	высокочувствительное
		проводное соединение	20	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
		проводное соединение	2	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
		проводное соединение	2	LSA-BF-24	5084 02 8	комбинированное
Power over Ethernet		RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
		RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6/E-F	5081 80 2	высокочувствительное
		RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6/E-B	5081 80 4	базовое
Token Ring		RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
		RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081 99 0	высокочувствительное
		BNC	1	КоaxB-E2 FF-F	5082 43 4	высокочувствительное
		BNC	1	КоaxB-E2 MF-F	5082 43 2	высокочувствительное
		BNC	1	КоaxB-E2 MF-C	5082 43 0	комбинированное
RS232, V24		проводное соединение	2	MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
		проводное соединение	4	MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
		проводное соединение	2	FDB-2 24-M	5098 38 0	комбинированное
		проводное соединение	2	FDB-2 24-N	5098 39 0	комбинированное
		проводное соединение	2	FRD 24 HF	5098 57 5	высокочувствительное
		проводное соединение	4	MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
		проводное соединение	4	MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
		проводное соединение	4	ASP-V24T 4	5083 06 0	высокочувствительное
		штекерное соединение	9	SD09-V24 9	5080 05 3	высокочувствительное
		штекерное соединение	15	SD15-V24 15	5080 15 0	высокочувствительное
VG Any LAN		RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
Voice over IP		RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
4-жильные системы обработки и передачи информации		RJ45	4	RJ45 S-E100 4-B	5081 00 1	базовое
		RJ45	4	RJ45 S-E100 4-C	5081 00 3	комбинированное
		RJ45	4	RJ45 S-E100 4-F	5081 00 5	высокочувствительное

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для телекоммуникационных сетей

Технология	Разъем/ соединение	Защищенные провода	Монтаж/ замечания	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
a/b - аналоговые системы	RJ11	4	различный	RJ11-TELE 4-C	5081 97 5	комбинированное
	RJ11	4	различный	RJ11-TELE 4-F	5081 97 7	высокочувствительное
	RJ45	4	различный	RJ45-TELE 4-C	5081 98 2	комбинированное
	RJ45	4	различный	RJ45-TELE 4-F	5081 98 4	высокочувствительное
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TD-2/D-HS	5081 69 4	комбинированное
	проводное соединение	4	настенный	TD-4/I	5081 69 0	комбинированное
	проводное соединение	4	настенный	TD-4/I-TAE-F	5081 69 2	комбинированное
	проводное соединение	2	настенный	TD-2D-V	5081 69 8	комбинированное
	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TKS-B	5097 97 6	базовое
	TAE / RJ11 / штекерный	2	штекерный	FC-TAE-D	5092 82 4	высокочувствительное
	ADSL	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0
проводное соединение		2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
проводное соединение		2	на DIN-рейке	TD-2/D-HS	5081 69 4	комбинированное
проводное соединение		4	настенный	TD-4/I	5081 69 0	комбинированное
проводное соединение		4	настенный	TD-4/I-TAE-F	5081 69 2	комбинированное
проводное соединение		2	настенный	TD-2D-V	5081 69 8	комбинированное
проводное соединение		2	на DIN-рейке	TKS-B	5097 97 6	базовое
ADSL2+	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	настенный	TD-2D-V	5081 69 8	комбинированное
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TKS-B	5097 97 6	базовое
SDSL / SHDSL	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	настенный	TD-2D-V	5081 69 8	комбинированное
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TKS-B	5097 97 6	базовое
VDSL	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	настенный	TD-2D-V	5081 69 8	комбинированное
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TKS-B	5097 97 6	базовое

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для телекоммуникационных сетей

Технология	Разъем/ соединение	Защищенные провода	Монтаж/замечания	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
VDSL2	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	настенный	TD-2D-V	5081 69 8	комбинированное
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TKS-B	5097 97 6	базовое
Базовое соединение ISDN ($U_{к0}$)	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TD-2/D-HS	5081 69 4	комбинированное
	проводное соединение	4	настенный	TD-4/I	5081 69 0	комбинированное
	проводное соединение	4	настенный	TD-4/I-TAE-F	5081 69 2	комбинированное
	проводное соединение	20	LSA / применяется только с LSA-A-LEI или LSA-T-LEI	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA / применяется только с LSA-A-LEI или LSA-T-LEI	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TKS-B	5097 97 6	базовое
	RJ11	4	различный	RJ11-TELE 4-C	5081 97 5	комбинированное
Базовое соединение ISDN ($U_{к0}$)	RJ11	4	различный	RJ11-TELE 4-F	5081 97 7	высокочувствительное
	RJ45	4	различный	RJ45-TELE 4-C	5081 98 2	комбинированное
	RJ45	4	различный	RJ45-TELE 4-F	5081 98 4	высокочувствительное
Базовое соединение ISDN (S_0)	RJ45	8	различный	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-24	5084 02 8	комбинированное
	RJ11 / штекерное соединение	4	штекерный	FC-ISDN-D	5092 81 2	высокочувствительное
Первичное мультиплекс- соединение ISDN (S_{2m}/U_{2m})	RJ11	4	различный	RJ11-TELE 4-C	5081 97 5	комбинированное
	RJ11	4	различный	RJ11-TELE 4-F	5081 97 7	высокочувствительное
	RJ45	4	различный	RJ45-TELE 4-C	5081 98 2	комбинированное
	RJ45	4	различный	RJ45-TELE 4-F	5081 98 4	высокочувствительное
	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
Datex-P	пружинный зажим	4	на DIN-рейке	MDP-4 D-24-T-10	5098 43 3	комбинированное
G.703 / G.704	RJ45	8	различный	RJ45 S-ATM 8-F	5081 99 0	высокочувствительное
	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-24	5084 02 8	комбинированное
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TKS-B	5097 97 6	базовое
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TD-2/D-HS	5081 69 4	комбинированное
	проводное соединение	4	настенный	TD-4/I	5081 69 0	комбинированное
	проводное соединение	4	настенный	TD-4/I-TAE-F	5081 69 2	комбинированное

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для телекоммуникационных сетей

Технология	Разъем/ соединение	Защищенные провода	Монтаж/ замечания	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
E1	RJ45	8	различный	RJ45 S-ATM 8-F	5081 99 0	высокочувствительное
	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-24	5084 02 8	комбинированное
Различные телекоммуникационные установки	проводное соединение	20	LSA	LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-180	5084 02 4	комбинированное
	проводное соединение	2	LSA	LSA-BF-24	5084 02 8	комбинированное
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TKS-B	5097 97 6	базовое
	проводное соединение	2	на DIN-рейке	TD-2/D-HS	5081 69 4	комбинированное
	проводное соединение	4	настенный	TD-4/I	5081 69 0	комбинированное
	проводное соединение	4	настенный	TD-4/I-TAE-F	5081 69 2	комбинированное
	RJ11	4	различный	RJ11-TELE 4-C	5081 97 5	комбинированное
	RJ11	4	различный	RJ11-TELE 4-F	5081 97 7	высокочувствительное
	RJ45	4	различный	RJ45-TELE 4-C	5081 98 2	комбинированное
	RJ45	4	различный	RJ45-TELE 4-F	5081 98 4	высокочувствительное
	RJ45	8	различный	RJ45 S-ATM 8-F	5081 99 0	высокочувствительное
	RJ45	8	различный	ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
	RJ11 / штекер	4	штекерный	RC-RJ-D	5092 82 8	высокочувствительное

