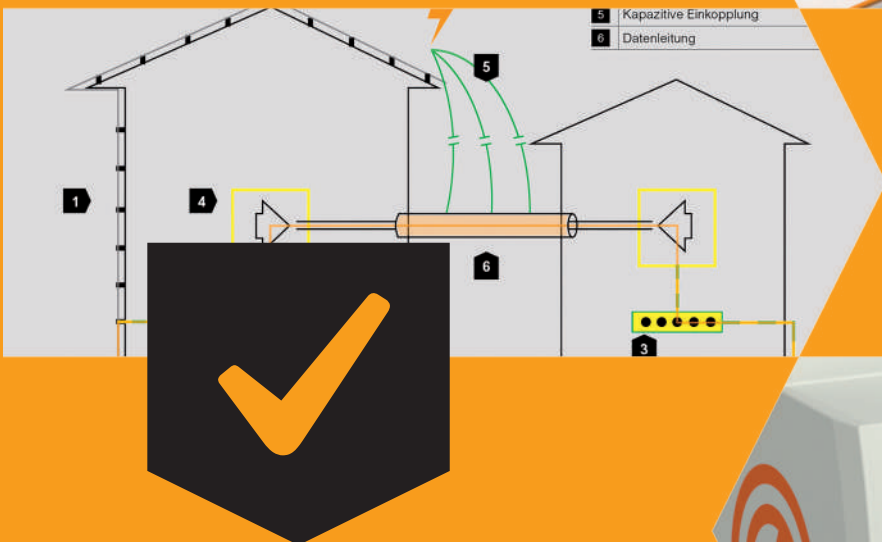




Рекомендации по молниезащите

в помощь проектировщикам систем молниезащиты и систем защиты от импульсных перенапряжений

Предисловие

Компания OBO Bettermann является одним из опытнейших производителей систем молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений. Вот уже более ста лет OBO разрабатывает и производит компоненты молниезащиты в соответствии с требованиями технических стандартов. Уже в начале 70-х годов, как только началось стремительное триумфальное шествие электрических пишущих машин, которым предстояло развиваться до современного компьютера, OBO тут же отреагировала на это, создав свой разрядник V-15 для защиты от импульсных перенапряжений и тем самым задав новые масштабы. Многочисленные инновационные разработки, например, штекерное устройство защиты от импульсных напряжений типа 2 со знаком технического контроля VDE или первый штекерный молниезащитный разрядник типа 1 на базе карбоновой технологии, заложили основу всему нашему уникальному ассортименту.

Уже в 50-е годы компания OBO стала первым изготовителем, опубликовавшим рекомендации по теме молниезащиты. В них все внимание было сфокусировано на внешней молниезащите и системах заземления. Тем не менее, информация, содержащаяся в так называемых проектных частях, стала расширяться – в нее вошли сведения о защите от перенапряжения как для сетей электропитания, так и телекоммуникаций. Наш девиз «МОЛНИЕЗАЩИТА ГАРАНТИРУЕТ БЕЗОПАСНОСТЬ» попрежнему актуален, ведь внешняя молниезащита снижает риск возникновения пожара при прямом ударе молнии.

На сегодняшний день настоящее издание Рекомендаций по молниезащите представляет собой последовательное продолжение пособия по сооружению профессиональных молниеотводов, устанавливаемых в соответствии с современным уровнем развития техники.

Собственный отдел НИОКР в 1996 году был расширен за счет нового научно-исследовательского центра BET с одним из крупнейших в Европе генератором импульсного тока молнии и многочисленными испытательными учреждениями. В современном испытательном центре BET высококвалифицированными специалистами проводятся испытания компонентов молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений в соответствии с действующими стандартами.



Из архива: Плакат, посвященный молниезащите, 1958 г.

OBO поддерживает и стимулирует развитие национальной и международной стандартизации молниезащиты ряда VDE 0185-305 (IEC 62305).

Компания является членом VDB (Союза немецких фирм, ведущих деятельность в сфере молниезащиты) и VDE-ABB (Комитета по молниезащите и исследованию молнии Союза немецких электротехников), что позволяет учитывать актуальный опыт и аспекты науки и практики.

Партнерство с клиентом стоит для OBO на самом первом месте, и сотрудники OBO обеспечивают поддержку на каждом этапе проекта по всем вопросам, касающимся продукции, монтажа или консультации по проектным аспектам. Непрерывный процесс оптимизации и усовершенствования закладывает фундамент для разработки новой продукции и документации. Рекомендации предназначены для оказания практической поддержки. Мы с удовольствием рассмотрим все Ваши пожелания и предложения по оптимизации.

Всем читателям и специалистам в области молниезащиты мы желаем успеха в их деятельности по защите людей, зданий и оборудования от молний и импульсных перенапряжений!

Андреас Беттерманн (Andreas Bettermann)

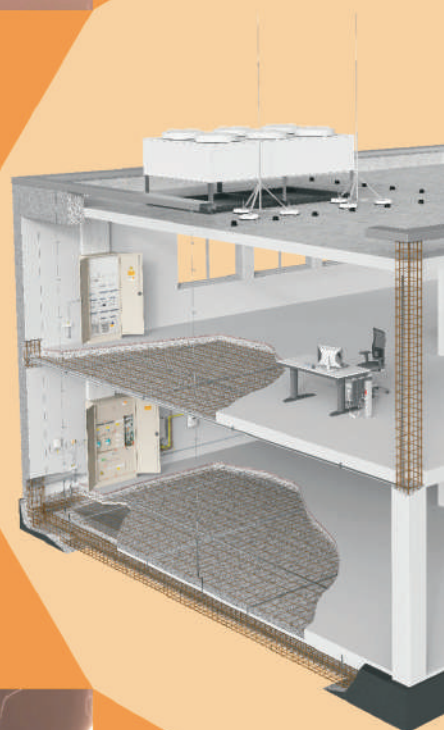
OBO Bettermann GmbH & Co.KG
www.obo.de

Содержание

Глава 1 Общее введение	6
Глава 2 Система внешней молниезащиты	36
Глава 3 Система внутренней молниезащиты	120
Глава 4 Испытания, техническое обслуживание и документация	208
Глава 5 Краткий глоссарий по перенапряжениям	216

Защита в четвертой степени

Принцип «Защита в четвертой степени»: только скоординированная защита является настоящей защитой. Ознакомьтесь с функциями отдельных систем



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 тока до 200.000 А 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 отводится 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	Переходные перенапряжения	15
1.2.2.2	Грозовые (атмосферные) перенапряжения	15
1.2.2.3	Последствия перенапряжений	15
1.3	Нормативное упорядочивание источников и причин повреждений	15
1.4	Испытательные токи и смоделированные импульсные перенапряжения	21
1.5	Правовые вопросы и необходимость	22
1.5.1	Нормы защиты от молний и импульсных напряжений	23
1.5.2	Иерархическая структура стандартов: международные/европейские/национальные	25
1.5.3	Состояние национальных украинских стандартов по молниезащите	25
1.5.4	Ответственность электромонтажной организации	26
1.5.5	Ответственность эксплуатирующего предприятия	26
1.6	Экономические последствия в результате повреждений, вызванных молнией и перенапряжениями	27
1.7	Анализ рисков молниезащиты и классификация по классам молниезащиты	28
1.7.1	Частота вспышек молнии по региону	30
1.7.2	Площадь собирания молний сооружением	30
1.7.3	Оценка риска ущерба	31
1.7.4	Табличный способ определения классов молниезащиты	32
1.7.5	Расчет экономической эффективности систем молниезащиты	32
1.7.5.1	Убытки для зданий без системы молниезащиты	32
1.7.5.2	Расходы для зданий с системой молниезащиты	32
1.7.5.3	Сравнение расходов, обусловленных молнией, для зданий с системой молниезащиты и без нее	32
1.8	Компоненты молниезащиты и защиты от импульсных напряжений в испытательной лаборатории	34
1.9	Компоненты молниезащиты и защиты от импульсных напряжений	35



“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 км^2 , в том числе для стран, в которых не производится национальная регистрация молниевых импульсов. Для оценки рисков в соответствии с промышленным стандартом ДСТУ ІЕС 62305-2:2012 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

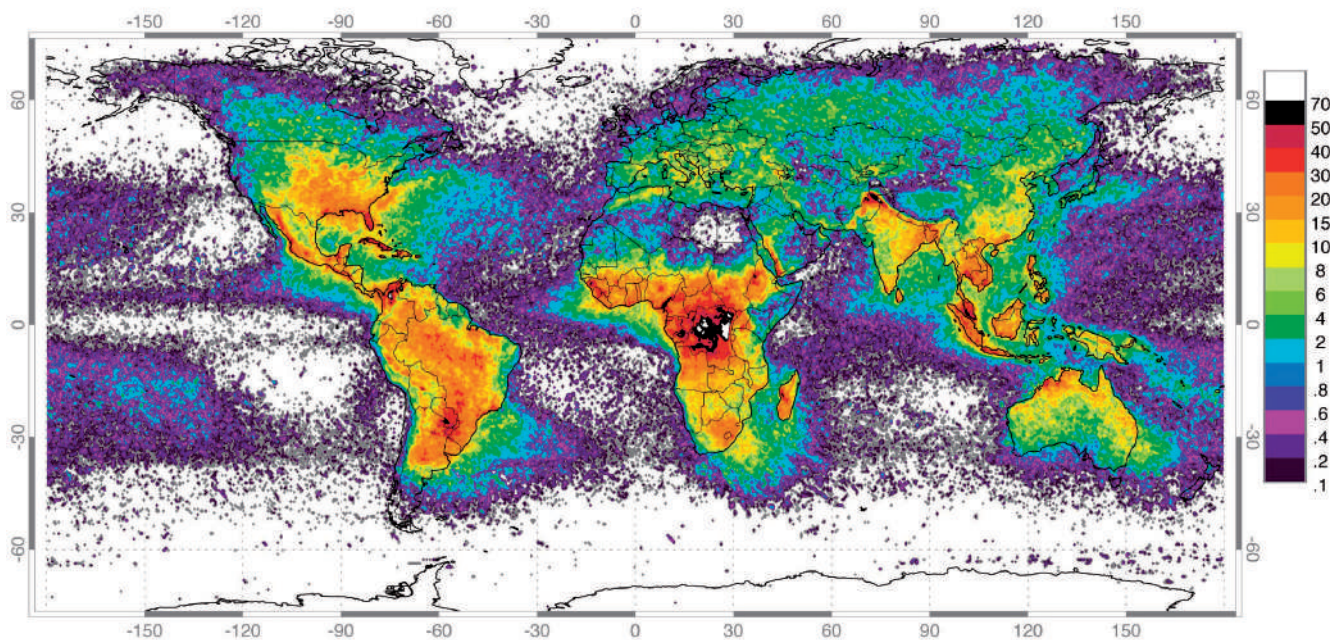


Рис. 1.1: Частота ударов молнии в виде годового количества молниевых ударов на 1 км^2 за 1995-2003 гг. (источник: www.nasa.gov)



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

1.1 Молния

Молния и перенапряжения представляют опасность для людей и имущества. Год за годом в Германии происходит около 2 млн. ударов молнии, 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.

Важные цифры по молниям:

- 1.500.000.000 ударов молнии ежегодно по всему земному шару
- 2.000.000 ударов молнии ежегодно в Германии
- 450.000 повреждений от перенапряжений ежегодно в Германии
- Повреждения от перенапряжений в радиусе до 2 км от удара молнии
- 80 % молний находятся в диапазоне 30 - 40 кА (Рис. 1.2)

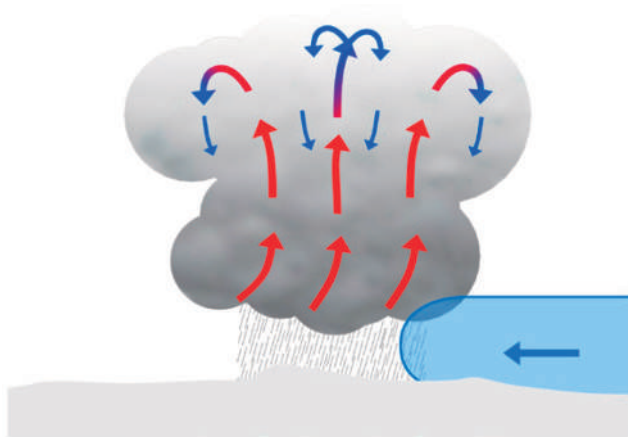


Рис. 1.3: Холодный воздушный фронт

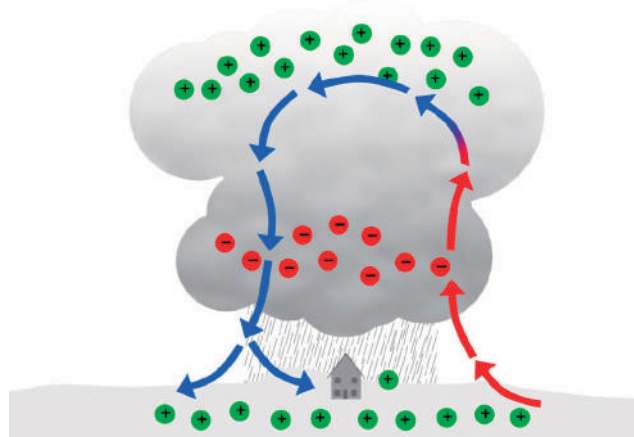


Рис. 1.5: Возникновение молнии – отрицательные и положительные заряды

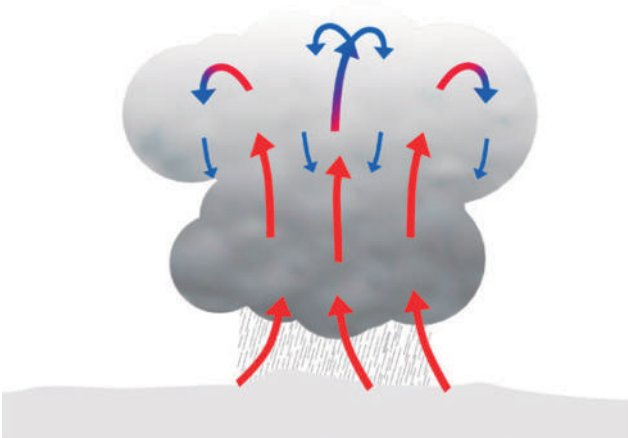


Рис. 1.4: Тепловая гроза

1.1.1 Возникновение молнии

Грозовые фронты могут возникнуть, когда облака расстилаются на высоте до 15.000 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 Разделение зарядов

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)

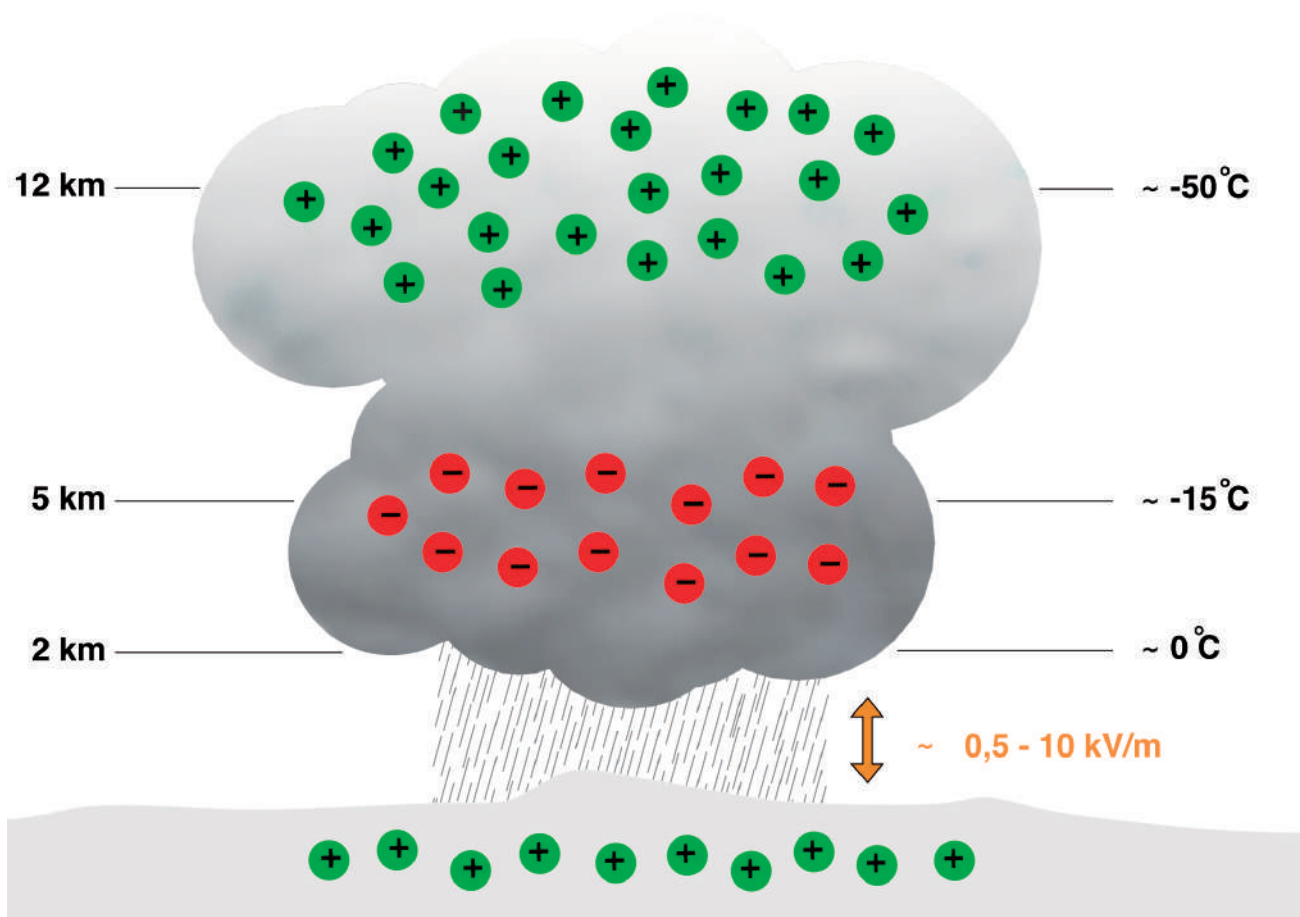


Рис. 1.6: Распределение заряда в облаке

1.1.1.3 Распределение заряда

Исследованиями доказано, что падающие вниз ядра снежной крупы (зона с температурой выше -15°C) несут отрицательные заряды, а заносимые вверх кристаллы льда (зона с температурой ниже -15°C) – положительные. Легковесные кристаллы льда уносятся восходящим воздушным потоком в верхние зоны облака, а ядра снежной крупы падают в его центральные зоны. (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

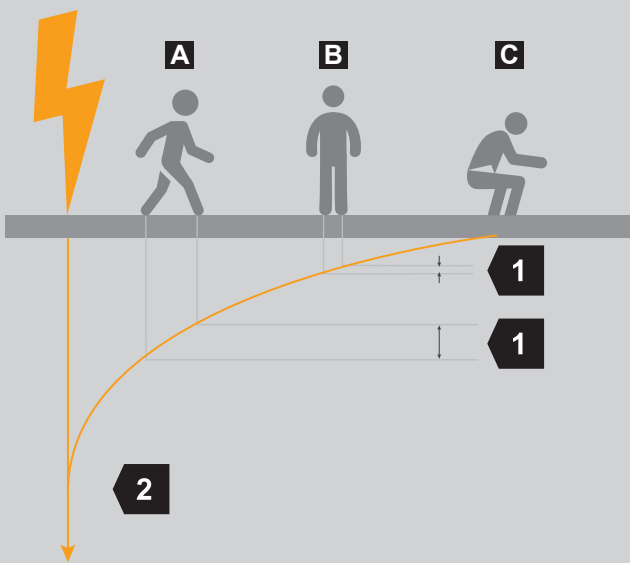
Будь то профессиональная или частная сфера, мы так или иначе все больше зависим от электрических и электронных приборов. Информационные сети, используемые на предприятиях или в таких учреждениях оказания помощи, как больницы или пожарные части, являются жизненно важными артериями для обмена информацией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

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.



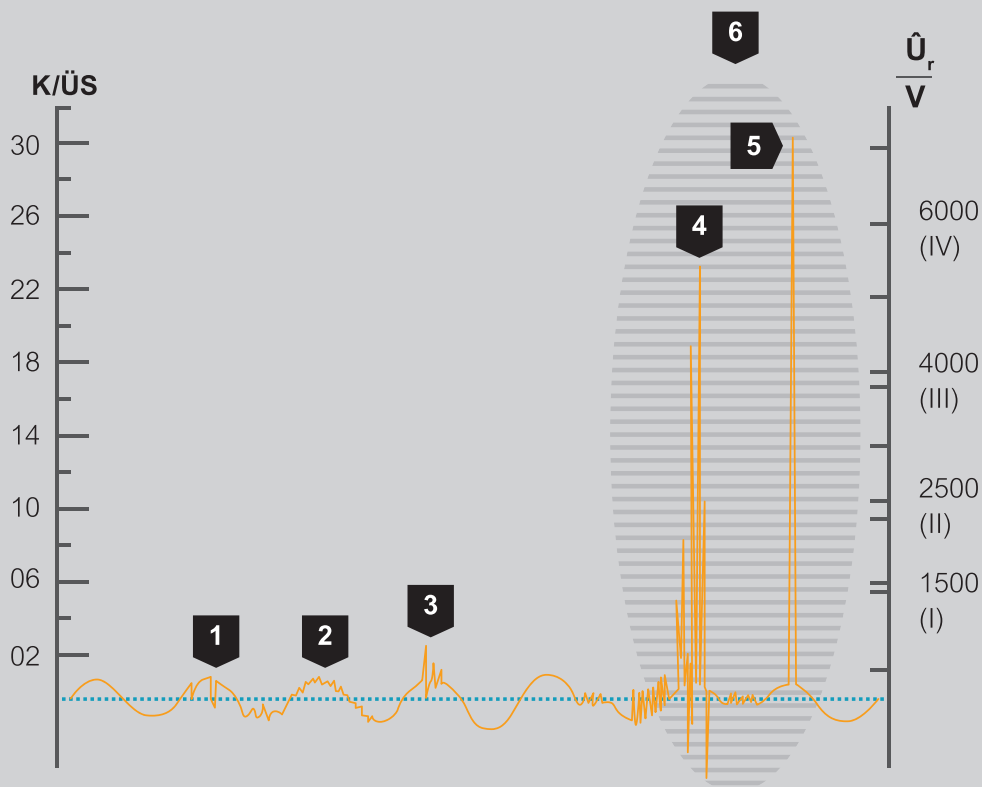
1	Шаговое напряжение $U_{\text{ш}}$
2	Воронка потенциалов
A	Рядом с местом удара или токоотводом присутствует высокое шаговое напряжение 1.
B	По мере удаления шаговое напряжение падает.
C	В открытом поле от прямых ударов защищает положение на корточках.

Рис. 1.7: Шаговое напряжение и воронка потенциалов во время удара 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. Перенапряжения многократно (коэффициент $K/\ddot{U}_s$) превышают допустимое сетевое напряжение. При превышении значения пробивной прочности ($\dot{U}_r/V$) электрических систем 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)

1.2.2.1 Переходные перенапряжения

Переходные перенапряжения – это кратковременные повышения напряжения в микросекундном диапазоне, которые могут многократно превышать подающееся номинальное сетевое напряжение. К переходным перенапряжениям не относятся постоянные перенапряжения, возникающие при недопустимых условиях в электросети.

Коммутационные перенапряжения

Коммутационные перенапряжения обусловлены разными источниками, например, включениями больших индуктивных нагрузок, например, у моторов. Как правило, коммутационные перенапряжения в 2-3 раза превышают рабочее напряжение.

Индуктивные перенапряжения

Индуктивные перенапряжения в проводках зданий, а также подводах энергии или линий передачи данных могут многократно превышать номинальное рабочее напряжение и способны вызвать мгновенный выход оборудования из строя.

1.2.2.2 Грозовые (атмосферные) перенапряжения

Максимальные пики перенапряжений в питающем кабеле НН электроустановки поребителя обусловлены разрядами молнии. Грозовые (атмосферные) перенапряжения могут в сотни раз превышать номинальное напряжение и транспортировать высокое содержание энергии. При прямом ударе в наружный молниеотвод или низковольтную воздушную линию без внутренней защиты от молнии и импульсных перенапряжений они, как правило, приводят к повреждениям изоляции и полному выходу из строя оборудования подключенных потребителей.

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 точной причины и места удара искрового разряда молнии требуются различные меры защиты

1.3 Нормативное упорядочивание источников и причин повреждений

Для анализа рисков в соответствии с ДСТУ ІЕС 62305-2:2012 удары молнии подразделяются на четыре источника повреждения (S1-S4). Ударами молнии обусловлены три причины повреждений (D1-D3). Повреждения или потери подразделяются, в свою очередь, на четыре вида повреждений (L1-L4). (Рис. 1.10)

Грозовые (атмосферные) перенапряжения могут в сотни раз превышать номинальное напряжение и транспортировать высокое содержание энергии

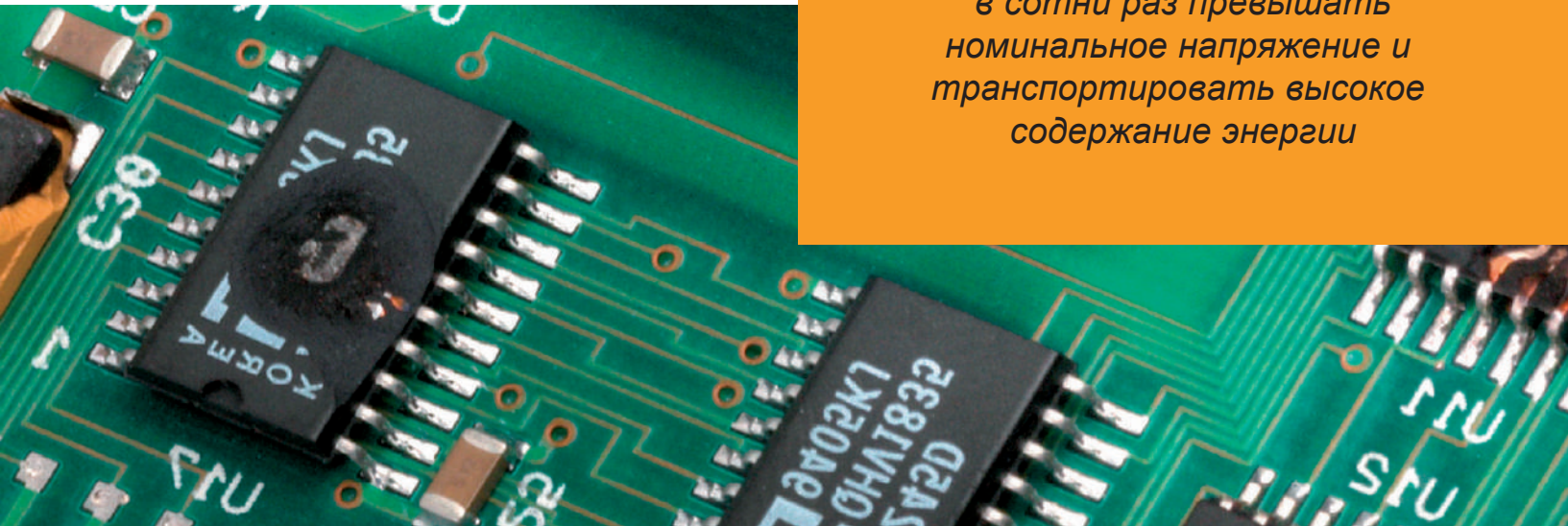


Рис. 1.9: Печатная плата, разрушенная перенапряжением

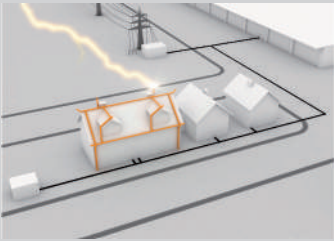
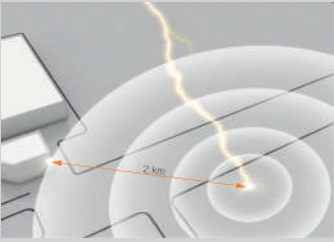
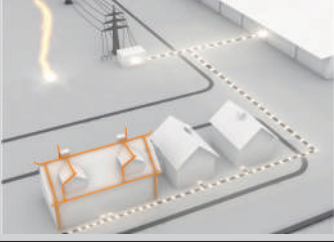
Место удара	Пример	Источник повреждения	Причина повреждения	Вид повреждения
Строительное сооружение		S1	C1 C2 C3	D1, D4 D1, D2, D3, D4 D1, D2, D4
Грунт вблизи строительного сооружения		S2	C3	D1, D2, D4
Подведенная питающая линия		S3	C1 C2 C3	D1 D1, D2, D3, D4 D1, D2, D4
Грунт вблизи подведенной питающей линии		S4	C3	D1, D2, D4

Рис. 1.10: Анализ рисков в соответствии с промышленным стандартом ДСТУ IEC 62305-2:2012

C1	Электротравмы живых существ
C2	Пожар, взрыв, механическое и химическое воздействие в результате физических последствий разряда молнии
C3	Неисправность электрических и электронных систем в результате перенапряжений
D1	Травмирование или гибель людей
D2	Невозможность оказания услуг населению
D3	Утрата незаменимого культурного наследия
D4	Экономические потери

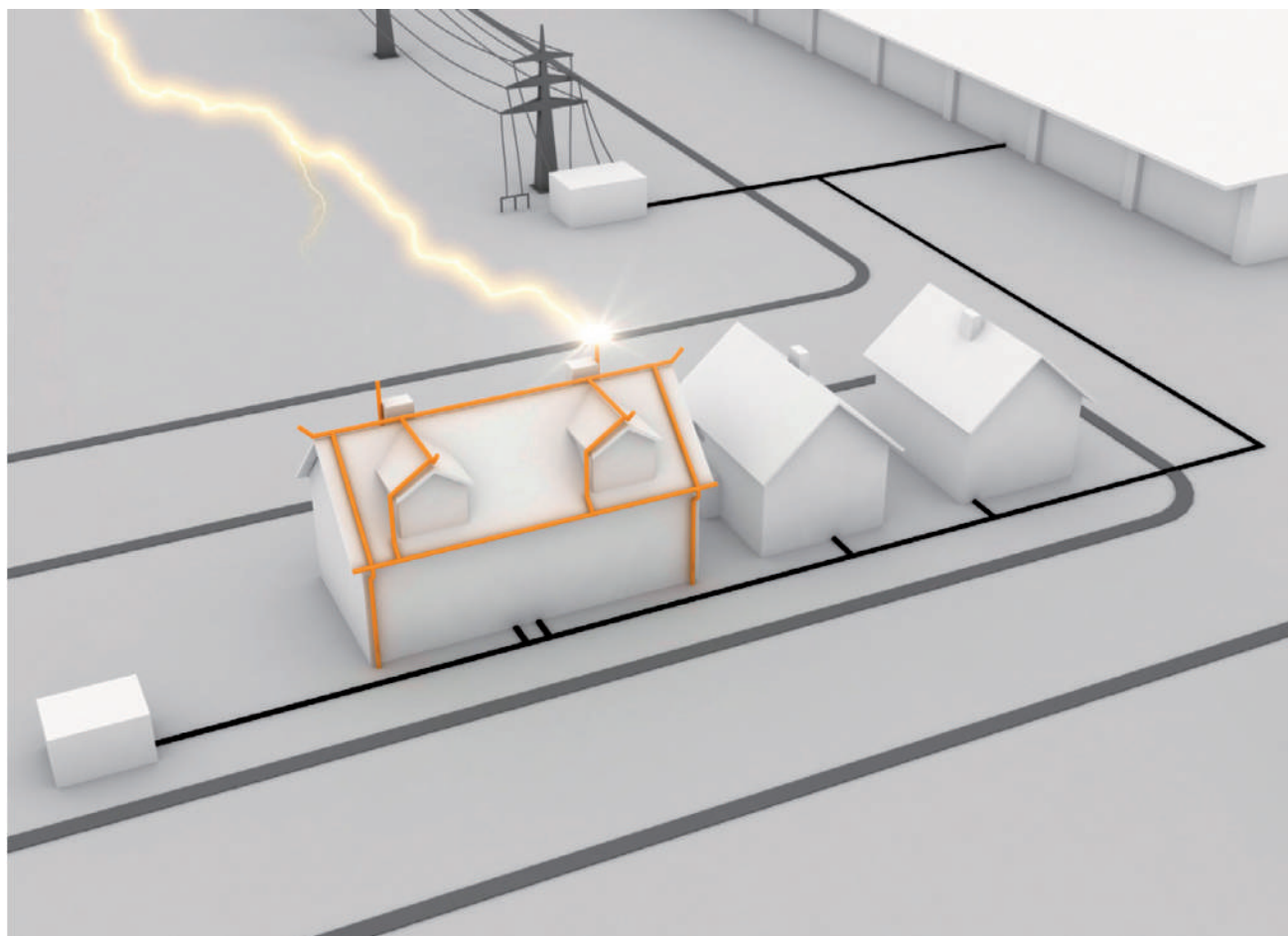


Рис. 1.11: Угроза: Прямой удар молнии

S1: Прямой удар молнии в здание

При прямом ударе молнии во внешнюю систему молниезащиты (молниеотвод) или заземленные надстройки на кровле, способные выдержать протекание тока молнии (например, наружная антенна, установленная на крыше) энергия молнии может быть надежно отведена к потенциалу земли. Однако, одним молниезащитным устройством дело не ограничивается: в результате полного электрического сопротивления заземляющего устройства потенциал всей системы эквипотенциальных соединений здания возрастает до весьма высоких значений. Это повышение потенциала способствует распределению токов молнии по системе заземления здания, а также по системам электропроводки и линиям передачи данных к соседним системам заземления (соседние здания, низковольтный трансформатор). При прямом ударе молнии возникает опасность потери человеческих жизней, возможности предоставления услуг населению (телефонная связь, пожарная охрана), объектов культурного наследия (музеи, театры) и экономических благ (имущество). 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.

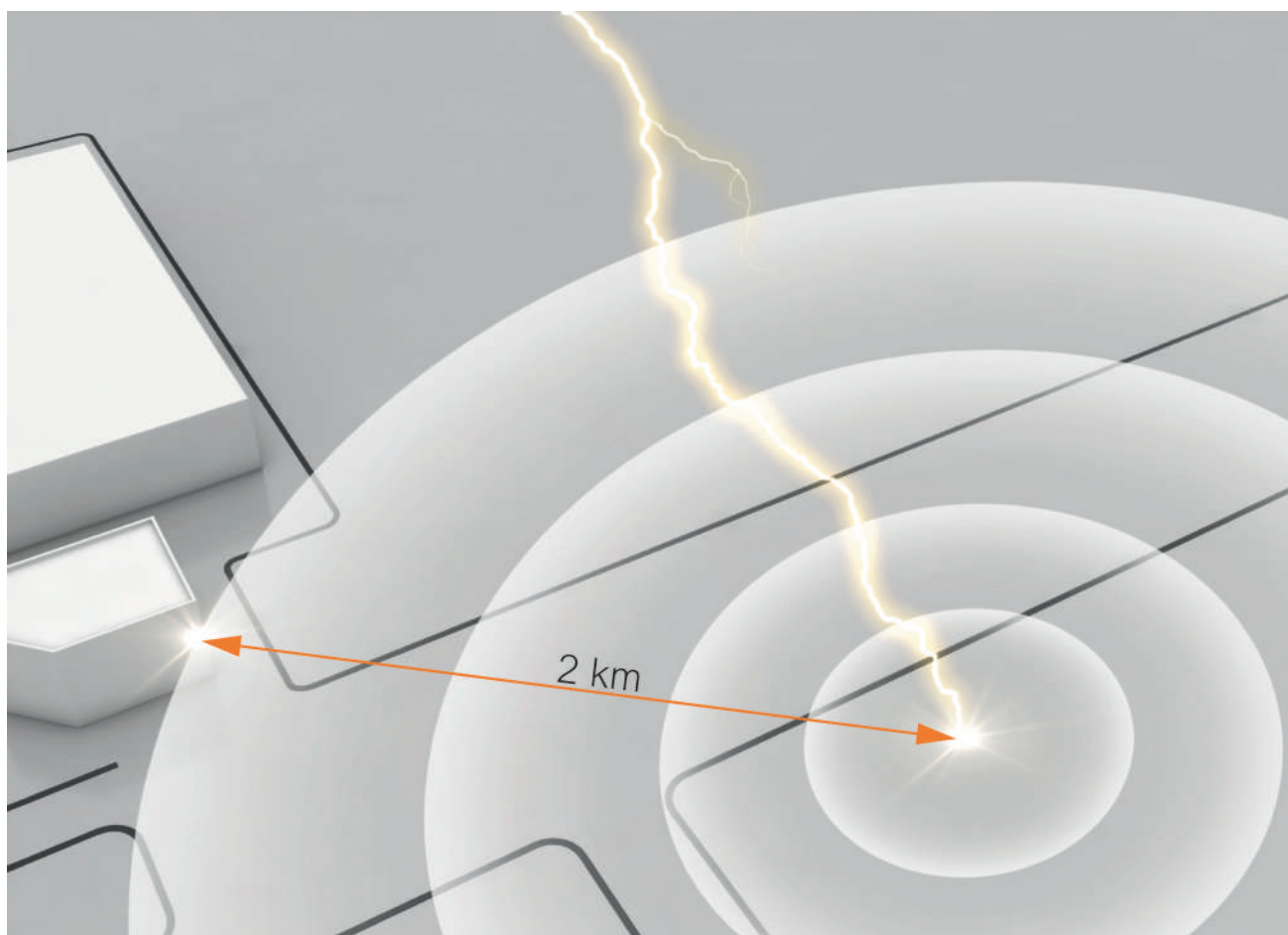


Рис. 1.12: Угроза: Импульс перенапряжения в результате индуктивного и гальванического ввода

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

В результате близкого удара молнии дополнительно создаются высокие магнитные поля, которые в свою очередь индуцируют высокие пики напряжений в проводящих системах. В радиусе до 2 км от точки удара молнии индуктивные и гальванические связи приводят к повреждениям. В результате перенапряжений возникают неисправности в электрических и электронных системах, и происходит их разрушение.

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 дополнительно создаются высокие магнитные поля, которые в свою очередь индуцируют высокие пики напряжений в проводящих системах.

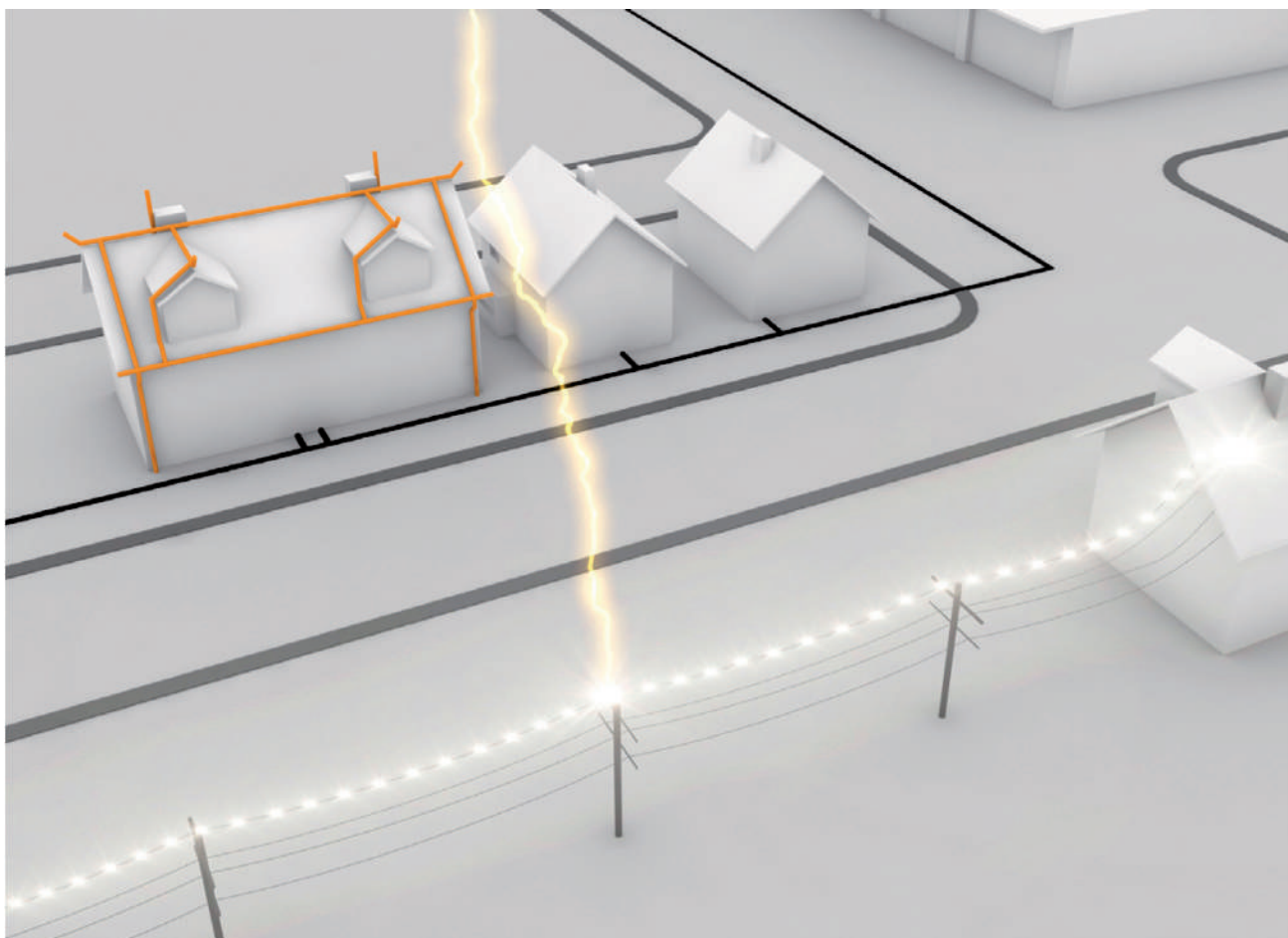


Рис. 1.13: Угроза: импульс молнии и передаваемые по проводам токи молнии

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 подземную 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.