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для контрольно-измерительных систем

Устройство сопряжения	Разъем/соединение	Защищенные провода	Монтаж		ДС ¹	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
(0)4-20 мА	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке			MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
	проводное соединение	2	с метрической резьбой	✓		FDB-2 24-M	5098 38 0	высокочувствительное
	проводное соединение	2	с резьбой NPT	✓		FDB-2 24-N	5098 39 0	высокочувствительное
	проводное соединение	2	LSA			LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	проводное соединение	2	LSA			LSA-BF-24	5084 02 8	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FLD 24	5098 61 1	высокочувствительное
0-10 В	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
	проводное соединение	2	с метрической резьбой	✓		FDB-2 24-M	5098 38 0	высокочувствительное
	проводное соединение	2	с резьбой NTP	✓		FDB-2 24-N	5098 39 0	высокочувствительное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			FLD 24	5098 61 1	комбинированное
Различные цепи постоянного тока	без потенциала земли	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 5	5098 60 0	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 12	5098 60 3	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 24	5098 61 1	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 48	5098 63 0	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 60	5098 63 8	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 110	5098 64 6	комбинированное
	общий опорный потенциал	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 2-5	5098 86 7	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 2-12	5098 80 8	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 2-24	5098 81 6	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 2-48	5098 82 4	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FLD 2-110	5098 85 9	комбинированное
Различные коммутируемые цепи в зависимости от частот	без потенциала земли	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FRD 5 HF	5098 57 1	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FRD 24 HF	5098 57 5	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FRD 5	5098 49 2	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FRD 12	5098 50 6	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FRD 24	5098 51 4	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FRD 48	5098 52 2	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN-рейке		FRD 110	5098 55 7	комбинированное

¹ Дистанционная сигнализация

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для контрольно-измерительных систем

Устройство сопряжения	Разъем/соединение	Защищенные провода	Монтаж		ДС ¹	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
RS232, V24	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке			MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
	проводное соединение	2	с метрической резьбой	✓		FDB-2 24-M	5098 38 0	высококочувствительное
	проводное соединение	2	с резьбой NPT	✓		FDB-2 24-N	5098 39 0	высококочувствительное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			FRD 24	5098 51 4	высококочувствительное
	штекерный зажим	4	другой вид			ASP-V24T 4	5083 06 0	высококочувствительное
	SUB-D-9	9	штекерный			SD09-V24 9	5080 05 3	высококочувствительное
	SUB-D-15	15	штекерный			SD15-V24 15	5080 15 0	высококочувствительное
RS422, V11	проводное соединение	2	с метрической резьбой	✓		FDB-2 24-M	5098 38 0	высококочувствительное
	проводное соединение	2	с резьбой NPT	✓		FDB-2 24-N	5098 39 0	высококочувствительное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			FRD 24	5098 51 4	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке			MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
RS485	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			MDP-2 D-5-T	5098 40 4	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-5-EX	5098 43 2	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке			MDP-4 D-5-T	5098 41 1	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-5-EX	5098 43 2	комбинированное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			FRD 5 HF	5098 57 1	комбинированное
	SUB-D-9	9	штекерный			SD-09-V11 9	5080 06 1	высококочувствительное
Бинарные сигналы, без потенциала земли	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
	проводное соединение	2	с метрической резьбой			FDB-2 24-M	5098 38 0	комбинированное
Бинарные сигналы, без потенциала земли	проводное соединение	2	с резьбой NPT			FDB-2 24-N	5098 39 0	комбинированное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			FRD 5 HF	5098 57 1	комбинированное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			FRD 5	5098 49 2	комбинированное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			FLD 5	5098 60 0	комбинированное
Бинарные сигналы, общий опорный потенциал	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			FRD 2-24	5098 72 7	комбинированное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			FLD 2-24	5098 81 6	комбинированное

¹ Дистанционная сигнализация

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для контрольно-измерительных систем

Устройство сопряжения	Разъем/соединение	Защищенные провода	Монтаж		ДС ¹	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
2-полюсные силовые сети 5 В	пружинный зажим	4	на DIN-рейке			MDP-4 D-5-T-10	5098 41 3	комбинированное
2-полюсные силовые сети 12 В	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			VF12-AC-DC	5097 45 3	высокочувствительное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке		✓	VF12-AC/ DC-FS	5097 45 4	высокочувствительное
2-полюсные силовые сети 24 В	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			VF24-AC/DC	5097 60 7	высокочувствительное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке		✓	VF24-AC/ DC-FS	5097 82 0	высокочувствительное
2-полюсные силовые сети 48 В	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			VF48-AC/DC	5097 61 5	высокочувствительное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке		✓	VF48-AC/ DC-FS	5097 82 2	высокочувствительное
2-полюсные силовые сети 60 В	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			VF60-AC/DC	5097 62 3	высокочувствительное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке		✓	VF60-AC/ DC-FS	5097 82 4	высокочувствительное
2-полюсные силовые сети 110 В	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			VF110-AC/ DC	5097 63 1	высокочувствительное
2-полюсные силовые сети 230 В	болтовой зажим	2	на DIN-рейке			VF230-AC/ DC	5097 65 0	высокочувствительное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке		✓	VF230-AC- FS	5097 85 8	высокочувствительное
	болтовой зажим	2	на DIN-рейке		✓ ²	VF2-230-AC/ DC-FS	5097 93 9	высокочувствительное
PT 100	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FLD 24	5098 61 1	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FLD 2-24	5098 81 6	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке			MDP-4 D-24-T-10	5098 43 3	комбинированное
PT 1000	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FLD 24	5098 61 1	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FLD 2-24	5098 81 6	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке			MDP-4 D-24-T-10	5098 43 3	комбинированное
TTL	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 12	5098 60 3	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
	SUB-D-9	9	штекерный			SD09-V24 9	5080 05 3	высокочувствительное
	SUB-D-15	15	штекерный			SD15-V24 15	5080 15 0	высокочувствительное