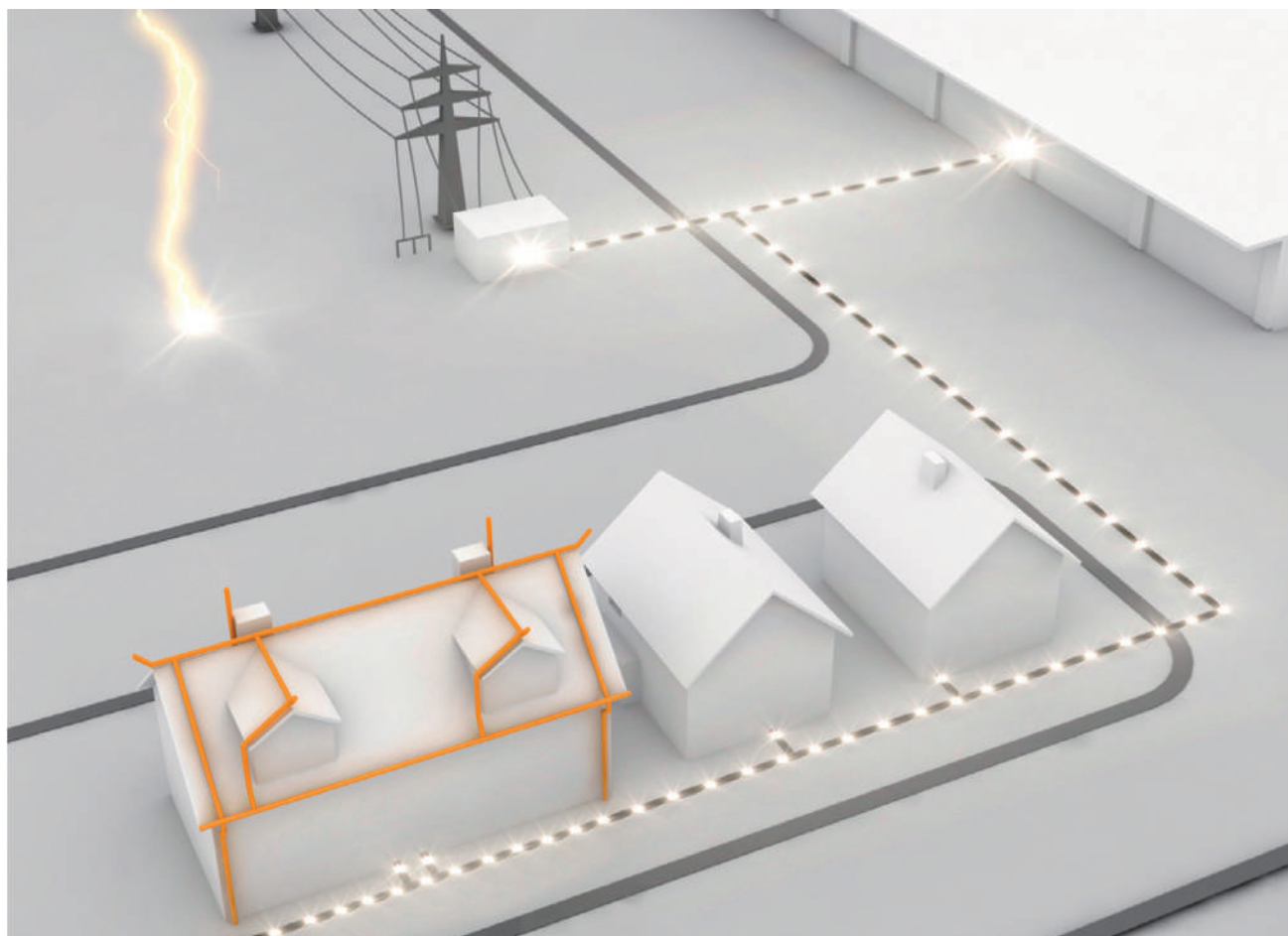


Рис. 1.14: Угроза: гальванически связанное и проводное перенапряжение

S4: Прямой удар молнии рядом с питающей линией

За счет близости удара молнии в линиях индуктируются импульсные перенапряжения. Далее, в результате процессов включения и выключения, 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)

Коммутационные и индуктированные перенапряжения в линиях обуславливают большую часть повреждений.

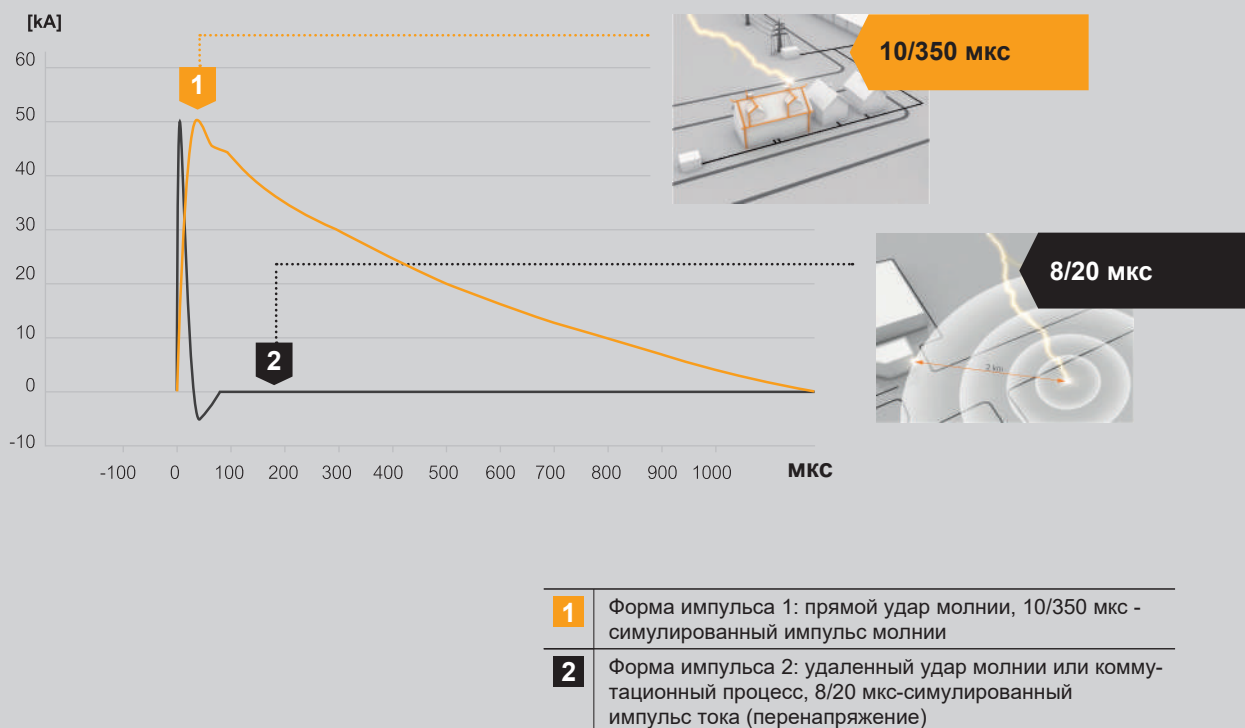


Рис. 1.15: Виды импульсов и их характеристика

1.4 Испытательные токи и симулированные импульсные перенапряжения

При грозах к земле устремляются большие токи молний. При грозовом поражении здания, оборудованного внешней молниезащитой, на сопротивлении заземления возникает падение напряжения, которое прикладывается ко всей системе эквипотенциальных соединений и которое представляет собой перенапряжение по отношению к удаленной окружающей среде.

Пример:

- Ток молнии (i): 100 кА
- Сопротивление заземления (R): 1 Ом
- Падение напряжения (u):

$$R \times i = 1 \text{ Ом} \times 100 \text{ кА} = 100.000 \text{ В}$$

Вывод:

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

Данное повышение потенциала представляет собой угрозу для электрических систем (например, источники питания, телефонные аппараты, кабельное телевидение, провода цепи управления и т.д.), проводимых в здание. Для контроля различных устройств защиты от молнии и перенапряжения в национальных и международных стандартах установлены соответствующие испытательные токи. (Рис. 1.15)

Прямой удар молнии: форма импульса 1

Токи молнии, возникающие при прямом ударе молнии, могут быть симитированы посредством импульсного тока с формой волны 10/350 мкс. Испытательный ток молнии имитирует как быстрый подъем, так и высокое содержание энергии естественной молнии. Устройства защиты от импульсных перенапряжений Тип 1 и соединительные компоненты проводников внешней молниезащиты испытывают таким импульсом.

Удаленные удары молнии или коммутационные процессы: форма импульса 2

Перенапряжения, возникающие в результате удаленных ударов молнии или коммутационных процессов, имитируются посредством испытательного импульса 8/20 мкс. Запас энергии данного импульса значительно ниже, чем испытательного тока молнии с волной импульсного тока 10/350 мкс. Разрядники перенапряжений типа 2 и типа 3 нагружаются данным испытательным импульсом.

Плоскость «ток/время» под кривой импульсных токов соответствует содержанию 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. Законы	Закон України «Про архітектурну діяльність»
2. Положения	ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»
3. Предписания	ПОРЯДОК застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу (постанова КМУ від 23.05.2011 № 547)
4. Технические регламенты	Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд (постанова КМУ від 20.12.2006 № 1764)
5. Правила	Правила пожежної безпеки в Україні. (Затверджено наказом МВС України 30.12.2014 № 1417)

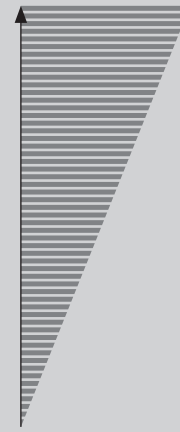


Рис. 1.16: Растущая правовая обязательность

1.5 Правовые вопросы и необходимость

Необходимость молниезащиты определяется пятью факторами (Рис. 1.16):

1. Законы

Главным приоритетом правовой системы является защита человеческой жизни, а также основополагающих общественных ценностей (культурного наследия, гарантий обеспечения и т.д.). Так, например, требования по молниезащите отражены в ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»

2. Положения

Положения не только издаются парламентом, но и регулируются государственной исполнительной властью, например, «ПОРЯДОК застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу». Молниезащита, упоминается, к примеру, в НПА ОП 0.00-1.21-07 «Правила безпеки під час експлуатації магістральних нафтопроводів» для защиты от прямых ударов молнии и от ее вторичных проявлений.

3. Предписания

Такие предписания, как Предписания по предотвращению несчастных случаев, обязуют каждое предприятие к соблюдению правил по технике безопасности и охране здоровья на рабочем месте.

Каждый собственник или эксплуатирующее предприятие несет ответственность за безопасность своего оборудования. Они заинтересованы в эксплуатационной готовности своего оборудования и должны контролировать расходы, связанные с выходом оборудования из строя.

4. Технические регламенты

Нормы и технические регламенты описывают методы и технические решения, которые позволяют соблюдать предписываемые в правовых актах нормы безопасности. Главным стандартом по молниезащите является ДСТУ IEC/EN 62305:2012 в 4-х частях. Оценка рисков должно производиться в соответствии с методикой, изложенной в ДСТУ IEC 62305-2:2012. При выборе устройств защиты электрических и электронных устройств в зданиях и сооружениях от импульсных перенапряжений следует учитывать уровни стойкости этих устройств, указанные в «Правилах улаштування електроустановок» (ПУЕ, Таблица 2.1.17).

5. Правила

Необходимость устройства систем молниезащиты в зданиях и сооружениях указана в «Правилах пожежної безпеки в Україні».

1.5.1 Нормы защиты от молний и импульсных напряжений

При проектировании и монтаже систем молниезащиты могут учитываться положения национальных приложений к ДСТУ IEC/EN 62305:2012.

Система защиты от молнии и импульсных перенапряжений состоит из нескольких согласованных между собой систем. (Рис.1.17) Изначально система защиты от молнии и импульсных напряжений состоит из внутренней и внешней систем молниезащиты, которые, в свою очередь, подразделяются на следующие системы:

- молниеприемники
- токоотводы
- заземления
- экранирование помещения
- разделительный интервал
- уравнивание потенциалов молниезащиты

Данные системы должны выбираться и согласованно внедряться для соответствующего применения. Различные стандарты, распространяющиеся на применение и продукцию (Таблица 1.1. и Таблица 1.2 / стр. 24), образуют нормативную базу, которую необходимо соблюдать при возведении систем. Вкладыши международных директив IEC и гармонизированные европейские версии соответствующих действующих в конкретной стране переводов зачастую содержат дополнительную (характерную для конкретной страны) информацию.

Производственные стандарты

Чтобы компоненты были способны выдерживать прогнозируемые нагрузки в процессе эксплуатации, они должны быть испытаны в соответствии с действующим производственным стандартом для внешней, а также внутренней молниезащиты.

Только согласованно внедряемые меры способны обеспечить комплексную молниезащиту.

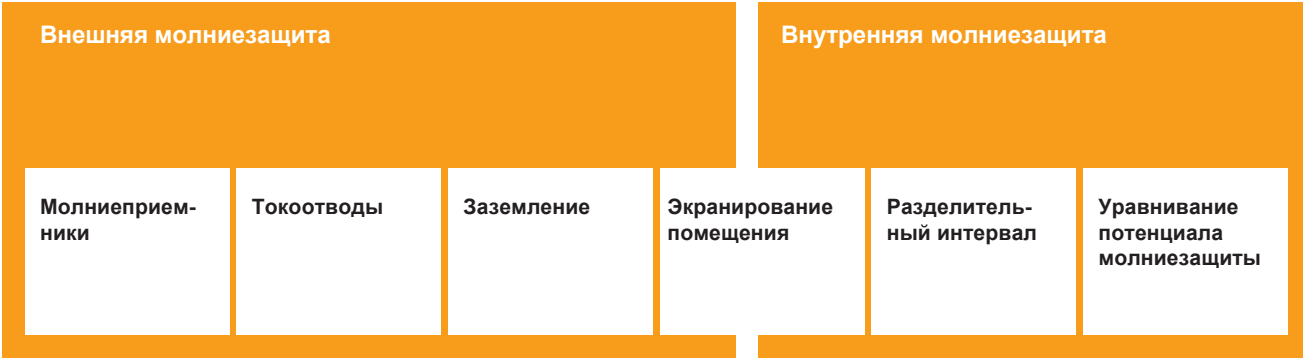


Рис. 1.17: Системы внешней и внутренней молниезащиты

Стандарт	Название
ДСТУ EN 62305-1:2012 (EN 62305-1:2011, IDT)	Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи
ДСТУ IEC 62305-2:2012 (IEC 62305-2:2010, IDT)	Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками
ДСТУ EN 62305-3:2012 (EN 62305-3:2011, IDT)	Захист від блискавки. Частина 3. Фізичні руйнування споруд та небезпека для життя людей
ДСТУ EN 62305-4:2012 (EN 62305-4:2010, IDT)	Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах
ДСТУ EN 62561-1:2019 (EN 62561-1:2017, IDT; IEC 62561-1:2017, IDT)	Компоненти системи блискавкозахисту (LPSC). Частина 1. Вимоги до з'єднувальних компонентів
ДСТУ EN IEC 62561-2:2019 (EN IEC 62561-2:2018, IDT; IEC 62561-2:2018, IDT)	Компоненти системи блискавкозахисту (LPSC). Частина 2. Вимоги до провідників та уземлювальних електродів

Таблица 1.1: Стандарты по молниезащите, действующие в Украине

Обозначение	Название
IEC 62561-3:2017	Lightning protection system components (LPSC) - Part 3: Requirements for isolating spark gaps (ISG) Компоненты систем защиты от молнии (LPSC) – Часть 3: Требования к изолирующим искровым промежуткам (ISG)
IEC 62561-4:2017	Lightning protection system components (LPSC) - Part 4: Requirements for conductor fasteners Компоненты систем защиты от молнии (LPSC) – Часть 4: Требования к тдержателям проводников
IEC 62561-5:2017	Lightning protection system components (LPSC) - Part 5: Requirements for earth electrode inspection housings and earth electrode seals Компоненты систем защиты от молнии (LPSC) – Часть 5: Требования к ревизионным коробкам заземлительных электродов и уплотнений заземлительных электродов
IEC 62561-6:2018	Lightning protection system components (LPSC) - Part 6: Requirements for lightning strike counters (LSC) Компоненты систем защиты от молнии (LPSC) – Часть 5: Требования к сетчикам ударов молний (LSC)
IEC 62561-7:2018	Lightning protection system components (LPSC) - Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds Компоненты систем защиты от молнии (LPSC) – Часть 7: Требования к смесям для улучшения заземления
IEC TS 62561-8:2018	Lightning protection system components (LPSC) - Part 8: Requirements for components for isolated LPS Компоненты систем защиты от молнии (LPSC) – Часть 4: Требования к компонентам для изолированных LPS
EN 62858:2015	Lightning density based on lightning location systems (LLS) - General principles. Плотность вспышек молнии по данным системы локации молний. Общие принципы.
IEC 62793:2016	Protection against lightning - Thunderstorm warning systems. Системы предупреждения о грозе.

Таблица 1.2: Международные стандарты, которые будут приняты в Украине, как национальные, в порядке гармонизации с Европейским Союзом.

Технические регламенты определяют перечень ДСТУ, соответствие которым позволяет выход на рынок Украины новых изделий. Комплекс проверок соответствия и необходимых испытаний приведен в модулях, которые относятся как к выходу на рынок изделий, так и к поддержанию надлежащего уровня качества в процессе их жизненного цикла на рынке. Так, в документе «Технічний регламент низьковольтного електричного обладнання», утвержденном постановлением КМУ от 16.12.2015 № 1067, приведена форма «Декларації відповідності», которую уполномочен изготавливать лишь резидент Украины (производитель или его уполномоченный представитель).

1.5.2 Иерархическая структура стандартов:

международные/европейские/национальные

При інтегруванні міжнародного стандарту (IEC) Європейського комітету по стандартизації (CEN) і Європейського комітету електро технічної стандартизації (CENELEC) в Європейський стандарт (EN), Україна зобов'язується впровадити у себе європейські стандарти системи CENELEC в формі ДСТУ EN в відповідності з документом «Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» (в подальшому «Угода про асоціацію»).

1.5.3 Состояние национальных украинских стандартов по молниезащите

В порядке выполнения условий «Угоди про асоціацію» Україна прийняла ДСТУ ІЕС/EN 62395:2012 (в 4-х частинах) с 1.08.2012 приказом Мінекономрозвитку України от 25.05.2012 №640. В соответствии с положениями ЗУ «Про стандартизацію», Ст. 17, параграф 4-й, а также ДСТУ 1.7:2015 (ISO/IEC Guide 21-1:2005, NEQ); ISO/IEC Guide 21-2:2005, NEQ) «Національна стандартизація. Правила та методи прийняття міжнародних і регіональних нормативних документів», п. 5.1.4, с 01.11.2019 приказом Национального органа стандартизации Украины от 16.10.2019 №313 был отменен ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕС 62305:2006, NEQ)» - ввиду многочисленных противоречий с международным стандартом.

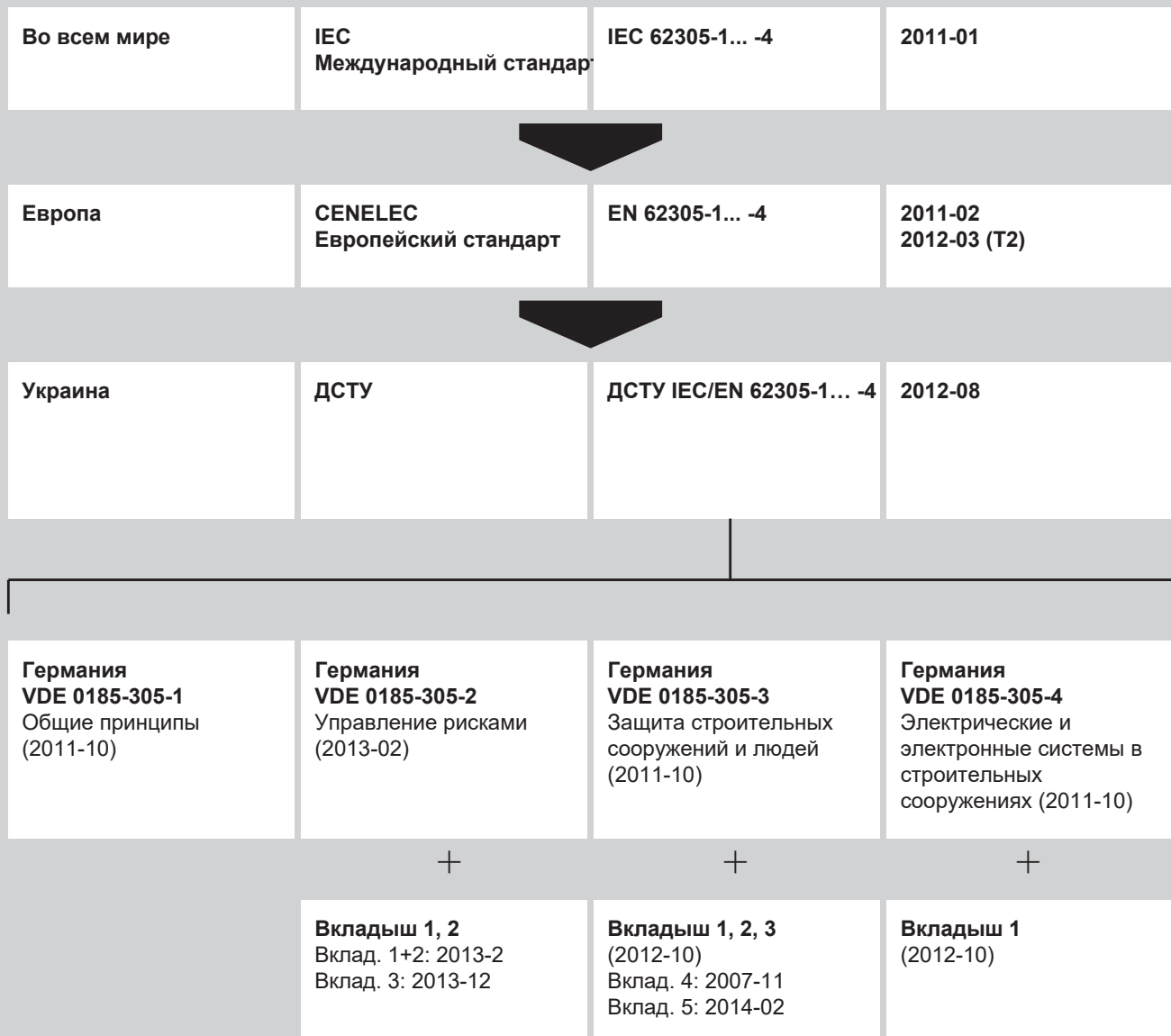


Рис. 1.18: Иерархия стандартизации молниезащиты (международные/европейские стандарты) и состояние украинской стандартизации в части молниезащиты

1.5.4 Ответственность электромонтажной организации:

«Общую ответственность за электробезопасность несет специалист по вводу в эксплуатацию»

Сооружение системы молниезащиты зачастую представляет собой обширное вмешательство в электротехническую структуру здания. Это отражено в многочисленных обязательных для соблюдения стандартах и предписаниях. За их надлежащее исполнение электромонтажная организация, соорудившая установку, несет ответственность в течение 30 лет, сюда добавляются также требования страховой организации.

Специализированное предприятие, которое сооружает электроустановку, по закону обязуется осуществить ее передачу в бездефектном состоянии. В соответствии с Правилами подключения низковольтных установок (NAV) электротехник, включенный в регистр электромонтажников энергоснабжающего предприятия, должен подключать к муниципальной энергосети только испытанные и выполненные надлежащим образом установки.

Также следует принимать во внимание соответствующие местные и законодательные требования. В зависимости от типа установки необходимо учитывать следующие стандарты:

- Сооружение низковольтных установок
 - VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41)
 - VDE 0100-443 (IEC 60364-4-44)
 - VDE 0100-534 (IEC 60364-4-534)
- Испытания (пусконаладочные испытания) и документация
 - VDE 0100-600 (IEC 60364-6)
 - VDE 0105-100 (EN 50110-1)
- Требования к солнечным фотогальваническим системам электроснабжения
 - VDE 0100-712 (IEC 60634-7-712)
 - VDE 0126-23 (IEC 62446)

1.5.5 Ответственность эксплуатирующего предприятия

Предприятие, эксплуатирующее установку, обязуется обеспечить профессиональное техническое обслуживание, контроль и текущий ремонт установки. Регулярно повторяющиеся испытания электрической части установки должны проводиться исключительно профессиональными электриками.

«Люди, сельскохозяйственные животные и имущество должны быть защищены от перенапряжений, являющихся последствиями атмосферных воздействий или коммутационных процессов»

IEC 60364-1





Рис. 1.19: Повреждения здания от прямого удара молнии

1.6 Экономические последствия в результате повреждений, вызванных молниями и перенапряжениями

Экономические потери могут рассматриваться отдельно только в том случае, если отсутствуют установленные законом или страховые требования по защите жизни и здоровья людей. (Рис. 1.19)

В результате разрушения электроприборов возникают значительные повреждения:

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

К этому следует добавить потери вследствие простоев и повреждений:

- потеря данных
- остановка 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.

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. €
2015	350.000	240 млн. €
2016	320.000	250 млн. €
2017(1)	300.000	250 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 ДСТУ IEC 62305-2: 2012. Каждая составляющая риска определяется из отношения между частотой удара молнии, умноженной на вероятность ущерба, и коэффициентом утраты или размера ущерба.

В зависимости от степени риска от ударов молнии и прогнозируемых повреждений для защищаемого здания рассчитывается требуемый класс молниезащиты.

В качестве альтернативы требуемый класс молниезащиты может быть определен на основе данных статистики, например, статистики повреждений в рамках имущественного страхования. При этом эффективность в классе молниезащиты I, достигающая 98 %, является наивысшей, а в классе молниезащиты IV (81% или 79%) - самой низкой. (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

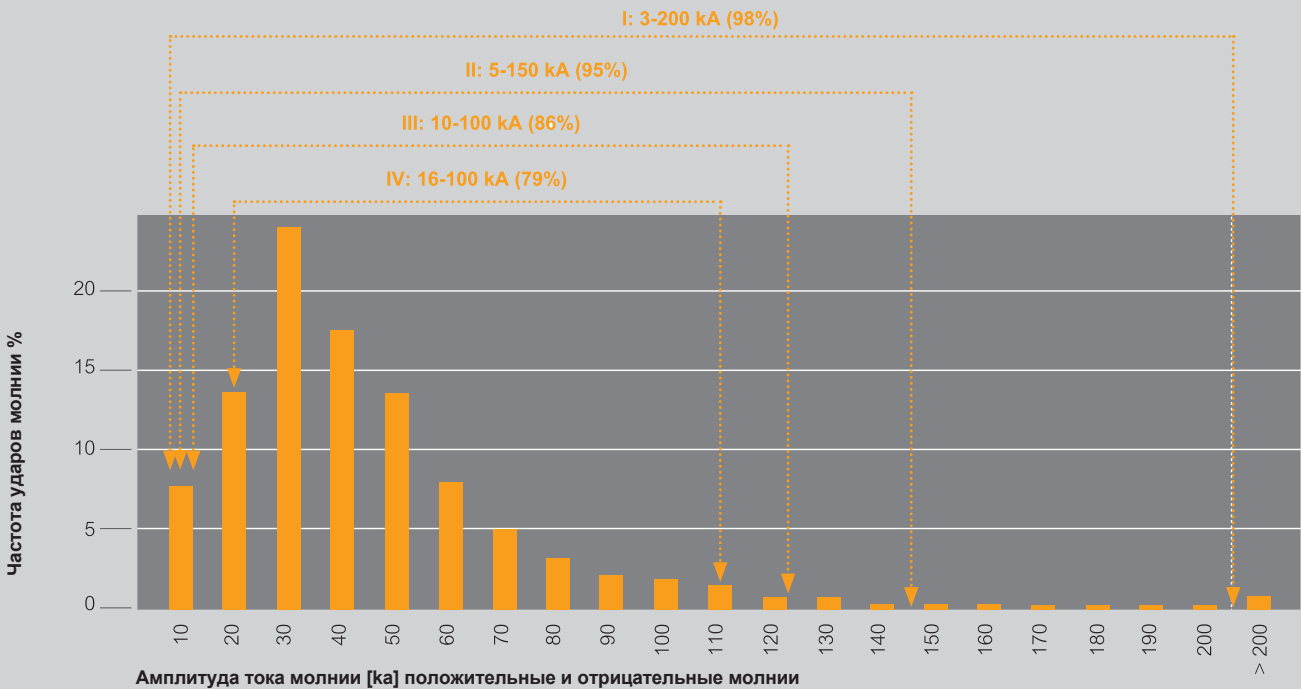


Рис. 1.20: Параметры тока молнии в соответствии с уровнем угрозы (уровнем молниезащиты) LPL согласно ДСТУ EN 62305-1: 2012

Масштаб 1 : 17 500 000

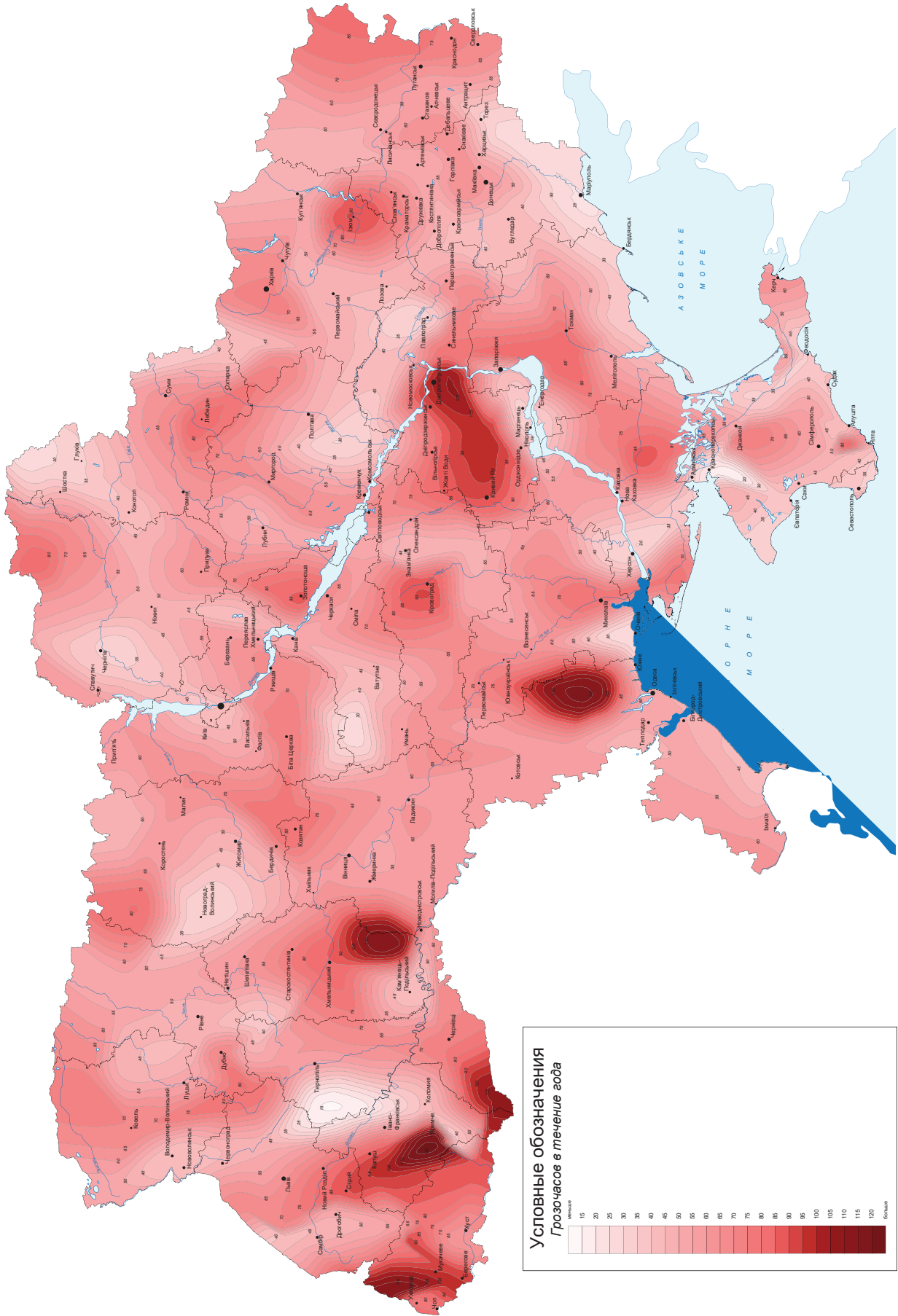
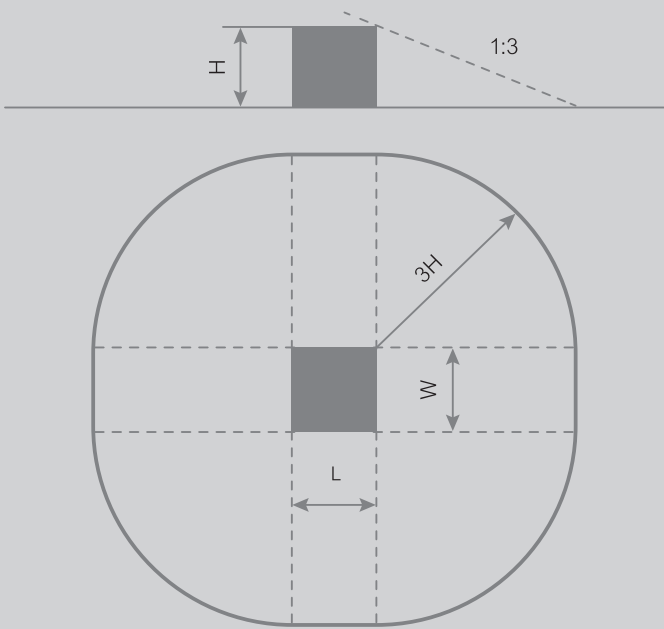


Рис. 1.21: Карта продолжительности гроз в Украине по данным «Український Гідрометцентр» - от начала наблюдений до 2012 г. Источник: «Посібник з ОПН. Застосування та вибір обмежувачів перенапруг нелінійних (ОПН) в магістральних і міждержавних електричних мережах», Київ, 2014 р.



H	Высота строительного сооружения
W	Ширина строительного сооружения
L	Длина строительного сооружения

Рис. 1.22: Эквивалентная площадь собирания 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

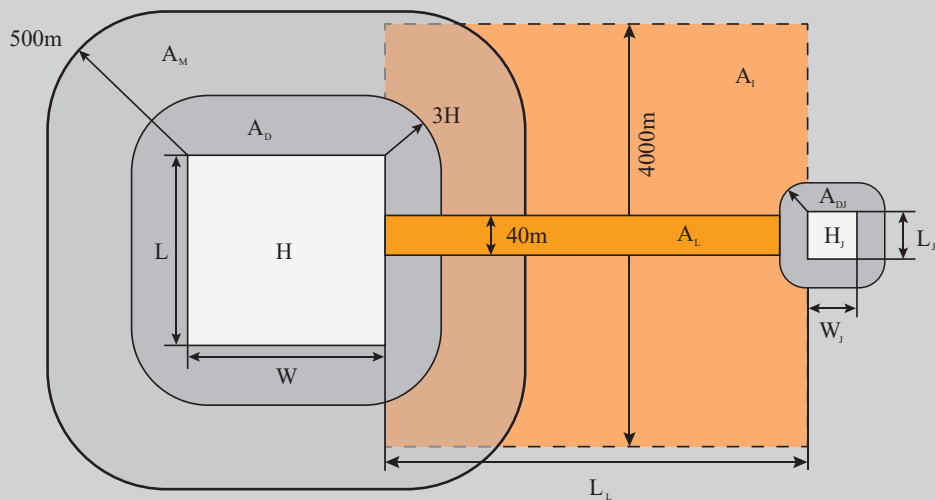
1.7.1 Частота вспышек молнии по регионам

Во многих странах имеются национальные данные по плотности вспышек молнии. Так, в Германии, Австрии и Швейцарии система локации молний BLIDS предоставляет данные по регионам. В 2016 г. был введен в эксплуатацию украинский фрагмент глобальной сети грозопеленгации ENTLN (Earth Networks Total Lightning Network). Его работу координирует отдел спутниковых технологий УкрГМИ ДСНС Украины. Работа таких систем регулируется международным стандартом EN 62858:2015 (см. в Таблице 1.2 выше), в котором имеется указание о том, что число точек контакта молнии

с земной поверхностью вдвое превышает число вспышек. Таким образом, при оценивании рисков значение плотности вспышек молнии следует удваивать (Рис. 1.21).

1.7.2 Площадь собирания молний сооружением

Для определения числа прямых поражений молнией в течение года, к площади строительного сооружения в плане необходимо добавить площадь собирания молний. В соответствии с ДСТУ ІЕС 62305-2:2012, для изолированных зданий (сооружений) на равнинной местности зоной собирания AD является зона, которая определяется пересечением между поверхностью земли и прямой с наклоном 1/3, которая является касательной к наивысшим точкам здания (сооружения) и которая поворачивается вокруг них. Определение размера AD может быть выполнено графически или математически (Рис. 1.22). Удары молний в эту зону приводят к затеканию частичных токов молнии в сооружения. Для оценивания возможных повреждений и убытков необходимо также учитывать удары молнии в подведенные к зданию электролинии и токопроводящие коммуникации, а также в площади собирания этих линий и коммуникаций.



L	Длина строительного сооружения
W	Ширина строительного сооружения
H	Высота строительного сооружения
A_d	Эквивалентная площадь площадь собирания молний сооружением
A_M	Эквивалентная площадь собирания сооружением наведенных молниями перенапряжений
A_L	Эквивалентная площадь площадь собирания молний питающими линиями
A_i	Эквивалентная площадь собирания питающими линиями импульсов, наведенных молниями

Рис. 1.23: Эквивалентная площадь собирания близких вспышек молнии

Площадь собирания перенапряжений, индуктированных близкими вспышками молний равна окружности радиусом 500 м вокруг площади основания здания и с расстоянием 2000 м вокруг питающей линии (Рис. 1.23).

1.7.3 Оценка риска ущерба

Риск ущерба определяется на основе данных об угрозе молнии и возможных повреждений. Чем выше риск удара молнии и прогнозируемых повреждений, тем надёжнее должна быть система молниезащита.

Виды угроз молнии:

- Частота по регионам
- Эквивалентная площадь собирания

Возможный ущерб:

- травматизация и гибель людей
- неприемлемое прекращение предоставления услуг
- утрата незаменимых объектов культурного наследия
- экономические потери

1.7.4 Табличный способ определения классов молниезащиты

Национальные комитеты стандартизации могут разрабатывать и внедрять приложения к стандартам в части табличного способа определения классов молниезащиты. Примером такого приложения является DIN EN 62305-2 VDE 0185-305-2. Его внедрению в Украине должно предшествовать проведение оценивания рисков для типовых зданий и сооружений. Также могут быть привлечены данные статистики (например из опыта страхования имущества).

1.7.5 Расчет экономической эффективности систем молниезащиты

Для строительных сооружений, где отсутствует угроза для людей, необходимость мер молниезащиты может рассматриваться с экономической точки зрения.

На другой чаше весов находятся вероятность удара молнии и размер последующего ущерба. Им противопоставлены сниженные в результате принятия мер молниезащиты риски, а также расходы на систему молниезащиты.

1.7.5.1 Убытки для зданий без системы молниезащиты

Для здания без системы молниезащиты ежегодные убытки рассчитываются на основе результата вероятности прямого удара или близкой вспышки молнии и вызванных ими повреждений имущества (Рис. 1.24).

1.7.5.2 Расходы для зданий с системой молниезащиты

Для здания, где приняты меры по молниезащите, вероятность возникновения ущерба снижена. Ежегодные расходы определяются на основе результата сниженной вероятности возникновения, прогнозируемого ущерба в результате удара молнии, а также ежегодных расходов на систему молниезащиты.

1.7.5.3 Сравнение расходов, обусловленных молнией, для зданий с системой молниезащиты и без нее

Для проверки экономической эффективности мер молниезащиты сопоставляются ежегодные расходы незащищенных зданий с ежегодными расходами защищенных зданий. (Рис. 1.24)

Указание

Точный расчет с учетом многих других параметров должен проводиться посредством анализа рисков в соответствии с ДСТУ ІЕС 62305-2:2012.

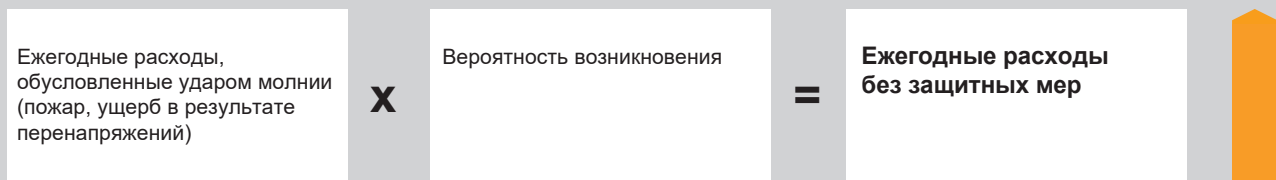
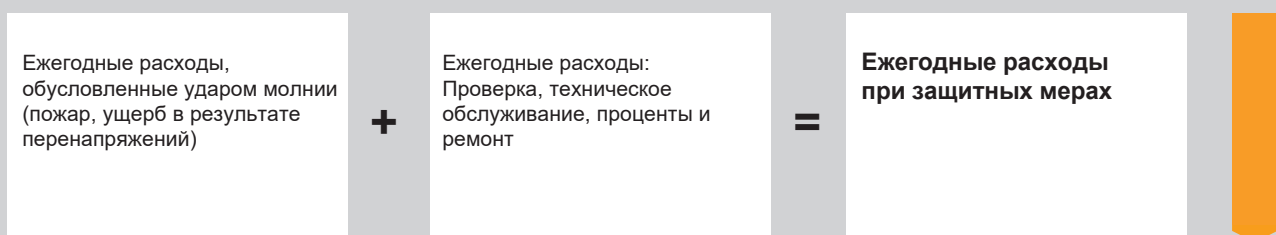
Экономическая эффективность без системы молниезащиты**Экономическая эффективность с системой молниезащиты**

Рис. 1.24: Управление рисками

Пример (расходы, обусловленные молнией, без системы молниезащиты)

- Стоимость здания с содержимым: 500.000 €
- Кол-во ударов молнии в год: $< 1,6$ на 1 км^2 (удвоение: $< 3,2$ на 1 км^2)
- Размеры здания: 10 м длина, 20 м ширина, 10 м высота
- Площадь собирания: 4827 м^2

Вероятность наступления риска

- $3,2 / 1.000.000 \text{ м}^2 \times 4827 \text{ м}^2 = 0,015$ (= раз в 66 лет) / теоретическое значение

Ежегодные расходы при незащищенном здании

- $500.000 \text{ €} \times 0,01$ (общая сумма потерь) = 5000 € в год

Пример (расходы, обусловленные молнией, с системой молниезащиты)

- Стоимость здания с содержимым: 500.000 €
- Кол-во ударов молнии в год: $< 1,6$ на 1 км^2 (удвоение: $< 3,2$ на 1 км^2)
- Размеры здания: 10 м длина, 20 м ширина, 10 м высота
- Площадь собирания: 4827 м^2

Вероятность наступления риска

- Класс молниезащиты 3 = 88 %
эффективности защиты = остаточный риск 12 % (0,12)
- Вероятность наступления риска: $3,2 \times 12 \% / 1.000.000 \text{ м}^2 \times 4827 \text{ м}^2 = 0,002$ (= раз в 500 лет) Ежегодные расходы при защищенном здании (без учета расходов на систему молниезащиты)
- $500.000 \text{ €} \times 0,0018 = 900 \text{ €}$ в год

Расчет ежегодных расходов на систему молниезащиты

- Расходы на систему молниезащиты: 10.000 €
- Расходы/амортизационный период (20 лет): 500 €/год
- Ставка рефинансирования по инвестициям (5 %): 500 €
- Ежегодные расходы на техобслуживание системы молниезащиты (5 %): 500 €
- Ежегодные общие расходы на систему молниезащиты: 1.500 €

Ежегодные расходы с защитными мерами (с расходами на систему молниезащиты)

- Ежегодные расходы: 900 € в год
- Ежегодные общие расходы на систему молниезащиты: 1.500 €
- Общие расходы: 2.400 € в год

Пример

Благодаря соответствующим защитным мерам ежегодные расходы могли быть снижены на 3.100 €.



Рис. 1.25: Тестовый генератор BET



Рис. 1.26: Испытательная установка BET-SO

1.8 Компоненты молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений в испытательной лаборатории

В испытательном центре ВЕТ высококвалифицированными специалистами проводятся испытания компонентов молниезащиты и защиты от импульсных напряжений, структур молниезащиты и УЗИП в соответствии с действующими стандартами. (Рис. 1.25)

В ВЕТ имеются тестовый генератор для испытания на воздействия импульсным током молнии до 200 кА и гибридный генератор для испытаний на воздействия импульсным напряжением до 20 кВ.