¹ Дистанционная сигнализация, ² Без тока утечки

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для шинных систем

Устройство сопряжения	Разъем/соединение	Защищенные провода	Монтаж		Проверка	ДС ¹	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
ADVANT	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
ARCNET	RJ45	8	на DIN-рейке				ND-CAT6A/EA	5081 80 0	высокочувствительное
AS-I	телеком-муникационный провод	пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-2 D-24-T-10	5098 42 5	комбинированное
	силовой провод	пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		VF24-AC/DC	5097 60 7	высокочувствительное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097 82 0	высокочувствительное
BITBUS	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
BLN		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке				FRD 24 HF	5098 57 5	высокочувствительное
CAN Bus	телеком-муникационный провод	пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-3 D-5-T	5098 40 7	комбинированное
	силовой провод	пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		VF24-AC/DC	5097 60 7	высокочувствительное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097 82 0	высокочувствительное
CAN open	телеком-муникационный провод	пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		VF24-AC/DC	5097 60 7	высокочувствительное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097 82 0	высокочувствительное
C-BUS		пружинный зажим	на DIN-рейке				MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке				FRD 24 HF	5098 57 5	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке						
CC-Link	телеком-муникационный провод	пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-4-D-24-T	5098 43 1	комбинированное
	силовой провод	пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		VF24-AC/DC	5097 60 7	высокочувствительное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097 82 0	высокочувствительное
Data Highway Plus		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
Device Net	телеком-муникационный провод	пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
	силовой провод	пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		VF24-AC/DC	5097 60 7	высокочувствительное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097 82 0	высокочувствительное
Dupline		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке				FRD 24 HF	5098 57 5	комбинированное
E-BUS		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-2 D-48-T	5098 44 2	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке				FRD 48	5098 52 2	высокочувствительное
EIB		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-2 D-24-T-10	5098 42 5	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-4 D-24-T-10	5098 43 3	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке				TKS-B	5097 97 6	базовое
ET 200		пружинный зажим	на DIN-рейке				FRD 5	5098 49 2	высокочувствительное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-2 D-5-T	5098 40 4	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
FIPIO / FIPWAY		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-4 D-5-T	5098 41 1	комбинированное
Foundation Fieldbus		пружинный зажим	на DIN-рейке		✓		MDP-2 D-48-T	5098 45 0	комбинированное
		пружинный зажим	на DIN-рейке	✓	✓		MDP-4 D-48-EX	5098 45 2	комбинированное
		пружинный зажим	с метрической резьбой	✓			FDB-2 24-M	5098 38 0	комбинированное
		пружинный зажим	с резьбой NPT	✓			FDB-2 24-N	5098 39 0	комбинированное
FSK		пружинный зажим	на DIN-рейке				FRD 5	5098 49 2	высокочувствительное
		пружинный зажим	на DIN-рейке		+		MDP-2 D-5-T	5098 40 4	комбинированное
Genius		пружинный зажим	на DIN-рейке		+		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное

¹ Дистанционная сигнализация

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для шинных систем

Устройство сопряжения	Разъем/соединение	Защищенные провода	Монтаж		Проверка	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
HART	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 24	5098 51 4	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке	✓		MDP-4 D-24-EX	5098 43 2	комбинированное
	проводное соединение	4	с метрической резьбой	✓		FDB-2 24-M	5098 38 0	высокочувствительное
	проводное соединение	4	с резьбой NTP	✓		FDB-2 24-N	5098 39 0	высокочувствительное
IEC-BUS	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-5-T	5098 41 1	комбинированное
Interbus Inline (I/O)s	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
Interbus Loop	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-24-T-10	5098 43 3	комбинированное
KNX	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-24-T-10	5098 42 5	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-24-T-10	5098 43 3	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			TKS-B	5097 97 6	базовое
LON	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 48	5098 52 2	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-48-T	5098 44 2	комбинированное
LRE	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 5	5098 49 2	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-5-T	5098 40 4	комбинированное
LUXMATE	пружинный зажим	4	на DIN-рейке			MDP-4 D-5-T	5098 41 1	комбинированное
M-BUS	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 24	5098 51 4	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
Melsec Net 2	BNC	1	другой вид			DS-BNC m/w	5093 25 2	базовое
	BNC	1	другой вид			DS-BNC w/w	5093 23 6	базовое
	BNC	1	другой вид			DS-BNC w/m	5093 26 0	базовое
MODBUS	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
MPI Bus	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 5	5098 49 2	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-5-T	5098 40 4	комбинированное
	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-5-T	5098 41 1	комбинированное
N1 LAN	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 5	5098 49 2	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-5-T	5098 40 4	комбинированное
	пружинный зажим	20	на DIN-рейке			LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			LSA-BF-24	5084 02 8	комбинированное
N2 BUS	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 2-5	5098 79 4	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-5-T	5098 40 4	комбинированное
novaNet	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 12	5098 60 3	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для шинных систем

Устройство сопряжения		Разъем/ соединение	Защищен- ные провода	Монтаж		Проверка	ДС ¹	Тип защитного устройства	Арт. №	Вид защитного устройства
P-BUS, шина обработки данных, панельная шина	телеком- муникационный провод	пружинный зажим	2	на DIN- рейке				FRD 24 HF	5098 57 5	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN- рейке		✓		MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
	силовой провод	пружинный зажим	2	на DIN- рейке		✓		VF24-AC/DC	5097 60 7	высокочувствительное
		пружинный зажим	2	на DIN- рейке		✓	✓	VF24-AC/ DC-FS	5097 82 0	высокочувствительное
P-NET		пружинный зажим	4	на DIN- рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
Procontic CS31		пружинный зажим	2	на DIN- рейке				FRD 12	5098 60 3	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN- рейке		✓		MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
Procontic T200		пружинный зажим	4	на DIN- рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
Profibus DP		пружинный зажим	2	на DIN- рейке		✓		MDP-2 D-5-T	5098 40 4	комбинированное
		болтовой зажим	2	на DIN- рейке				FRD 5 HF	5098 57 1	комбинированное
		SUB-D-9	9	штекерный				SD09-V24 9	5080 05 3	высокочувствительное
Profibus PA		пружинный зажим	2	на DIN- рейке		✓		MDP-2 D-48-T	5098 44 2	комбинированное
		пружинный зажим	4	на DIN- рейке	✓			MDP-4 D-48- EX	5098 45 2	комбинированное
		проводное соединение	2	с метрической резьбой	✓			FDB-2 24-M	5098 38 0	высокочувствительное
		проводное соединение	2	С резьбой NPT	✓			FDB-2 24-N	5098 39 0	высокочувствительное
Profinet		пружинный зажим	8	на DIN- рейке				ND-CAT6A/ EA	5081 80 0	высокочувствительное
SafetyBUS p		пружинный зажим	4	на DIN- рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
SDLC		пружинный зажим	4	на DIN- рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
SIGMALOOP (SIGMASYS)		пружинный зажим	2	на DIN- рейке				FRD 24	5098 51 4	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN- рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
SIGMANET (SIGMASYS)		пружинный зажим	2	на DIN- рейке				FRD 24	5098 51 4	комбинированное
		пружинный зажим	2	на DIN- рейке		✓		MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
SINEC L1		пружинный зажим	4	на DIN- рейке		✓		MDP-4 D-5-T	5098 41 1	комбинированное

Таблица выбора устройств защиты от перенапряжений для шинных систем

Устройство сопряжения	Разъем/соединение	Защищенные провода	Монтаж		Проверка	Тип	Арт. №	Вид защитного устройства
SINEC L2	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 5 HF	5098 57 1	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-5-T	5098 41 1	комбинированное
	SUB-D-9	9	штекерный			SD09-V24 9	5080 05 3	высокочувствительное
SS97 SINIX	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
SUCONET	пружинный зажим	4	на DIN-рейке		✓	MDP-4 D-24-T	5098 43 1	комбинированное
	режущий зажим	20	LSA			LSA-B-MAG	5084 02 0	базовое
	режущий зажим	2	LSA			LSA-BF-24	5084 02 8	высокочувствительное
TTL	пружинный зажим	2	на DIN-рейке			FRD 24	5098 51 4	комбинированное
	пружинный зажим	2	на DIN-рейке		✓	MDP-2 D-24-T	5098 42 2	комбинированное
	SUB-D-9	9	штекерный			SD09-V24 9	5080 05 3	высокочувствительное
	SUB-D-15	15	штекерный			SD15-V24 15	5080 15 0	высокочувствительное
U-BUS	пружинный зажим	4	на DIN-рейке			2x TKS-B	5097 97 6	базовое

4

После установки каждая система молниезащиты должна подвергаться приемочным испытаниям. Дополнительно следует проводить регулярные проверки на предмет исправного функционирования системы. Кроме того, вся система должна подвергаться контролю на событие удара молнии и перенапряжения. В соответствии с действующим стандартом по молниезащите ГОСТ Р МЭК 62305 проверке подлежат как молниеприемники и токоотводы, так и системы заземления и уравнивания потенциалов молниезащиты.