К задачам центра относятся проведение сопровождающих процессы разработки испытаний на новых разработках и модификациях устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), производимых ОВО, в соответствии со стандартом на проведение испытаний IEC 61643-11. Испытания компонентов молниезащиты проводятся в соответствии с ДСТУ EN 62561-1:2019, а разделительных искровых промежутков - в соответствии с IEC 62561-3.

На гибридном генераторе тестируются устройства защиты линий передачи данных в соответствии с ДСТУ EN 61643-21:2018 «Пристрої захисту від імпульсних перенапруг для низьковольтних мереж живлення - Частина 22: Пристрої захисту від імпульсних перенапруг встановлені в телекомунікаційні та мережі сигналізації. Експлуатаційні вимоги та методи випробування».

Проводимые в центре испытания в соответствии с нормами:

- Компоненты молниезащиты по ДСТУ EN 62561-1:2019
- Разделительные промежутки по EN 62561-3
- Счетчики молний по EN 62561-6
- УЗИП по ДСТУ EN 61643-11:2015.
- Устройства защиты линий передачи данных по ДСТУ EN 61643-21:2015.
- Испытание на воздействие окружающей среды по EN ISO 9227 (нейтральное длительное испытание на стойкость к соляному туману)
- Испытание на воздействие окружающей среды по EN 60068-2-52 (циклическое испытание на стойкость к соляному туману) (Рис. 1.26)
- Испытание на воздействие окружающей среды по EN ISO 6988 (SO₂ - испытание на вредные газы)
- Степень защиты IP по EN 60592
- Предел прочности при разрыве по EN 10002-1

Кроме того, проводятся испытания и тестирование согласно специфическим для клиента требованиям, которые не покрываются действующими стандартами, по следующим параметрам:

- Импульсы тока молнии (10/350) до 200 кА, 100 As и 10 MA²s
- Импульсы ударного тока (8/20) до 200 кА 8/20
- 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
- Измерения изоляции до 5 кВ перем. тока, 50 Гц и до 6 кВ пост. тока
- Измерения проводимости до 63 А, 50 Гц
- Пределы прочности при разрыве и при сжатии до 100 кН

1.9 Компоненты молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений

Каждая система молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений состоит из следующих секций: (Рис. 1.27)

1. Молниеприемные и токоотводные системы
Молниеприемные и токоотводные системы надежно перехватывают прямые удары молнии с силой тока в разряде молнии до 200.000 А и безопасно отводят его к системе заземления.

2. Системы заземления
Системы заземления отдают около 50 % отводимого тока молнии в землю, а оставшаяся половина распределяется посредством системы уравнивания потенциалов.

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

4. Системы защиты от импульсных перенапряжений

Системы защиты от импульсных перенапряжений образуют многоступенчатый барьер, который не смогут миновать никакие перенапряжения.

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

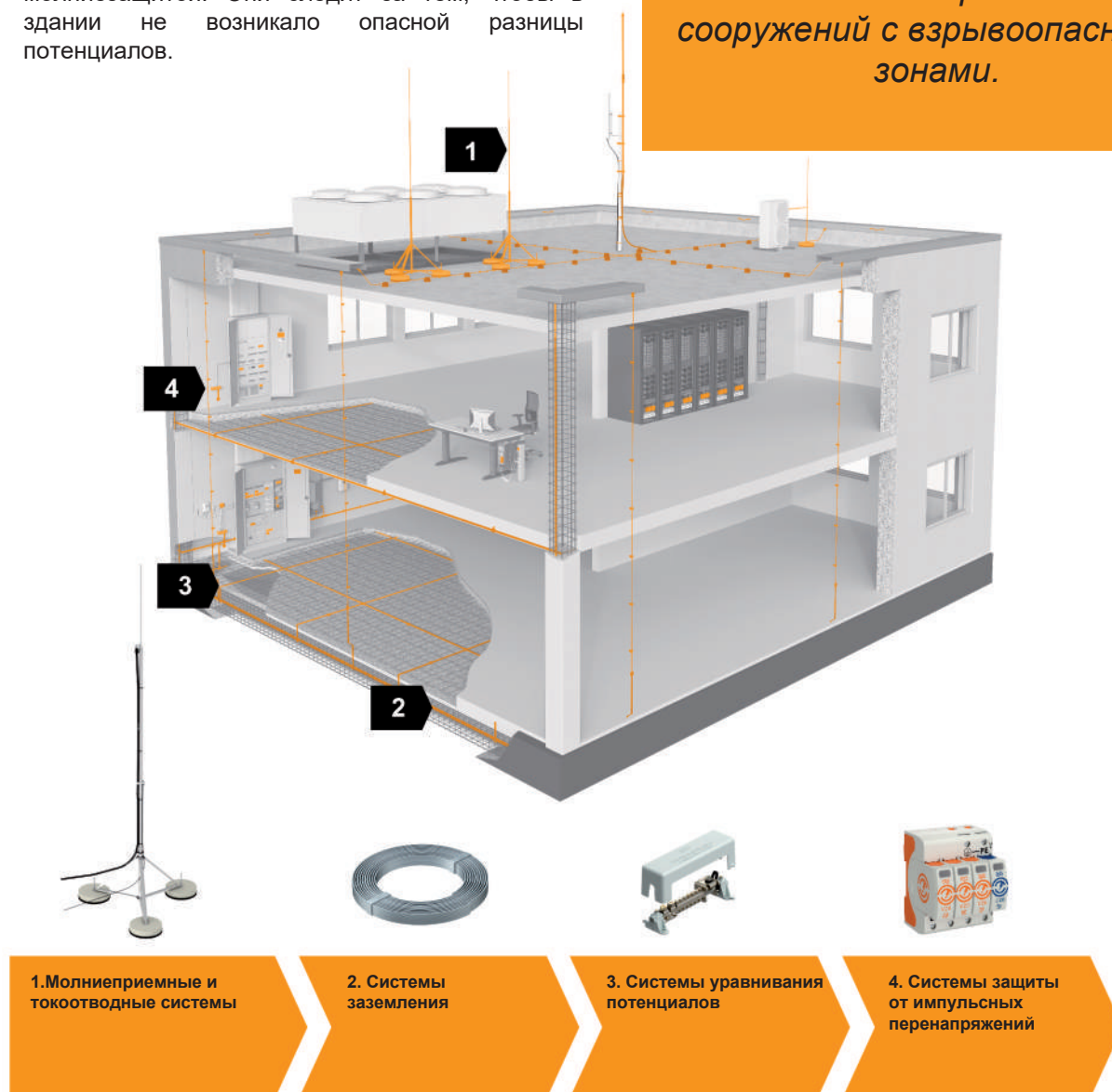


Рис. 1.27: Компоненты молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений

2

Система молниезащиты предназначена для перехвата и отвода тока молнии, обеспечивая при прямом ударе пожаробезопасность здания. Молниеприемное оборудование является оптимальной точкой удара молнии. Через токоотводы оно соединено с системой заземления. Таким образом, обеспечивается проводящий переход токов молнии в землю. Молниеприемники образуют участки безопасности, которые могут быть определены, например методом катящейся сферы.

Помимо молниеприемников и токоотводов, к внешней системе молниезащиты относится система заземления. Для токов молнии должен быть обеспечен прямой путь к системе заземления без образования искр и пробоев на токопроводящие элементы и внутренние электролинии здания. Связи между этими токопроводящими элементами образуют систему эквипотенциальных соединений.

Глава 2: Система внешней молниезащиты

2	Глава 2: Система внешней молниезащиты	38
2.1	Молниеприемники	38
2.1.1	Методы проектирования молниеприемников	39
2.1.1.1	Метод катящейся сферы (RSM)	40
2.1.1.2	Метод защитного угла	44
2.1.1.3	Метод молниеприемной сетки	46
2.1.2	Изменение длины, обусловленное температурой	47
2.1.3	Внешняя защита кровельных надстроек	48
2.1.4	Использование естественных компонентов	49
2.1.5	Разделительный интервал (s)	52
2.1.6	Ветровая нагрузка	56
2.1.7	Конструктивные исполнения молниеприемников	61
2.1.7.1	Изолированные молниеприемники с высоким пробивным напряжением	61
2.1.7.1.1	Изолированные молниеприемные мачты с расположенным снаружи проводом isCon®	62
2.1.7.1.2	Изолированные молниеприемные мачты с расположенным внутри проводом isCon®	62
2.1.7.2	Изолированные молниеприемники	64
2.1.7.2.1	Алюминиевые молниеприемные мачты	64
2.1.7.2.2	Молниеприемные телемачовые системы высотой до 19,5 м	65
2.1.7.2.3	Системы со стеклопластиковыми держателями	66
2.1.7.3	Принцип установки для зданий с плоской крышей	68
2.1.7.4	Принцип установки для зданий с двухскатной крышей / коньковой крышей	72
2.2	Токоотводы	76
2.2.1	Методы проектирования	77
2.2.1.1	Количество и расположение	77
2.2.1.2	Использование естественных компонентов	80
2.2.1.3	Изолированные токоотводы с высоким пробивным напряжением	82
2.2.2	Конструктивные исполнения	84
2.2.2.1	Неизолированная система молниезащиты	84
2.2.2.2	Изолированная система молниезащиты	84
2.2.2.3	Токоотвод isCon с высоким пробивным напряжением	86
2.3	Системы заземления	98
2.3.1	Методы проектирования	99
2.3.1.1	Тип А – Глубинный заземлитель: устройство и принцип действия	100
2.3.1.2	Тип В – Кольцевой заземлитель	102
2.3.1.3	Тип В – фундаментный заземлитель	104
2.3.2	Конструктивные исполнения	107
2.3.2.1	Глубинный заземлитель	108
2.3.2.2	Черная ванна	109
2.3.2.3	Белая ванна	109
2.3.2.4	Изоляция по периметру	110
2.3.2.5	Управление потенциалами	113
2.4	Материалы и защита от коррозии	115
2.4.1	Материалы для молниеприемных и токоотводных систем	116
2.4.2	Материалы в системах заземления	118
2.5	Испытанные компоненты молниезащиты	119

2. Система внешней молниезащиты

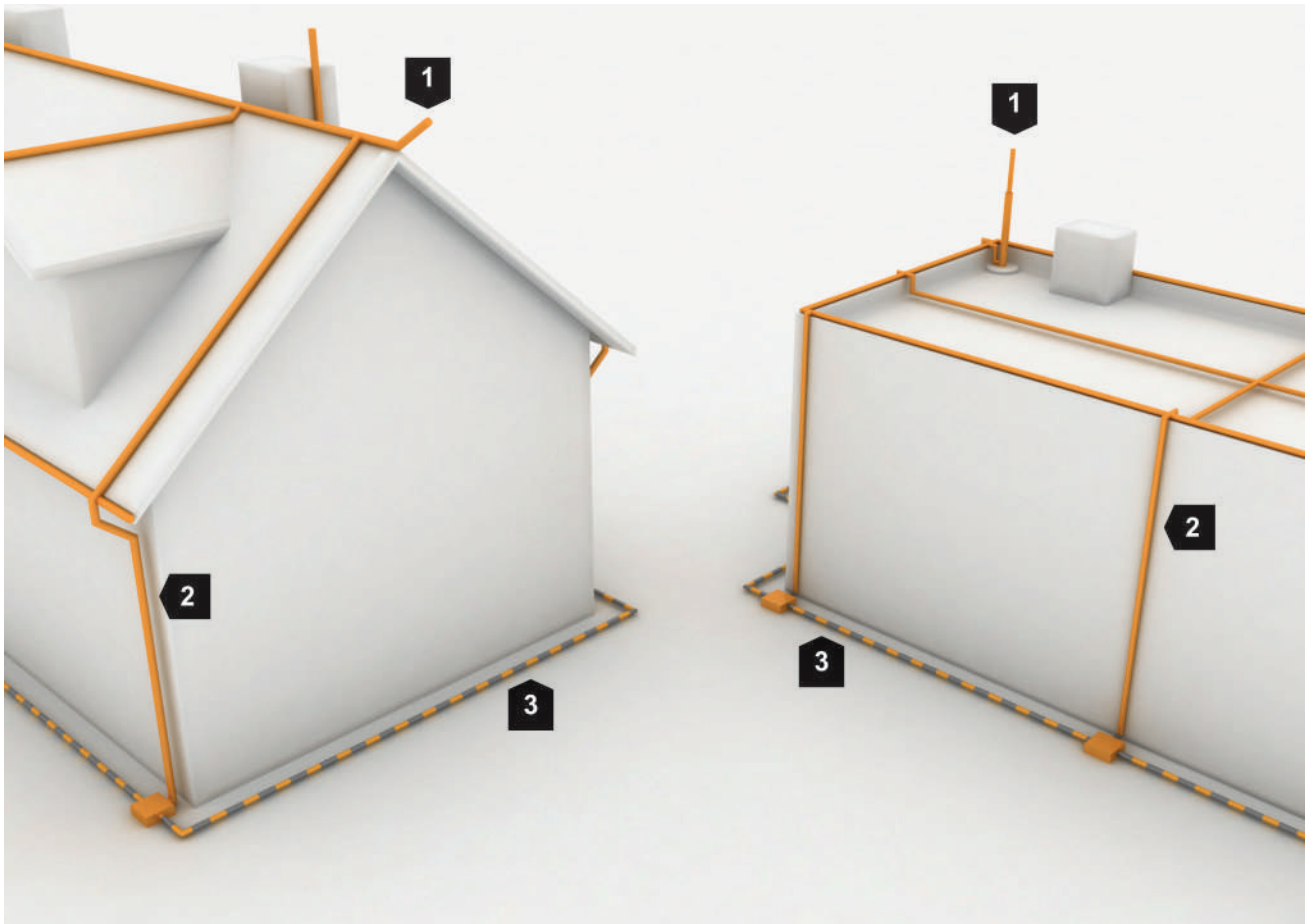
Система внешней молниезащиты состоит из молниеприемников, токоотводов и системы заземления. Благодаря им она исполняет требования по перехвату прямых ударов молнии, отводу тока молнии к земле и его распределению в земле. (Рис. 2.1)

2.1 Молниеприемники

Молниеприемники являются частью системы молниезащиты, которая защищает строительные сооружения от прямых ударов молнии.

Молниеприемники состоят из произвольной комбинации следующих компонентов:

- молниеприемные стержни (включая отдельно стоящие мачты) (Рис. 2.2)
- натянутые тросы
- сетки



1	Молниеприемник
2	Токоотвод
3	Система заземления

Рис. 2.1: Компоненты системы внешней молниезащиты

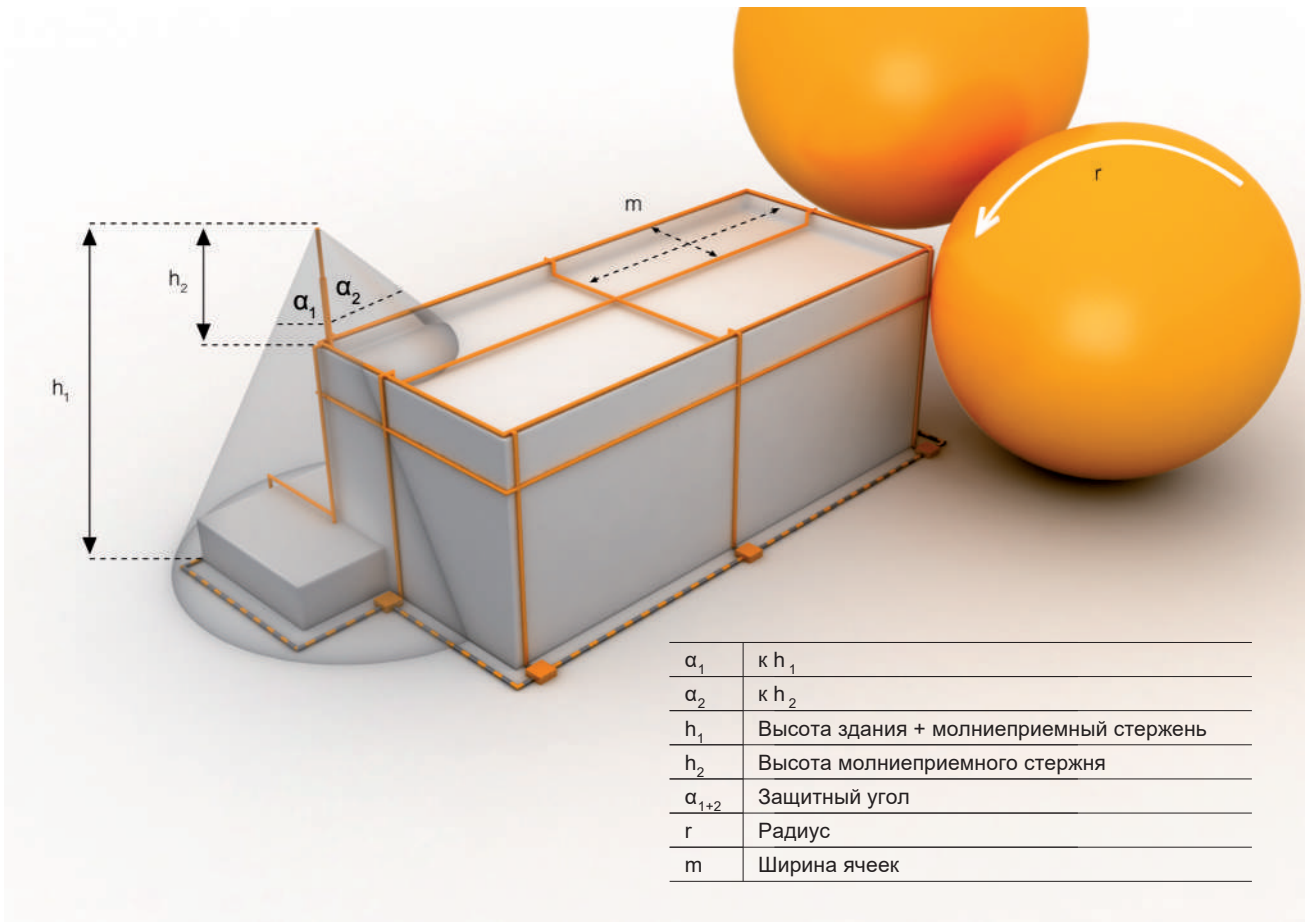


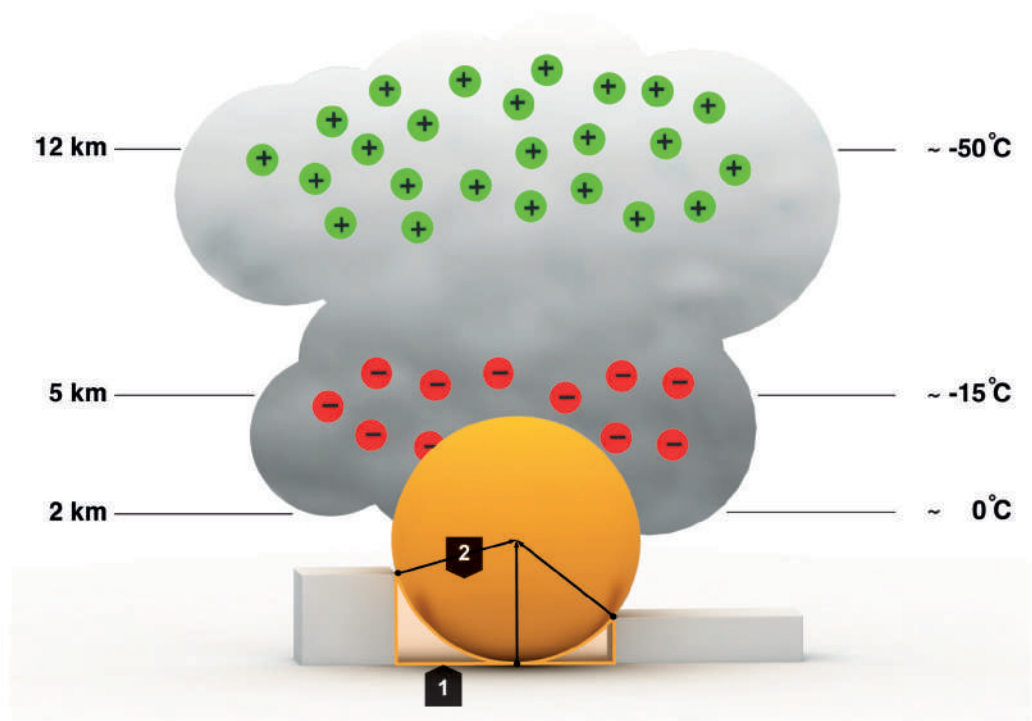
Рис. 2.2: Проектирование с использованием методов защитного угла, молниеприемной сетки и катящейся сферы (RSM)

Метод катящейся сферы (RSM) – это единственный выведенный из электро-геометрической модели грозы и физически обоснованный метод для проектирования молниеприемного оборудования. Поэтому в сомнительных случаях, могущих возникнуть при использовании метода защитного угла или метода молниеприемной сетки, необходимо опираться на данный метод.

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 (RSM) (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 (RSM)

2.1.1.1 Метод катящейся сферы (RSM) (Рис. 2.3)
В результате разделения зарядов возникает разность потенциалов между облаком и землей, что приводит к появлению лидирующего разряда с лидером молнии. Из различных точек, таких как деревья, дома или антенны, встречные стримеры запускаются в направлении лидера молнии. В результате встречи лидера и одного или нескольких стримеров возникают токопроводящие каналы «облако-земля». Если описать сферу вокруг головки лидера, то первыми её достигнут те стримеры, которые зарождаются на поверхности сферы. Таким образом, все точки на земле и на объекте, которых касается катящаяся сфера, могут стать точками удара молний. Надлежит таким образом разместить молниеприёмники, чтобы они препятствовали катящейся сфере касаться защищаемого здания. Радиус сферы определяется классом молниезащиты (Рис. 2.4).

Когда сфера перекатыивается по объекту – точки соприкосновения представляют собой возможные места удара молнии.

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

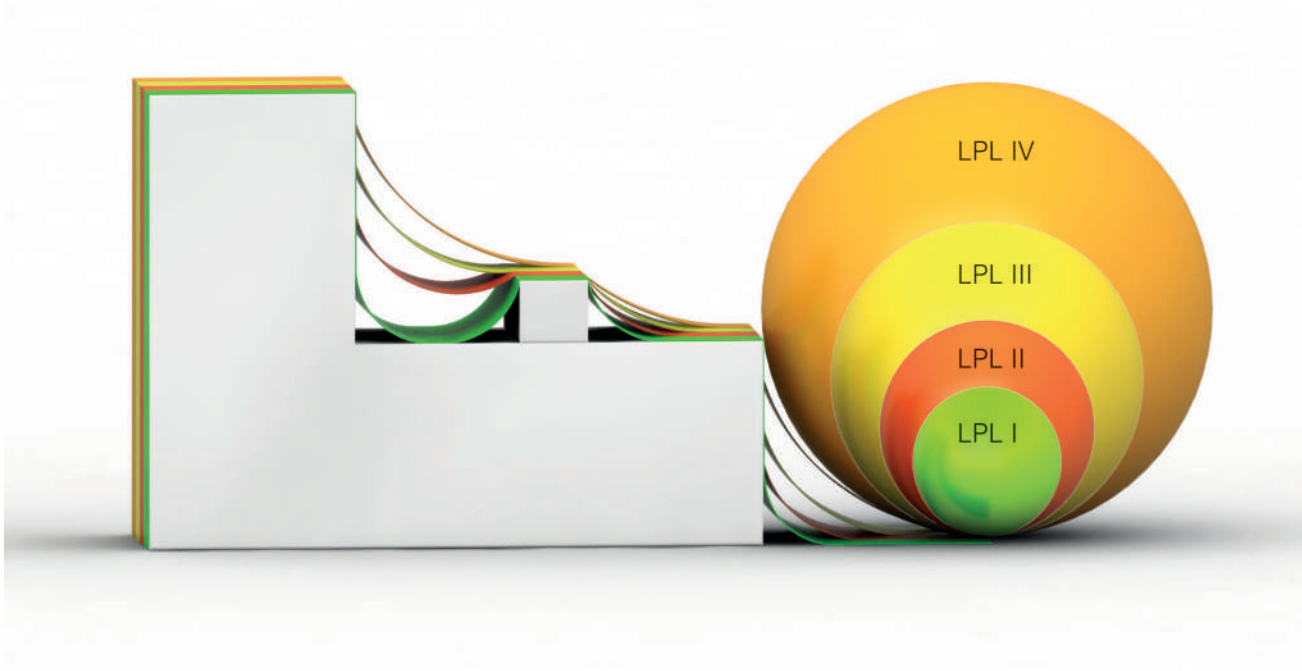


Рис. 2.4: Радиус сферы в зависимости от класса молниезащиты

При помощи современных программ CAD (системы автоматизированного проектирования) возможно перекачивание сферы по всему защищаемому объекту. 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 (RSM) защищаемый объект может подразделяться на различные зоны внешней молниезащиты («Lightning Protection Zones» = LPZ или соответственно «Lightning Protection Level» = LPL=Класс молниезащиты):

LPZ 0A

Опасность прямых ударов молнии и угроза импульсного электромагнитного поля молнии.

LPZ 0B

Имеется защита от прямых ударов молнии, однако существует угроза импульсного электромагнитного поля молнии.

Указание

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

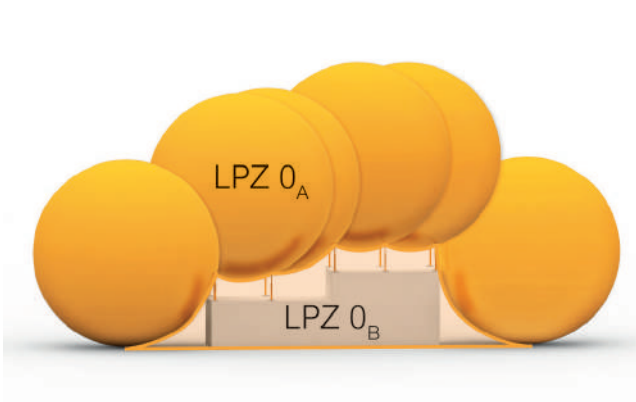


Рис. 2.5: Метод катящейся сферы и вытекающие из него зоны молниезащиты (LPZ)

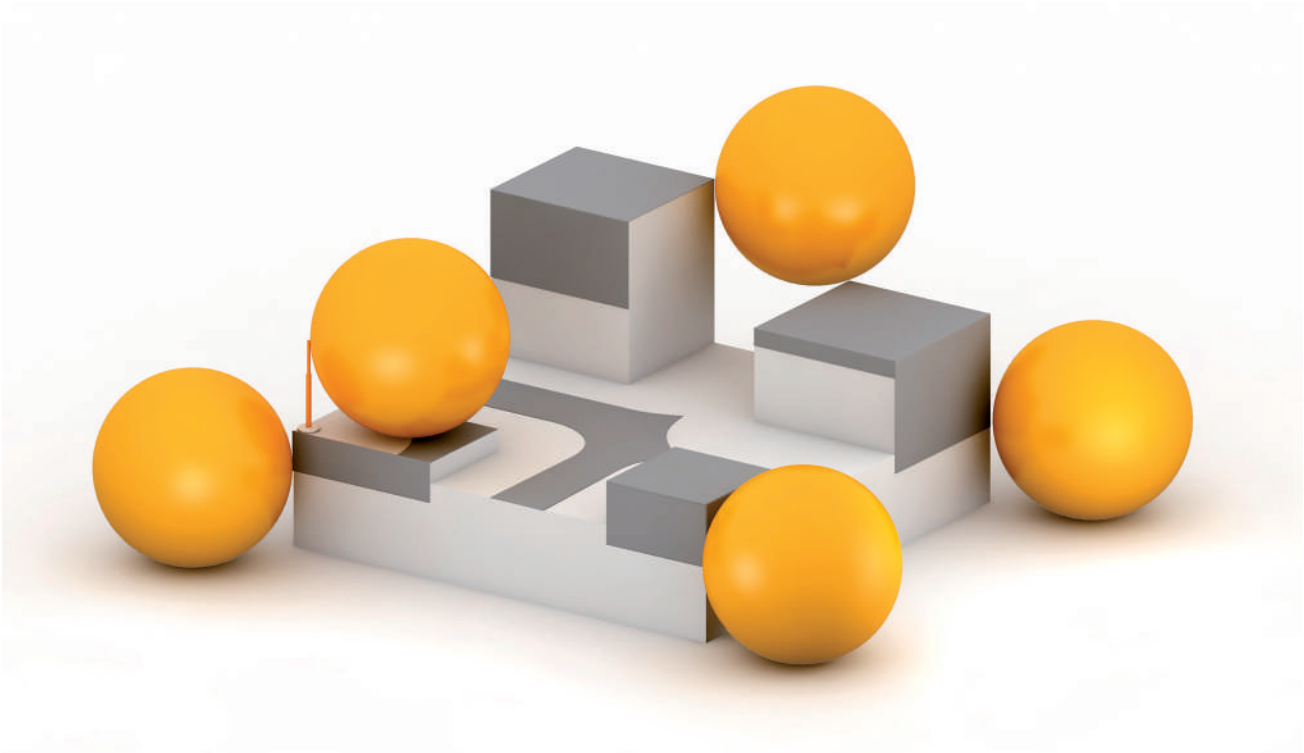
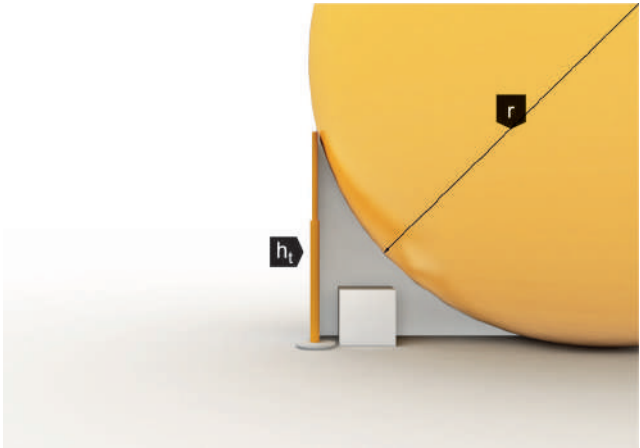


Рис. 2.6: Метод катящейся сферы (темно-серые участки находятся под угрозой удара)

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 частках должны быть установлены молниеприемники.

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



h_t	Молниеприемный стержень
r	Радиус катящейся сферы

Рис. 2.7: Защитная зона молниеприемного стержня на основе метода катящейся сферы

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

$$p = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

Формула для расчета глубины проникновения

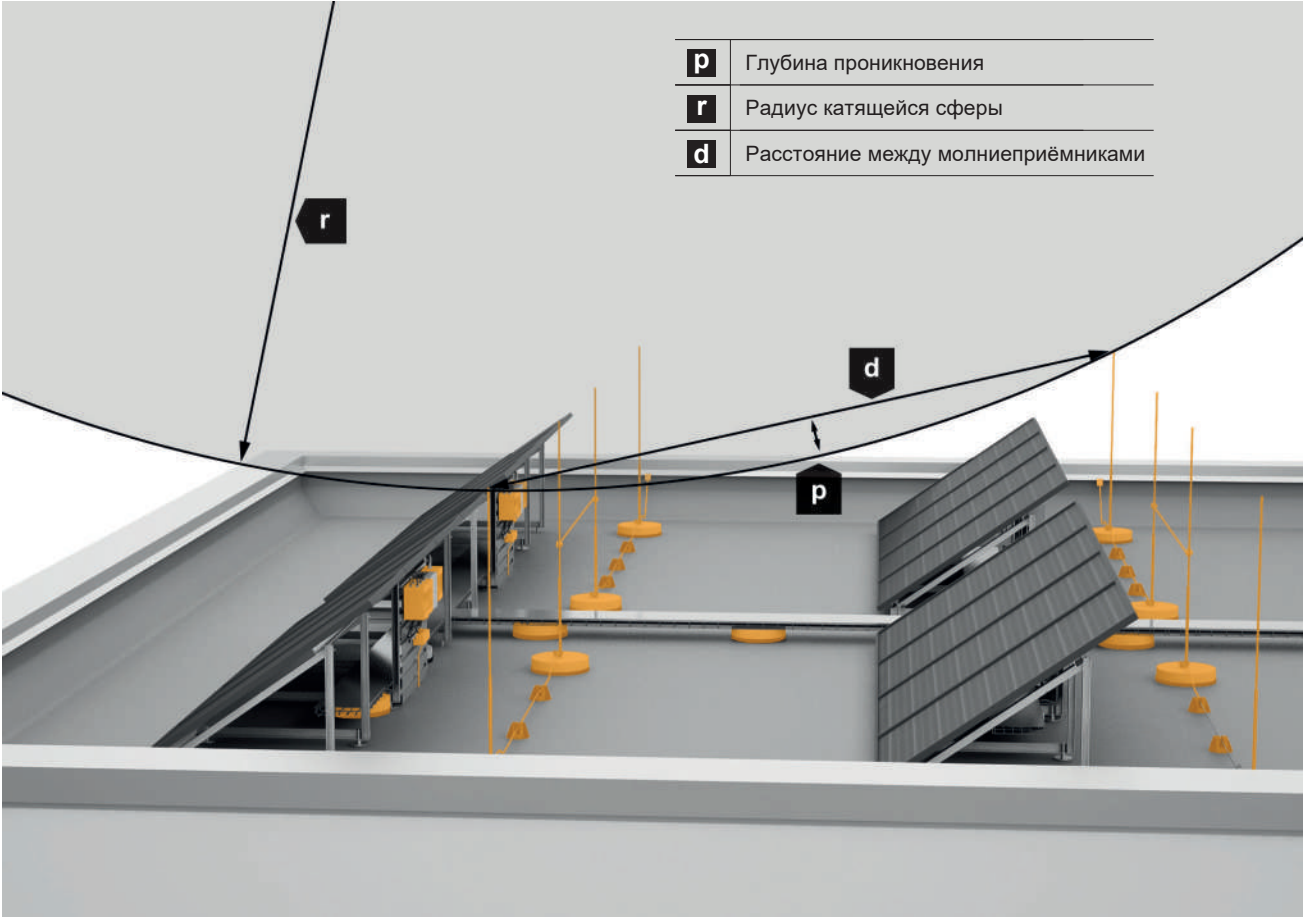


Рис. 2.8: Глубина проникновения (p) катящейся сферы между молниеприемными стержнями

Расстояние между молниеприемниками (d) в м	Глубина проникновения, класс молниезащиты I, сфера: r=20 м	Глубина проникновения, класс молниезащиты II, сфера: r=30 м	Глубина проникновения, класс молниезащиты III, сфера: r=45 м	Глубина проникновения, класс молниезащиты IV, сфера: r=60 м
2	0,03	0,02	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 ДСТУ EN 62305-3:2012

α	Защитный угол
s	Разделительный интервал

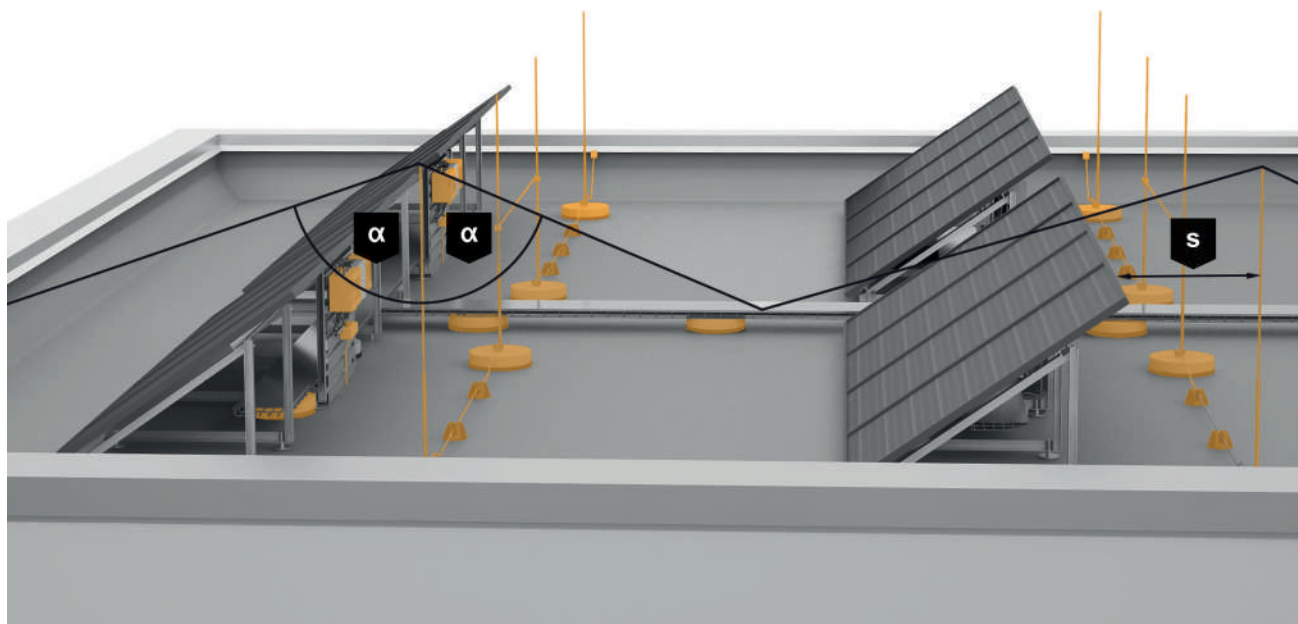


Рис. 2.9: Защитный угол и разделительный интервал молниеприемников на фотогальванической установке

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.

Поэтому метод защитного угла может использоваться только в том случае, если молниеприемные стержни уже обеспечивают защиту здания и размещены на основе RSM или молниеприемной сетки. Метод защитного угла оптимально подходит для размещения молниеприемных стержней, предназначенных для дополнительной защиты лишь некоторых выступающих частей здания или конструкций.

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

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 его пробой 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 импульсного поля тока молнии
3	h_1 : высота молниеприемного стержня

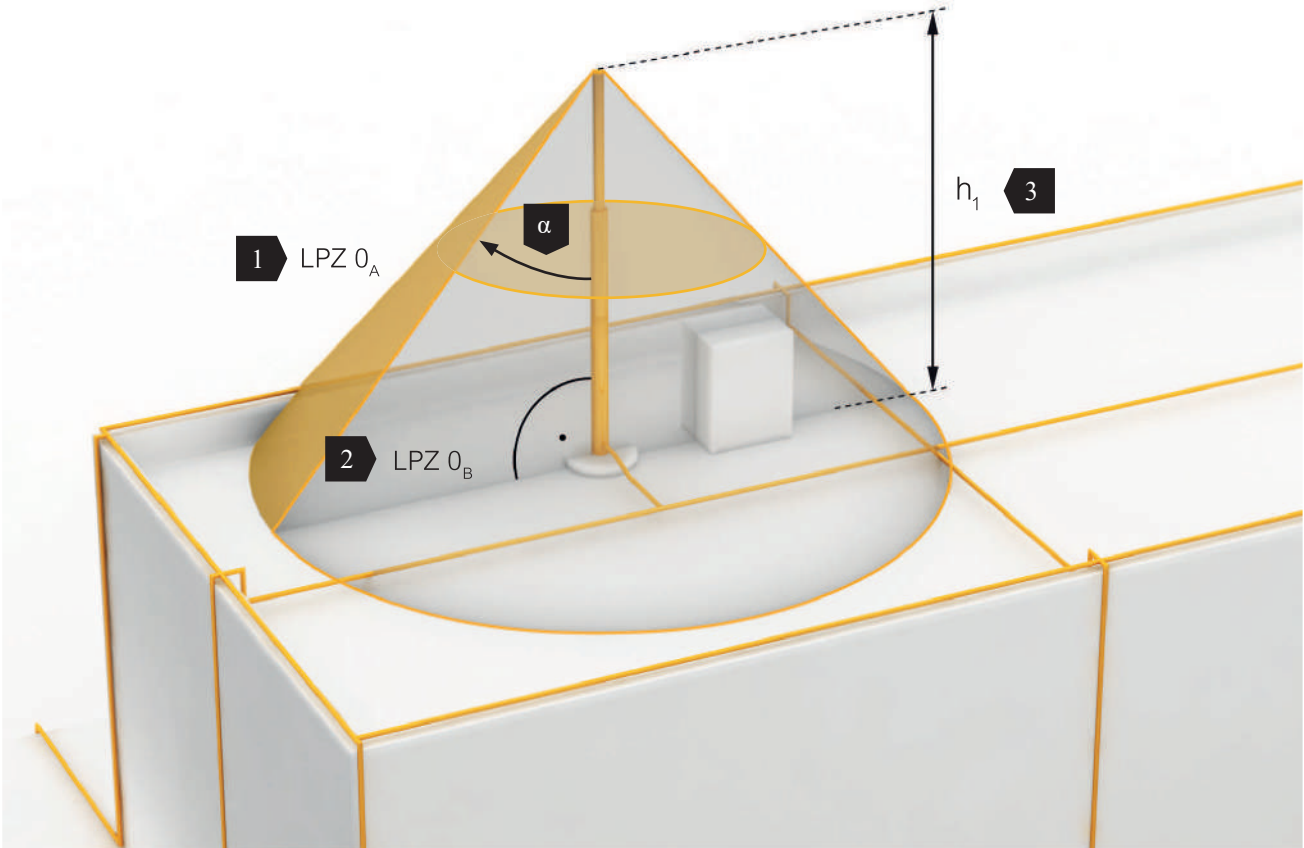


Рис. 2.10: Рассчитанный на основе упрощенного метода защитного угла объём, защищённый стержнем.