Помимо визуального контроля установки и ее соответствия с документацией должны также измеряться полные сопротивления. При каждой проверке и техобслуживании в документацию должны вноситься соответствующие дополнения.

Глава 4: Проверка, техническое обслуживание и документация

4.	Проверка, техническое обслуживание и документация	200
4.1	Система внешней молниезащиты	201
4.2	Система внутренней молниезащиты	204

4. Проверка, техническое обслуживание и документация

Регулярные проверки на предмет исправного функционирования системы внешней молниезащиты необходимо проводить даже после приемочных испытаний, чтобы выявить возможные несоответствия и при необходимости принять меры для их устранения. Проверка включает в себя контроль технической документации, измерение и осмотр системы молниезащиты.

Контроль и техническое обслуживание должны выполняться с соблюдением норм и технических принципов IEC 62305-3, Часть 3 (IEC 62305-3).

Проверки включают в себя также контроль системы внутренней молниезащиты. Сюда относится также проверка системы уравнивания потенциалов и подключенных молниеразрядников и разрядников для защиты от импульсных перенапряжений. Протокол или журнал проверки служит для документирования проверок и технического обслуживания систем молниезащиты. При каждой проверке его необходимо дополнять или составлять заново.

Эксплуатирующее предприятие и собственник строительного сооружения несут ответственность за безопасность и незамедлительное устранение дефектов. Проверка должна проводиться специалистами.

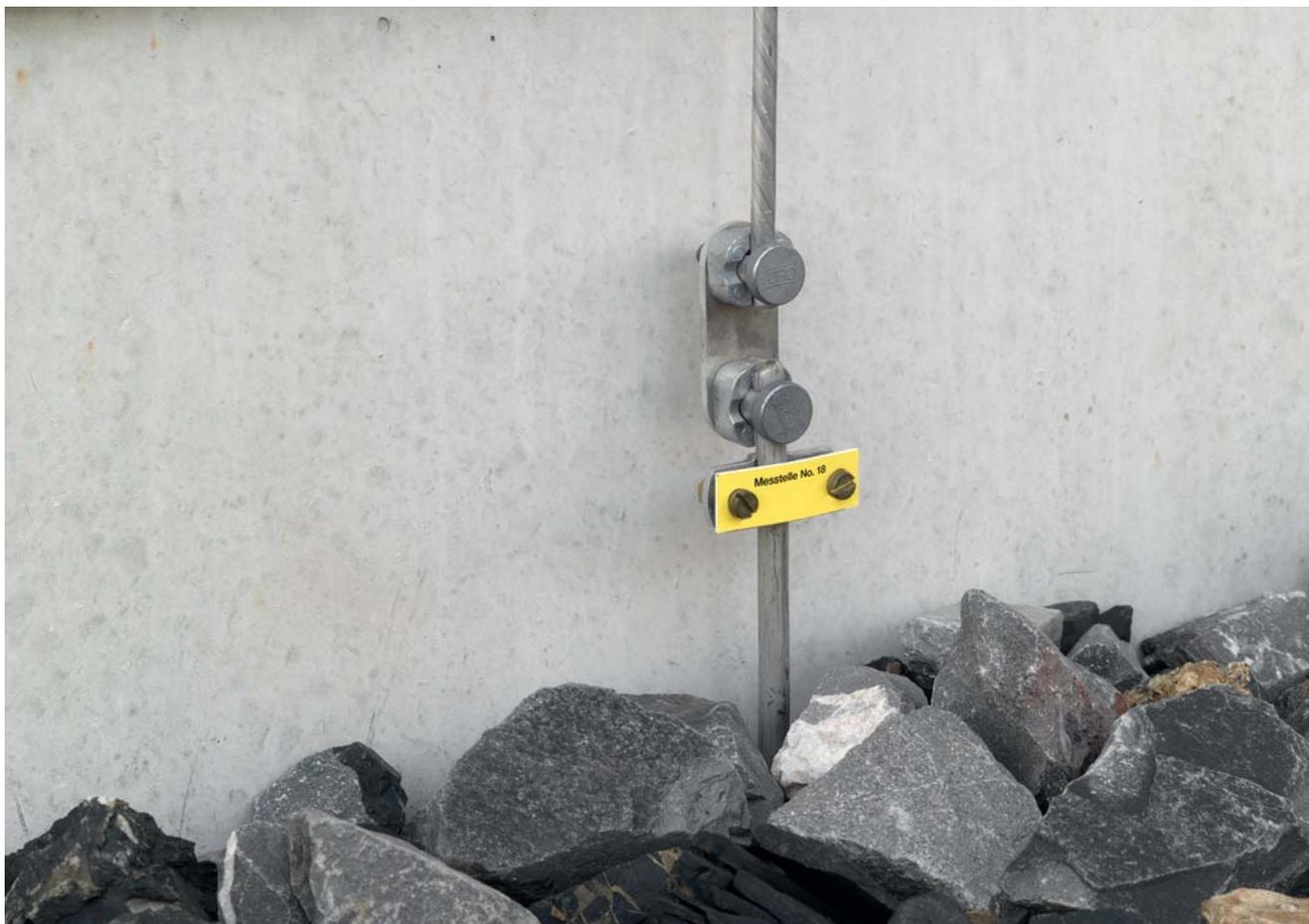


Рис. 4.1: Место разделения на металлическом фасаде

4.1 Система внешней молниезащиты

Критерии проверки

- контроль всей документации, включая соответствие нормам;
- проверка общего состояния молниеприемников и токоотводов, а также всех соединительных компонентов (отсутствие слабых соединений) и полного сопротивления;
- проверка системы заземления, сопротивления заземления, включая переходы и соединения;
- проверка системы внутренней молниезащиты, включая разрядники импульсных перенапряжений и предохранители;
- проверка общего состояния степени коррозии;
- контроль безопасности креплений проводов системы молниезащиты и их элементов;
- документирование всех внесенных изменений и дополнений системы молниезащиты, а также изменений, касающихся строительного сооружения.

Критически важные объекты (например, объекты, подверженные опасности взрыва) должны проверяться ежегодно.

Класс защиты	Визуальный осмотр, количество проверок в год	Комплексный визуальный осмотр, количество проверок в год	Комплексный осмотр в критических ситуациях, количество проверок в год
I и II	1	2	1
III и IV	2	4	1

Таблица 4.1: Критически важными объектами являются, к примеру, строительные сооружения, содержащие чувствительные системы, или офисные и торговые помещения, а также места большого скопления людей.

Компоненты системы молниезащиты проверяются в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62561.1



Рис. 4.2: Генератор тока молнии ВЕТ

Компоненты для систем молниезащиты проверяются на предмет их исправного функционирования в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62561.1 «Требования к соединительным компонентам». После фазы кондиционирования, длящейся в целом 10 дней, компоненты нагружаются тремя импульсными токами. Компоненты молниезащиты для молниеприемников тестируются током $3 \times I_{\text{имп}} 100 \text{ кА} (10/350)$. Это соответствует категории испытаний Н.

Компоненты для токоотводов, через которые ток молнии может разделяться (не менее двух токоотводов), и соединения в системе заземления тестируются током $3 \times \text{имп } 50 \text{ кА} (10/350)$. Это соответствует категории испытаний Н.

Категория испытаний	Проверено	Применение
H согласно ГОСТ Р МЭК 62561.1-1)	3 x I _{имп} 100 кА (10/350)	Молниеприемник
N согласно ГОСТ Р МЭК 62561.1-1)	3 x I _{имп} 50 кА (10/350)	Несколько (не менее двух) токоотводов, через которые ток молнии может разделяться.

Таблица 4.2: Категории испытаний соединительных компонентов

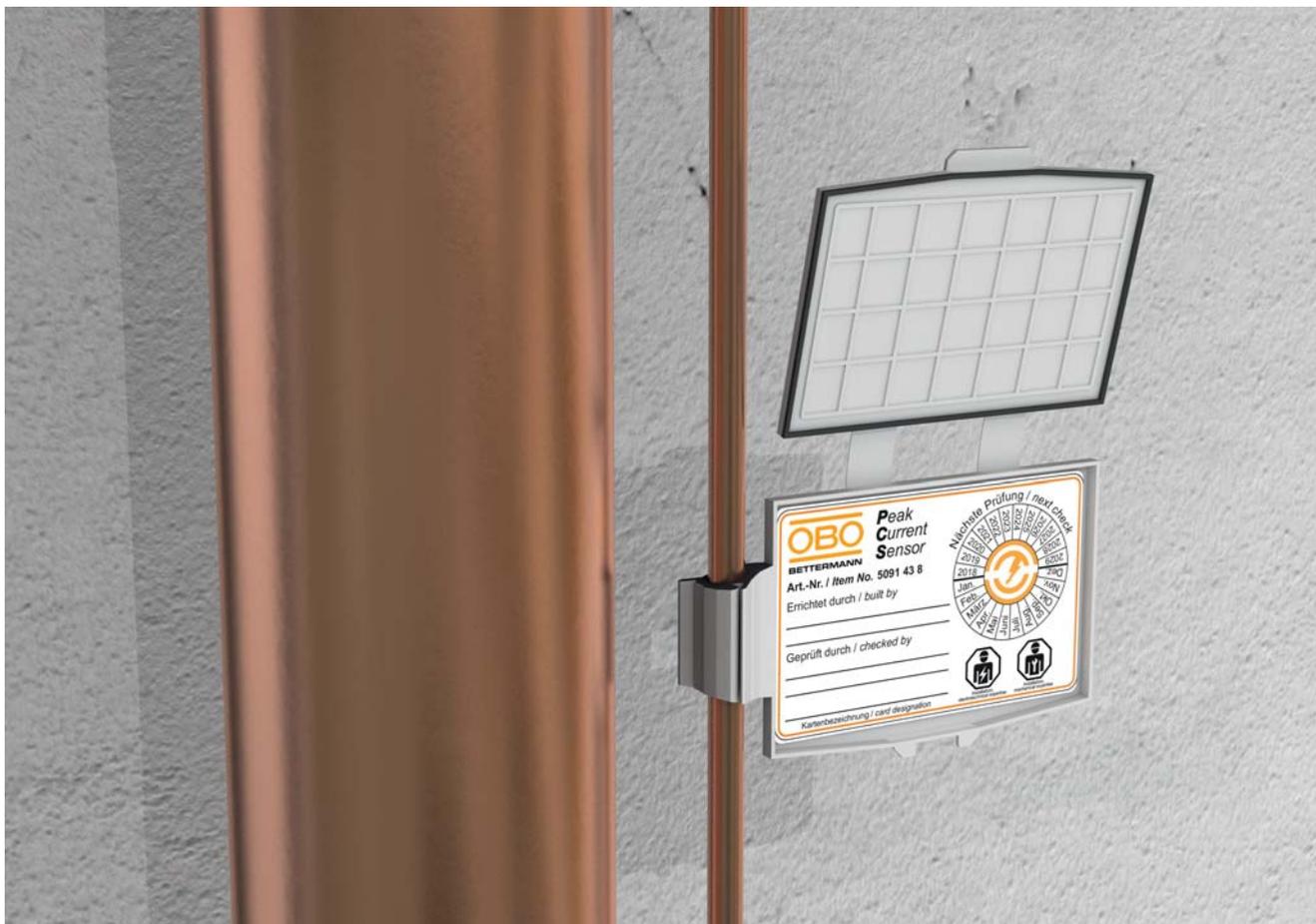


Рис. 4.3: Датчик пикового тока PCS на разряднике

Проверка системы молниезащиты посредством системы PCS

Датчик пикового тока (PCS) является датчиком, измеряющим максимальный ток, который в форме магнитной карты регистрирует и надежно сохраняет импульсные токи. Таким образом, ведется контроль над тем, ударила ли молния в систему молниезащиты и каков был при этом максимальной ток молнии. При установке системы PCS между интерфейсом уравнивания потенциалов и системой заземления может измеряться также ток молнии, входящий в здание. По результатам можно сделать заключение о возможных повреждениях электропроводки.

Карта PCS фиксируется при помощи держателя карты на круглом проводнике и таким образом устанавливается на определенном расстоянии. Диапазон измерений карты составляет 3-120 кА. Считыватель магнитной карты позволяет обрабатывать данные датчиков пикового тока. Соответствующее значение пикового тока отображается на дисплее.

В качестве альтернативы ОБО Беттерманн предлагает Вам услугу считывания. В этом случае просим Вас обратиться в Ваше представительство компании ОВО или на соответствующее дочернее предприятие.



Рис. 4.4 Портативный контрольно-измерительный прибор Life-Control

Высококачественный чемодан с набором средств контроля, обеспечивающий безопасную транспортировку и документирование результатов проверок и испытаний – неотъемлемая часть данной инновации от ОБО Беттерманн.

4.2 Система внутренней молниезащиты

Проверка УЗИП в пределах линий передачи данных
Часто требуются проверки исправности функционирования УЗИП в пределах линии передачи данных. При этом особенно важно, чтобы сама проверка устройств защиты не влияла отрицательно на сигнал передачи данных.

Разработанный ОВО Bettermann комплекс контрольно-измерительных приборов Life Control позволяет выполнять проверку устройств защиты во встроеном состоянии без влияния на сигнал передачи данных. Тонкий контрольный стержень обеспечивает контакт со встроенным молниебарьером. Интегрированный микропроцессор отображает результат проверки на OLED-дисплее и поясняет его дополнительными звуковыми сигналами. Подсоединяемый светодиод внутри контрольного стержня является еще одной функциональной возможностью, позволяющей ориентироваться даже в самом темном шкафу управления.