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)

Защищаемая конструкция (часть здания, оборудование и т.д.) должна быть оснащена одним или несколькими молниеприемными стержнями таким образом, чтобы конструкция полностью помещалась внутрь объема, создаваемого молниеприёмными стержнями. Этот объем представляет собой круговой конус, ось которого совпадает со стержнем молниеприемника, а его образующая составляет угол (α) с этим стержнем (диаграмма, стр.70). В качестве защитных зон могут рассматриваться ограниченные горизонтальной плоскостью участки (кровельная поверхность) и объемы конусов (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 ДСТУ EN 62305-3:2012 для молниеприемных стержней длиной до 2 м

l	Длина здания
m	Ширина ячеек

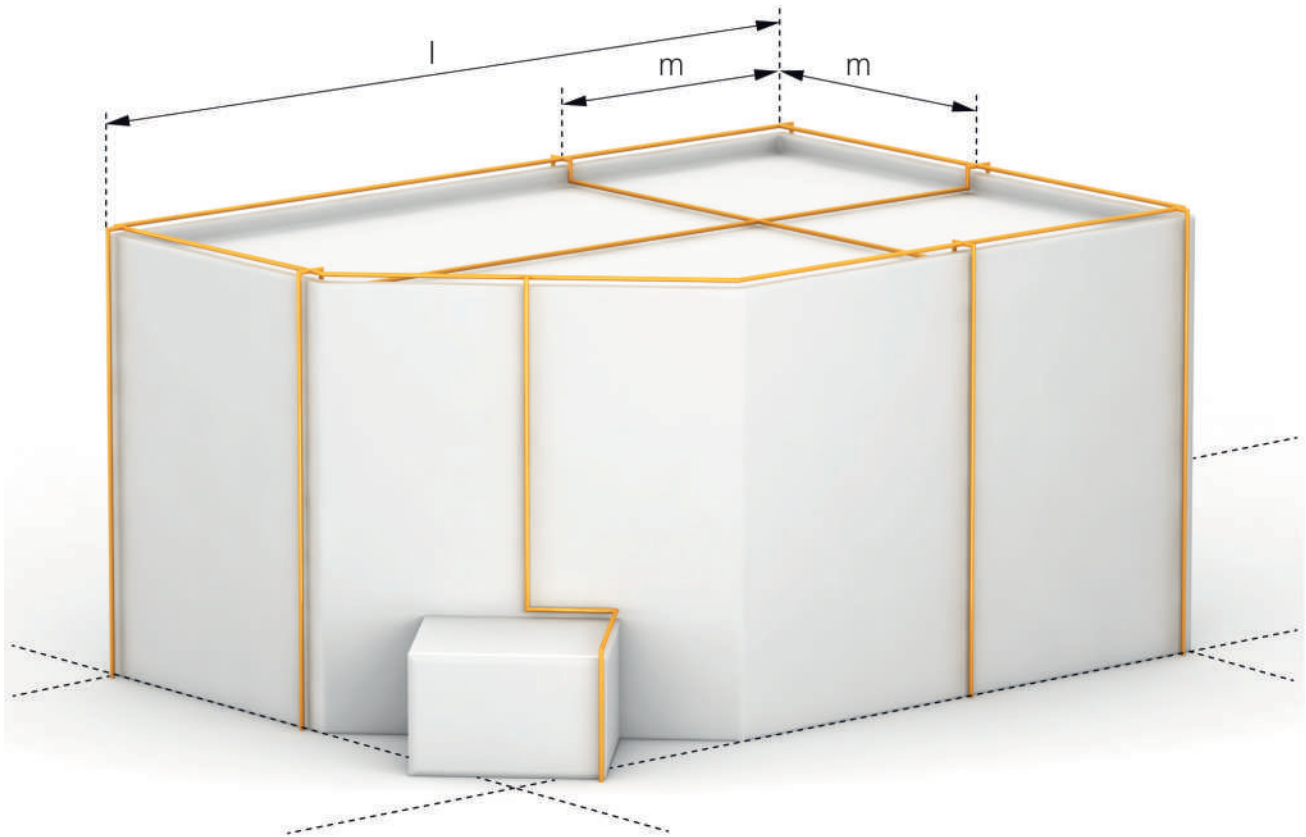


Рис. 2.11: Метод молниеприемной сетки на плоской крыше

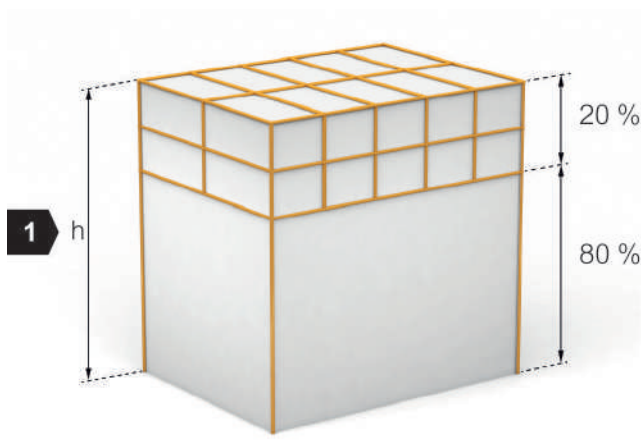
2.1.1.3 Метод молниеприемной сетки (Рис. 2.11)

Расположение ячеек молниеприемной сетки
Ширина ячеек молниеприемной сетки может варьироваться в зависимости от класса молниезащиты здания. В нашем примере здание имеет класс молниезащиты III. Тем самым ширина ячеек (м) не должна превышать 15 x 15 м. Если общая длина l, как в нашем примере, больше рекомендуемого расстояния, указанного в Таблице 2.4, необходимо использовать компенсатор температурного удлинения.

Метод молниеприемной сетки применяется для защиты горизонтальных и слегка покатых поверхностей, а также верхней части фасадов некоторых зданий, высота которых превосходит 60 м.

Класс	Размер ячеек
I	5 x 5 м
II	10 x 10 м
III	15 x 15 м
IV	20 x 20 м

Таблица 2.3: Размер ячеек в зависимости от класса молниезащиты

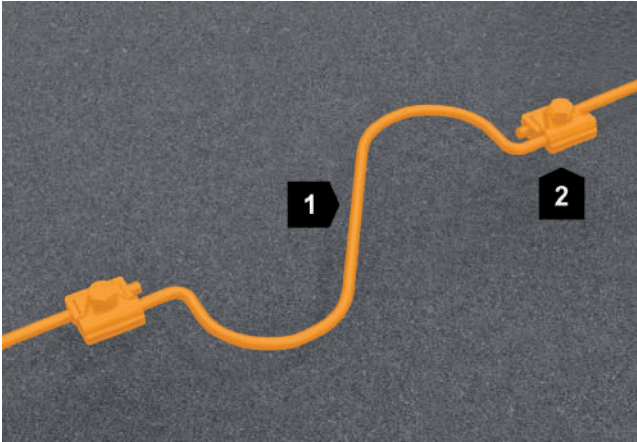


1	Высота здания $h > 60$ м
---	--------------------------

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

Защита от бокового удара

В случае, если высота здания больше 60 м и существует риск возникновения большого ущерба (напр., для электрического или электронного оборудования), рекомендуется создать молниеприёмную сетку на фасадах для защиты от боковых ударов. Эта сетка должна покрывать около 20% высоты здания. Размер ячеек молниеприемной сетки определяется – как и при размещении на крыше – по классу молниезащиты; например, классу молниезащиты III соответствует размер ячеек 15 x 15 м (Рис. 2.12)



1	Компенсатор температурного удлинения
2	Зажим

Рис. 2.13: Молниеприемная сетка с компенсатором температурного удлинения

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 удлинения (Рис. 2.13) должны посредством геометрии (например, S-образные) или гибкого провода создавать гибкую компенсацию удлинения. На практике себя зарекомендовали следующие указанные в Таблице 2.4 интервалы для применения компенсаторов температурного удлинения:

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

Таблица 2.4: Компенсаторы температурного удлинения

2.1.3 Внешняя молниезащита кровельных надстроек

Кровельные надстройки должны быть включены в систему внешней молниезащиты в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012, если они превышают указанные в Таблице 2.5 значения.

Кровельные надстройки	Размеры
Металлические	0,3 м над уровнем крыши 1,0 м² общая площадь 2,0 м длина надстройки
Неметаллические	0,5 м над молниеприемником

Таблица 2.5: Интегрирование кровельных надстроек

Световые купола системы дымо- и теплоотвода (СДТ) должны быть защищены от прямых ударов молнии. Устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) предохраняют электроприводы от повреждений, обусловленных наведенными токами и перенапряжениями





Рис. 2.14: Естественные компоненты (здесь: жестяной аттик) для молниеприемников (ДСТУ EN 62305-3:2012)

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 для молниеприемников в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012 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

Электропроводность между различными частями должна быть обеспечена в расчете на долгосрочную перспективу, например, путём паяния, твердым припоем, сварки, прессования, фальцевания, привинчивания или заклепочного соединения. Дополнительным условием является 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 аттика перемычкой из гибкого проводника

Для соединения различных кровельных элементов (например, аттиков), способных выдержать протекание тока молнии, разные компоненты в виде перемычек и соединителей. (Рис. 2.15). Они могут монтироваться на кровельном элементе в соответствии с нормами. В национальном приложении Германии к стандарту DIN EN 62305-3 VDE 0185-305-3 Beiblatt 1:2012-10 представлены технические решения в части создания надежных и долговечных электрических соединений между естественными компонентами (Рис. 2.16).

Металлические защитные ограждения на краю кровли могут применяться в качестве естественного компонента молниеприемника в том случае, если толщина металла соответствует требованиям стандарта. (Таблица 2.6)

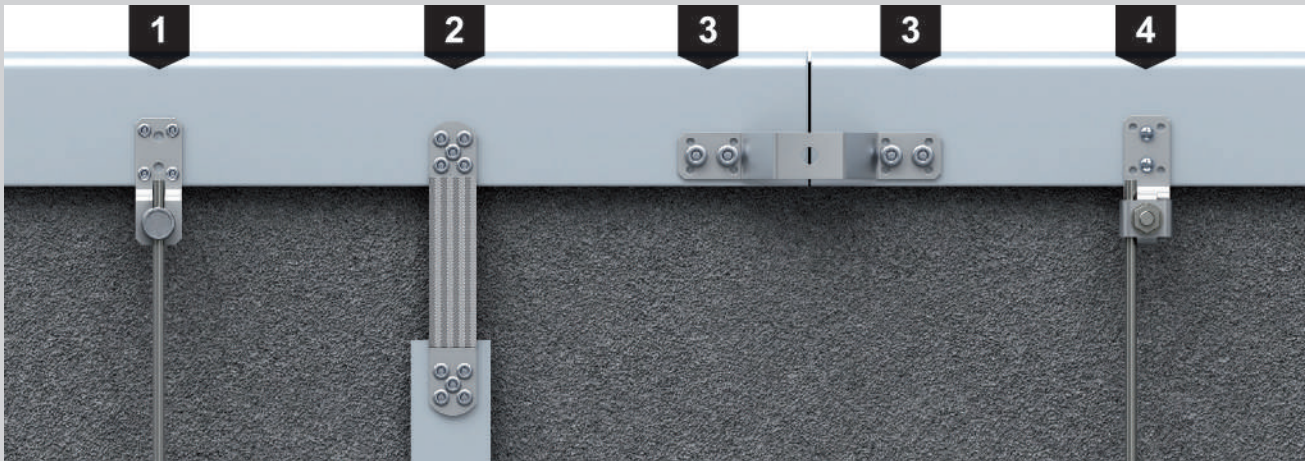


Рис. 2.16: Надежные и долговечные соединения металлического защитного ограждения аттика, приведенные в национальном приложении Германии к стандарту DIN EN 62305-3 VDE 0185-305-3 Beiblatt 1:2012-10.

1	4 глухие заклепки диаметром 5 мм
2	5 глухих заклепок диаметром 3,5 мм
3	2 глухие заклепки диаметром 6 мм
4	2 самореза диаметром 6,3 мм из нержавеющей стали, например, номер материала 1.4301

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 стенок металлических труб в молниеприемниках в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012, класс защиты системы молниезащиты (LPS): с I по IV



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

2.1.5 Разделительный интервал (s)

Все металлические части здания, а также электрические устройства и подходящие к ним провода должны быть интегрированы в систему молниезащиты. Эта мера необходима в целях предотвращения опасного искрообразования между молниеприемником и токоотводом, с одной стороны, и металлическими частями здания и электроустановками, с другой стороны. (Рис. 2.17)

Что такое разделительный интервал?

При наличии достаточно большого интервала между проводником, по которому протекает ток молнии, и металлическими частями здания опасность искрообразования практически исключена. Данный интервал обозначается как разделительный интервал (s).

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 на токоотводе 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 компонентами.

Провода, ведущие в здание, могут проводить частичные токи молний. На входе здания должно быть реализовано уравнивание потенциалов молниезащиты.

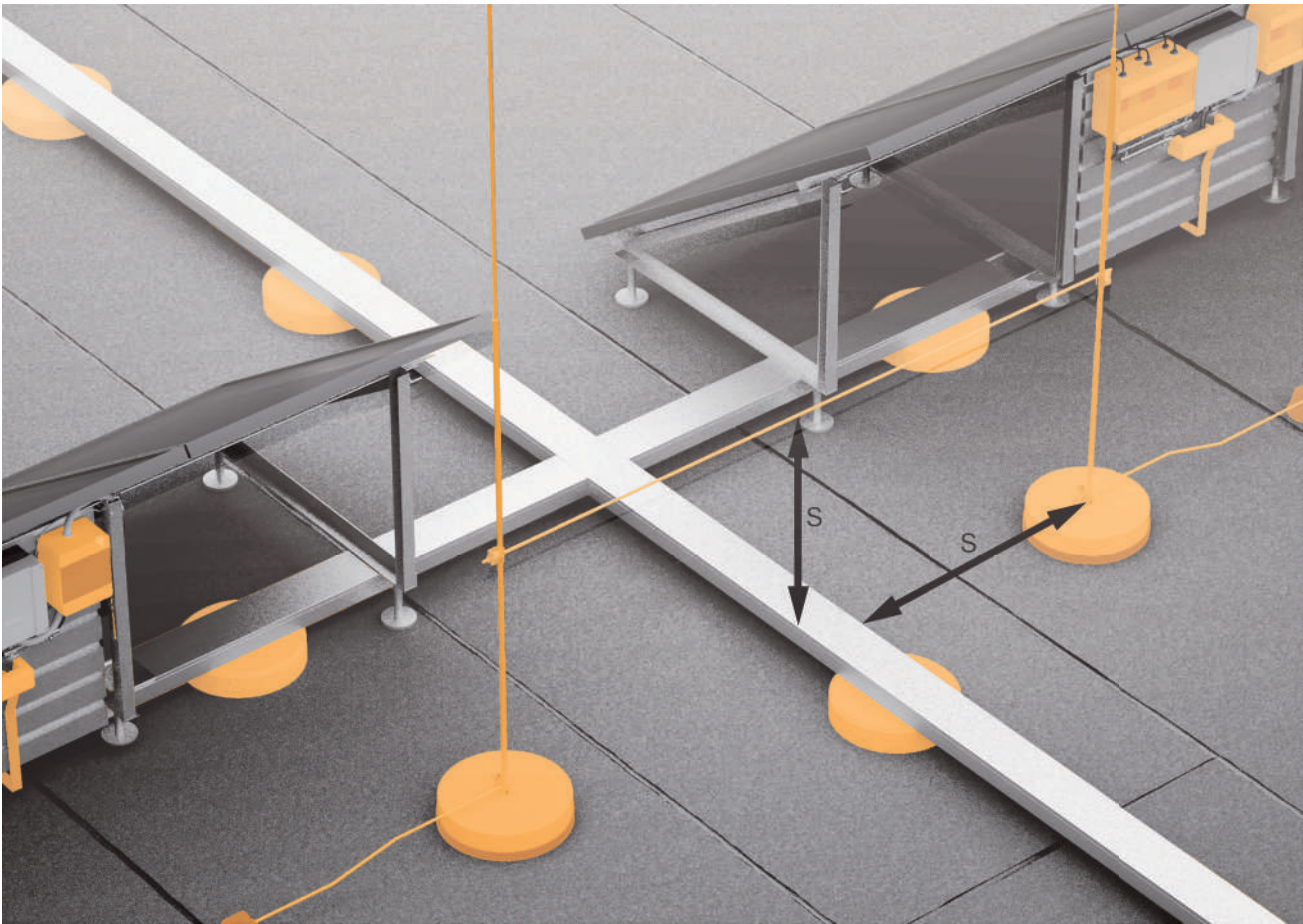


Рис. 2.20: Изолированная молниезащита с соблюденным разделительным интервалом (s)

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 индуктированные перенапряжения.

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

k _i	Зависит от выбранного класса защиты системы молниезащиты
k _c	Зависит от распределения тока молнии в проводниках молниезащиты
k _m	Зависит от материала электрической изоляции
L(m)	Суммарная длина (м) проводника молниезащиты от точки, на которой должен быть определен разделительный интервал s, до ближайшей точки уравнивания потенциалов

Формула расчета разделительного интервала

Последовательность расчета разделительного интервала в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012.

Шаг 1 Определить значение коэффициента k_i	- 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)	1 токоотвод (только в случае изолированной системы молниезащиты): $k_c = 1$ 2 токоотвода: $k_c = 0,66$ 3 токоотвода и больше: $k_c = 0,44$ Значения действительны для всех заземлителей типа В, а также для тех заземлителей типа А, у которых сопротивление заземления отличается у электродов соседних заземлителей не более чем на коэффициент, равный 2. При отклонении сопротивления от отдельных электродов на коэффициент, превышающий 2, необходимо принять $k_c = 1$.
Шаг 3 Определить значение коэффициента k_m	- Материал - воздух: $k_m = 1$ - Материал - бетон, кирпич: $k_m = 0,5$ - Стержни стеклопластиковые электроизоляционные ОВО: $k_m = 0,7$ При использовании нескольких изоляционных материалов на практике применяется минимальное значение k_m
Шаг 4 Определить значение L	L - это расстояние вдоль проводника молниезащиты от точки, на которой должен быть определен разделительный интервал s, до ближайшей точки уравнивания потенциалов.

Таблица 2.7: Расчет разделительного интервала в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012

Пример строительного сооружения

Исходная ситуация:

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

Расчеты стабильности стальных конструкций в Украине с 01.07.2014 выполняются с соответствии с Еврокодами – ввиду процессов гармонизации национальной нормативной базы с требованиями ЕЭС. ДБН А.1.1-94:2010 «Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення» (2012) был утвержден приказом Мінрегіонбуду от 16.12.2010 №523. Нормативний документ международной организации стандартизации CEN внедрен путем издания гармонизированных документов ДСТУ-Н Б EN 1991 – BS EN 1999 и ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 (EN 1990). В их составе есть ряд «Частин» и Национальных приложений (Изменений). Необходимость использования Еврокодов при проектировании несущей способности металлоконструкций обусловлена обязательным CE-маркированием строительных изделий в Европейском союзе (стандарт EN 1090).

Еврокоды являются результатом европейской стандартизации в строительном деле. Стандарты с EC 0 по EC 9 включают в себя документы нормативного ряда DIN EN с 1990 по 1999 г. Сюда же относятся соответствующие национальные приложения (НП). НП содержат положения, выходящие за рамки положений Еврокодексов и до настоящего времени представленные в национальных стандартах.

После появления национальных приложений ЕС старые стандарты утратили свою силу по истечении соответствующего переходного срока. (Рис 2.8)

1. Загальні правила проектування	8. Проектування з'єднань	15. Димові труби
2. Розрахунки вогнестійкості	9. Довговічність	16. Силоси
3. Холодноформовані елементи	10. Властивості тріщиностійкості та міцності матеріалу в напрямку товщини прокату.	17. Резервуари
4. Неіржавна сталь	11. Конструкції з розтягнутими елементами	18. Трубопроводи
5. Пластинчасті елементи	12. Додаткові правила до сталевих конструкцій зі сталей класів вище S700	19. Палі
6. Міцність і надійність оболонок	13. Мости	20. Підкранові конструкції
7. Пластинчасті елементи при навантаженнях поза площиною	14. Башти та щогли	

Рис. 2.8. Структура частин Єврокоду 3 «Сталеві конструкції».

Шаг 1: Определение зоны ветров

Вторым фактором определения ветровой нагрузки является зона ветровой нагрузки, в которой находится объект. (Таблицы 2.9 и 2.9а)

В нормах отсутствует информация по следующим аспектам:

- решетчатые мачты и башни с непараллельными угловыми стойками,
- ослабленные мачты и дымовые трубы,
- мосты с наклонными вантами и подвесные мосты,
- вращательные колебания.

Зона	Скорость ветра, м/с	Скоростное давление, кН/м²
1	22,5	0,32
2	25,0	0,39
3	27,5	0,47
4	30,0	0,56

Таблица 2.9: Основные скорости и скоростные давления ветра

Регіон	Зона	Швидкість вітру, м/с	Швидкісний тиск, кН/м²
Ділянки з висотою місцевості до 600 м над рівнем моря	1	22,5	0,32
Північ та центр	2	25,0	0,39
Степова Україна (Херсон, Миколаїв, кримський степ)	3	27,5	0,47
Узбережжя Криму, Карпати	4	30,0	0,56

Таблица 2.9а Зони вітрів в Україні

Шаг 2: Определение категории местности (КМ)

Фактором для расчета ветровых нагрузок является специфические для конкретной местности нагрузки и скоростные давления. (Таблица 2.10)

Категория местности (КМ)	Определение
Категория местности I	Открытое море; моря/озёра со свободной поверхностью не менее 5 км по направлению ветра; равнинная плоская местность без препятствий
Категория местности II	Местность с живыми изгородями, отдельно стоящими фермерскими усадьбами, домами или деревьями, например, сельскохозяйственный район
Категория местности III	Пригороды, районы промышленных предприятий и индустриальных зон; леса
Категория местности IV	Городские районы, где не менее 15 % застроено зданиями, средняя высота которых превышает 15 м

Таблица 2.10: Категории местности в соответствии с ДБН А.1.1-94:2010

Шаг 3: Определение максимальной скорости порыва ветра

Изначально при использовании молниеприемных стержней 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.

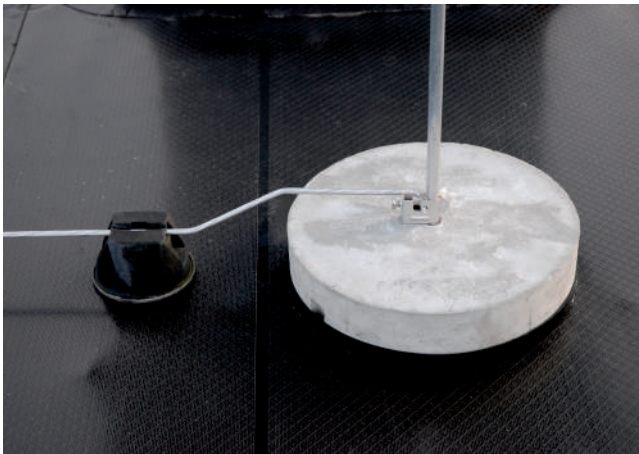


Рис. 2.22: Молниеприемный стержень с опорным основанием

Скорость порыва ветра в зоне ветров I

Исходная высота, м	КМ I, км/ч	КМ II, км/ч	КМ III, км/ч	КМ IV, км/ч
0	112	105	100	93
5	122	108	100	93
10	136	124	103	93
16	136	124	111	93
20	139	128	115	98
30	145	134	122	106
40	149	139	128	112
70	157	148	139	126
100	162	155	147	135

Таблица 2.11: Скорость порыва ветра в зоне ветров I

Скорость порыва ветра в зоне ветров II

Исходная высота, м	КМ I, км/ч	КМ II, км/ч	КМ III, км/ч	КМ IV, км/ч
0	124	117	111	104
5	136	120	111	104
10	145	131	114	104
16	152	138	123	104
20	155	142	127	109
30	161	149	136	118
40	165	154	142	125
70	174	165	155	139
100	180	172	163	150

Таблица 2.13: Скорость порыва ветра в зоне ветров II

Скорость порыва ветра в зоне ветров III

Исходная высота, м	КМ I, км/ч	КМ II, км/ч	КМ III, км/ч	КМ IV, км/ч
0	137	129	122	114
5	149	132	122	114
10	159	144	126	114
16	167	152	135	114
20	170	156	140	119
30	177	164	149	129
40	182	170	156	137
70	192	181	170	153
100	198	189	180	165

Таблица 2.12: Скорость порыва ветра в зоне ветров III

Скорость порыва ветра в зоне ветров IV

Исходная высота, м	КМ I, км/ч	КМ II, км/ч	КМ III, км/ч	КМ IV, км/ч
0	149	140	133	124
5	163	144	133	124
10	174	157	137	124
16	182	166	148	125
20	186	170	153	130
30	193	179	163	141
40	198	185	170	150
70	209	198	185	167
100	216	206	196	180

Таблица 2.14: Скорость порыва ветра в зоне ветров IV

Шаг 4: Определение необходимого количества 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 сужающийся трубчатый молниеприемный стержень 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 сужающихся трубчатых молниеприемных стержней

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. №	5401980	5401983	5401986	5401989	5401993	5401995	
Скорость ветра, км/ч	117	-	-	-	-	-	1 x 10 кг
	164	120	95	-	-	-	2 x 10 кг
	165	122	96	-	-	-	1 x 16 кг
	-	170	135	111	95	-	2 x 16 кг
	-	208	164	136	116	102	3 x 16 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. №	5401771	5401801	5401836	5401852	5401879	
Скорость ветра, км/ч	97	-	-	-	-	1 x 10 кг
	196	133	103	-	-	1 x 16 кг
	-	186	143	117	100	2 x 16 кг
	-	-	173	142	121	3 x 16 кг

Количество бетонных блоков для молниеприемного стержня с односторонним скруглением, снабженного планкой с зажимами

Высота молниеприемного стержня, м	1	1,5	Необходимые бетонные блоки
Тип	101 A-L 100	101 A-L 150	
Арт. №	5401808	5401859	
Скорость ветра, км/ч	100	-	1 x 10 кг
	192	129	1 x 16 кг
	-	177	2 x 16 кг
	-	214	3 x 16 кг

Таблица 2.15: Требуемое количество бетонных блоков производства ОВО

Ветровые нагрузки и молниеприемная мачта isFang

Таблица 2.16 поясняет влияние зоны ветров, исходной высоты и категории местности на алюминиевую молниеприемную мачту isFang (Арт. № 5402 88 0) с треножником (Арт. № 5408 96 7).

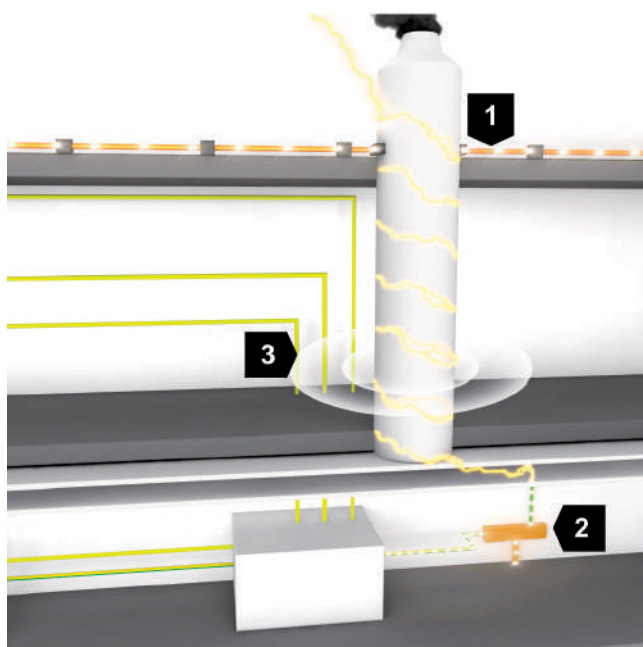
Количество бетонных блоков может быть сокращено, например, в зоне ветров 1 при исходной высоте до 10 м, до 800 м над уровнем моря может потребоваться всего 6 бетонных блоков (по 2 бетонных блока на каждую из трёх ног треножника.).

Количество бетонных блоков для молниеприемной мачты isFang

Зона ветров	1			2		
Исходная высота, м	10	40	75	10	40	75
Категория местности I	12	15	-	15	-	-
Категория местности II	9	15	15	12	-	-
Категория местности III	9	12	15	9	15	-
Категория местности IV	6	9	12	9	12	15

Таблица 2.16: Требуемое количество бетонных блоков 16 кг производства ОВО в соответствии с ДСТУ-Н Б EN 1991 – BS EN 1999 и ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 (EN 1990).





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 влияний

Рис. 2.23: Угроза из-за неизолированной системы

2.1.7 Конструктивные исполнения молниеприемников

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

Изолированные системы (Рис. 2.24) предотвращают протекание тока молнии через защищаемый объект или электрооборудование. Это может осуществляться посредством молниеприемных стержней и мачт, но также и путем крепления при помощи изолирующих стеклопластиковых держателей на защищаемом объекте или установке. В обоих случаях должен быть соблюден разделительный интервал (s). Если это невозможно, то изолированный провод isCon с высоким пробивным напряжением предоставляет возможность создать изолированный молниеприёмник в неизолированной системе.



Рис. 2.24: Изолированная молниезащита со стеклопластиковыми держателями



Рис. 2.22: Изолированная молниезащита с молниеприемной мачтой isFang

2.1.7.1 Изолированные молниеприемники с высоким пробивным напряжением

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

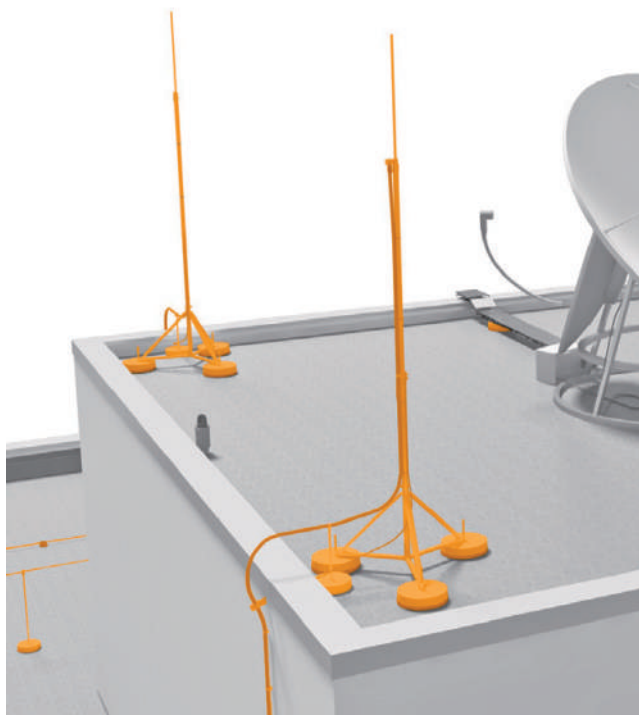


Рис. 2.26: Молниеприемные мачты с расположенным снаружи проводом isCon®

2.1.7.1.1 Изолированные молниеприемные мачты с расположенным снаружи кабелем isCon®

(Рис. 2.26)

Изолированные молниеприемные мачты защищают электрические и металлические кровельные надстройки с учетом рассчитанного разделительного интервала (s) в соответствии с ДСТУ EN 62306-3:2012. Изолирующая вставка мачты длиной 1,5 м из стеклопластика обеспечивает достаточное расстояние от всех кровельных надстроек. Комплексные структуры здания также могут быть защищены благодаря широкому спектру системных комплектующих.



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

2.1.7.1.2 Изолированные молниеприемные мачты с расположенным внутри кабелем isCon®

(Рис. 2.27)

Трехкомпонентная изолированная молниеприемная мачта из алюминия и стеклопластика позволяет прокладывать кабель Con® (черный и светло-серый) внутри молниеприемной мачты для создания безупречного внешнего вида при оптимальном функционировании, предлагая таким образом следующие преимущества:

- аккуратный внешний вид благодаря расположенному внутри кабелю isCon®
- 4 варианта: высота от 4 м до 10 м
- наличие в мачте присоединительного элемента для регулирования потенциала
- отдельно стоящая мачта комбинируется со стойками молниеприемных мачт isFang с боковым выпускным пазом

Визуально привлекательная и функционально адаптированная изолированная молниеприемная мачта обеспечивает гибкий, простой и быстрый электромонтаж. Благодаря расположенному внутри кабелю isCon® молниеприемная мачта оставляет лишь минимальное пространство для ветровой нагрузки и таким образом может устанавливаться также на высоких и ветреных местах. (Рис. 2.27)

Таблица 2.17 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 2.11-2.14. Если значение меньше, то количество бетонных блоков должно быть выбрано соответственно.

Изолированная молниеприемная мачта должна быть присоединена к опорному потенциалу посредством медного провода сечением > 6 мм² или провода, эквивалентного по проводимости. В системе опорного потенциала не должен протекать ток молнии, и находится она должна в пределах защищённого объёма, создаваемого молниеприёмником. Присоединение к потенциалу может осуществляться через металлические и заземленные кровельные надстройки, общие заземленные части структуры здания, а также через защитный проводник сети электроснабжения.

Количество бетонных блоков для изолированных молниеприемных мачт с пазом для вывода кабеля

Высота молниеприемного стержня, м	4	6	4	6	Необходимые бетонные блоки
Материал	VA	VA	AL	AL	
Арт. №	5408942	5408946	5408943	5408947	
Подходящая опора молниеприемной мачты Арт. №	5408968	5408969	5408966	5408967	
Скорость ветра, км/ч	120	94	120	92	3 x 16 кг
	161	122	163	122	6 x 16 кг
	194	145	197	147	9 x 16 кг
	222	165	227	168	12 x 16 кг
	246	182	252	187	15 x 16 кг

Количество бетонных блоков для изолированных молниеприемных мачт с выпускным отверстием

Высота молниеприемного стержня, м	4	6	8	10	Необходимые бетонные блоки
Арт. №	5408938	5408940	5408888	5408890	
Подходящая опора молниеприемной мачты Арт. №	5408930	5408932	5408902	5408902	
Скорость ветра, км/ч	110	85	93	82	3 x 16 кг
	148	111	116	102	6 x 16 кг
	178	132	134	119	9 x 16 кг
	204	151	151	133	12 x 16 кг
	227	167	166	146	15 x 16 кг

Таблица 2.17: Бетонные блоки для изолированных молниеприемных мачт



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

2.1.7.2 Изолированные молниеприемники
Благодаря изолированной молниезащите, которую предлагает ОВО, возможна надежная, соответствующая нормам и экономически эффективная установка изолированных молниеприемников. Выступающие над крышей металлические и электрические устройства с их сложными контурами предъявляют особые требования к молниезащите и соблюдению разделительного интервала. (Рис. 2.28)



Рис. 2.29: Алюминиевая молниеприемная мачта

2.1.7.2.1 Алюминиевые молниеприемные мачты
Трехкомпонентные молниеприемные мачты длиной от 4 до 8 м из алюминия дополняют традиционную молниеприемную систему, которая состоит из молниеприемного стержня (до 4 м длиной) и бетонного блока FangFix. Для крепления различных молниеприемных мачт служат разные держатели для монтажа на стену или к трубе и для углового монтажа на трубы, а также две треноги с различной шириной расставления ножек. Количество молниеприемных блоков FangFix может варьироваться в зависимости от зоны ветров. (Таблица 2.19)

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 864	5402 866	5402 868	5402 870	5402 872	5402 874	5402 876	5402 878	5402 880	
Подходящая опора молниеприемной мачты, Арт. №	5408 968	5408 968	5408 968	5408 968	5408 969	5408 969	5408 969	5408 969	5408 969	
Скорость ветра, км/ч	143	124	110	99	104	96	89	83	78	3 x 16 кг
	193	168	148	133	138	127	117	109	102	6 x 16 кг
	232	202	178	159	165	151	139	129	121	9 x 16 кг
	266	231	203	182	188	172	159	147	138	12 x 16 кг
	296	257	226	202	208	191	176	163	152	15 x 16 кг

Таблица 2.18: Требуемое количество бетонных блоков производства ОВО

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 864	5402 866	5402 868	5402 870	5402 872	5402 874	5402 876	5402 878	5402 880	
Подходящая опора молниеприемной мачты, Арт. №	5408 966	5408 966	5408 966	5408 966	5408 967	5408 967	5408 967	5408 967	5408 967	
Скорость ветра, км/ч	140	122	108	97	101	93	86	80	76	3 x 16 кг
	191	166	146	131	136	124	115	107	100	6 x 16 кг
	230	200	176	158	163	149	138	128	120	9 x 16 кг
	264	229	202	181	186	170	157	146	136	12 x 16 кг
	295	255	225	201	206	189	174	162	151	15 x 16 кг

Таблица 2.19: Требуемое количество бетонных блоков производства ОВО

2.1.7.2.2 Молниеприемные телемачтовые системы высотой до 19,5 м

Молниеприемные мачты системы irod от ОВО достигают высоты более 19 метров. Гибкая система защищает от ударов молнии взрывоопасные установки, работающие на биогазе, столь же надежно, как и отдельно расположенные фотогальванические установки или проводки во взрывоопасных зонах.

Преимущества системы irod: отсутствие необходимости в проведении земляных и бетонных работ. Стабильные бетонные блоки весом по 16 кг каждый обеспечивают молниеприемным мачтам и стойкам достаточную опору. При монтаже вертикальность мачты обеспечивается даже на слегка наклонных основаниях - за счёт закрепления треножника на резьбовых стержнях. Благодаря этим условиям система irod идеально подходит для электромонтажа в уже имеющихся установках. (Рис. 2.30)



Рис. 2.30: Молниеприемные телемачты: применение для установки, работающей на биогазе

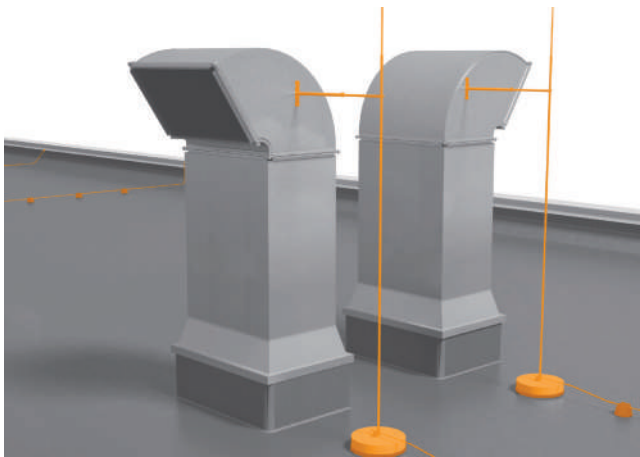


Рис. 2.31: Молниеприемный стержень с регулируемой изолированной траверсой

2.1.7.2.3 Системы со стеклопластиковыми держателями

Ядром системы является изолирующий стеклопластиковый стержень, за счет которого надежно обеспечивается разделительный интервал и предотвращается неконтролируемый пробой с опасным искрообразованием. Таким образом токи молнии не могут попасть в здание. (Рис. 2.31)

Два варианта диаметра стержней для различных применений

Изолированная молниезащита состоит из стеклопластиковых стержней диаметром 16 или 20 мм. Их свойства представлены в таблице 2.20

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 мм ³	Момент сопротивления: > 750 мм ³
Несущая способность: 54 Н (1,5 м)	Несущая способность: 105 Н (1,5 м)

Таблица 2.20: Свойства изолированных . стеклопластиковых стержней

Особо простой монтаж благодаря предварительно смонтированным комплект

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

- комплект с двумя крепежными пластинами
- комплект с угольниками для настенного монтажа
- комплект для крепления на фальцы
- комплект для крепления на трубы

При расчете разделительного интервала у стеклопластиковых стержней необходимо учитывать коэффициент материала $k_m = 0,7$

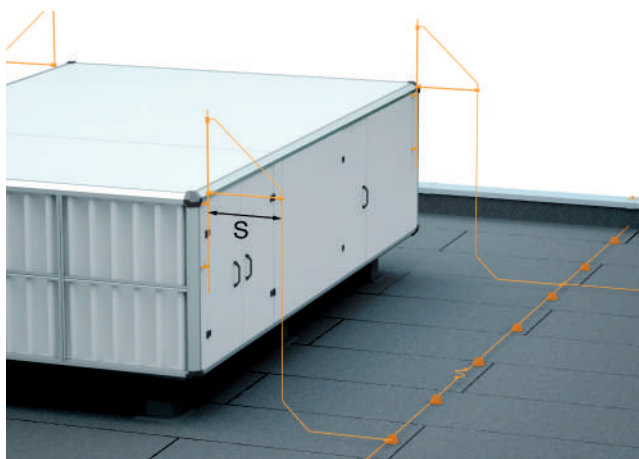


Рис. 2.32: Пример: молниеприемная система с комплектом Iso-Combi для треугольного крепления

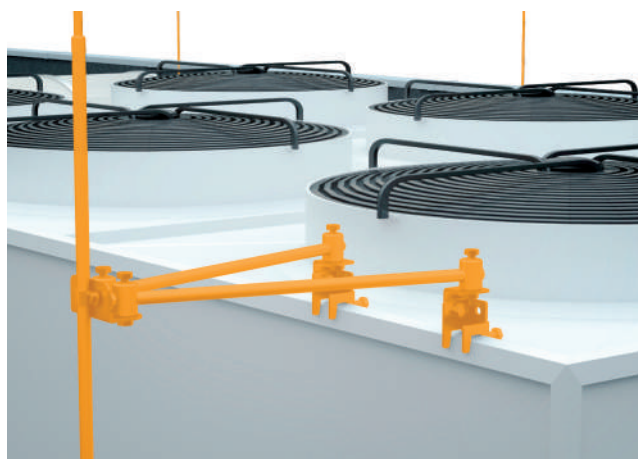


Рис. 2.34: Пример: молниеприемная система с комплектом Iso-Combi для фальцевого крепления

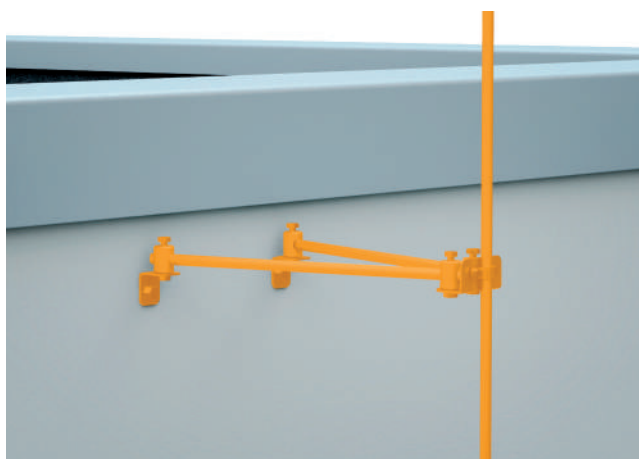


Рис. 2.33: Пример: молниеприемная система с комплектом Iso-Combi для V-образного крепления

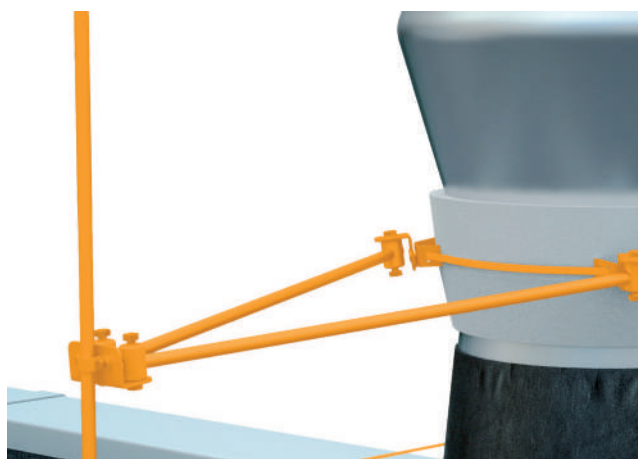


Рис. 2.35: Пример: молниеприемная система с комплектом Iso-Combi для V-образного трубного крепления

Треугольное крепление (Рис. 2.32)

Комплект Iso-Combi (тип 101 3-ES-16, арт. №: 5408 976) для треугольного крепления при установке изолированного молниеприемника в безопасном разделительном интервале (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 в безопасном разделительном интервале (s) до 750 мм. Для монтажа на стенах и кровельных надстройках с двумя крепежными пластинами. 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 980) для фальцевого крепления при установке изолированного молниеприемника в безопасном разделительном интервале (s). Для монтажа на фальцах несущих конструкций и кровельных надстроек, с толщиной фальца до 20 мм. Для крепления молниеприемных стержней 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 труб при установке изолированного молниеприемника в безопасном разделительном интервале (s). Для монтажа на трубах с двумя трубными скобами. Для крепления молниеприемных стержней и круглых проводников диаметром 8, 16 и 20 мм.

2.1.7.3 Принцип установки для зданий с плоской крышей (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.

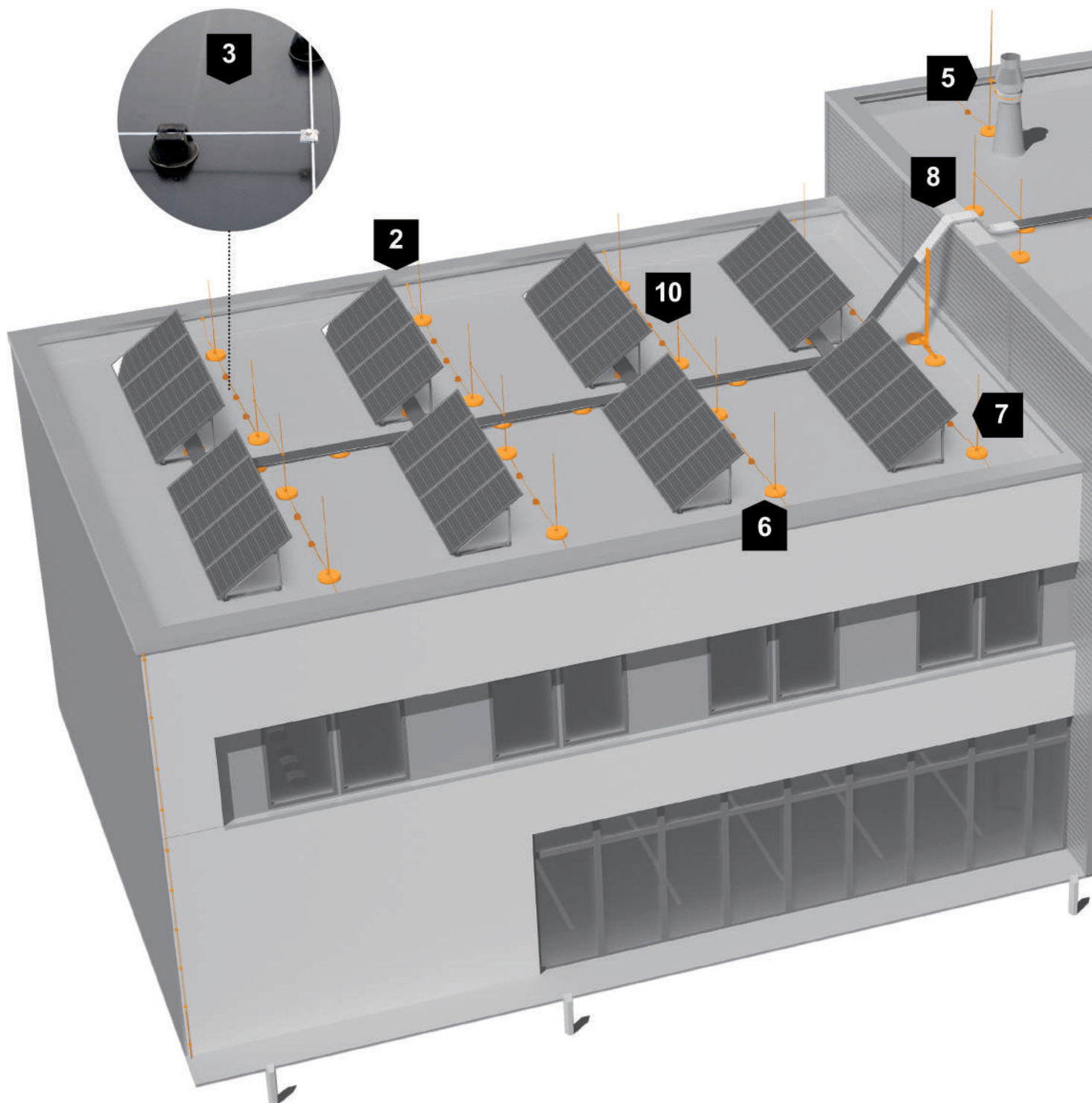
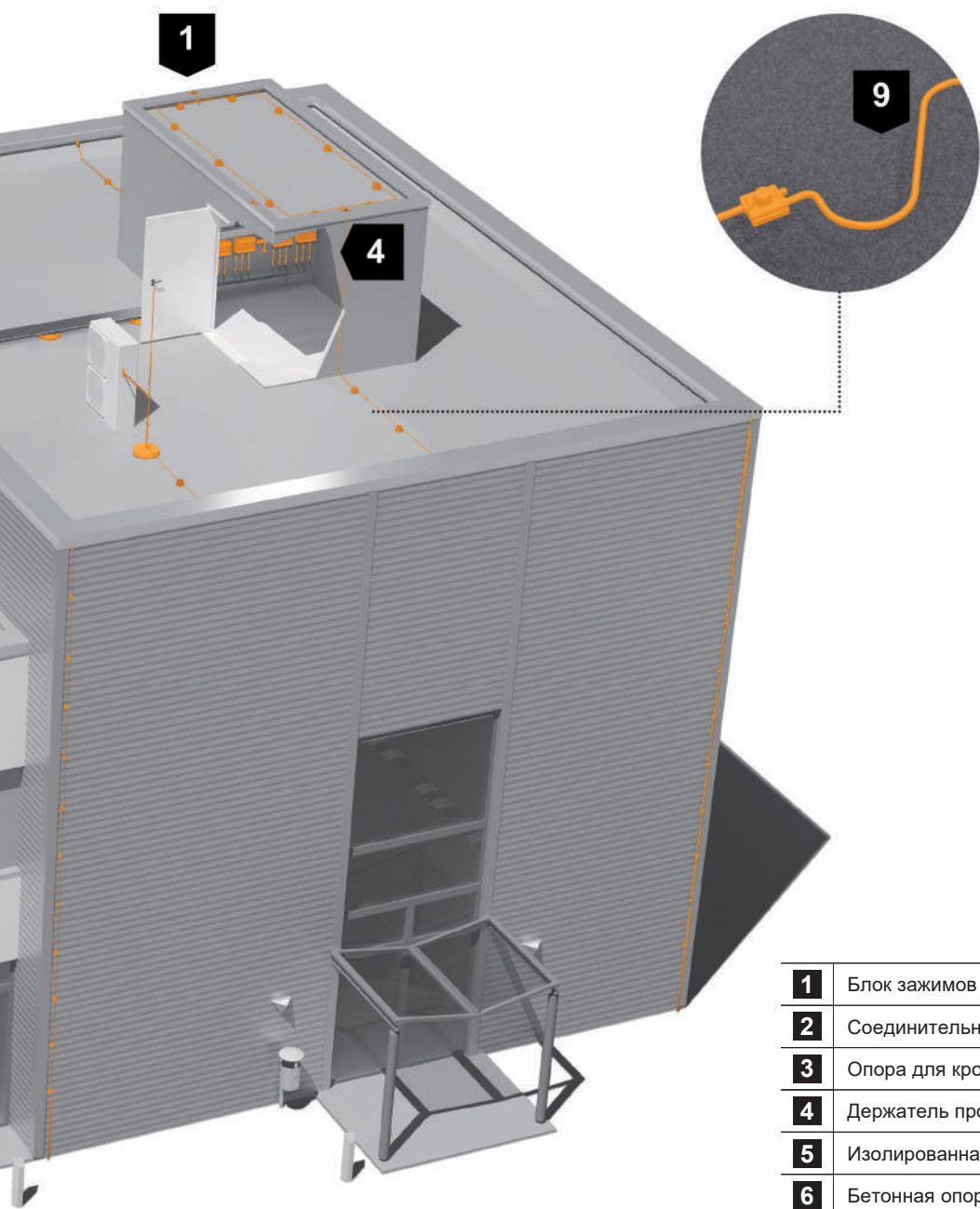


Рис. 2.36: Пример здания с плоской крышей и системой молниезащиты

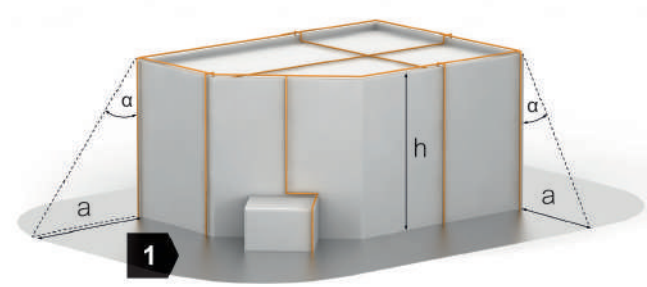


1	Блок зажимов
2	Соединительный элемент
3	Опора для кровельных проводов
4	Держатель провода на фасаде
5	Изолированная распорка
6	Бетонная опора молниеприемника
7	Молниеприемный стержень
8	Противопожарная обёртка кабельных линий на их переходе через брандмауэр
9	Компенсатор температурного удлинения
10	Быстроразъемный соединитель Vario

Шаг 1: Прокладка молниеприемника

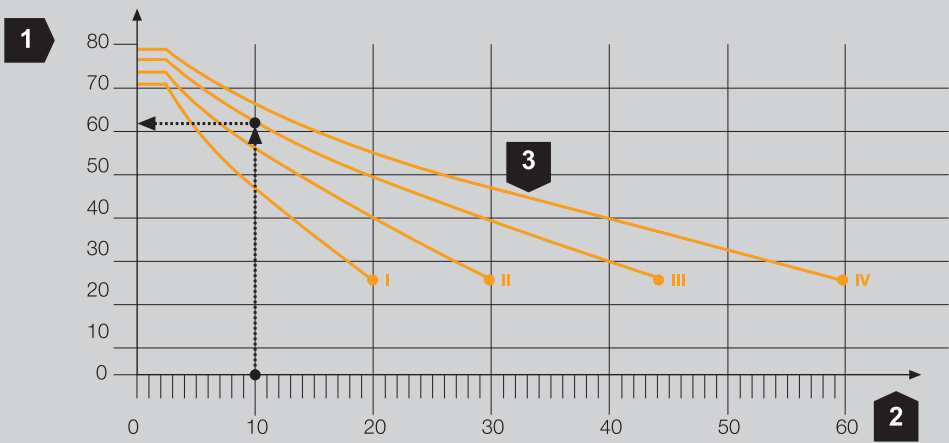
(Рис. 2.37)

Сначала прокладывается круглый проводник на всех наиболее подверженных ударам молнии местах, таких как коньки крыши, выступы и края. Защитная область вычисляется следующим образом: высота здания откладывается на графике (Рис. 2.38), с которого считывается 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 область
α	Защитный угол
a	Расстояние защищенной области
h	Высота здания

Рис. 2.37: Прокладка молниеприемника



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

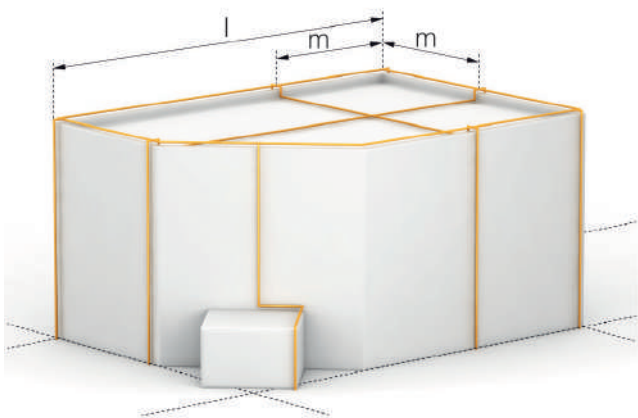
Рис. 2.38: Вспомогательная диаграмма для расчета защитного угла в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012

Шаг 2: Определение защитного угла

Пример:

Высота здания (в нашем случае 10 м) вносится на горизонтальную ось диаграммы (Рис. 2.38) (см. точку на оси «2» в рядом стоящем графике). 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).



l	Длина здания
m	Ширина ячеек

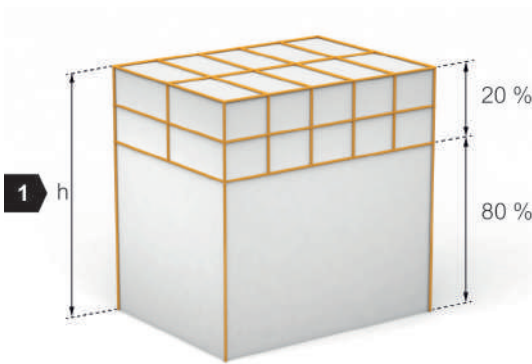
Рис. 2.39: Размер ячеек на плоской крыше

Класс молниезащиты	Размер ячеек
I	5 x 5 м
II	10 x 10 м
III	15 x 15 м
IV	20 x 20 м

Таблица 2.21: Размер ячеек по классу молниезащиты

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 15 x 15 м. Если общая длина l, как в нашем примере, больше указанных в Таблице 2.3 на стр. 47 длин провода, то необходимо дополнительно использовать компенсатор температурного удлинения.



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

Рис. 2.40: Метод молниеприемной сетки

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

В случае, если высота здания больше 60 м, и существует риск возникновения большого ущерба (напр., для электрического или электронного оборудования), рекомендуется устраивать молниеприёмную сетку для защиты фасадов от боковых ударов. Дополнительная сетчатая система должна покрывать верхние 20% высоты здания. Размер ячеек молниеприемной сетки определяется – как и при размещении на крыше – по классу молниезащиты; например, классу молниезащиты III соответствует размер ячеек 15 x 15 м.

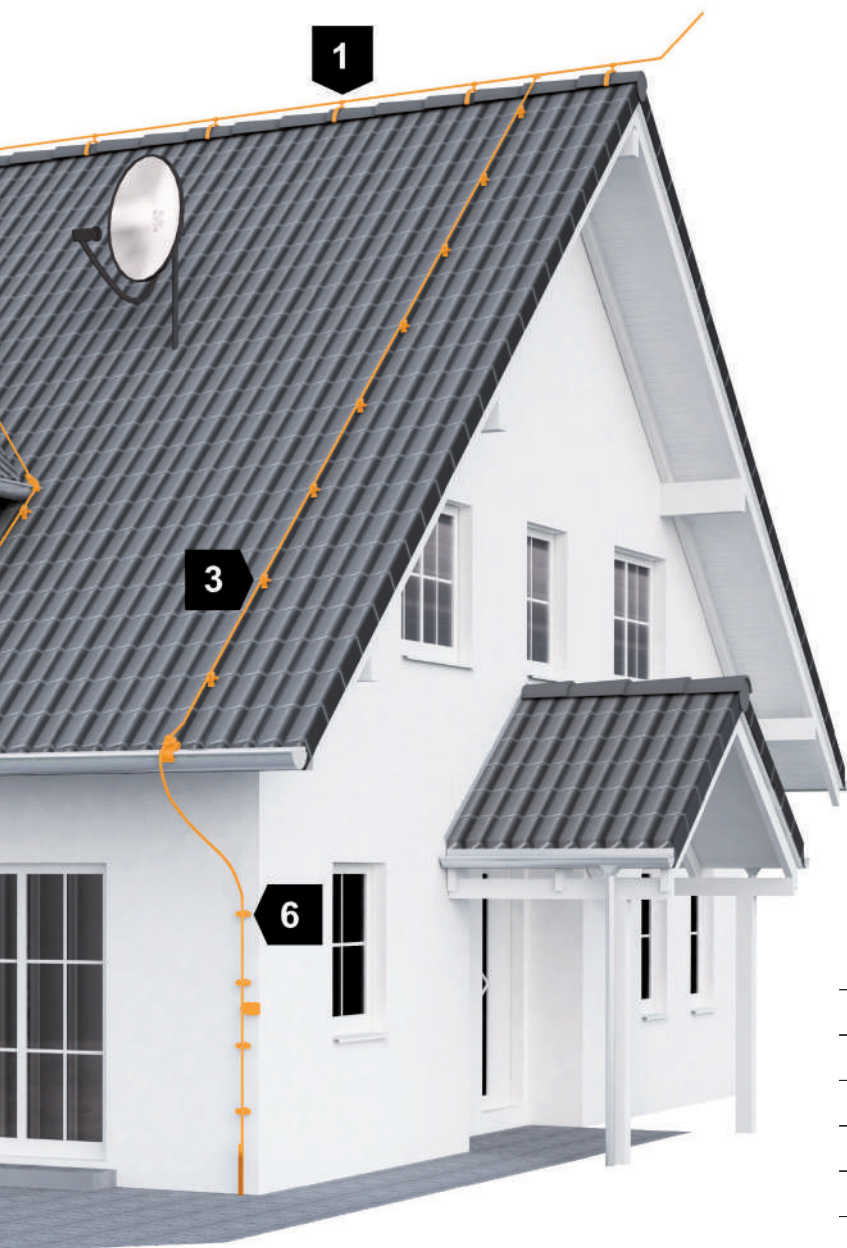
Круглые проводники ячейки монтируются при помощи опоры для кровельных проводов на расстоянии 1 м. При достаточной толщине и соединении материала жестяные аттики применяются в качестве молниеприемника и ячейки.

2.1.7.4 Принцип установки для зданий с двухскатной крышей / коньковой крышей (Рис. 2.41)

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



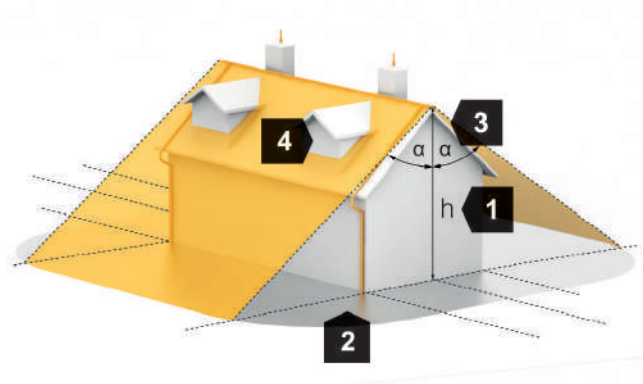
Рис. 2.41: Здание с двухскатной крышей и системой молниезащиты



1	Опора кровельного провода для коньковой черепицы
2	Универсальный соединитель Vario
3	Опора кровельного провода
4	Круглый проводник
5	Молниеприемный стержень
6	Держатель провода на фасаде
7	Зажим водосточного желоба

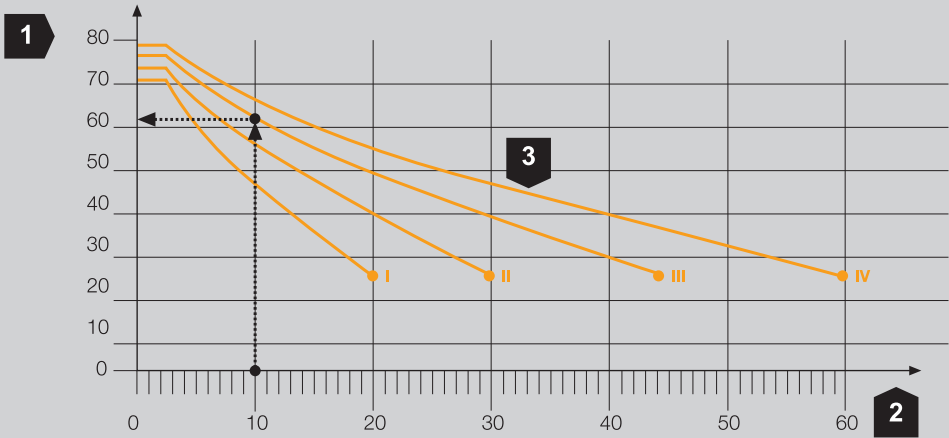
Шаг 1: Определение высоты здания (Рис. 2.42)

Сначала определяем высоту конька крыши. Эта высота является точкой отсчета при проектировании всей системы молниезащиты (молниеотвода). По коньку крыши проводится коньковый провод, образующий тем самым «хребет» 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 проводом слуховые окна

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



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

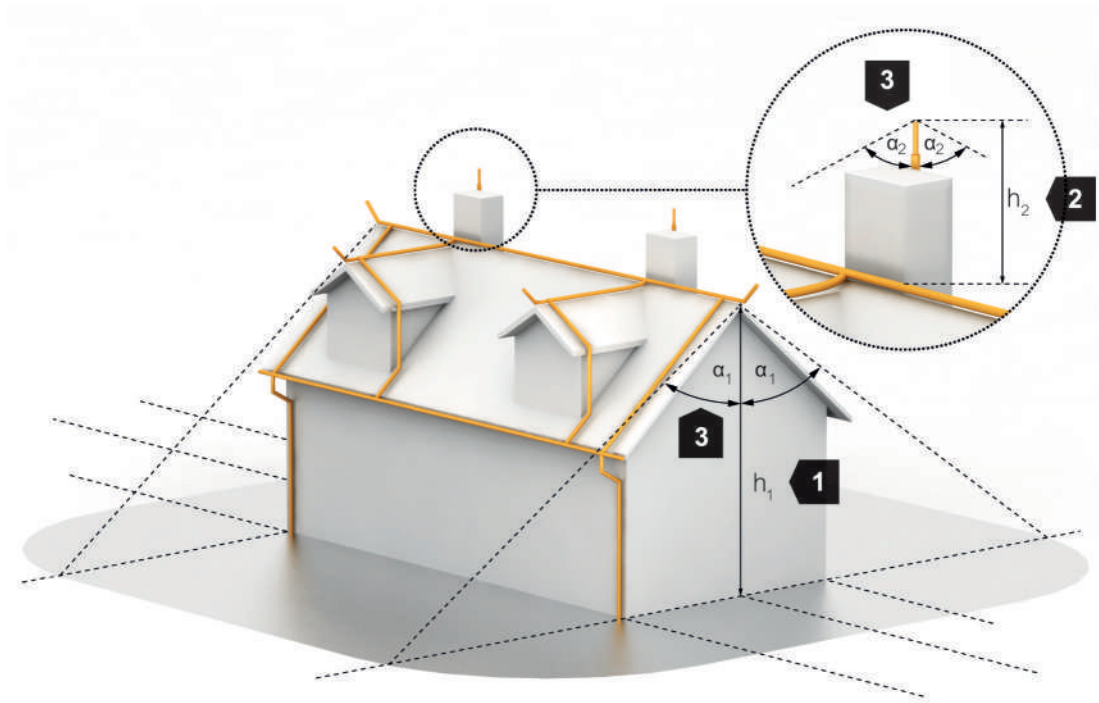
Рис. 2.43: Вспомогательная диаграмма для определения защитного угла

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)

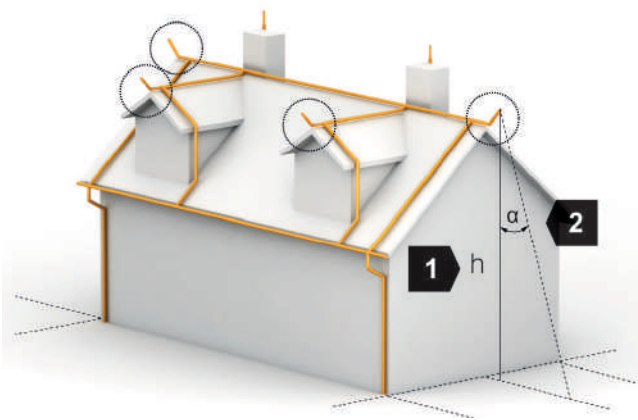


1	h_1 : Высота здания
2	h_2 : Высота молниеприемного стержня
3	Защитный угол α

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

Шаг 3: Части здания, расположенные вне пределов защитного угла (Рис. 2.41)

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 на крыше обеспечиваются собственным коньковым проводом.



1	h : Высота здания
2	Защитный угол α

Рис. 2.45: Молниеприемники и токоотводы

Шаг 4: Усовершенствование молниеприемника (Рис. 2.45)

Проведите молниеприемник вниз до токоотвода. Окончания конькового провода 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 материалы высотой более 0,3 м
- непроводящие материалы (например, ПВХ-трубы) высотой более 0,5 м

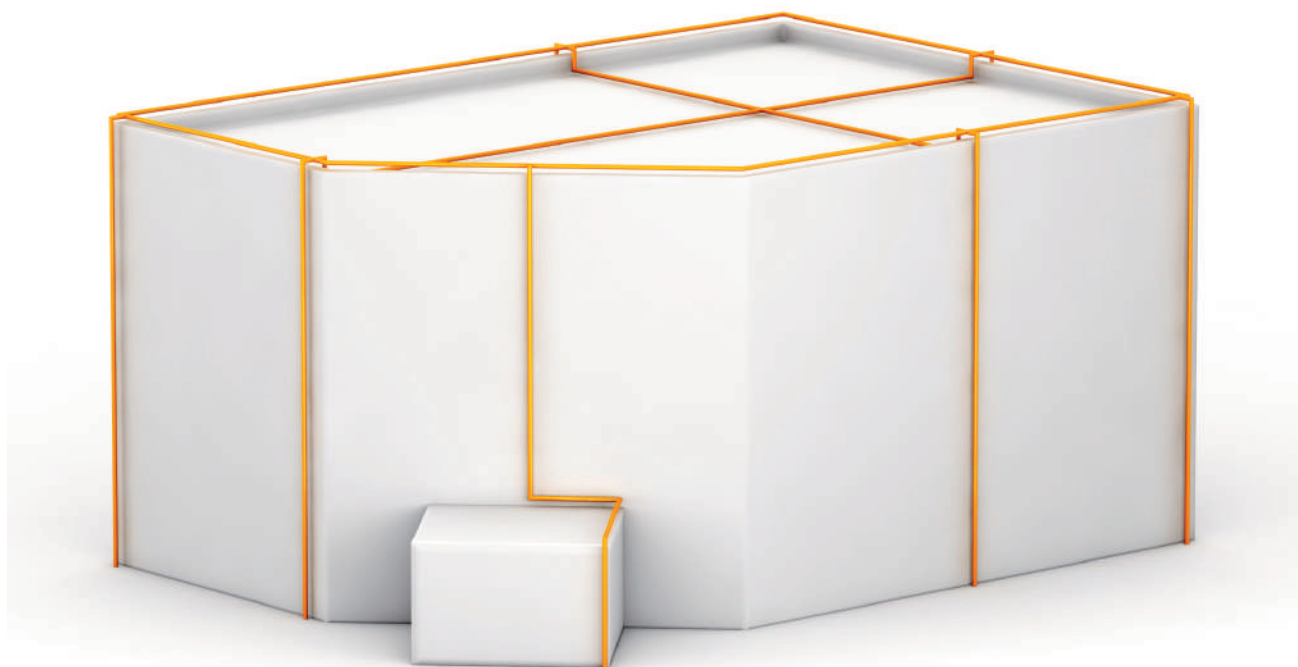


Рис. 2.46: Токоотвод в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012

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 и классом молниезащиты – однако, в любом случае должно быть не менее двух токоотводов. При этом необходимо обращать внимание на то, чтобы пути для отвода тока были смонтированы короткими и без петель. В (Таблице 2.22) приведены максимальные рекомендуемые 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)

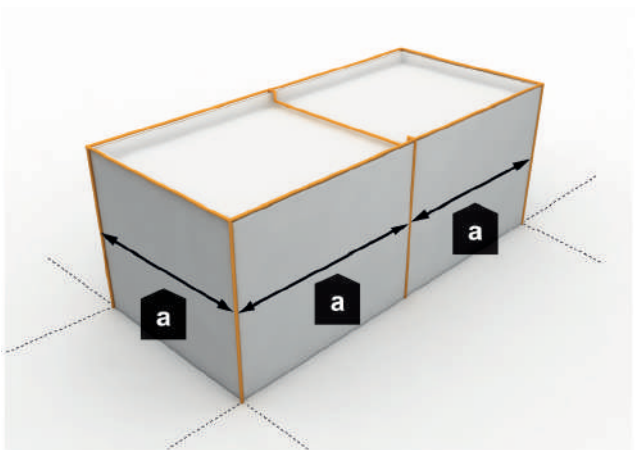


Рис. 2.47: Расстояние (a) между токоотводами

Класс молниезащиты	Расстояние между токоотводами
I	10 м
II	10 м
III	15 м
IV	20 м

Таблица 2.22: 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

Токоотводы: особенности

При невозможности расположения токоотводов на одной стороне или одной части стороны здания эти токоотводы должны располагаться на других сторонах. Расстояния между этими токоотводами должны составлять не менее $1/3$ расстояний, приведенных в Таблице 2.22.

Общая информация: неразделенные токоотводы / привязка внутренних опор

Крупные, но невысокие строительные сооружения (такие как типичные заводские корпуса, выставочные павильоны и т.д.), размеры которых в 4 раза больше расстояния токоотводов, должны оснащаться по возможности дополнительными внутренними токоотводами с расстоянием около 40 м. Все внутренние опоры и перегородки с проводящими частями, такими как стальные арматурные прутки, для которых не выполняются требования по разделительному интервалу, должны соединяться на соответствующих 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 штробах каменной стены. При этом необходимо учитывать следующее:

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

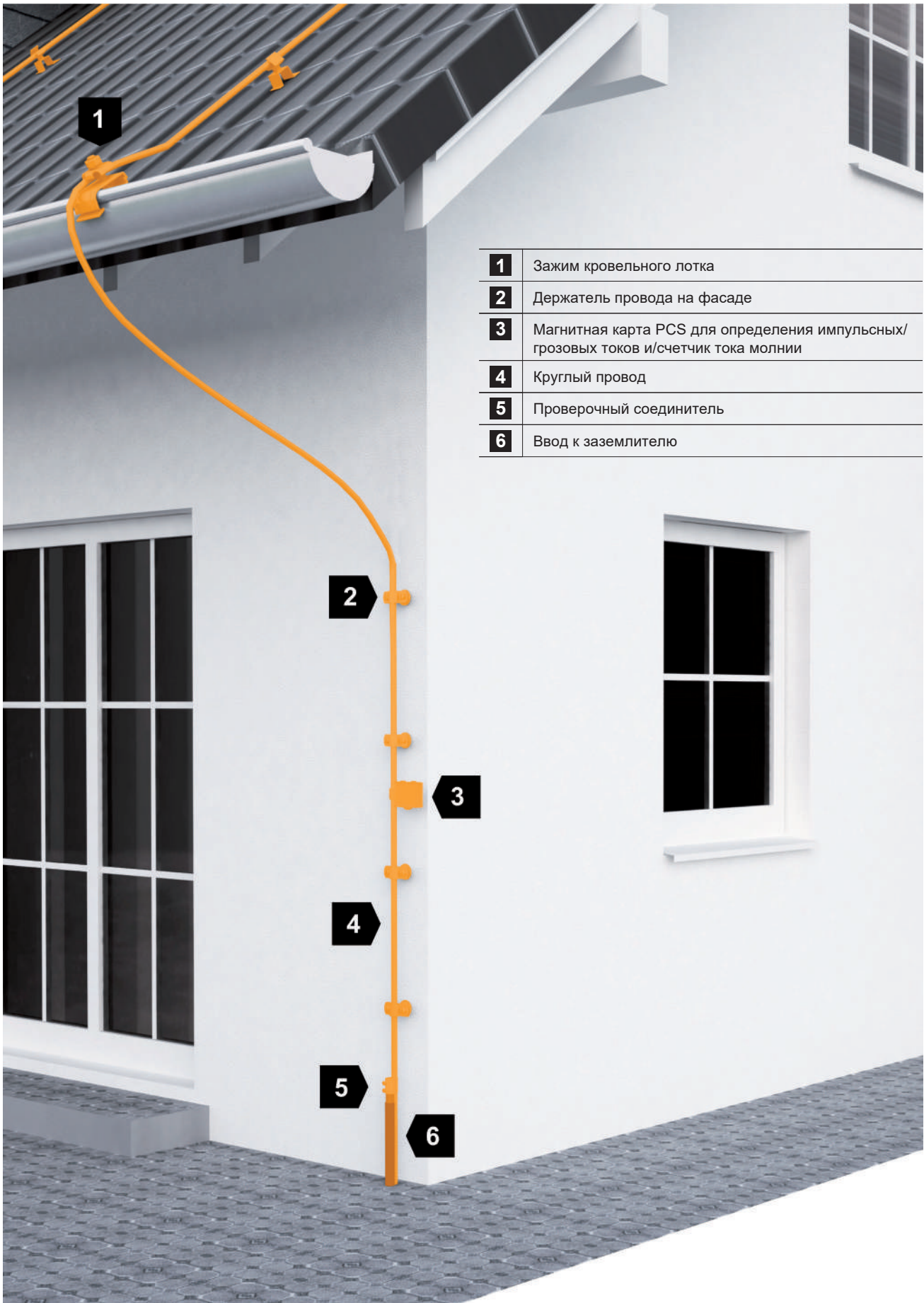


Рис. 2.50: Принцип монтажа токоотвода

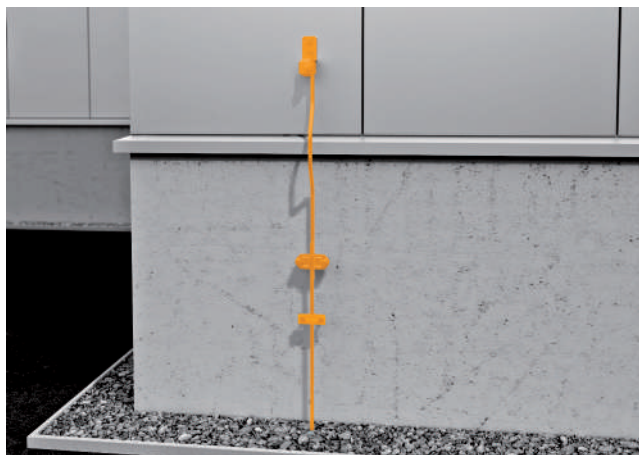


Рис. 2.51: Пример: Вертикальные элементы фасада

2.2.1.2 Использование естественных компонентов

Металлические проводки могут служить в качестве естественных компонентов токоотвода, при условии, что:

- обеспечивается долговременная электрическая непрерывность
- их размеры соответствуют как минимум значениям нормированных токоотводов (Таблица 2.5, стр. 51)
- трубопроводы с возгораемым содержимым не допускается использовать, если уплотнения фланцевых соединений электрически разобщают отдельные участки трубопровода.

Условие для элементов фасада и металлических конструкций:

- Их размеры должны соответствовать требованиям, предъявляемым к проводникам, и толщина металлических листов/стенок металлических труб должна быть не менее величин, указанных в Таблице 2.6
- Элементы фасада могут использоваться в качестве токоотвода, если они имеют непрерывное электрическое соединение.
- Естественные компоненты токоотводов должны быть выполнены в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012

При применении естественных токоотводов (например, железобетона, стальных опор) разделение молниеотвода и системы заземления невозможно, и точки измерения можно исключить.

Электрически соединенная арматура железобетона может 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 проводящие элементы могут иметь изолированную оболочку, например, лаковое покрытие.



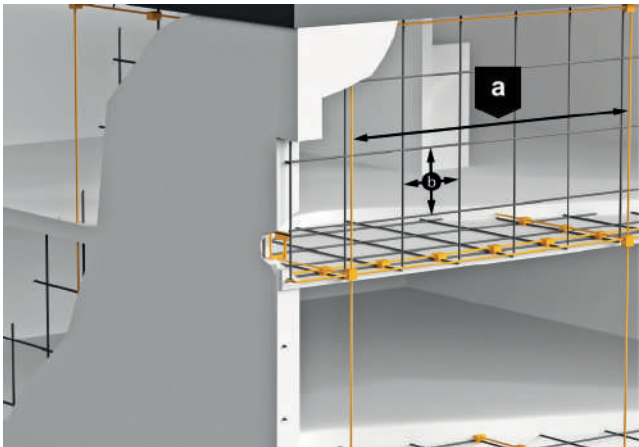
Рис. 2.53: Пример: Использование железобетонных опор в качестве молниеотводов

Для строительных сооружений с арматурными 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 ДСТУ EN 62561-1:2019. 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 LEMP (lightning electromagnetic pulse), то в ограждающих конструкциях строительного сооружения должны быть реализованы соответствующие сетки. При этом рекомендуется размер ячеек $a = 5\text{ м}$ и $b = 1\text{ м}$. (Рис. 2.54)



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

Рис. 2.54: Пример: Использование железобетонных конструкций в качестве токоотводов.

Для строительных сооружений из монолитных и предварительно напряженных бетонных изделий должна быть реализована электрическая связь с проверкой проводимости между верхней частью сооружения и заземлителем.

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 относительно следующей точки присоединения: значение сопротивления должно быть менее 10 МОм
- Точка присоединения арматуры относительно 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 должны быть обеспечены электрические соединения арматурной стали соседствующих железобетонных изделий.

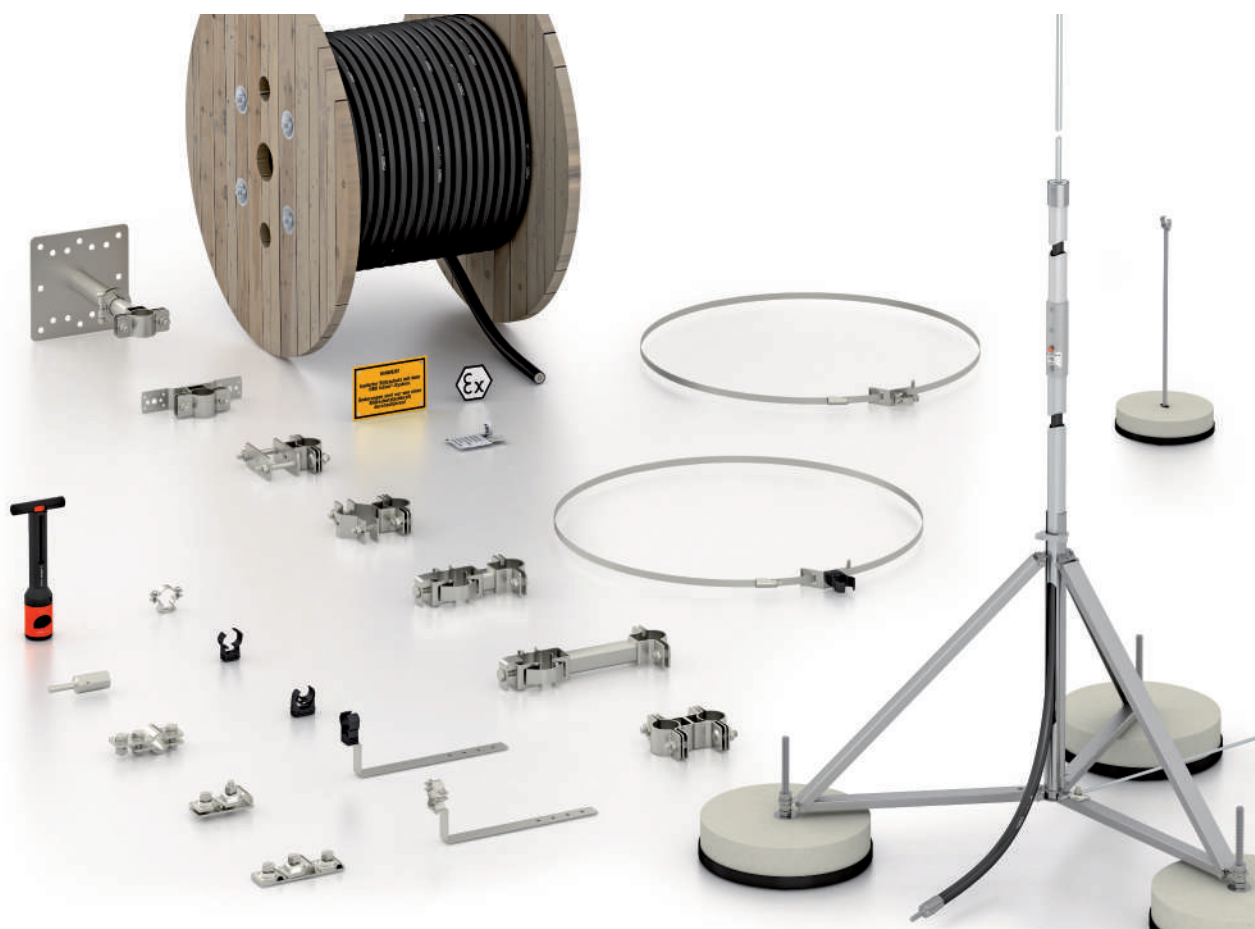


Рис. 2.55: Компоненты системы isCon®

2.2.1.3 Изолированные токоотводы 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 оптимальное решение в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012 предлагает изолированный кабель OBO isCon с высоким пробивным напряжением, который также обеспечивает эквивалентный разделительный интервал 0,75 м в воздухе, а также 1,5 м вдоль поверхности твердых строительных материалов.

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 на соответствие IEC/TS 62561-8:2018
- 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
Провод isCon® - это токоотвод без скользящего разряда и с высоким пробивным напряжением, который позволяет соблюдать разделительный интервал согласно ДСТУ EN 62305-3:2012 и может заменить собой разделительный интервал 0,75 м в воздухе и 1,5 м при твердых материалах. Его соответствие IEC/TS 62561-8:2018 подтверждено независимыми испытательными лабораториями.

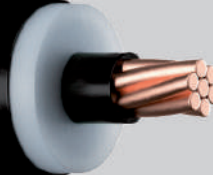
Устройство провода isCon

Провод isCon® производства ОВО состоит из пяти частей. Медный сердечник имеет поперечное сечение 35 мм² (ДСТУ EN 62305-3:2012 предусматривает минимальное значение 25 мм²). Провод покрыт внутренним полупроводящим слоем и изоляцией из сшитого полиэтилена с высоким пробивным напряжением, которая в свою очередь покрыта внешним полупроводящим слоем и внешней оболочкой, стойкой к ультрафиолету. Ток молнии протекает по медному сердечнику провода. Для регулирования поля в изоляции провода его сердечник покрыт полупроводящим материалом. Для соединения с сердечником провода его концы оборудуются специальными соединительными элементами. Только проверенный соединительный элемент может быть соединен с молниеприемником или отводящим токоотводом внешней молниезащиты. Провод должен находиться в зоне защиты молниеприемника и закрепляться при помощи зарекомендовавшего себя монтажного держателя с шагом не более 1 м. Если прокладка проводов осуществляется в здании, то необходимо учитывать необходимость установки огнестойких проходок сквозь противопожарные преграды.