Проверка верхних частей разрядников V50, V25, V20 и V10

Контрольно-измерительный прибор ISOLAB позволяет проводить проверку верхних частей разрядников V50, V25, V20 и V10. При помощи поворотного регулятора можно выбрать соответствующий разрядник производства ОВО Bettermann. Затем верхняя часть выбранного комбинированного разрядника или разрядника импульсных напряжений помещается в соответствующее, предусмотренное в приборе отверстие. Посредством нажатия на контрольную кнопку стартует проверка исправного функционирования варистора. Помимо контроля разрядников, прибор ISOLAB поддерживает также функцию контроля изоляции в соответствии с VDE 0100-610.

5

Глава 5: Краткий глоссарий по перенапряжениям

Термин	Нормативное определение
Разрядник	Разрядник – это электрический аппарат, состоящий в основном из варисторов и/или искровых промежутков. Оба элемента могут включаться последовательно или параллельно, а также использоваться по отдельности. Разрядники служат для защиты другого электрооборудования и электроустановок от перенапряжений.
Расчетное напряжение U_c разрядника	Расчетное напряжение – это максимально допустимое для разрядника без искрового промежутка действующее значение сетевого напряжения на зажимах разрядника. Расчетное напряжение может непрерывно подаваться на разрядник, не изменяя его рабочих характеристик.
Разъединительное устройство	Разъединительное устройство отключает разрядник при перегрузках от сети или заземляющей установки, благодаря чему предотвращается риск возникновения пожара и одновременно подается сигнал об отключении защитного аппарата.
100-% импульсное напряжение срабатывания в результате ударов молнии	100-% импульсное напряжение срабатывания в результате ударов молнии – это величина импульсного напряжения, возникающего при ударе молнии 1,2/50 мкс, которое приводит к последовательному замыканию контактов разрядника. При данном контрольном напряжении устройство защиты от импульсных напряжений (УЗИП) при десяти нагрузках должно срабатывать 10 раз.
Время срабатывания ($t_{сраб}$)	Время срабатывания характеризует в основном параметры срабатывания отдельных элементов защиты, применяемых в разрядниках. В зависимости от крутизны du/dt импульсного напряжения или di/dt импульсного тока время срабатывания может варьироваться в определенных пределах.
Уравнивание потенциалов молниезащиты	Уравнивание потенциалов молниезащиты является важной мерой для снижения опасности пожара и взрыва в защищаемом помещении или здании. Уравнивание потенциалов молниезащиты достигается при помощи кабелей уравнивания потенциалов или разрядников, которые соединяют наружный молниеотвод, металлические части здания или помещения, электропроводку, инородные, проводящие части, а также электрическое и телекоммуникационное оборудование.
Система молниезащиты (LPS)	Системой молниезащиты (Lightning Protection System - LPS) называется общая система, применяемая для защиты помещения или здания от воздействия удара молнии. Сюда относится как внешняя, так и внутренняя молниезащита.
Зона молниезащиты (LPZ)	Зоной молниезащиты (Lightning Protection Zone - LPZ) называются те участки, на которых электромагнитное окружающее поле молнии подлежит определению и контролю. На внутризонных переходах все линии и металлические части должны быть включены в систему уравнивания потенциалов.
Импульсный ток молнии ($I_{имп}$)	Импульсным током молнии (допустимая нагрузка по току молнии на одной линии) называется стандартизированная характеристика изменения импульсного тока формы колебания 10/350 мкс. Вместе со своими параметрами – максимальная величина – заряд – специфическая энергия она отображает нагрузку по естественным токам молнии. Молниезащитные разрядники типа 1 (ранее - класс требований В) должны быть в состоянии отводить такие токи молнии, не подвергаясь при этом разрушению.
Проходное сопротивление на одной линии, продольное сопротивление	Проходное сопротивление на одной линии указывает на повышение омического сопротивления отрезков линии на одной жиле, обусловленное использованием УЗИП.
Устройство защитного отключения (УЗО/RCD)	Коммутационный аппарат для защиты от поражения электрическим током и возникновения пожара (например, FI-выключатель).
Устойчивость при коротких замыканиях	УЗИП должно быть в состоянии проводить ток короткого замыкания до его прерывания самим УЗИП или внутренним либо внешним разъединительным устройством, либо устройством защиты от перегрузки по току со стороны сети (например, входной предохранитель).
LPZ	См. «Зона молниезащиты»
Номинальный отводимый импульсный ток (I_n)	Номинальная частота – это частота, на которую рассчитано оборудование, которая указывается на его маркировке, и к которой относятся другие номинальные величины.
Номинальная частота ($f_{ном}$)	Номинальная частота – это частота, на которую рассчитано оборудование, которая указывается на его маркировке, и к которой относятся другие номинальные величины.

Термин	Нормативное определение
Номинальное напряжение ($U_{ном}$)	Номинальное напряжение – это величина напряжения, на которую рассчитано электрооборудование. При этом речь может идти о величине постоянного напряжения или действующей величине синусоидального переменного напряжения.
Номинальный ток (I_n)	Номинальный ток – это максимально допустимый рабочий ток, который в течение длительного периода времени может быть проведен по обозначенным для этого выводам.
Горящая способность сетевого сопровождающего тока (I_p)	Сопровождающий ток – называемый также «сетевой сопровождающий ток» – это ток, который протекает через УЗИП по завершению процесса отвода и поставляется из сети. Сопровождающий ток в значительной степени отличается от рабочего тока длительной нагрузки. Уровень сетевого сопровождающего тока зависит от подвода, проходящего от трансформатора к токоотводу.
Уравнивание потенциалов	Электрическое соединение для достижения равенства или приблизительного равенства потенциалов корпусов электрооборудования или сторонних проводящих частей.
Шина для уравнивания потенциалов (ШУП)	Зажим или шина, предусмотренные для соединения защитного проводника, провода для уравнивания потенциалов и, при необходимости, проводов для функционального заземления с заземляющими проводами и заземлителями.
Остаточное напряжение ($U_{ост}$)	Максимальная величина напряжения, возникающего на зажимах устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) во время или непосредственно после протекания отводимого тока
Уровень защиты от перенапряжений (U_v)	Уровень защиты от перенапряжений – это максимальное мгновенное значение напряжения на зажимах УЗИП перед запуском.
SPD	Surge Protective Device – английский термин для обозначения устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП).
Диапазон температур	Диапазон рабочих температур указывает на то, в пределах каких температур гарантирована безупречная работа УЗИП.
Перенапряжение	Перенапряжение – это кратковременное напряжение, возникающее между проводами или между проводом и землей, которое многократно превышает максимально допустимое значение рабочего напряжения, но не имеет рабочей частоты. Оно может возникать в результате грозы, а также замыканий на землю или коротких замыканий.
УЗИП типа 1	Разрядники, способные благодаря особенностям своего устройства отводить токи молнии и компонентов молнии при прямых ударах.
УЗИП типа 2	Разрядники, способные отводить перенапряжения, вызванные удаленными и близкими ударами или коммутационными операциями.
УЗИП типа 3	Разрядники для защиты отдельных потребителей или групп потребителей от перенапряжений и применяемые непосредственно на розетках.
Частота передачи (f_g)	Частота передачи указывает на то, до какой частоты вносимое затухание применяемого электрооборудования составляет менее 3 дБ
Устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП)	Прибор, предназначенный для ограничения переходных напряжений и отвода импульсных токов. Он содержит как минимум один нелинейный компонент. Устройства защиты импульсных напряжений в общеупотребительной языковой практике называют также разрядниками.
Входной предохранитель перед разрядниками	Перед разрядниками должен подключаться входной предохранитель. Если предвключенный предохранитель больше, чем максимально допустимый входной предохранитель элементов разрядника (см. технические характеристики прибора), то разрядник должен быть выборочно предохранен требуемым значением.
Временное перенапряжение (TOV)	Термин «временное перенапряжение» (Temporary Overvoltage - TOV) применяется к временным перенапряжениям, которые могут возникнуть в результате ошибок в средневольтной и низковольтной сети.
	Дифференциация: LPL = BKZ = класс молниезащиты LPZ = зона молниезащиты LPS = Lightning Protection System = система молниезащиты Важно: соблюдение единой терминологии при употреблении терминов/сокращений