Рис. 2.56: Пример: защита газопровода посредством провода isCon®



БАЗОВЫЙ 	$s_e \leq 45\text{ cm}$	150 kA	Ø 20 mm		Плоская крыша / 2 этажа
ПРОФИ 	$s_e \leq 75\text{ cm}$	150 kA	Ø 20 mm		Промышленные здания
ПРОФИ+ 	$s_e \leq 75\text{ cm}$	150 kA	Ø 23 mm		Химическая промышленность
ПРЕМИУМ 	$s_e \leq 90\text{ cm}$	200 kA	Ø 23 mm		Небоскребы

2.2.2 Конструктивные исполнения

2.2.2.1 Неизолированная система молниезащиты

При невозможности соблюдения необходимого разделительного интервала между молниеотводом и металлическими системами здания или установки следует принять дальнейшие меры. 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 ДСТУ EN 62305-3:2012. Требуемый стандартом разделительный интервал до токопроводящих 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 изолированными траверсами

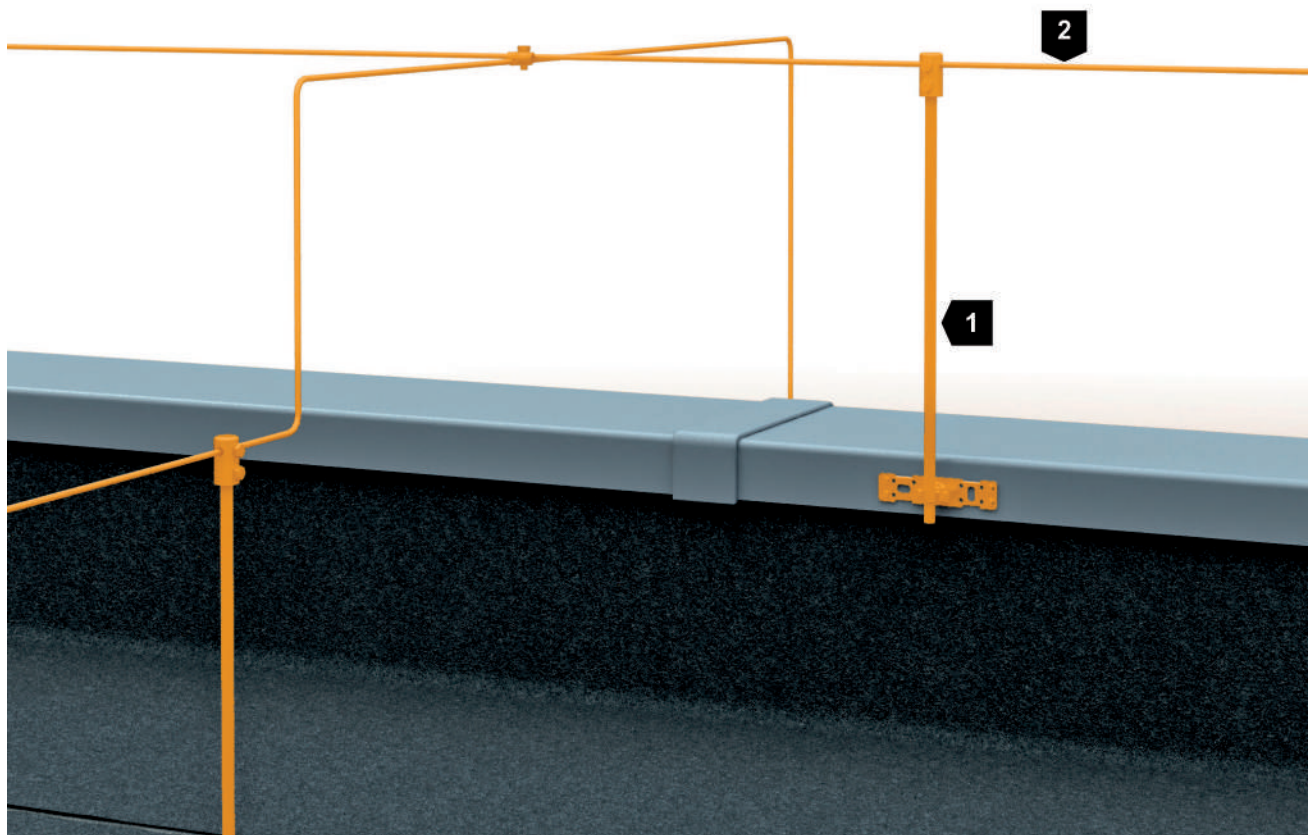


Рис. 2.58: Изолированная молниезащита с проводом isCon®

В установках с повышенной опасностью взрыва и пожара необходимо избегать искр



Рис. 2.59: Изолированная молниеприёмная мачта



1	Изолированный стеклопластиковый держатель
2	Круглый провод

Рис. 2.60: Изолированная молниезащита со стеклопластиковыми стержнями

Изолированная молниезащита на молниеприемном стержне

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

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 k_m : 0,7	Коэффициент , материала k_m : 0,7
Момент сопротивления: > 400 мм³	Момент сопротивления: > 750 мм³
Несущая способность: 54 Н (1,5 м)	Несущая способность: 105 Н (1,5 м)

Таблица 2.23: 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 ДСТУ EN 62305-3:2012 и IEC/TS 62561-8:2018. 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 прочности изоляции токоотвода как в точке ввода тока молнии, так на всём дальнейшем пути его прохождения
- Достаточная предельно допустимая нагрузка по току благодаря поперечному сечению проводника токоотвода, соответствующему стандартам (isCon производства ОВО = 35 мм², по норме не менее 25 мм²)

Нормативные требования

В настоящий момент действуют требования стандарта IEC/TS 62561-8:2018 (техническая спецификация) Требования к компонентам изолированной системы молниезащиты.



Рис. 2.61: Изолированная 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
- расширения систем молниезащиты
- архитектурные решения
- места, где разделительный интервал не может быть соблюден

Геометрия	Миним. поперечное сечение	Примечания
Ленточный	50 мм ²	Миним. толщина 2,0 мм
Круглый ^a	50 мм ²	Диаметр 8 мм
Тросовый	50 мм ²	Миним. диаметр каждого провода 1,7 мм
Круглый	200 мм ²	Диаметр 16 мм

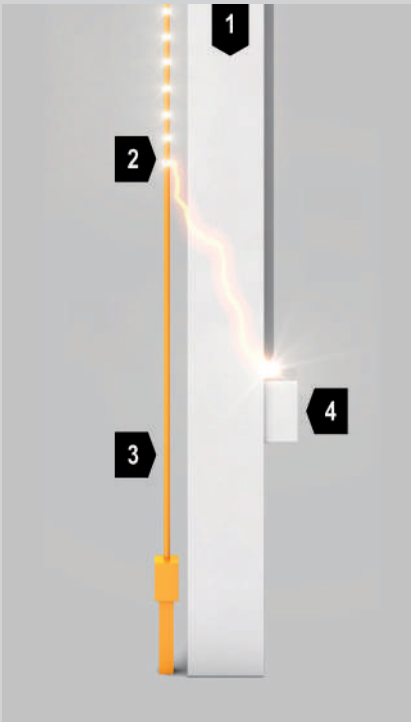
Таблица 2.23: Минимальные поперечные сечения токоотводов

^a 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.

Назначение изолированного токоотвода

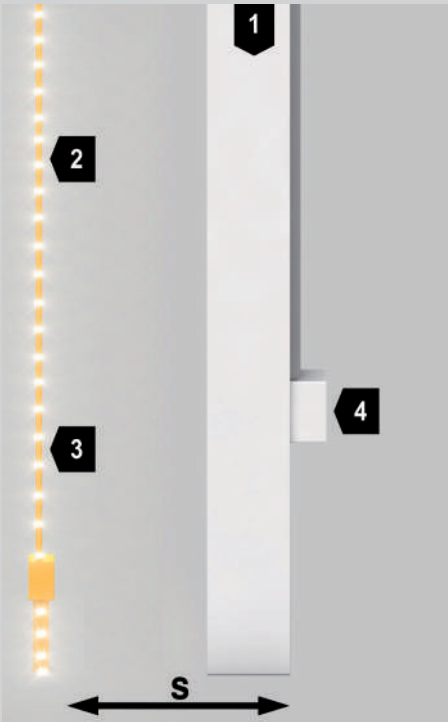
В случае прямого удара молнии при неизолированной системе молниезащиты возникают пробой на заземлённые металлические конструкции или электропроводку.

Рассчитанный разделительный интервал обеспечивает при изолированной системе протекание тока молнии до системы заземления. Если это не реализуемо, то при помощи изолированного токоотвода с высоким пробивным напряжением (Рис. 2.64) может быть соблюден эквивалентный разделительный интервал.



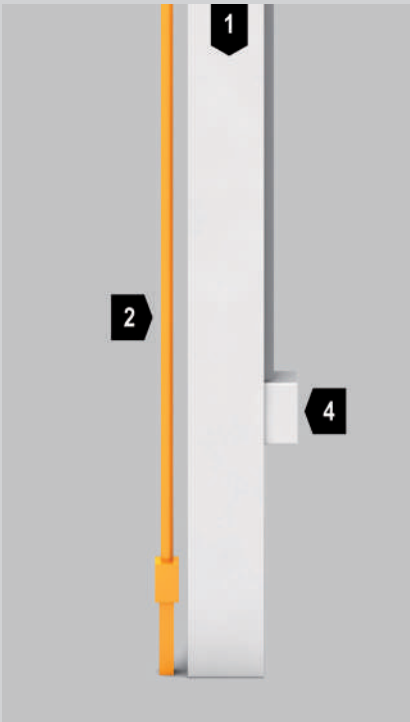
1	Каменная кладка
2	Ток молнии
3	Токоотвод 8 мм
4	Электропроводка

Рис. 2.62: Ток молнии затекает в электропроводку.



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

Рис. 2.63: Воздушный разделительный интервал



1	Каменная кладка
2	isCon®
4	Электропроводка

Рис. 2.64: Кабель isCon® заменяет собой воздушный разделительный интервал



*isCon® = Insulated
Conductor,
изолированный
токоотвод*

1	Слабопроводящий ЭВА (Этиленвинилацетат), устойчив к УФ-лучам
2	Полупроводящий 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

Изолированные токоотводы применяются в системах внешней молниезащиты для уменьшения или избежания разделительного интервала в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012. isCon® обеспечивает эквивалентный разделительный интервал 0,75 м в воздухе.

- В отличие от обычных кабелей СН с металлической броней, изолированные токоотводы помещены в полупроводящую оболочку. Она необходима для регулирования электрического поля внутри основной изоляции таких токоотводов – особенно на отрезках длиной 1500 мм на их концах. Эти оболочки предотвращают развитие скользящих разрядов вдоль их поверхности.
- После первого хомута эквипотенциализации (обычно в 1500 мм от конца), установленного на оболочке токоотвода, его изоляция обеспечивает заданный эквивалентный разделительный интервал от заземленных элементов здания или оборудования.

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

Провод isCon® является коаксиальным одножильным кабелем. Он состоит из нескольких слоев полупроводящих и изолирующих материалов, а также внутреннего проводника с соответствующей предельно допустимой нагрузкой по току. За счет данной конструкции обеспечивается как достаточная импульсная электрическая прочность, так и целенаправленное регулирование напряженности электрического 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 возникновения скользящих разрядов вызывают пробой вдоль поверхности изоляции кабеля.



Рис. 2.66: Протоколы испытаний провода isCon®

Разделительный интервал

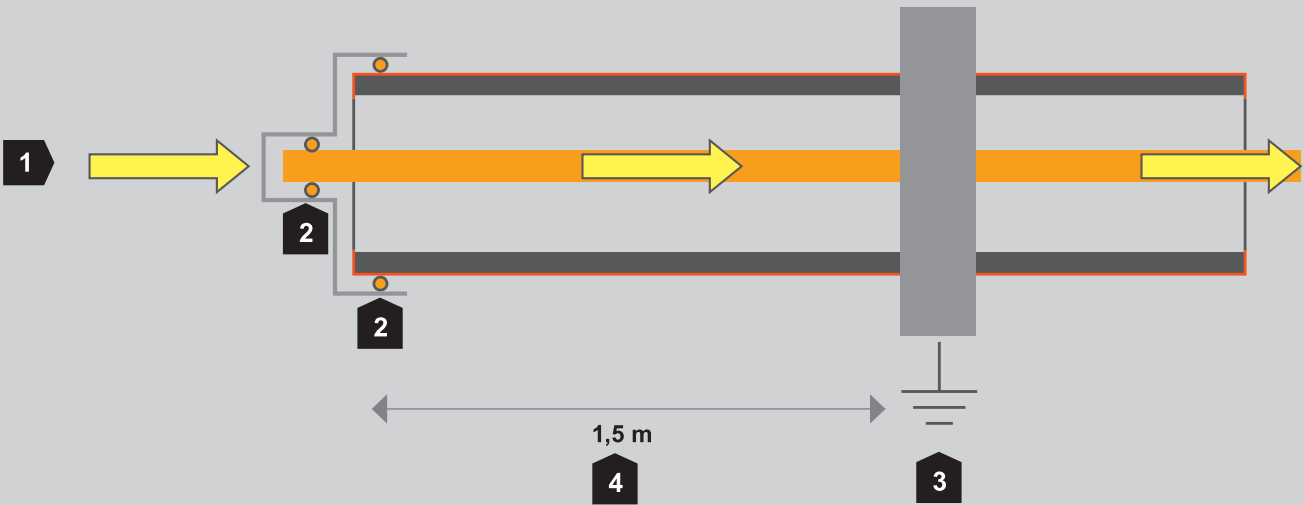
Расчет разделительного интервала выполняется в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012, Раздел 6.3, в точке присоединения провода isCon®. Необходимо измерить длину (l) от точки присоединения провода isCon® до следующего уровня системы уравнивания потенциалов молниезащиты (например, система заземления). Необходимо проверить, является ли значение рассчитанного разделительного интервала (s) меньше заданного эквивалентного разделительного интервала провода 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 в 2 раза. При большем отклонении необходимо принять $k_c = 1$. Источник: ДСТУ EN 62305-3:2012.

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



1	Ток молнии, несколько кА
2	Присоединение медного проводника и оболочки
3	Электрическое соединение со зданием, проводящей структурой и местной шиной эквипотенциальных соединений (СУП)
4	Минимальный интервал (меньшие значения могут быть получены при расчётах)

Рис. 2.67: Функция провода isCon®



isCon®: Правила для проектирования и монтажа: параллельные токоотводы

При прокладывании нескольких параллельно идущих изолированных токоотводов достигается разделение тока. В результате уменьшенного коэффициента разделения тока k_c соответственно сокращается рассчитанный разделительный интервал (s).

Для ограничения электромагнитных полей и предотвращения влияния проводов друг на друга рекомендуется интервал между проводами не менее 20 см. В идеальном случае необходимо провести второй провод на противоположной стороне здания к заземлителю.

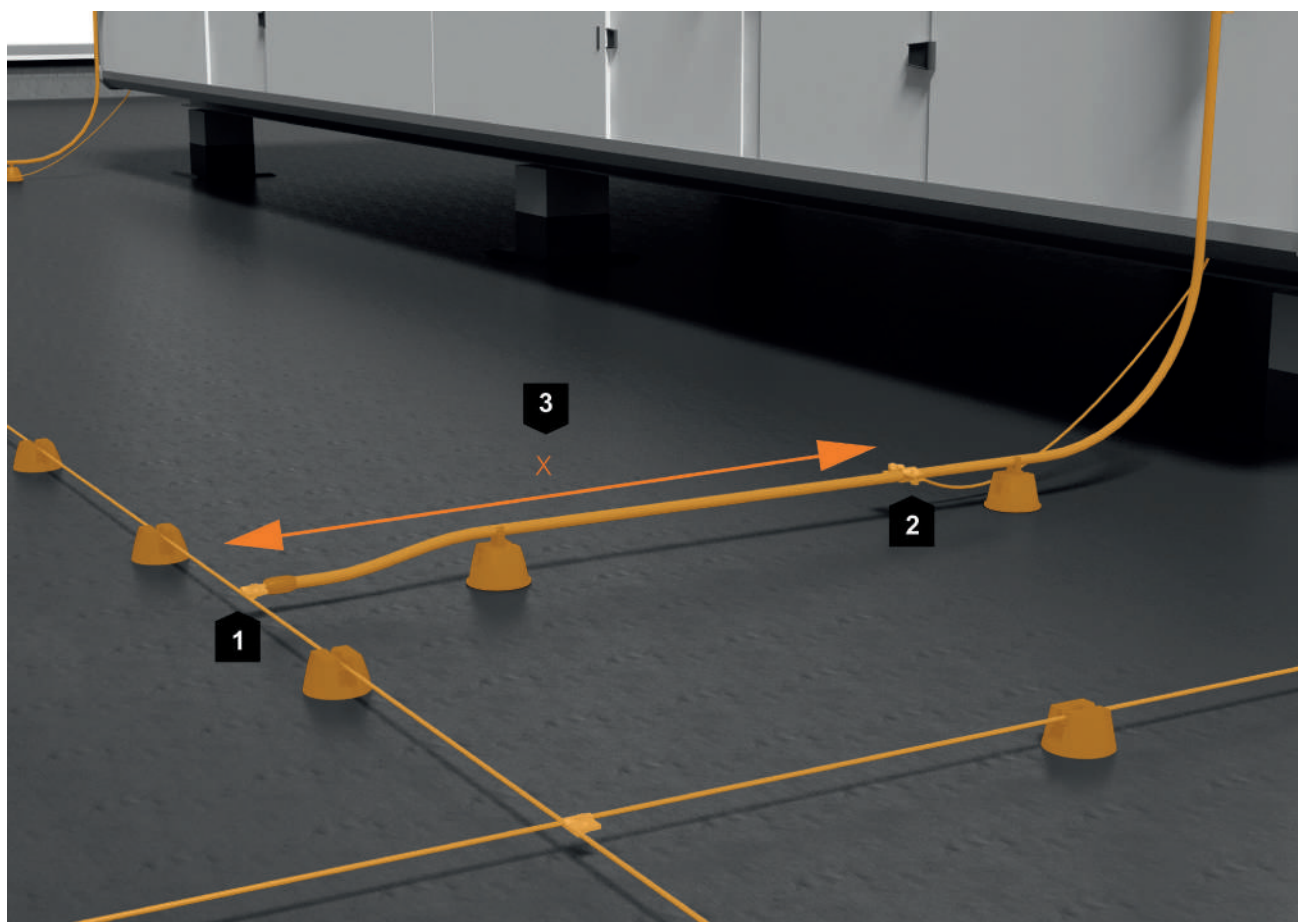
Если провода проложены непосредственно рядом друг с другом, индуктивность общего расположения не уменьшается на коэффициент n , и коэффициент разделения тока соответственно не снижается.

isCon®: Параллельные токоотводы

Точный расчет разделительного интервала обосновывает возможность применения провода isCon®, см. Таблицу 2.25 стр. 89.

Изолированный провод isCon® с высоким пробивным напряжением реализует эквивалентный разделительный интервал u , 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 провода isCon® к молниезащитной сетке.

isCon®: Подключение потенциала

- Элемент управления потенциалом 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 системы электропитания.
- Уравнивание потенциалов (присоединение > 6 мм²) является излишним при разделительном интервале < 0,15 м
- На обоих концах кабеля isCon на протяженности в 1,5 м (или меньшем, если это показывает расчёт) необходимо соблюсти рассчитанный разделительный интервал (s) до заземлённых металлических частей.

В области между элементом присоединения 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 элементов присоединения таким образом может быть уменьшено.

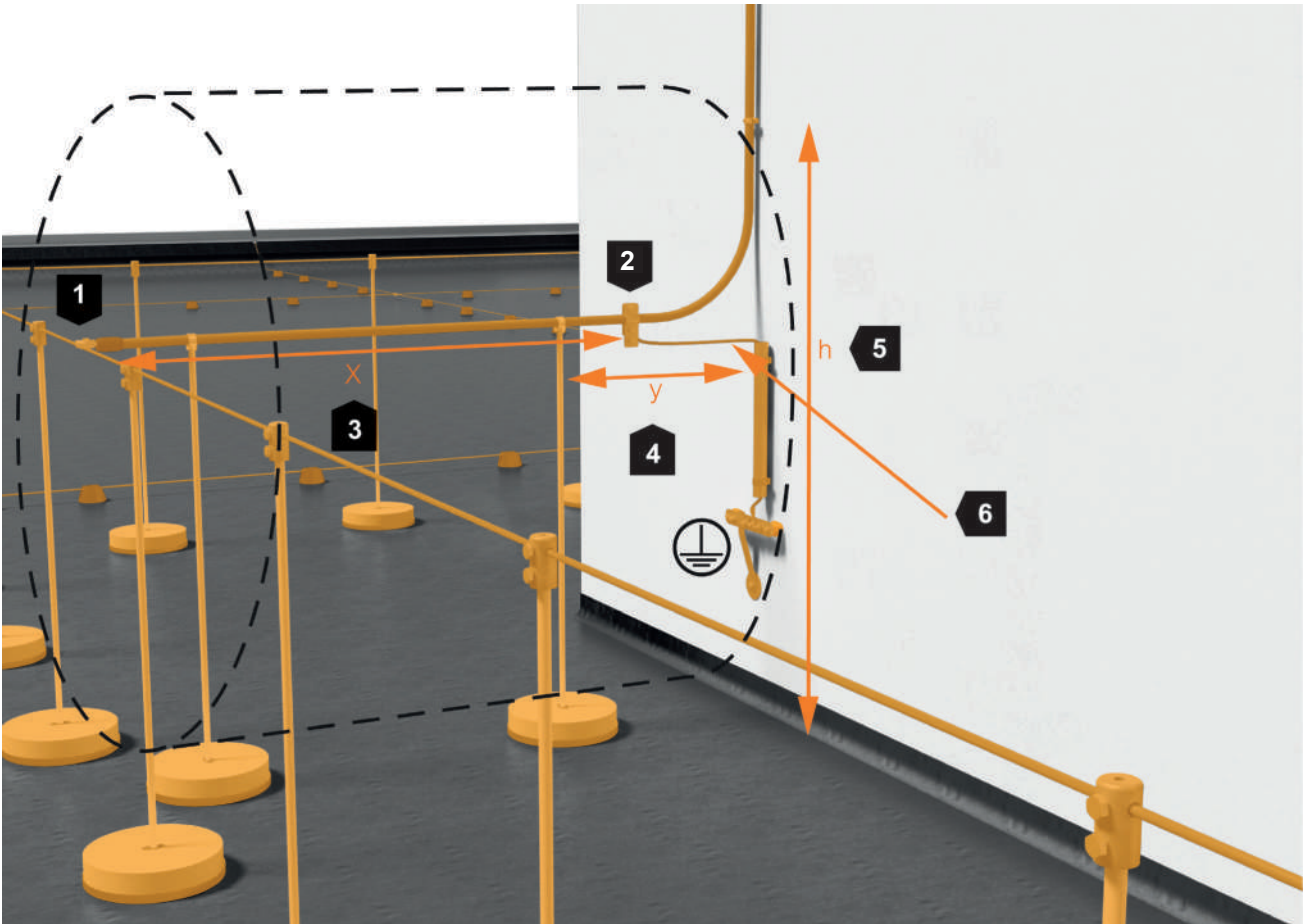


Рис. 2.69: Присоединение провода isCon к изолированно проложенному кольцевому проводнику.

1	Элемент присоединения
2	Хомут уравнивания потенциала
3	x: Минимальный интервал (сокращенные значения возможны по расчету)
4	y: Интервал между стеклопластиковыми держателями и стеной
5	h: Интервал между кронштейном и плоской крышей
6	Уравнивание потенциалов > 6 мм²

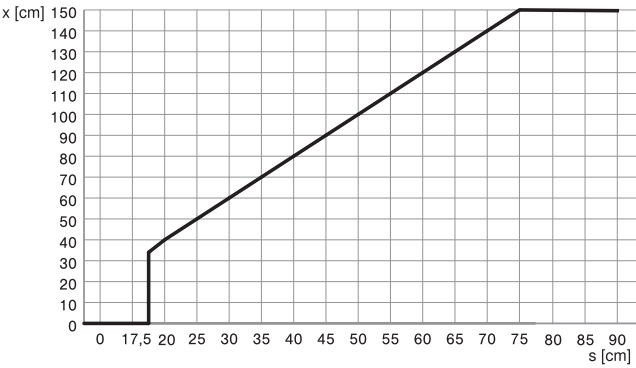


Таблица 2.26: минимальное требуемое расстояние от конца кабеля isCon до хомута уравнивания потенциала при s=0,75 м в воздухе.



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

В сложных условиях зачастую требуемый разделительный интервал не может быть реализован посредством традиционных токоотводов, т.к. строительные условия не позволяют соблюдать требуемые интервалы проводниками молниезащиты и заземлёнными конструктивными элементами и/или электропроводкой. Чтобы соблюдение разделительного интервала все же стало возможным, применяются изолированные системы молниезащиты, такие как провод OBO isCon®.

Проверено: разделительный интервал 0,75 м и ток молнии до 150 кА

После первого хомута уравнивания потенциалов провод isCon заменяет эквивалентный разделительный интервал 0,75 м в воздухе в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012. Таким образом, становится возможным прокладывать токоотводы непосредственно на металлических и электрических надстройках. Прямой пробой между токоотводом и защищаемым объектом не происходит.

100% гибкость на стройплощадке

Провод 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 провод 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 OBO.

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. Провод OBO 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 ДСТУ EN 60332-1-2:2016.

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 ДСТУ IEC 60811-2-1:2004, Раздел 8
- Стойкость к действию солнечного света, тест согласно UL 1581, Раздел 1200
- Морозостойкость/ударопрочность согласно ДСТУ IEC 60811-1-4:2004, 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 изолированная 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 провода isCon®. Простая интеграция в имеющуюся систему молниезащиты, а также отдельная молниезащита могут быть реализованы легко и в соответствии с действующими стандартами.

Эстетические аспекты

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



Рис. 2.72: Мачта мобильной радиосвязи с проводом isCon®



Рис. 2.73: Камера видеонаблюдения с проводом isCon®

Принцип монтажа isCon во взрывоопасных зонах

В зонах Ex (взрывоопасных зонах) 1 и 21 привязка провода OBO isCon® к уравниванию потенциалов осуществляется после первого подключения потенциала в равномерных промежутках (0,5 м) при помощи металлических опор для проводов (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 молниевывода

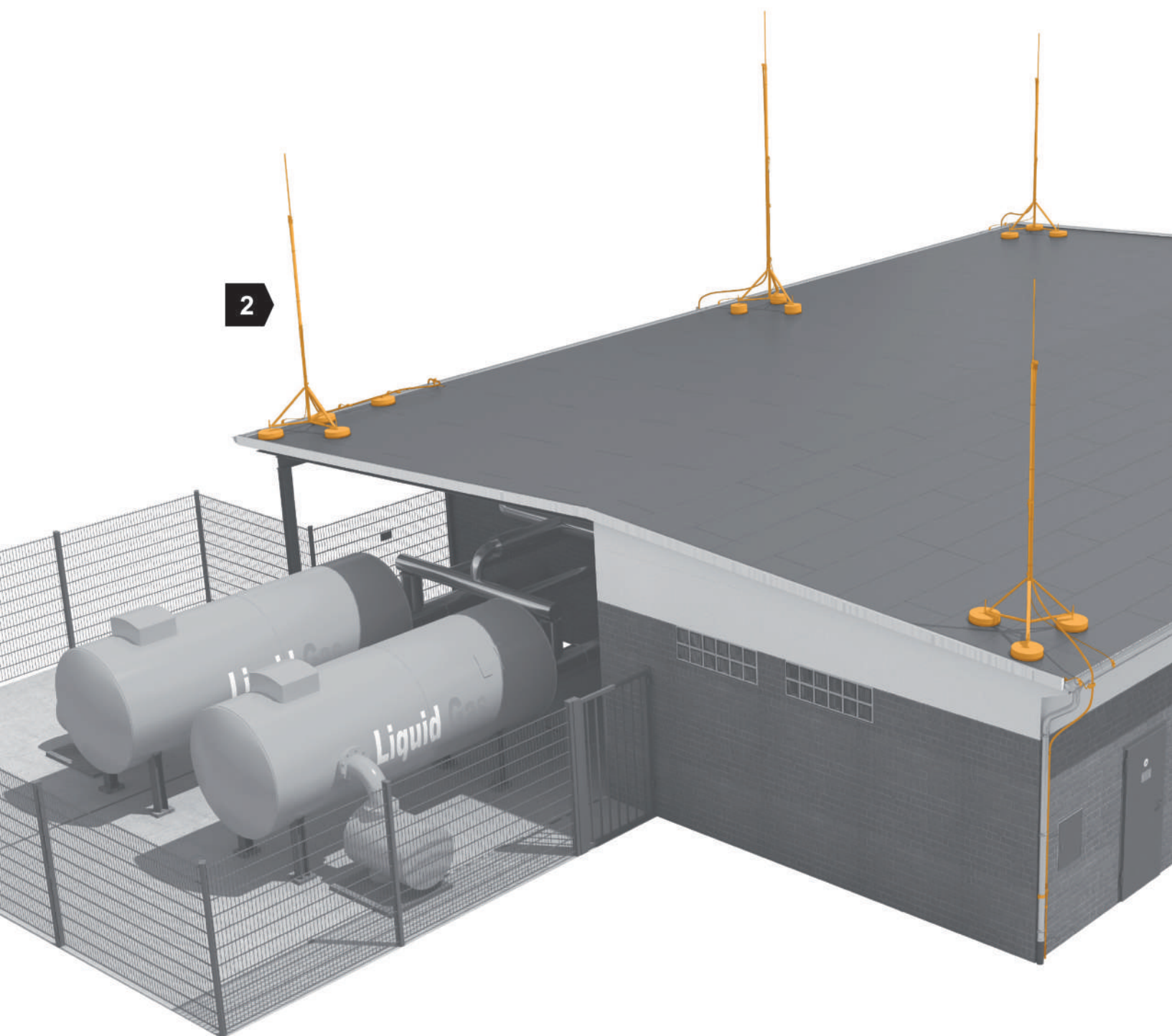
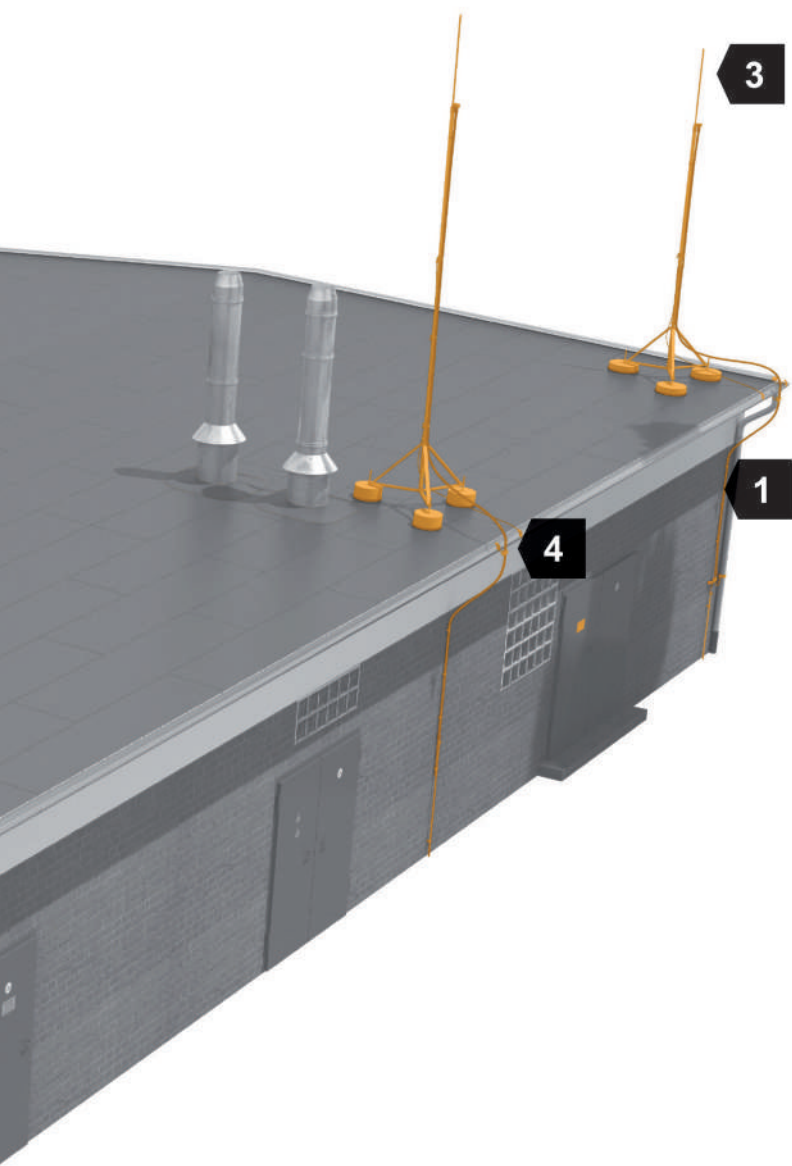


Рис. 2.74: Принцип монтажа isCon® во взрывоопасных зонах



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. 2.75: Прокладка фундаментного заземлителя

2.3 Системы заземления

Согласно стандартам для каждой установки необходима система заземления.

Что понимается под «системой заземления»?
Требуемые определения можно найти в стандартах IEC 60050-826, Сооружение низковольтных установок: Термины.

- «Совокупность электрических соединений и устройств, необходимых для заземления сети, установки или электрооборудования». А также:
- «Токопроводящий элемент, помещённый 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 строительного сооружения

Последствия непрофессионального выполнения системы заземления:

- опасные перенапряжения на уравнивании потенциалов
- неравномерное 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 большой энергии молнии

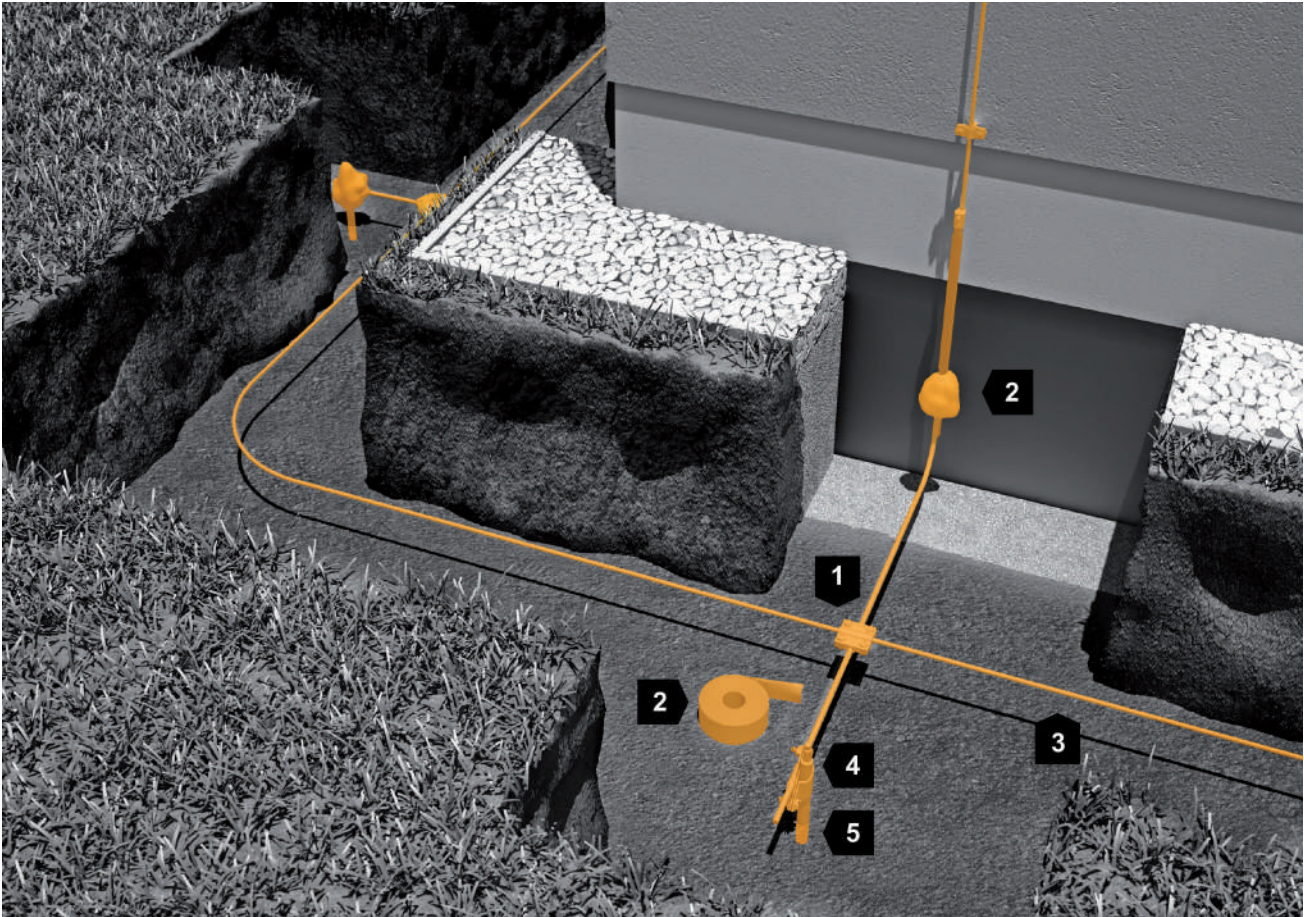
Расположение заземлителей согласно ДСТУ EN 62305-3:2012	
Тип А - Горизонтальный заземлитель - Вертикальный заземлитель (глубинный или стержневой заземлитель)	Тип В - Кольцевой заземлитель (поверхностный заземлитель) - Фундаментный заземлитель

Рис. 2.76: Типы расположения заземлителей

2.3.1 Методы проектирования

Стандарт ДСТУ EN 62305-3:2012 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 с кольцевым соединительным проводником

2.3.1.1 Тип А – Глубинный заземлитель: устройство и принцип действия

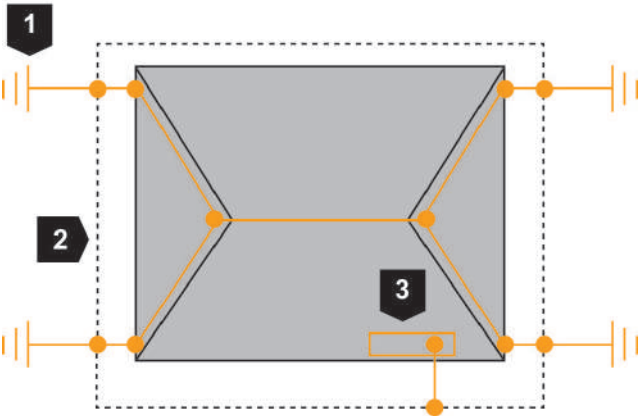
В качестве отдельного заземлителя рекомендуется использовать один глубинный заземлитель длиной 9,0 м для каждого токоотвода, устанавливаемый на расстоянии 1,0 м от фундамента строительного сооружения. За минимальный размер (согласно ДСТУ EN 62305-3:2012) заземлителя типа А для классов молниезащиты III и IV принята длина 2,5 м при вертикальном и 5 м при горизонтальном расположении. В зависимости от типа грунта глубинные заземлители могут забиваться в землю вручную или при помощи электро-, бензо-, пневмомолотов.

Все глубинные заземлители должны быть соединены между собой кольцевым соединителем 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 удельное сопротивление грунта. В данном случае для расчета минимальной длины заземлителя достаточно принять удельное 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 строительного сооружения.
- Токоотводы соединяются между собой вблизи поверхности земли. (Рис. 2.74)

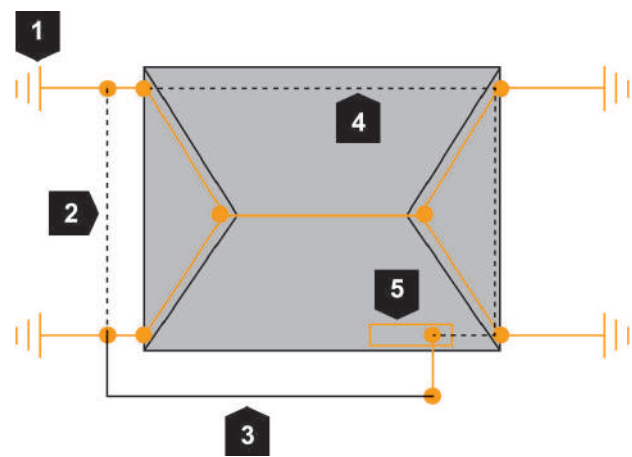
Требуемые длины заземлителей могут быть разделены на несколько параллельно включенных длин.



1	Глубинный заземлитель тип А
2	Соединение в земле
3	Главная шина заземления (ГШЗ)

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

Лучевые или глубинные заземлители типа А не выполняют требование по уравниванию потенциалов и управлению потенциалами. Система заземления типа А целесообразна для низких строительных сооружений (например, частных домов), имеющих строительные сооружения, 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.



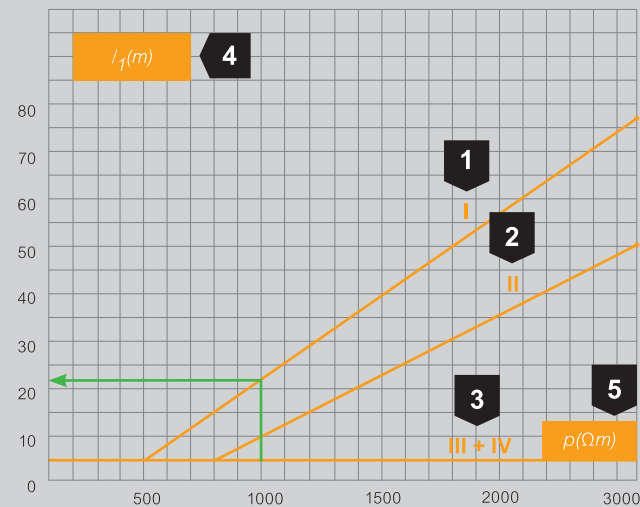
1	Глубинный заземлитель тип А
2	Соединение в земле
3	Соединение на фасаде
4	Соединение в здании
5	Главная шина заземления (ГШЗ)

Рис. 2.79: Система заземления типа А: соединение снаружи и внутри строительного 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	Удельное сопротивление земли ρ (Ом)

Рис. 2.80: Минимальные длины проводников

Пример

- Класс молниезащиты 1
- Песок, галька, верхние слои (сухие) 1000 Ом

Результат (Рис. 2.76)

- Класс молниезащиты 1: 22 м
- Глубинный заземлитель: 11 м

Материалы

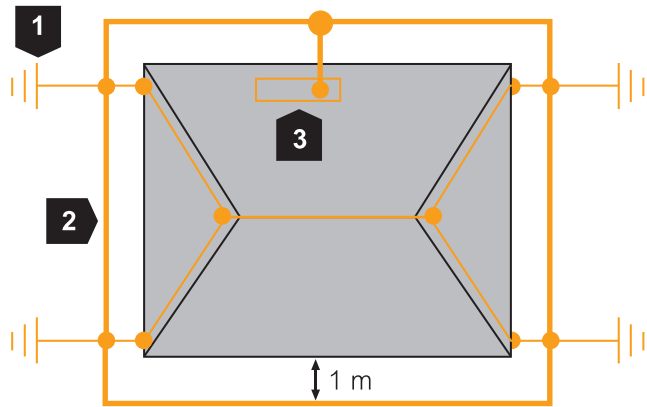
В качестве материалов помимо прочего могут использоваться:

- 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 провода из оцинкованной стали 30 x 3,5 мм
- Плоские провода 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 или 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	Глубинный заземлитель (опционально)
2	Соединение в грунте
3	Главная шина заземления (ГШЗ)

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 (поверхностного 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 (или 0,8 м в соответствии с ПУЭ) вокруг внешнего фундамента строительного сооружения. (см. Рис. 2.82). По расположению кольцевой заземлитель относится к заземлителям типа В.

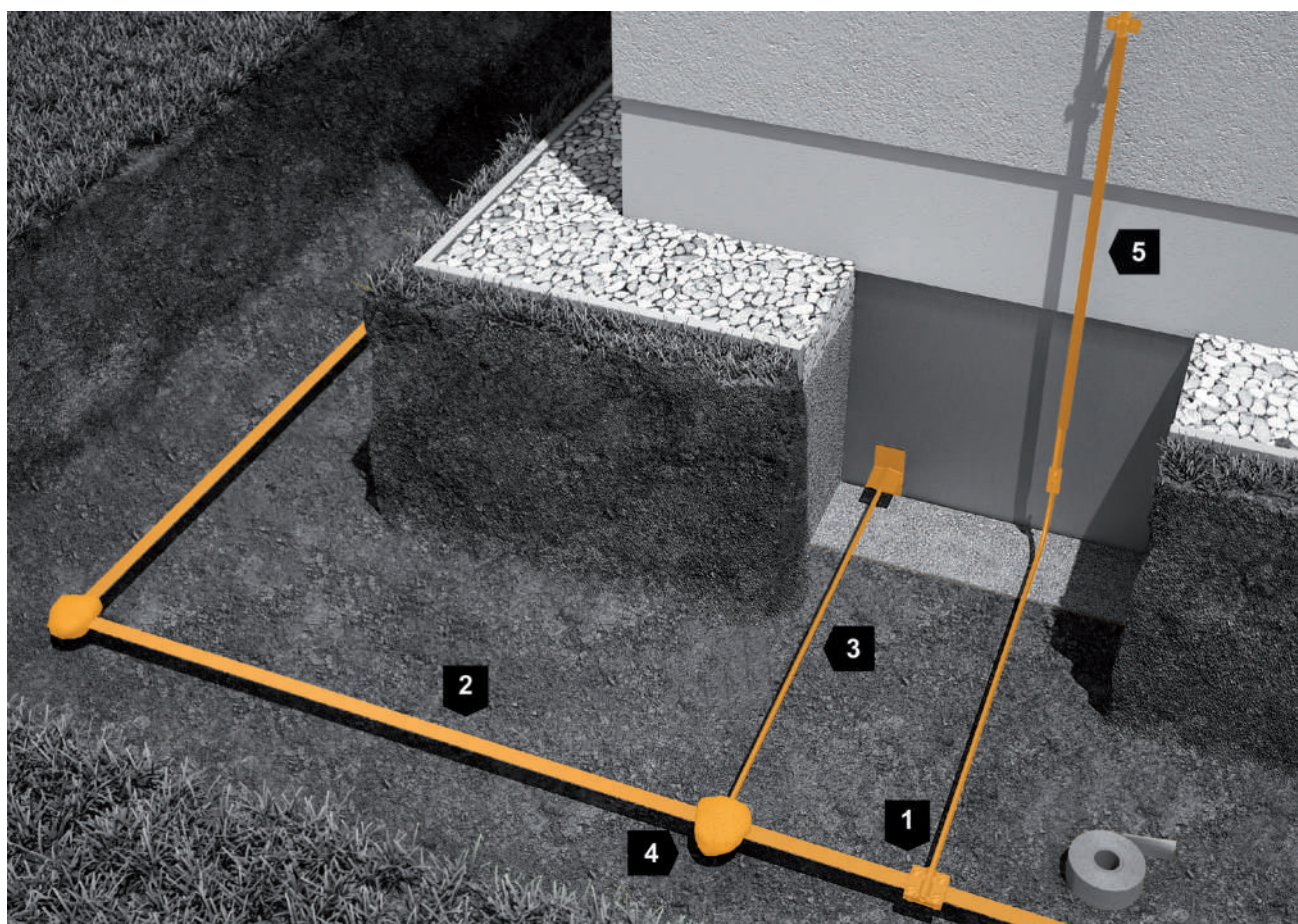
Материалы

В качестве материалов помимо прочего могут использоваться:

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

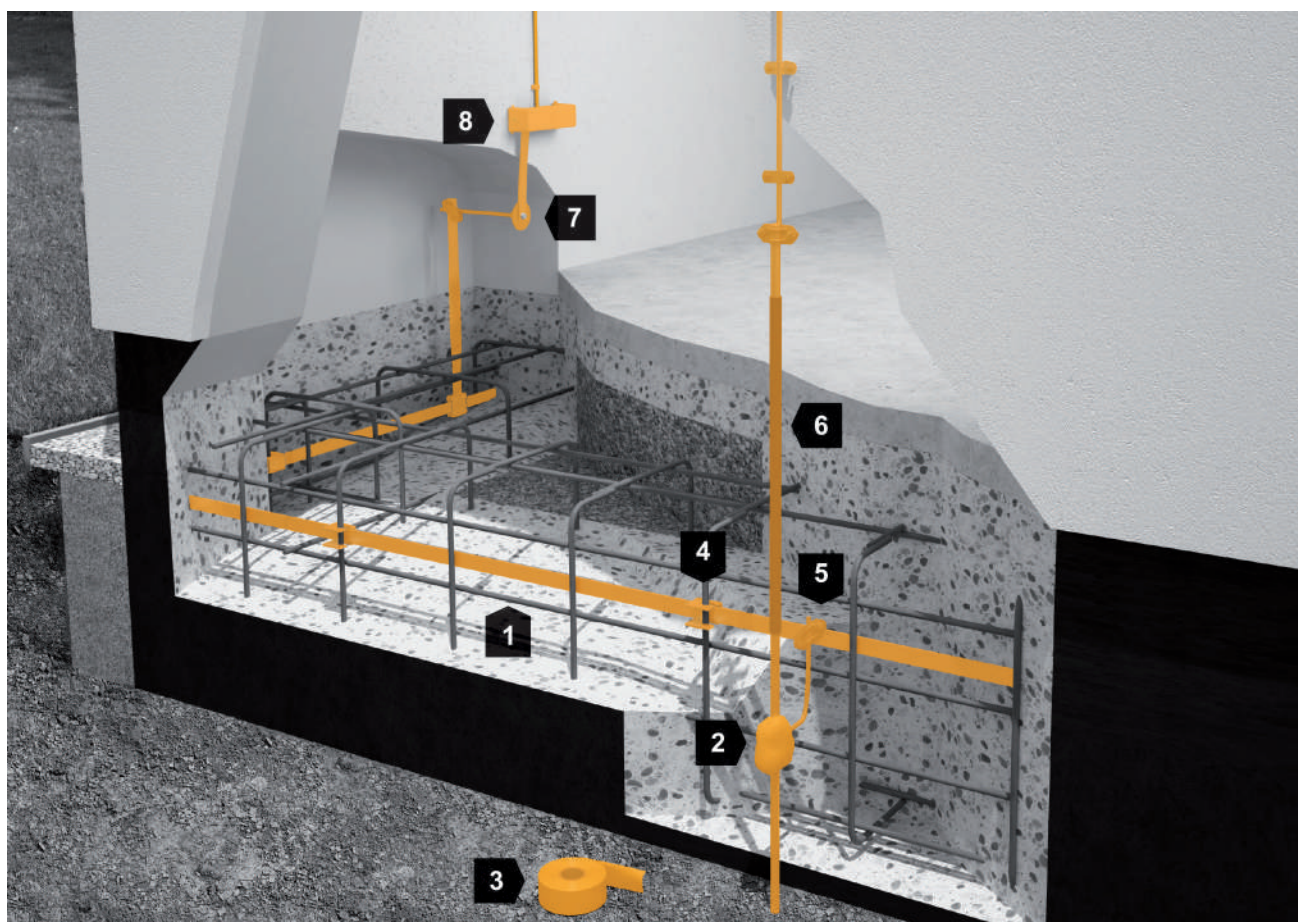
Защита от коррозии

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



1	Крестовидный соединитель
2	Плоский провод
3	Круглый провод
4	Антикоррозионный бандаж
5	Стержень для ввода к заземлителю

Рис. 2.82: Кольцевой заземлитель типа В



1	Плоский провод
2	Крестовидный соединитель с антикоррозионной защитой
3	Антикоррозионный бандаж
4	Соединительный зажим для арматурной стали
5	Крестовидный соединитель
6	Стержень для ввода к заземлителю
7	Фиксированная точка заземления
8	Главная шина заземления (ГШЗ)

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 строительного сооружения. Он действует, в том числе, в качестве заземлителя для молниезащиты в том случае, если необходимые наружные выводы для соединения с токоотводами выведены из фундамента. Полосовую сталь следует соединять с арматурой через каждые 2 м (приблизительный интервал). Установка фундаментного заземлителя осуществляется на основе стандарта DIN 18014. Клиновые соединители нельзя применять в бетоне, если его уплотняют вибратором.

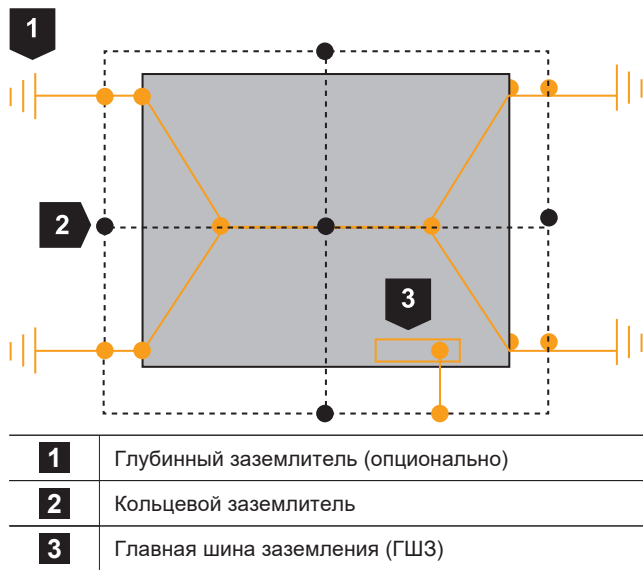


Рис. 2.84: Принцип устройства фундаментного заземлителя с дополнительным проводником для уравнивания потенциалов.

Для получения надёжных соединений при устройстве фундаментного заземлителя рекомендуется использовать диагональные клеммы для соединения полосы с прутами арматуры - примерно через каждые 2 м.

Соедините в соответствии с DIN 18014 фундаментные заземлители всех отдельных фундаментов на самом нижнем этаже с замкнутым кольцом. Добавьте при необходимости поперечные проводники, чтобы создать сетку с ячейками 20 x 20 м. Если при этом не достигнуто требуемое сопротивление заземлителя, то необходимо установить дополнительный замкнутый кольцевой заземлитель в грунте вне фундамента. Фундаментному заземлителю отводится в таком случае роль системы выравнивания потенциалов. (Рис. 2.80)

Это имеет место при использовании следующих видов гидроизоляции фундаментов:

- водонепроницаемого бетона в соответствии с DIN 206-1 и 1045-2 (белая ванна)
- битумной гидроизоляции (черная ванна), например, битумных лент
- модифицированного пластиком битумной толстослойной гидроизоляции из модифицированного пластика (КМВ)
- ударопрочных пластиковых лент
- теплоизоляции (изоляция по периметру) на нижней стороне и боковых стенах фундаментов
- дополнительно привнесенных, плохо проводящих слоев грунта, с нарушенной системой капилляров, обеспечивавшей подъём грунтовых вод (мусор, стеклянный бой, намытый песок)

Более подробную информацию см. в Главе 2.3.2

Такие дополнительные сетчатые заземлители должны быть соединены с системой уравнивания потенциалов, а прокладывать их следует внутри фундаментной плиты и вне её, в грунте, следующим образом:

- ячейки 10 x 10 м при наличии внешней молниезащиты;
- ячейки 20 x 20 м без таковой.

Материалы
Фундаментный заземлитель, сетка уравнивания потенциалов

В качестве материалов помимо прочего могут использоваться:

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

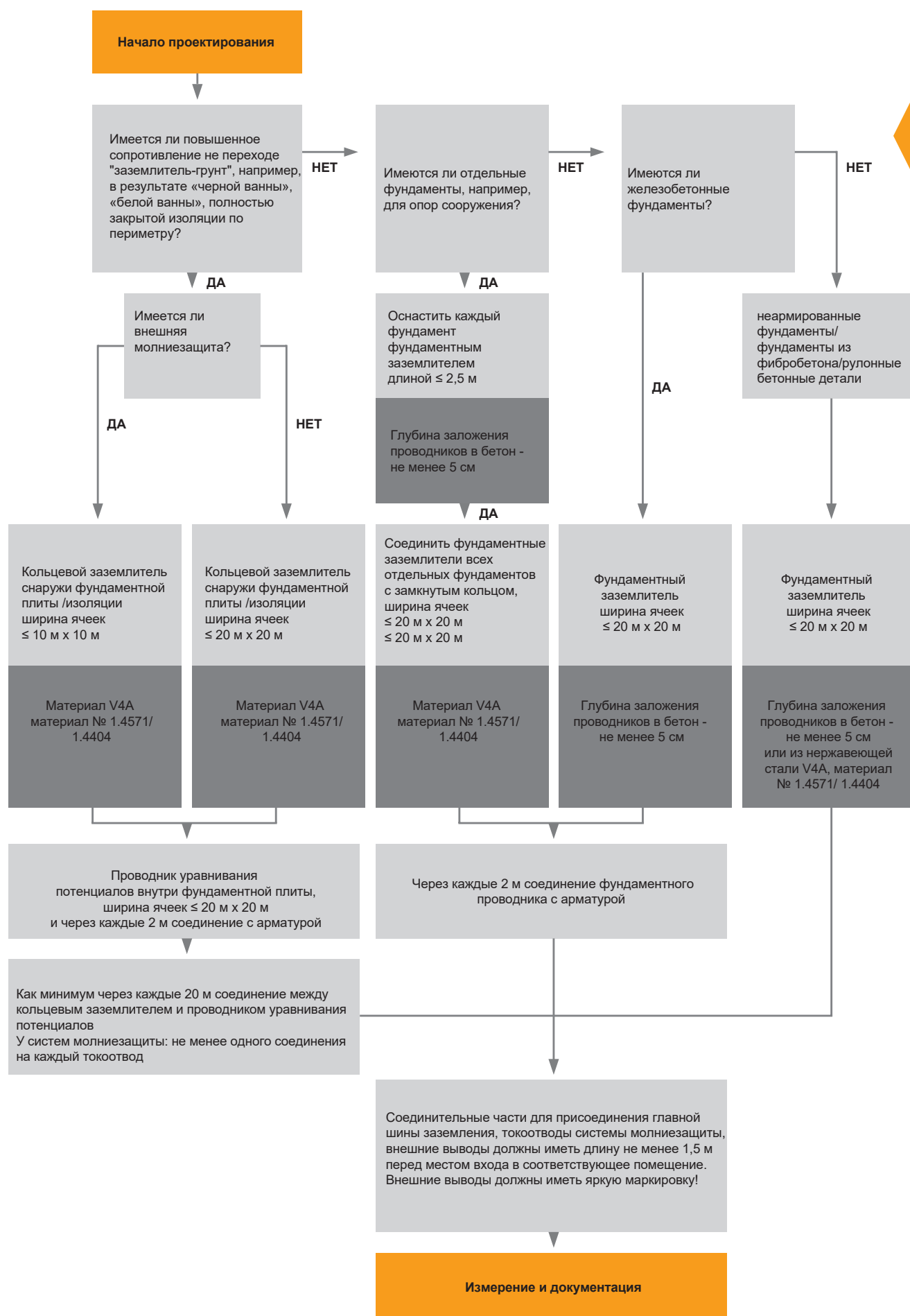
Внешние выводы
Внешние выводы изготовлены из прочных антикоррозионных материалов. Следует использовать сталь, оцинкованную методом горячего погружения, с полимерной оболочкой или нержавеющие стали с содержанием молибдена > 2%, например, 1.4404 или 1.4571. Во время строительной фазы внешние выводы должны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

Кольцевые заземлители
В качестве материалов для сетки фундаментного заземлителя могут использоваться следующие материалы:

- Плоские провода из нержавеющей стали 30 x 3,5 мм
- Круглые провода 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



С помощью следующих рекомендаций по проектированию можно определить специфические для проекта размеры ячеек и варианты конструктивного исполнения системы фундаментного заземления.



Рис. 2.86: Водоупорное уплотнение в месте прохода круглого проводника сквозь гидроизоляцию типа "белая ванна"

Соединительные части

В местах выхода соединительных проводников из бетона в грунт, 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.

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. Соединения путём вязки мягкой проволокой не допускаются. Следует применять только испытанные в соответствии с ДСТУ EN 62561-1:2019 соединительные элементы.

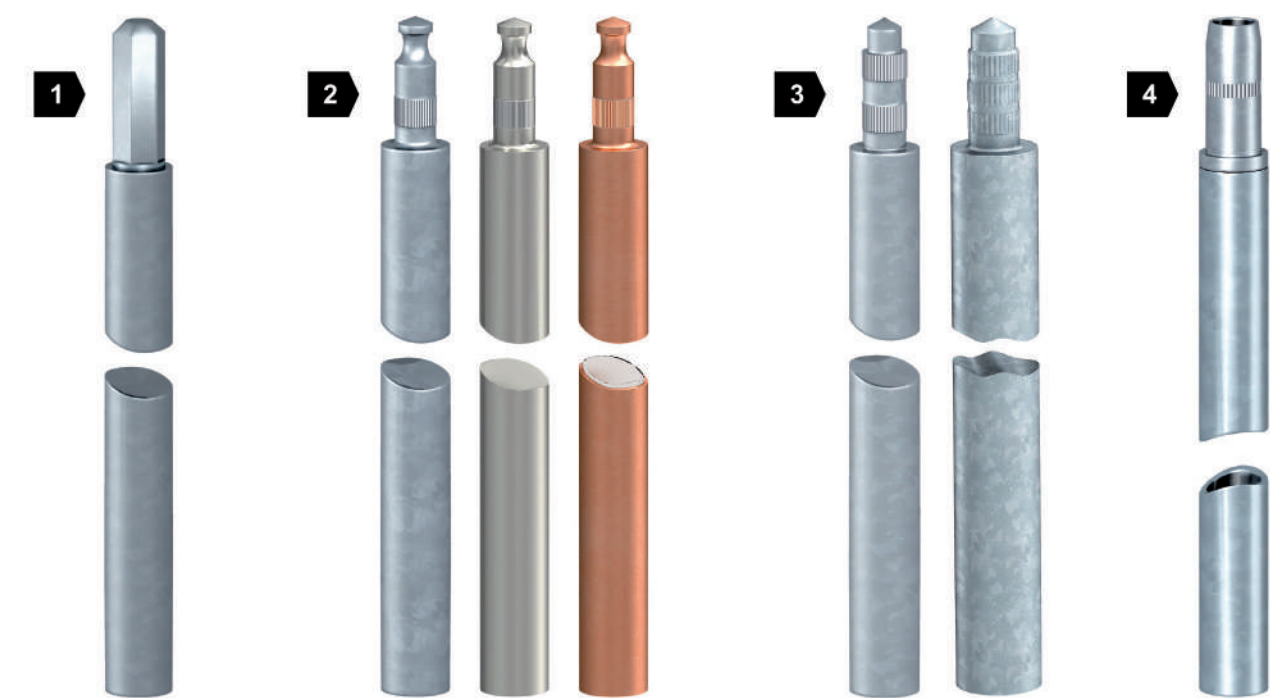
Присоединения кольцевого заземлителя, ведущие в здание, должны располагаться выше максимального уровня грунтовых вод. В качестве альтернативы необходимо использовать водоупорное уплотнение типа OBO DW RD10. (Рис. 2.86)

Антикоррозионная защита

В местах прохода проводников сквозь гидроизоляционные покрытия (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. Разъемные соединения в грунте должны быть защищены от коррозии при помощи пластичных антикоррозионных лент (бандажей).

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 конкретных условий.



1	Тип OMEG
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.

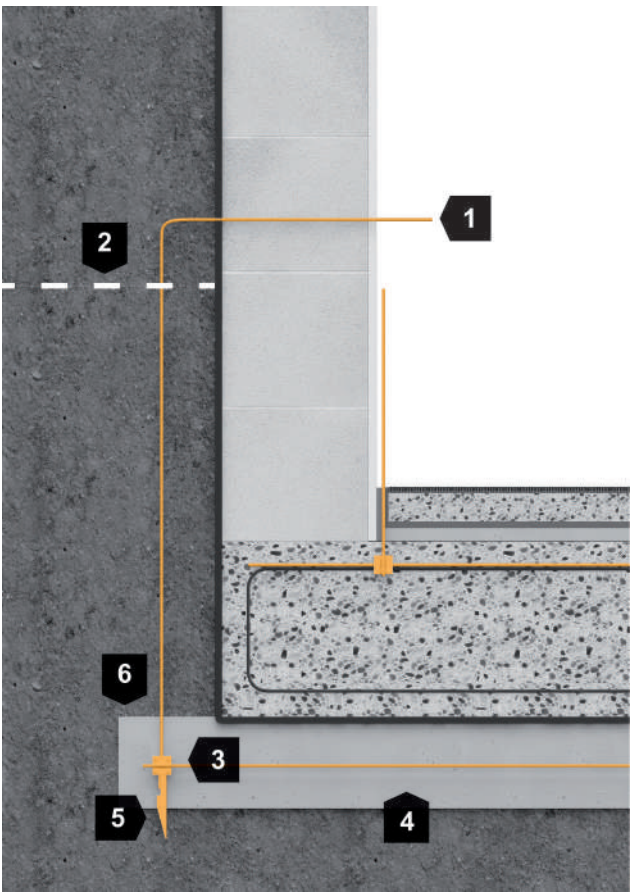
Глубинные заземлители состоят из соединяемых друг с другом отдельных стержней длиной 1,5 м. Соединение состоит из муфты с отверстием и цапфы. Это имеет свое преимущество, выражаемое в том, что при забивании стержней в грунт муфта сама замыкается, и устанавливается оптимальное механическое и электрическое соединение. В процессе забивания глубинного заземлителя грунт вокруг него уплотняется. Это обеспечивает оптимальное переходное сопротивление. (Рис. 2.87)

Для установки глубинного проводника используются электромолот или кувалда. Глубина забивания может быть ограничена свойствами грунта.

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

2.3.2.2 Черная ванна

Черная ванна представляет собой уплотнение из битума или пластика, которое ограждает строительное сооружение со всех сторон в зонах контакта с землей. Поскольку здесь возникает препятствие для протекания тока в землю, должен быть создан дополнительный замкнутый кольцевой заземлитель. В фундаменте создаётся сеть проводников уравнивания потенциалов. Внешние выводы должны проводиться в здание водонепроницаемо или выше максимального уровня грунтовых вод. (Рис. 2.88)

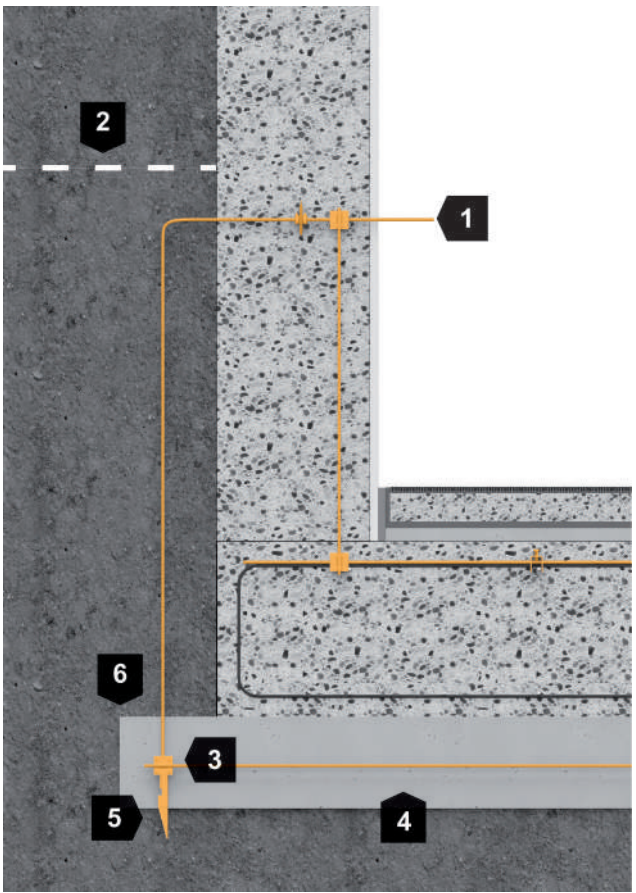


1	Внешний вывод не менее 1,50 м
2	Макс. уровень грунтовых вод
3	Кольцевой заземлитель
4	Защитный слой
5	Колышек для создания защитного слоя бетона
6	Достаточно 5 см бетона для защиты от коррозии

Рис. 2.88: Черная ванна

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 возникает препятствие для протекания тока в землю, должен быть создан дополнительный кольцевой заземлитель. В качестве бетона ВН применяется 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	Колышек для создания защитного слоя бетона
6	Достаточно 5 см бетона для защиты от коррозии

Рис. 2.89: Белая ванна

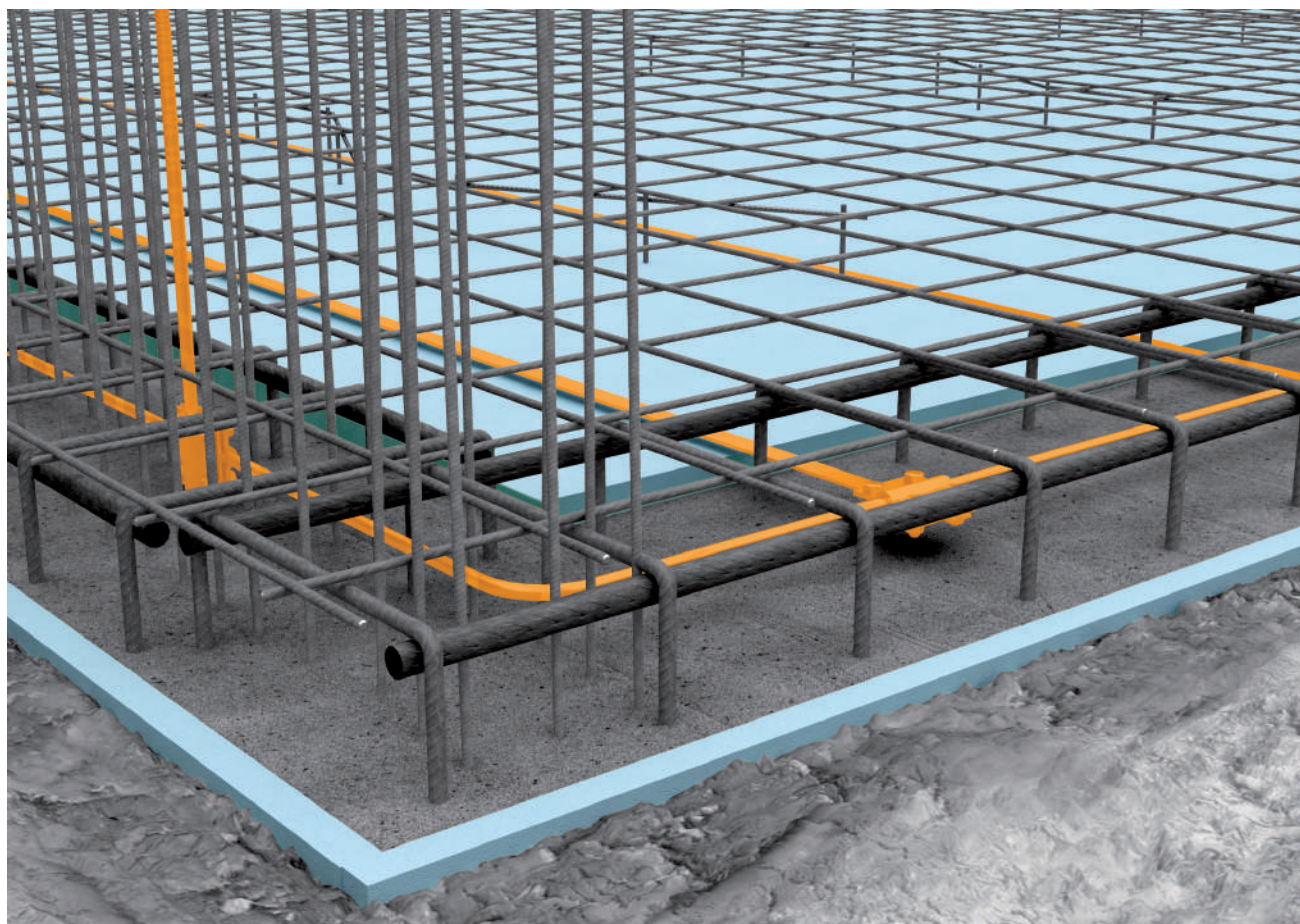


Рис. 2.89: Изолированная фундаментная плита (изоляция по периметру, здесь: голубая)

2.3.2.4 Изоляция по периметру

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

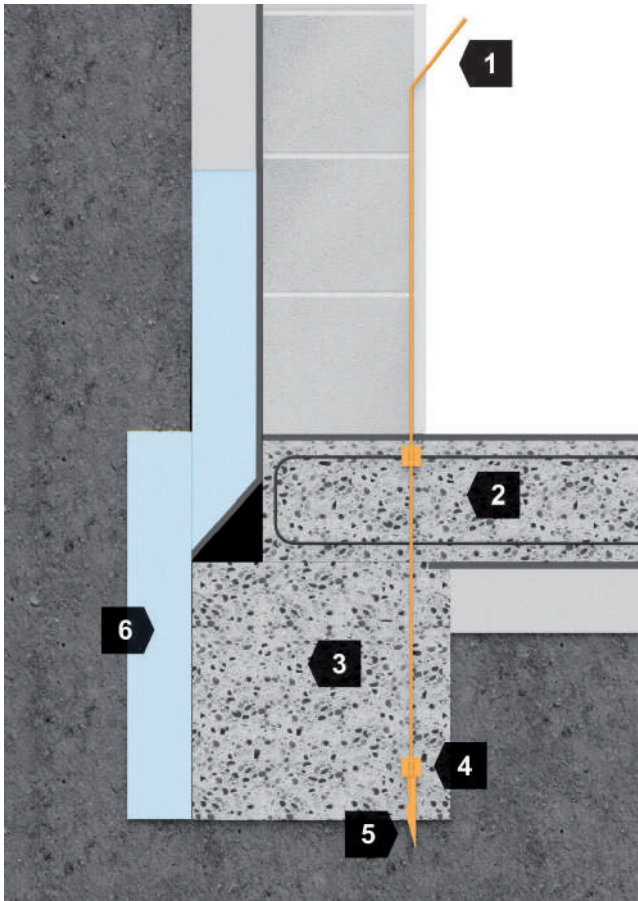
Если должна присутствовать ограждающая со всех сторон изоляция по периметру, т.е. для всех наружных стен, ленточных фундаментов и фундаментных подошв, это означает, что фундаментный заземлитель не является приемлемым.

Поскольку здесь возникает препятствие для протекания тока в землю, должен быть создан дополнительный замкнутый кольцевой заземлитель. В фундаменте создаётся сеть проводников 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 сохраняется достаточная проводимость. Фундаментный заземлитель может быть проложен в бетоне. (Рис. 2.89)

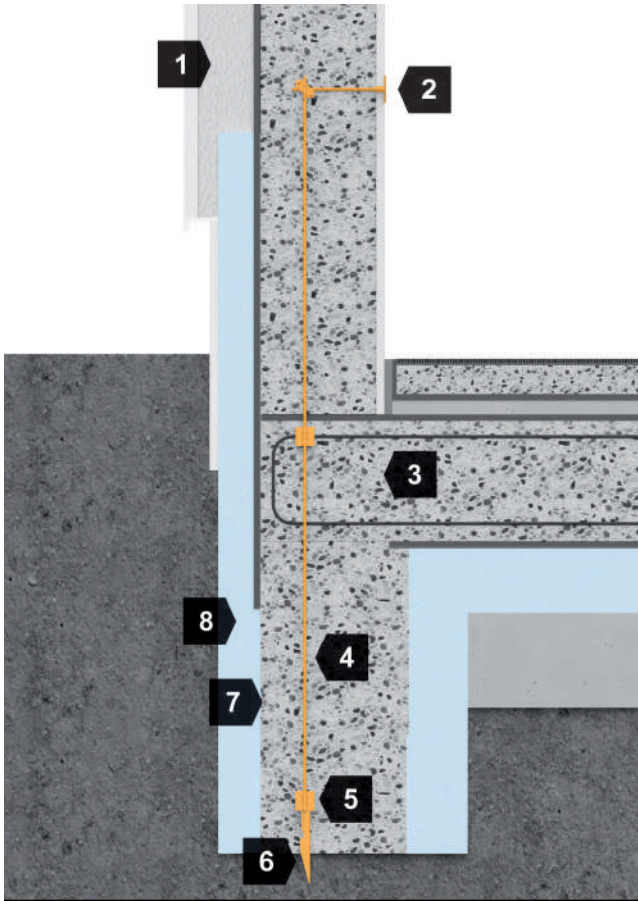
Для обеспечения достаточной проводимости необходимо исключить применение водонепроницаемого бетона.

При ограждении наружных стен и фундаментных плит изоляцией по периметру заземлитель в фундаментной плите еще условно 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	Колышек для создания 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	Колышек для создания защитного слоя бетона
7	Достаточно 5 см бетона для защиты от коррозии
8	Изоляция по периметру

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

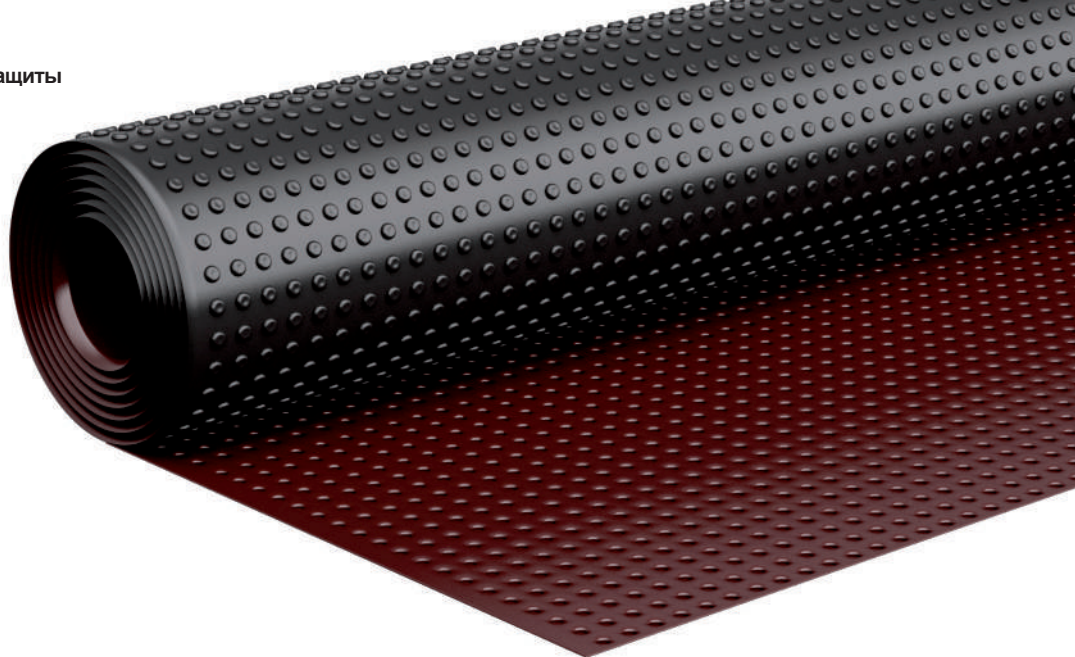


Рис. 2.92: Пример защитного слоя с неровной поверхностью

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 нарушена
- Однако, в большинстве случаев еще существует достаточное сопротивление заземления. Фундаментный заземлитель эффективен в качестве заземлителя в ленточном фундаменте или в фундаментной плите.

Синтетические защитные слои с неровной поверхностью (Рис. 2.92)

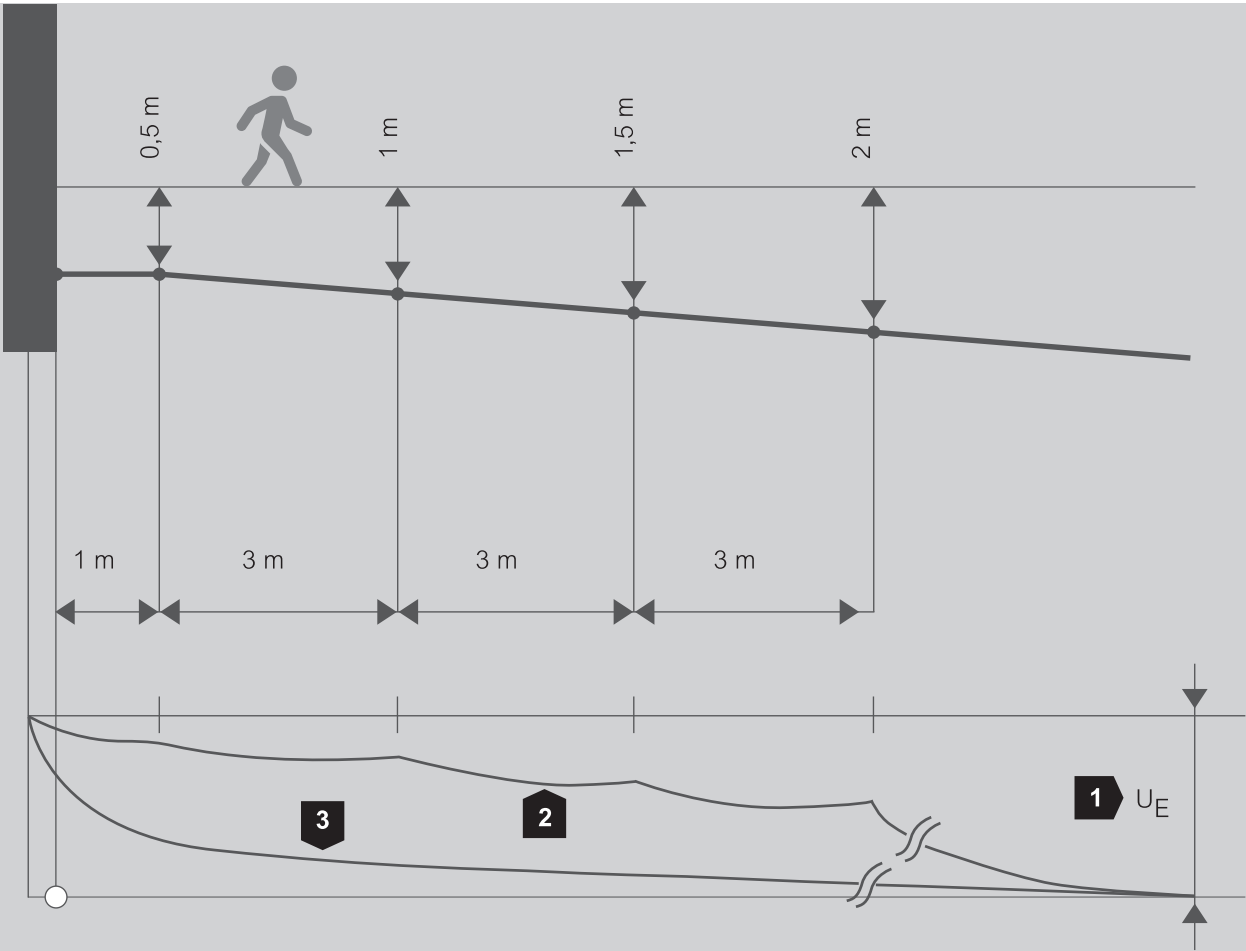
- состоят из специального полиэтилена высокой плотности. При наложении нескольких слоев друг на друга создается высокое сопротивление на пути перехода тока в грунт из фундаментного заземлителя.
- Другие защитные слои с неровной поверхностью на наружных стенах создают высокое сопротивление на пути перехода тока в грунт из фундаментного заземлителя. В результате не удастся достигнуть требуемого значения сопротивления фундаментного заземлителя.

В таких случаях необходимо создать дополнительный замкнутый кольцевой заземлитель.

2.3.2.5 Управление потенциалами

Управление потенциалами снижает шаговое напряжение вблизи мачт или токоотводов на здании. Для этого в земле прокладываются экраны из проводников, соединённых в виде сетки с ячейками шириной 3 м.

Ток молнии распределяется через металлическую систему ячеек сетки, и падение напряжения, а также результирующее шаговое напряжение снижается. С удалением от мачты или токоотвода глубину заложения проводников каждой следующей ячейки увеличивают на 0,5 м. (Рис. 2.93).



1	Напряжение заземления U_E
2	управляемые
3	неуправляемые

Рис. 2.93: Управление потенциалами на осветительной мачте

Шаговое напряжение и контактное напряжение

Шаговое напряжение перемыкается человеком при шаге, равном 1 м. Ток проходит от ступни к ступне через тело. Напряжение прикосновения перемыкается от компонента (например, токоотвода) к потенциалу земли.

При этом ток проходит от руки к ноге через тело. (Рис. 2.94) Оба вида напряжения опасны для человека. Необходимо их снижать путём управления потенциалами или изолирования.

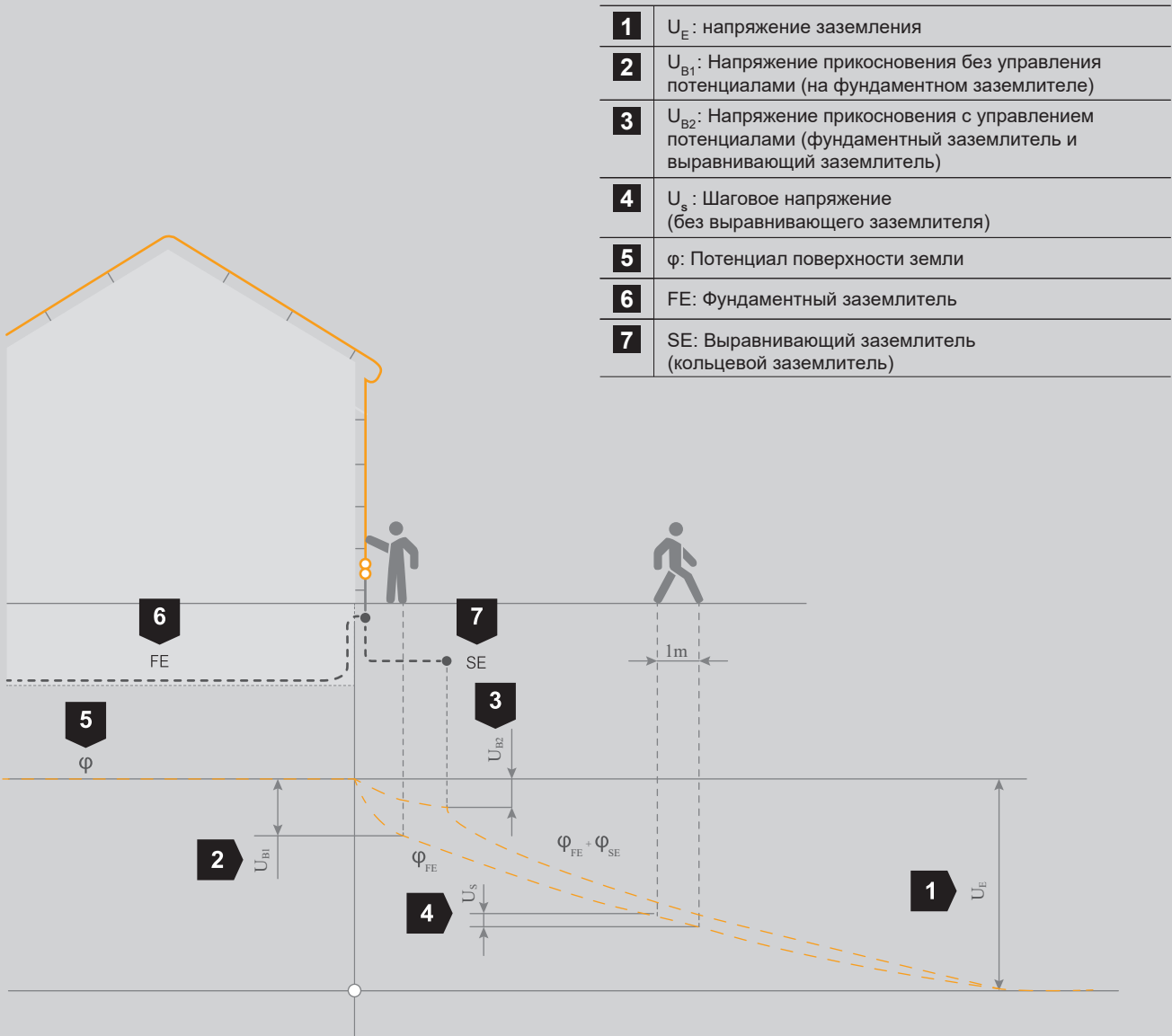


Рис. 2.94: Потенциал поверхности земли и напряжения при обтекаемом током фундаментном заземлителе ФЗ и выравнивающим заземлителе УЗ

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 растворе, 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.