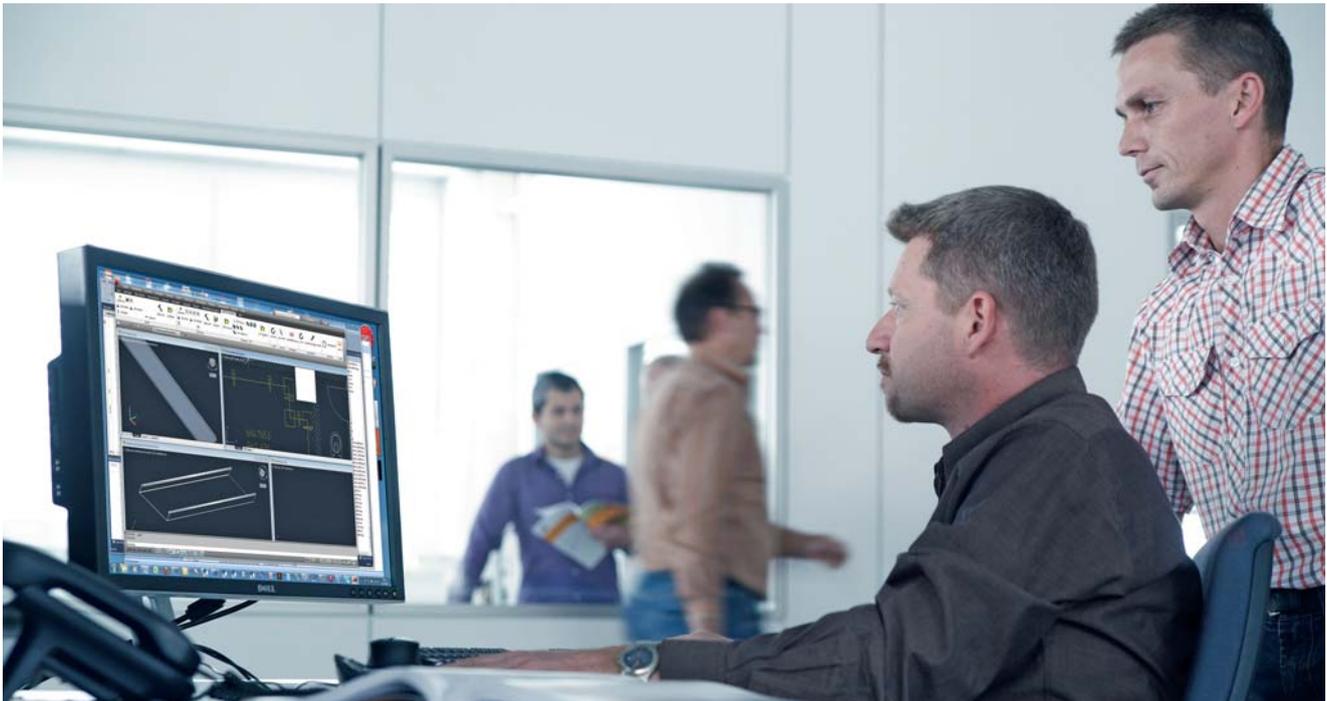
Моменты затяжки	
M5	4 Нм
M6	6 Нм
M8	12 Нм
M10	20 Нм

Более подробную информацию по моментам затяжки можно запросить при необходимости.

6

Глава 6: Инженерный центр ОБО Беттерманн

6.1. Инженерный центр



ОБО Беттерманн работает для Вас. Специально для Вашего удобства в компании создан Инженерный центр. Высококвалифицированные технические специалисты осуществляют индивидуальное сопровождение Ваших проектов до момента их полной реализации.

Обратившись в ОБО Беттерманн, Вы гарантированно получаете:

- квалифицированные консультации по проектированию и монтажу;

- тщательно разработанные проектные решения с детальными рекомендациями;
- готовые чертежи по Вашим техническим заданиям.

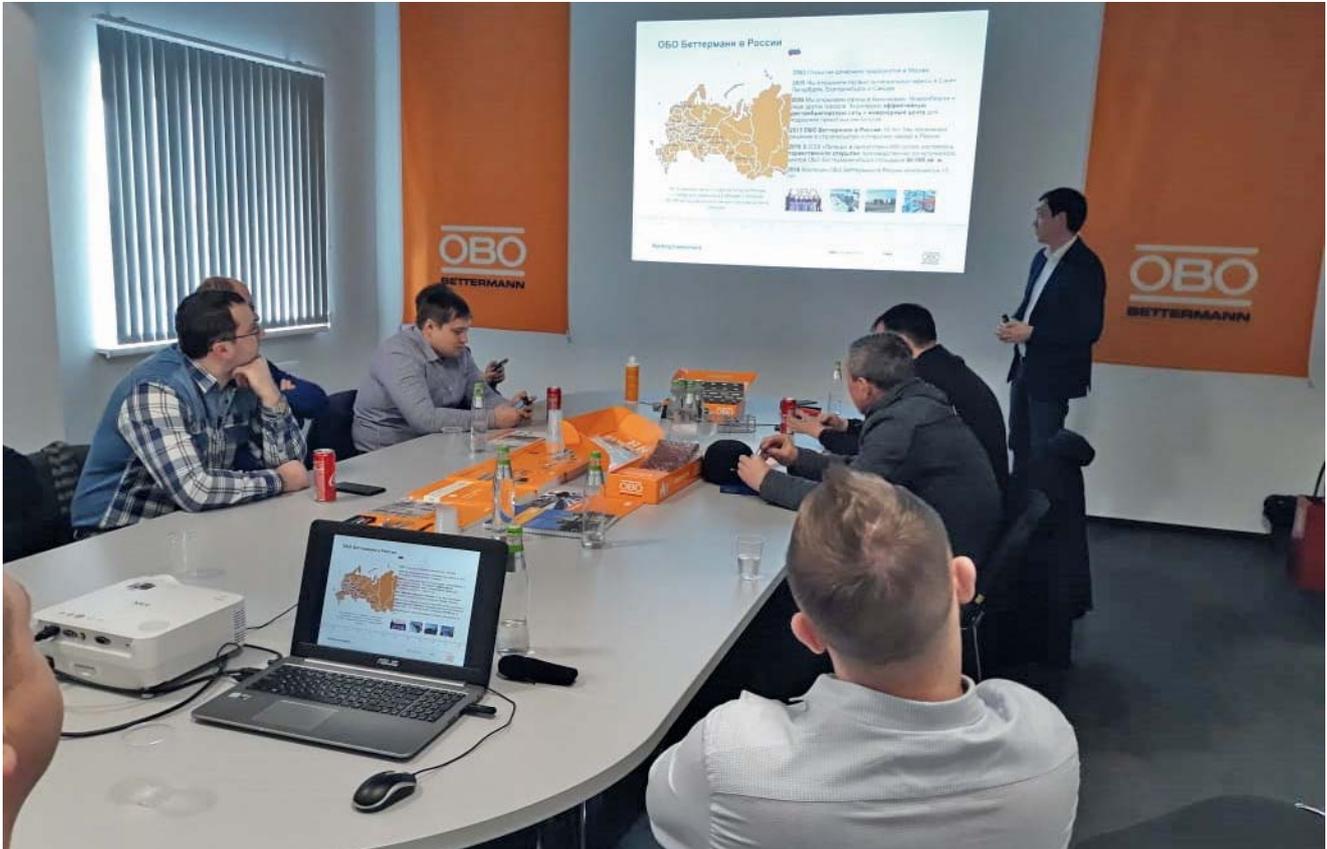
При необходимости инженеры компании готовы приехать на Ваш объект для проведения обучения или шефмонтажа. Отправить запрос в Инженерный центр ОБО Беттерманн Вы можете, обратившись в офис компании в Вашем регионе.



6.2. Обучение

Программа обучающих семинаров ОБО Беттерманн охватывает широкий спектр тем. Принимая участие в семинарах ОБО, Вы можете:

- ознакомиться с новейшими разработками и актуальными тенденциями в области проектирования и электромонтажа;
- получить необходимые сведения о действующих нормах, стандартах и их требованиях;
- освоить базовые принципы проектирования на основе оборудования ОБО Беттерманн с учетом его технических характеристик и особенностей



Семинары проводятся для специалистов по проектированию и монтажу, а также для дистрибьюторов и компаний-партнеров. Программа каждого семинара составляется индивидуально для каждой группы слушателей. При необходимости обучение может быть

организовано на Вашей территории. Все семинары проводятся на безвозмездной основе. Кроме того, Вы можете заказать каталоги, брошюры и образцы продукции ОБО Беттерманн.



6.3. BIM-моделирование с ОБО

Компания ОБО Беттерманн поддерживает развитие современных технологий в области проектирования объектов и внедрения технологии информационного моделирования зданий и сооружений (BIM).

Сегодня преимущества BIM-технологий не подвергаются никакому сомнению. Возможности Autodesk Revit предоставляют инженерам неограниченные возможности детального 3D-моделирования, визуализации, сохранения большого объема данных и максимальной мобильности.

Специально для компаний, использующих технологии информационного моделирования зданий и сооружений (BIM), в компании ОБО Беттерманн разработаны следующие материалы:

- готовый шаблон для разработки BIM-модели и выпуска проектной документации раздела «Молниезащита и заземление» на стадиях П и РД;
- удобный функционал для визуального отображения зоны защиты выбранного молниеприемного оборудования;

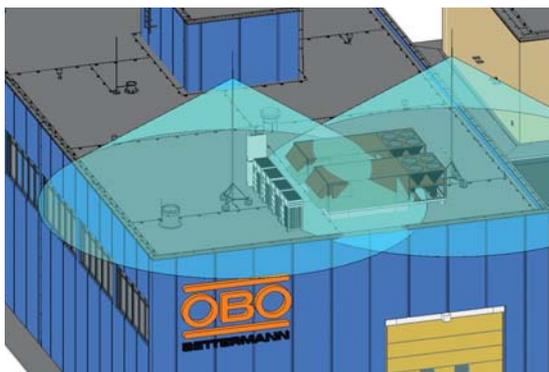
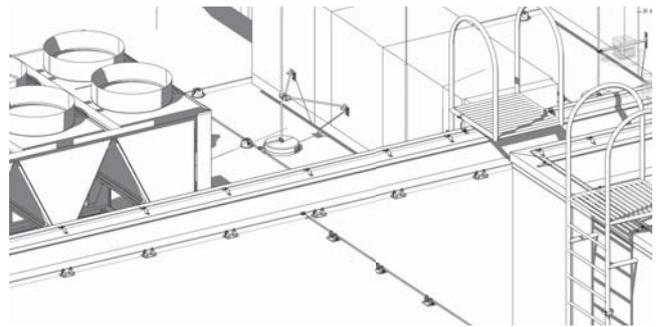


Рис. 6.1: Пример визуального отображения зоны защиты молниеприемников

Семейства и сборки оборудования разработаны в соответствии с инструкциями и положениями действующих на территории Российской Федерации нормативных документов в области молниезащиты и заземления зданий, сооружений и промышленный коммуникаций РД 34.21.122-87 и СО 153-34.21.122-2003, а также требованиями к типам, сечениям и материалам исполь-



- скрипт для автоматической расстановки соединителей и держателей проводников;
- скрипт для расчета сопротивления горизонтального заземлителя, вертикального заземлителя и общего сопротивления заземляющего устройства;
- детальное руководство пользователя, обучающие видео ролики по работе в системе Autodesk Revit.

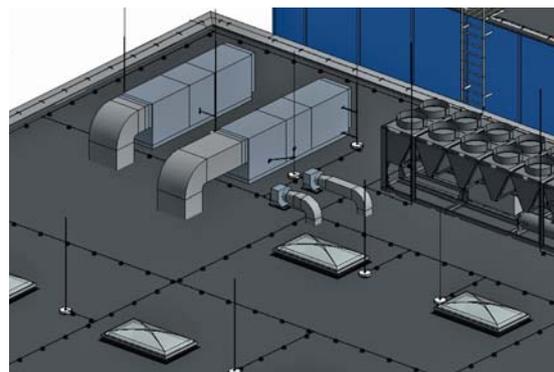


Рис. 6.2: Результат автоматической расстановки соединителей и держателей проводников

зуемых элементов системы заземления ГОСТ 62561-2014 и ГОСТ Р 50571.5.54-2013.

Все разработанные решения ОБО соответствуют стандартам Autodesk. Листы шаблона выполнены в соответствии с государственными требованиями к оформлению чертежей.



Все разработанные решения ОБО для BIM-моделирования можно скачать на сайте www.obosot.ru



БЕЗОПАСНОСТЬ С

OBO

BETTERMANN



ОБО Беттерманн – лидер в сфере защиты от прямых ударов молнии и воздействия импульсных перенапряжений. Наша экспертная позиция подтверждена уникальными техническими разработками и множеством проектов, реализованных на территории России и по всему миру.

Наш Инженерный центр предоставляет профессиональную техническую поддержку на всех этапах реализации Ваших проектов. В своей работе мы используем самое актуальное программное обеспечение.

Мы работаем только с самыми надежными компаниями-поставщиками оборудования, обеспечивающими бесперебойные поставки на объекты точно в срок.

Доверьте свою безопасность профессионалам!

ОБО Беттерманн

142184, Московская обл., Подольский г.о., дер. Валищево, территория
промышленного парка «Валищево»,
дом 2, строение №13

Тел.: +7 (495) 231-19-58
Email: obo.office@obo.com.ru

www.obocom.ru



OBO
BETTERMANN