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

Материал	Форма	Минимальные размеры
Медь Лужёная медь	Ленточный цельный Круглый цельный (b) Тросовый (b) Круглый цельный	20 x 2,5 мм ø 8 мм 50 мм² ø 15 мм
Алюминий	Круглый цельный Тросовый	ø 8 мм 50 мм²
Алюминиевый сплав с медным покрытием	Круглый цельный (c)	ø 8 мм
Алюминиевый сплав	Ленточный цельный Круглый цельный (b) Тросовый (b) Круглый цельный	20 x 2,5 мм ø 8 мм 50 мм² ø 15 мм
Оцинкованная горячим способом сталь	Ленточный цельный Круглый цельный (b) Тросовый (b) Круглый цельный	20 x 2,5 мм ø 8 мм 50 мм² ø 15 мм
Покрытая медью сталь (c)	Круглый цельный Ленточный цельный	ø 8 мм 20 x 2,5 мм
Нержавеющая сталь (a)	Ленточный цельный Круглый цельный Тросовый (b) Круглый цельный (d)	20 x 2,5 мм ø 8 мм 50 мм² ø 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 молниеприёмных стержней и вводов к заземлителю.

Таблица 2.27: 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 гальванический элемент, который 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 кровельном лотке, 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: Поворотный соединитель Vario с биметаллической промежуточной пластиной (медь/алюминий)

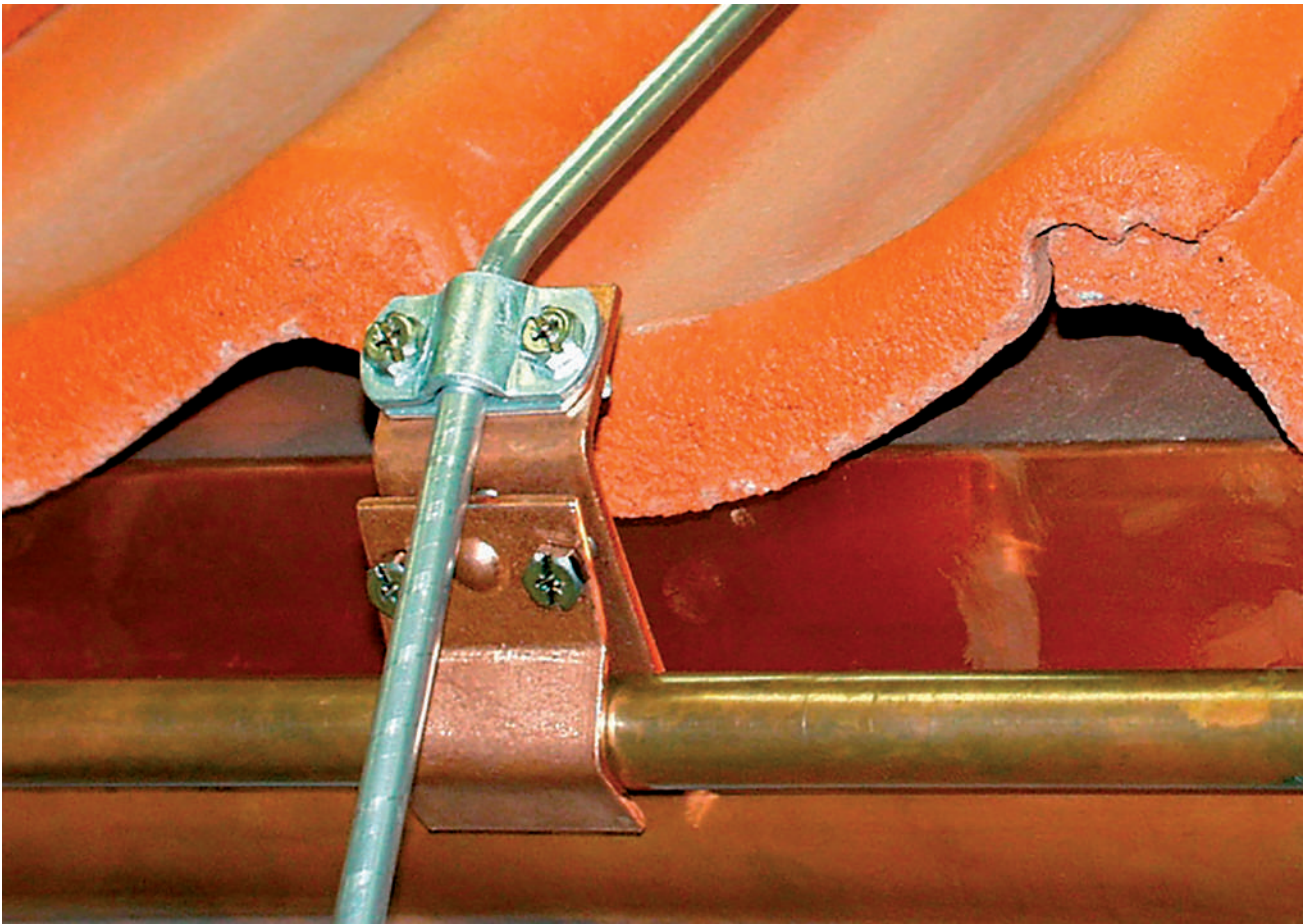


Рис. 2.96: Биметаллический зажим кровельного лотка (алюминиевый круглый провод и медный кровельный лоток)

Алюминий не должен прокладываться непосредственно (впритык) 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.

	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 2.28: 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 провод	Пластиночатый заземлитель
Медь Лужёная медь	Тросовый Круглый цельный Ленточный цельный Круглый цельный Трубчатый Пластиночатый цельный Решетчато-пластиночатый	∅ 15 мм ∅ 20 мм	50 мм² ∅ 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 Пластиночатый цельный Решетчато-пластиночатый Профиль (а)	∅ 14 мм ∅ 25 мм 290 мм²	∅ 10 мм 30 x 3 мм	500 x 500 мм 600 x 600 мм
"Чёрная" сталь (b)	Тросовый Круглый цельный Ленточный цельный	∅ 8 мм	70 мм² ∅ 10 мм 25 x 3 мм	
Покрытая медью сталь	Круглый цельный (c) Круглый цельный (d) Круглый цельный (d) Ленточный цельный	∅ 14 мм	∅ 8 мм ∅ 10 мм 30 x 3 мм	
Нержавеющая сталь (e)	Круглый цельный Круглый цельный Ленточный массивный	∅ 15 мм	∅ 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 2:29: материал, форма и поперечное сечение в системах заземления в соответствии с ДСТУ EN 62305-3:2012.



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 ДСТУ EN 62561-1:2019 «Требования к соединительным компонентам». После фазы кондиционирования (ускоренное старение), длящегося в целом 10 дней, компоненты нагружаются тремя импульсами тока. Компоненты молниезащиты для молниеприемников тестируются током 3 x $I_{\text{имп}}$ 100 кА (10/350). Это соответствует категории испытаний N.

Компоненты для токоотводов, через которые ток молнии может разделяться (не менее двух токоотводов), а также соединения в системе заземления, тестируются током 3 x $I_{\text{имп}}$ 50 кА (10/350). Это соответствует категории испытаний N.

Категория испытаний	Проверено	Применение
ДСТУ EN 62561-1:2019	3 $I_{\text{имп}}$ 100 кА (10/350)	Молниеприемник
ДСТУ EN 62561-1:2019	3 $I_{\text{имп}}$ 200 кА (10/350)	Несколько (не менее двух) токоотводов, через которые ток молнии может разделяться.

Таблица 2.30: Категории испытаний соединительных компонентов

3

Уравнивание потенциалов молниезащиты представляет собой внутреннюю молниезащиту в здании. 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, которое должно быть предотвращено. Уравнивание потенциалов соединяет друг с другом все металлические электропроводящие части (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 строительное сооружение. Таким образом, предотвращается затекание тока молнии в электроустановку портебителя, 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	122
3.1	Системы уравнивания потенциалов	123
3.1.1	Проектные решения	123
3.1.2	Исполнения	125
3.1.2.1	Применение в промышленности	126
3.1.2.2	Жилой дом и офисные здания	126
3.1.2.3	Взрывоопасные зоны	127
3.2	Системы защиты от импульсных перенапряжений для энергосистем	128
3.2.1	Разряды молний	128
3.2.1.1	Коммутационные операции SEMP	129
3.2.1.2	Статические разряды ESD	129
3.2.2	Виды перенапряжений	129
3.2.2.1	Переходные перенапряжения	129
3.2.2.2	Временные и постоянные перенапряжения	129
3.2.3	Методы проектирования	129
3.2.3.1	Концепция зон молниезащиты	130
3.2.3.1.1	Типовые классы УЗИП	131
3.2.3.1.2	Правильный выбор УЗИП	132
3.2.3.2	Устройства защиты в различных сетевых системах	133
3.2.3.3	Критерии выбора (пробивная прочность оконечных приборов – уровень защиты)	135
3.2.3.4	Предписания по электромонтажу	137
3.2.3.4.1	Минимальные поперечные сечения для уравнивания потенциалов молниезащиты	137
3.2.3.4.2	Длина соединения, альтернативная V-образная разводка и поперечные сечения	137
3.2.3.4.4	Входной предохранитель	140
3.2.3.5	Цепь защиты	141
3.2.4	Конструктивное исполнение	141
3.2.4.1	Установка имеющегося устройства защитного отключения (УЗО/RCD)	141
3.2.4.1.1	Ветрогенераторы	142
3.2.4.2	Применения в жилых домах и промышленности	143
3.2.4.3	Фотогальванические установки	143
3.2.4.4	Светодиодные (LED) системы уличного освещения	150
3.2.4.4.1	Внутреннее освещение в зданиях и цехах	153
3.3	Системы защиты от импульсных перенапряжений для телекоммуникационной техники	155
3.3.1	Методы проектирования	155
3.3.1.1	Топологии	157
3.3.1.2	Влияние помех на информационно-вычислительные системы	158
3.3.1.3	Экранирование зданий и помещений	163
3.3.1.4	Экранирование кабеля	164
3.3.1.5	Свойства передачи	168
3.3.1.6	Симметричная и асимметричная передача данных	172
3.3.1.7	Классы защиты устройств	172
3.3.2	Установка устройств защиты телекоммуникационных линий	175
3.3.2.1	Уравнивание потенциалов для телекоммуникационных сетей	175
3.3.2.2	Контрольно-измерительная техника	176
3.3.2.3	Телекоммуникация	179
3.3.2.4	Высокочастотные технологии	183
3.3.2.5	Информационная техника	189

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 выделяется 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. С информацией по мерам защиты можно ознакомиться, например, в директиве VdS 2010 («Молниезащита и защита от перенапряжения с повышенным фактором риска»).



Устройства защиты от импульсных перенапряжений повышают эксплуатационную готовность электронных систем.

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 ДСТУ EN 62305-4:2012
- Защита от импульсных перенапряжений IEC 60364-5-53

3.1 Системы уравнивания потенциалов

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

Нормативные требования к уравниванию потенциалов:

- IEC 60364-4-41 Уравнивание потенциалов
- IEC 60364-5-54 Проводники уравнивания защитных потенциалов
- IEC 60364-7-701 Ванные комнаты
- IEC 60364-7-702 Бассейны
- IEC 60364-7-705 Сельское хозяйство
- IEC 61784 Телекоммуникационные станции
- IEC 60728-11 Антенное заземление
- IEC 62305 Уравнивание потенциалов молниезащиты
- Фундаментное заземление DIN 18014 Уравнивание потенциалов молниезащиты

Следует различать систему эквипотенциальных соединений молниезащиты, и систему уравнивания потенциалов с применением SPD.

Эквипотенциальные соединения молниезащиты

Все входящие в здание извне токопроводящие коммуникации, не находящиеся под напряжением, должны быть электрически присоединены к ГЗШ – для предотвращения возникновения опасной разности потенциалов внутри здания.

Присоединение протяженных токопроводящих частей к ГЗШ

- Фундаментный заземлитель
- Заземление молниезащиты
- Проводник РЕ (PEN) подводящего кабеля электропитания
- Проводник РЕ внутренней электропроводки
- Металлические водо-, газо- и теплопроводы
- Антенное заземление
- Металлические части здания, например, канал кондиционирования воздуха, направляющие кабины лифта и т.д.
- Металлические кабельные экраны

Система уравнивания потенциалов линий, находящихся под напряжением, с помощью SPD

SPD являются частью системы эквипотенциальных соединений молниезащиты. При этом уравнивание потенциалов осуществляется как на линиях электропитания, так и в сетях телекоммуникации.

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

Все токопроводящие корпуса стационарно установленных технологических установок должны быть присоединены кратчайшими путями к ГЗШ. Сюда же присоединяются протяженные токопроводящие части здания, не находящиеся под напряжением. Это же требование относится также к проводникам уравнивания потенциалов – в соответствии с DIN 18014, а также с металлом арматуры железобетона.

3.1.1 Проектные решения

Для предотвращения возникновения разностей потенциалов необходимо присоединить к ГЗШ, посредством проводников системы эквипотенциальных соединений (в соответствии с IEC 60364-5-54) следующие элементы:

- трубопроводы из токопроводящих материалов;
- иные протяженные токопроводящие компоненты;
- проводники РЕ внутренней электросети;
- функциональное заземление (при его наличии).

Необходимо предусмотреть размещение ГЗШ во вводном устройстве электроснабжения. В каждом здании ГЗШ должна быть присоединена к заземлению, а к ней необходимо предусмотреть присоединение таких элементов, как:

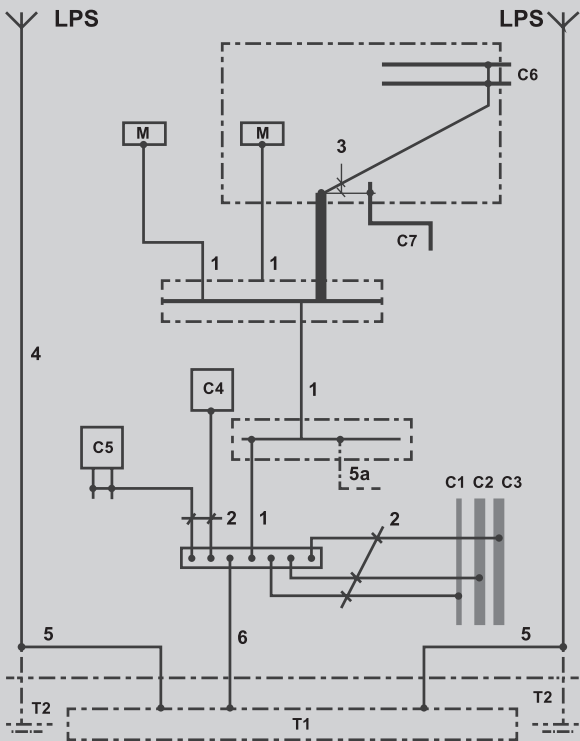
- металлические трубопроводы подведенных извне коммуникаций;
- токопроводящие конструктивные элементы здания;
- металлические системы центрального отопления и кондиционирования воздуха;
- проводники РЕ электроустановок;
- арматура железобетона.

Проводники уравнивания потенциалов должны при этом соответствовать требованиям IEC 60364-441/ IEC 60364-5-54.

Проводники системы эквипотенциальных соединений должны быть способными проводить значительные токи молнии. Расчётные сечения должны соответствовать требованиям ДСТУ EN 62305-3:2012, Таблицы 8 и 9.

Требования к системе эквипотенциальных соединений:

- надёжные соединения;
- соединения должны разбираться лишь при помощи инструмента.



M	Корпус (электрооборудование)
C	Сторонняя проводящая часть
B	Шина главного заземления
T1	Фундаментный заземлитель
T2	Заземлитель молниезащиты
LPS	Система молниезащиты
1	Защитный проводник (РЕ)
2	Проводник системы эквипотенциальных соединений, которым присоединяется ГЗШ
3	Проводник местной системы эквипотенциальных соединений
4	Токоотвод молниезащиты
5	Заземляющий проводник
5a	Соединительный проводник от системы функционального заземления (при его наличии)
C4	Система кондиционирования воздуха
C5	Отопление
C6/C7	Металлические (канализационные) и водопроводные трубы в ванной комнате

Рис. 3.2: Система эквипотенциальных соединений здания (сооружения)

Уравнивание потенциалов в соответствии с DIN VDE 0100-410/-540 (IEC 60364-4-41 и IEC 60364-5-54)

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 хомуты являются при этом основными компонентами электромонтажа. В рамках уравнивания потенциалов молниезащиты они должны соответствовать требованиям и испытаниям, предусмотренным в стандарте ДСТУ EN 62561-1:2019.

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

Минимальные поперечные сечения в соответствии с VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) для уравнивания потенциалов молниезащиты

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 защиты I- IV



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



Рис. 3.5: Шина уравнивания потенциалов 1809



Рис. 3.4: Ленточный заземляющий хомут «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 стойкостью. Для этого в качестве главной шины заземления или шины уравнивания потенциалов успешно могут применяться предлагаемые компанией ОВО шины уравнивания потенциалов 1802 «BigBar».

ОВО 1802 «BigBar»: (Рис. 3.3)

- испытано 100 кА (10/350) в соответствии с ДСТУ EN 62561-1:2019
- для применения внутри и вне помещений
- версия из нержавеющей стали или меди
- версии на число присоединений от 5 до 20
- один и тот же ключ для всех гаек и головок шурупов

Для присоединения металлических трубопроводов к системе уравнивания потенциалов обычно применяются ленточные заземляющие хомуты, такие как как ленточный заземляющий хомут 927 производства ОВО (Рис. 3.4). Они имеют множество преимуществ при монтаже по сравнению с хомутами 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 главной шины заземления или шины уравнивания потенциалов. Провода всех общепринятых поперечных сечений могут быть подсоединены, причем обеспечивается надежность контактов. Для специальных применений ОВО предлагает шину уравнивания потенциалов типа 1809 NR из возобновляемых сырьевых материалов и контактной колодки, не содержащей свинца.

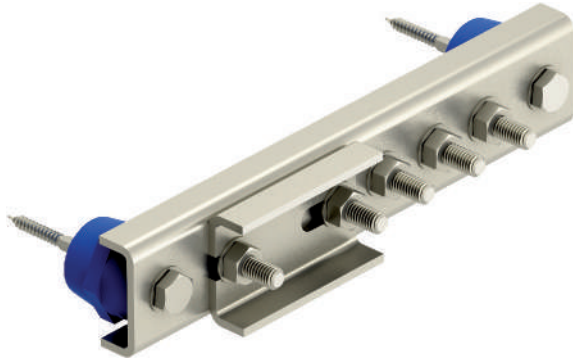


Рис. 3.7: EX PAS – шины уравнивания потенциалов для взрывозащитных зон

3.1.2.3 Взрывоопасные зоны

Для оборудования, применяемого во взрывоопасных зонах, требуется система уравнивания потенциалов в соответствии с VDE 0165-1 (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 VDE 0165-1 (IEC 60079-14) и Техническим регламентом эксплуатационной безопасности (ТРЭБ) 2152, Часть 3.

В соответствии с ТРЭБ 2152 Частью 3 и ДСТУ EN 62305-3:2012 пути для отвода молнии должны быть выполнены таким образом, чтобы нагрев, а также воспламеняющиеся или разлетающиеся искры не стали источником воспламенения взрывоопасной атмосферы.

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 в соответствии с VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) и уравнивания защитных/функциональных потенциалов в соответствии с DIN VDE 0100 Часть 410/540. Благодаря защищенному дизайну шина уравнивания потенциалов может применяться при строительстве в соответствии с VDE 0165, Часть 1 (IEC 60079-14) и ДСТУ EN 62305-3:2012 в EX-зонах 1/ 21 и 2/ 22.

Отсутствие воспламеняющихся искр во взрывоопасной атмосфере проверено на основе VDE 0185-561-1 (ДСТУ EN 62561-1:2019) 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
- независимая проверка до 75 кА
- категории взрывоопасности IIC, IIB и IIA

*Инновационные. Уникальные.
Запатентованные технологии.*

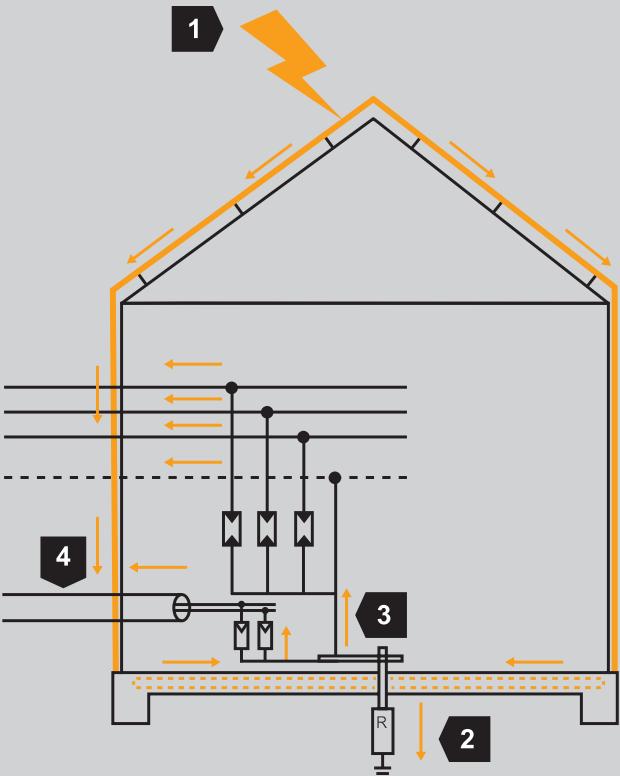
3.2 Система защиты от импульсных перенапряжений для энергосистем

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 наводок в петлях электропроводки. Источником этих перенапряжений могут быть разряды молний в радиусе до 2 км. Процессы включения индуктивных нагрузок приводят к появлению опасных перенапряжений в сетях СН и НН. Дополнительную информацию по источникам повреждений (S1 - S4) см. Главу 1.3, начиная со стр. 15.

3.2.1 Разряды молнии (LEMP: Lightning Electro Magnetic Impulse)

В соответствии с ДСТУ EN 62305:2012 защита от ударов молнии в диапазоне до 200 кА обеспечивается с надёжностью, указанной с учётом выбранного класса молниезащиты. Ток отводится в систему заземления. Из-за падения напряжения на сопротивлении заземления часть тока молнии молнии затекает во все токопроводящие коммуникации, подключённые к зданию. Ток молнии определённым образом распределяется между этими коммуникациями и около 5% приходится на линии телекоммуникации.

Падение напряжения на сопротивлении заземления определяется из произведения тока молнии (i) на сопротивление заземления (R). Эта разница потенциалов создаёт напряжение на главной заземляющей шине, которое прикладывается ко всем корпусам оборудования, подключённым к ней.



Пиковые перенапряжения создаются ударами молнии. В соответствии с ДСТУ EN 62305:2012 системы молниезащиты способны выдержать токи молнии силой до 200кА (10/350 мкс).

1	Удар	100 %	$I_{imp} = \text{макс } 200 \text{ кА (ДСТУ IEC/EN 62305:2012)}$
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	Сопротивление заземления

Пробивная прочность компонентов превышена, и возникает неконтролируемый пробой. Только разрядники импульсных перенапряжений способны отводить эти опасные напряжения.

3.2.1.1 Коммутационные операции (SEMP: Switching electromagnetic pulse / коммутационные импульсы перенапряжений)

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

3.2.1.2 Статические разряды (ESD: Electrostatic discharge)

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

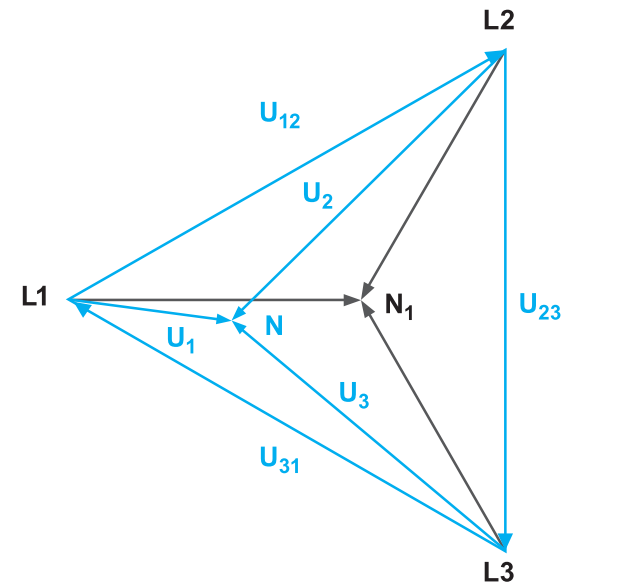
3.2.2 Виды перенапряжений

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 повреждений 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 перенапряжений в сети. Такие режимы могут длиться от нескольких секунд до нескольких часов.



U1	Фаза (L1) относительно нейтрального проводника (N)
U2	Фаза (L2) относительно нейтрального проводника (N)
U3	Фаза (L3) относительно нейтрального проводника (N)
U12	Фаза (L1) относительно фазы (L2)
U23	Фаза (L2) относительно фазы (L3)
U31	Фаза (L3) относительно фазы (L1)

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

3.2.3 Методы проектирования

В Части 4 стандарта о молниезащите ДСТУ EN 62305-4:2012 описывается защита электрических и электронных систем. Далее, в стандартах по безопасности и электромонтажу VDE 0100 (IEC 60364) в качестве важной меры защиты в низковольтных установках предусмотрены требования по мерам защиты от импульсных перенапряжений.

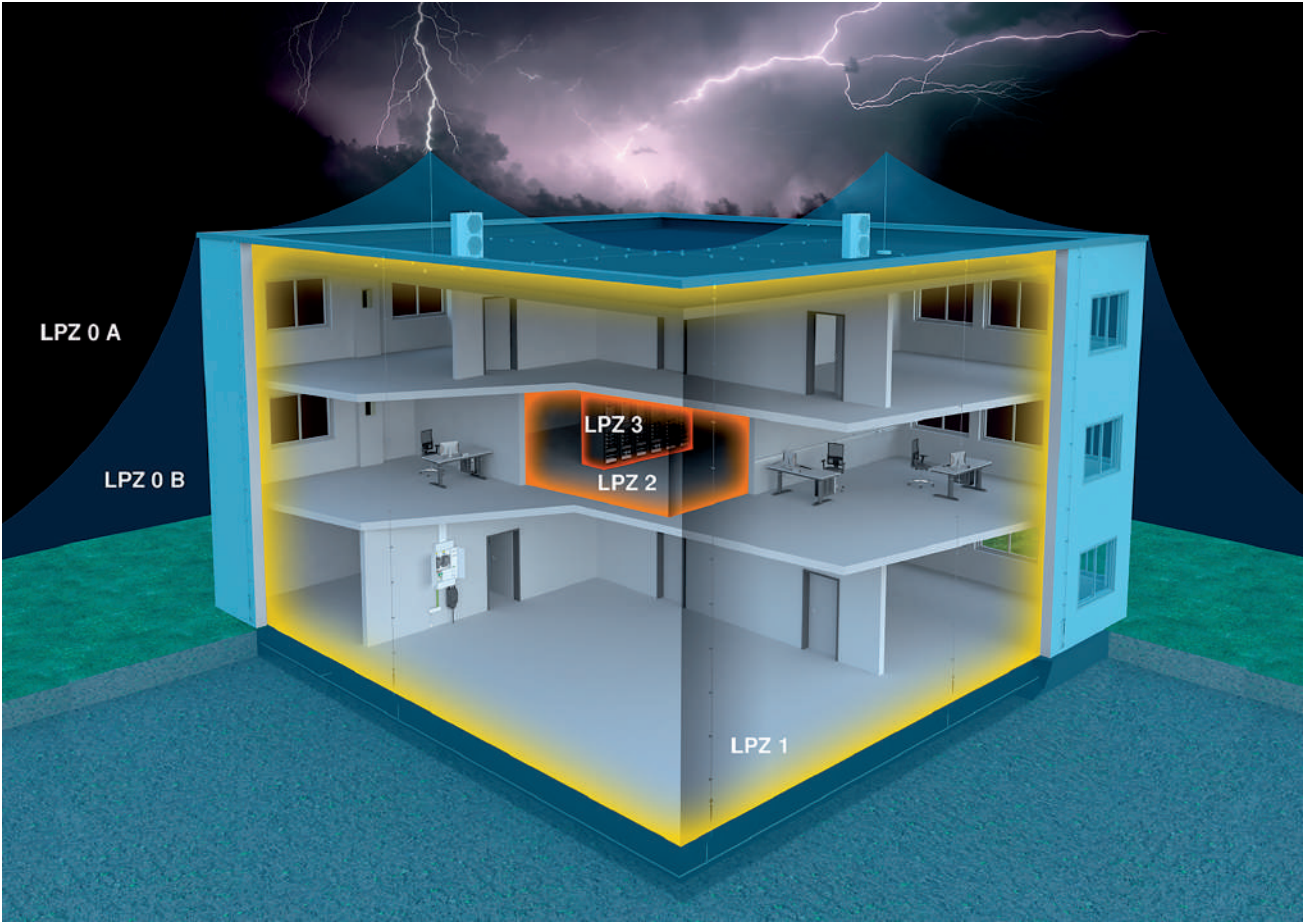
3.2.3.1 Концепция зон молниезащиты

Целесообразной и эффективной оказалась концепция зон молниезащиты (LPZ = lightning protection zone), описанная в ДСТУ EN 62305-4:2012. 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 активными 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 затекания перенапряжений в другие проводящие системы путем отвода опасных токов молнии с большим запасом энергии непосредственно на точке входа в здание и на межзональном переходе проводов
- 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 мешающих импульсов LEMP (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 электроустановки потребителя). Отсутствие мешающих импульсов от LEMP, а также перенапряжения

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

3.2.3.1.1 Типовые классы УЗИП

УЗИП (SPD = surge protective device), производимые компанией OBO, подразделяются в соответствии с ДСТУ EN 61643-11:2015 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 перем. тока и номинальной частотой от 50 до 60 Гц.

T1 + T2



Молниезащитный разрядник, тип 1 и комбинированный разрядник, тип 1+2.

Молниезащитные разрядники типа 1 / class I устанавливаются на входе 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 возможна установка этого SPD перед прибором учёта электроэнергии. Комбинированные разрядники типа 1+2, также должны соответствовать требованиям к испытательным импульсам формы импульса 8/20 мкс.

T2



Разрядник импульсных перенапряжений, тип 2

Разрядник импульсных перенапряжений 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 1500 В.

T3



Разрядник импульсных перенапряжений, тип 3

Разрядники импульсных от наведенных перенапряжений 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 РЕ через искровой промежуток. За счет данного защитного включения происходит отвод поперечных перенапряжений без восприятия их как аварийного тока устройством защитного отключения (УЗО) и без отключения. 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 энергию импульса 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 выдержать нагрузку по току. Обзор межзонных переходов представлен в Таблице 3.3. Она поясняет одновременно, какие УЗИП производства OBO 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 2	Средство защиты для уравнивания потенциалов молниезащиты в соответствии с ДСТУ EN 62305-4:2012 при прямых или близких ударах молнии. Приборы: тип 1+2 (class I+II), например, MCF100-3+NPE+FS Макс. уровень защиты в соответствии с нормой: 4 кВ Уровень защиты OBO: ≤ 1,5 кВ Установка, например, в главном распределительном пункте /на входе в здание	MCF Арт. №: 5096 98 7	T1 + T2 
Из LPZ 1 в LPZ 2	Средство защиты для уравнивания потенциалов молниезащиты в соответствии с ДСТУ EN 62305-4:2012 при прямых или близких ударах молнии. Приборы: тип 2 (class II), например, V20 Макс. уровень защиты в соответствии с нормой: 1,5 кВ Уровень защиты OBO: < 1,3 кВ Установка, например, в главном распределительном пункте /на входе в здание	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 OBO: < 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

Сетевая система TN-C-S

В сетевой системе TN-C-S снабжение электрической установки осуществляется посредством трех внешних проводников (L1, L2, L3) и комбинированного проводника PEN. Применение описывается в стандарте VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53). (Рис. 3.11)

Молниезащитный разрядник, тип 1

Молниезащитные разрядники типа 1 представляют собой три полюса MCD 50-B, которые снабжены клеммами для подключения фазных проводников и защитного проводника PEN.

Разрядник импульсных перенапряжений, тип 2

Разрядники импульсных перенапряжений 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).

Разрядник импульсных перенапряжений, тип 3

Разрядники импульсных перенапряжений 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).

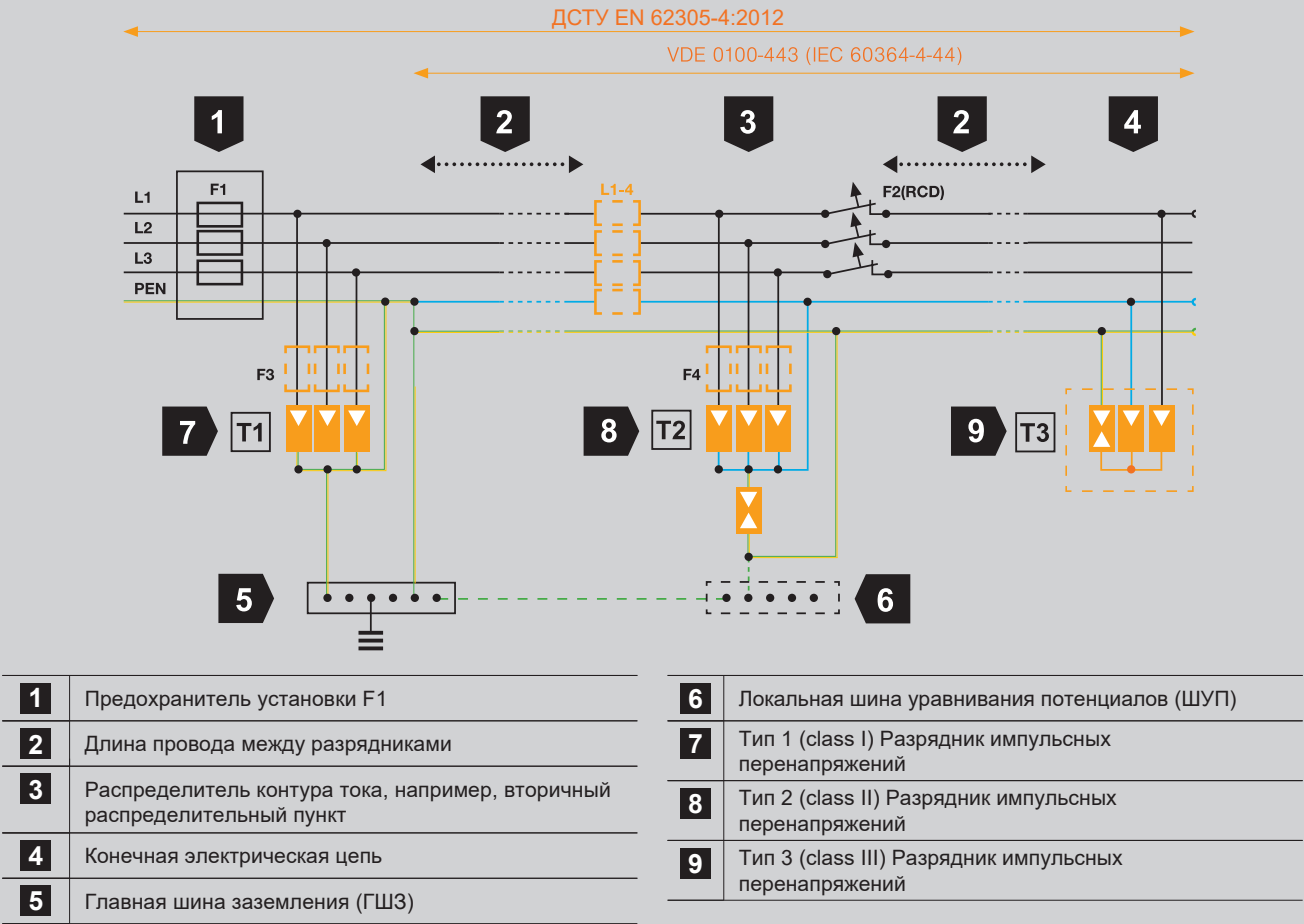


Рис. 3.11: 4-проводниковые сети, сетевая система TN-C-S и область применения стандартов

5-проводниковые сети, сетевые системы TN-S и TT

В сетевой системе TN-S снабжение электрической установки осуществляется посредством трех фазных 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 защитным проводником (PE). Применение описывается в стандарте VDE 0100-534 (IEC 61643-11).

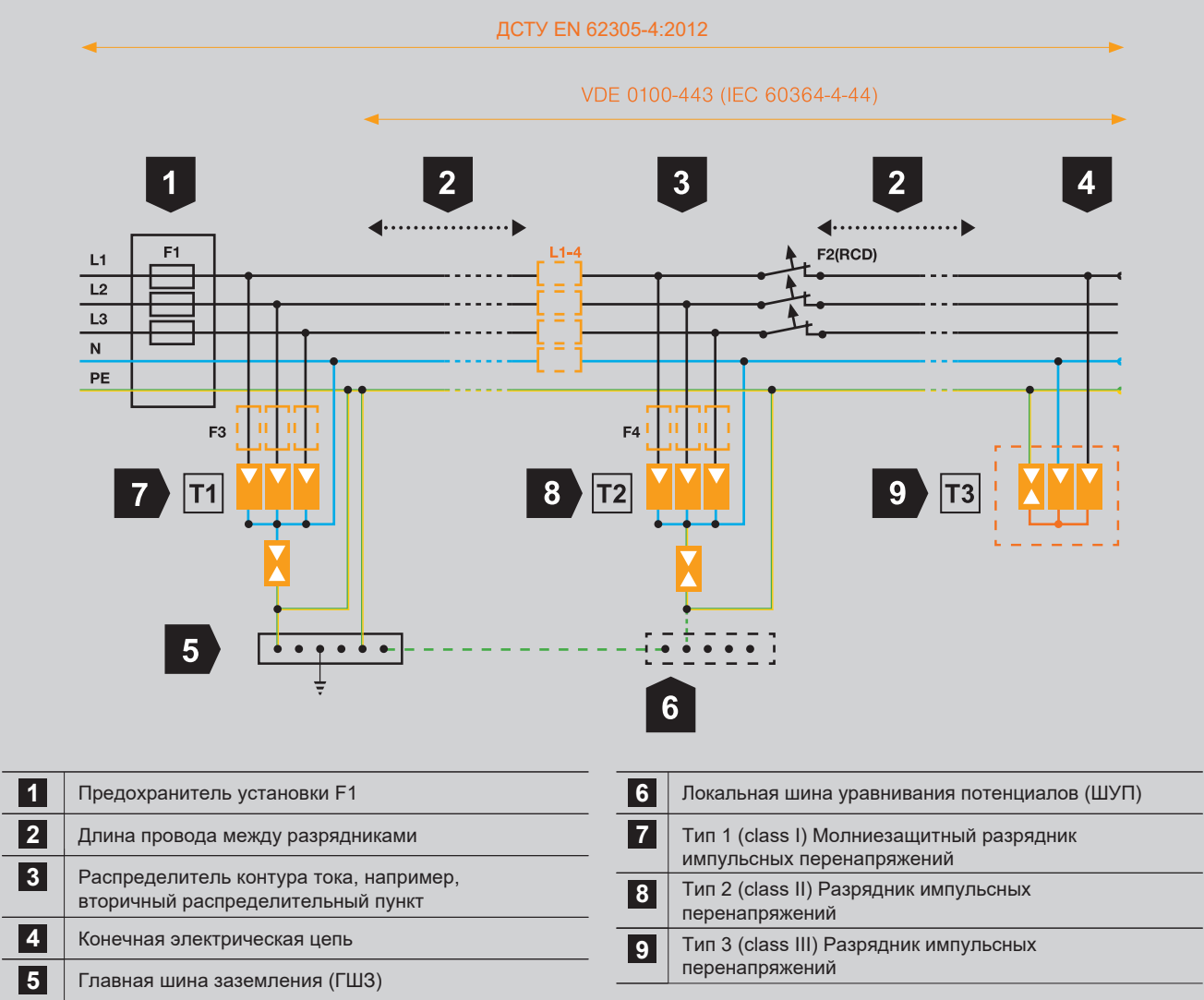


Рис. 3.12: 5-проводниковые сети, сетевые системы TN-S и TT

Преимущества включения «3+1»:

- универсально подходит для сетей TN и TT
- изолирующий искровой промежуток между нейтральным проводником (N) и заземляющим проводником (PE)
- Низкий уровень защиты между фазой (L) и нейтральным проводником (N)

Молниезащитный разрядник, тип 1

Молниезащитные разрядники типа 1 применяются во включении «3+1» (например три МС 50-В и один 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 суммирующий искровой промежуток с защитным проводником (PE). После согласования с местной энергоснабжающей организацией возможна установка разрядника перед главным счётчиком.

Разрядник импульсных перенапряжений, тип 2

Разрядники импульсных перенапряжений типа 2 включаются по схеме "3+1" (например, V20 - 3+NPE). При включении «3+1» внешние проводники (L1, L2, L3) через разрядники подключаются к нейтральному проводнику (N). Нейтральный проводник (N) соединяется через суммирующий 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.

Разрядник импульсных перенапряжений, тип 3

Разрядники импульсных перенапряжений типа 3 применяются для защиты от коммутационных перенапряжений в электрических цепях оконечных приборов. Такие поперечные перенапряжения возникают в основном между фазой (L) и нейтральным проводником (N). Посредством Y-включения проводники L и N защищаются варистором, и происходит установление соединения с защитным проводником PE через суммирующий искровой промежуток. За счет данного защитного включения между L и N при поперечных перенапряжениях 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 (импульсная стойкость оконечных приборов – уровень защиты). Помощь в выборе

Для участков электропроводки в соответствии с нормой по электромонтажу VDE 0110 (IEC 60664) установлена расчетная устойчивость к импульсным переходным перенапряжениям. Импульсная стойкость оконечных приборов согласуется с уровнями защиты устройств молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений. Согласование изоляции должно проводиться в соответствии с VDE 0110 (EN 60664), а также согласно «Правил улаштування електроустановок» (ПУЭ, Таблица 2.1.17).

Номинальное напряжение системы электроснабжения (1) (сеть) в соответствии с ДСТУ IEC 60038:2015(3)		Напряжение провода отводится к нейтральному проводнику с номинальным переменным или номинальным постоянным напряжением до (включительно), В	Расчетное импульсное напряжение (2) В			
			Категория перенапряжения (4)			
трехфазная	однофазная		I	II	III	IV
	120/240	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		600	2500	4000	6000	8000
1000		1000	4000	6000	8000	12000

1 Применение на имеющихся отличающихся низковольтных сетях и их номинальное напряжение – см. Приложение

2 Электрооборудование с данным расчетным импульсным напряжением должно применяться в установках в соответствии с IEC 60364-4-443.

3 Слэш / означает трехфазную 4-проводниковую систему. Более низкое значение - это напряжение от проводника к нейтральному проводнику, в то время как более высокое значение означает напряжение от проводника к проводнику. Там, где указано только одно значение, оно относится к трехфазным 3-проводниковым системам и обозначает напряжение от проводника к проводнику.

4 Для пояснения категорий перенапряжения см. 2.2.2.1.1.

Таблица 3.4: Расчетная импульсная стойкость электрооборудования для электрооборудования в соответствии с нормой по электромонтажу VDE 0110 (IEC 60664) См. также «Правила улаштування електроустановок» (ПУЭ, Таблица 2.1.17).

Расчетная импульсная стойкость 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. Разрядник импульсных перенапряжений должен ограничивать напряжение до данного или более низкого значения

Уровень защиты разрядника импульсных перенапряжений представляет собой 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.

Требуемый уровень защиты для электрооборудования 230/400 В в соответствии с VDE 0100-443 (IEC 60364-4-443), а также согласно «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ, Таблица 2.1.17).

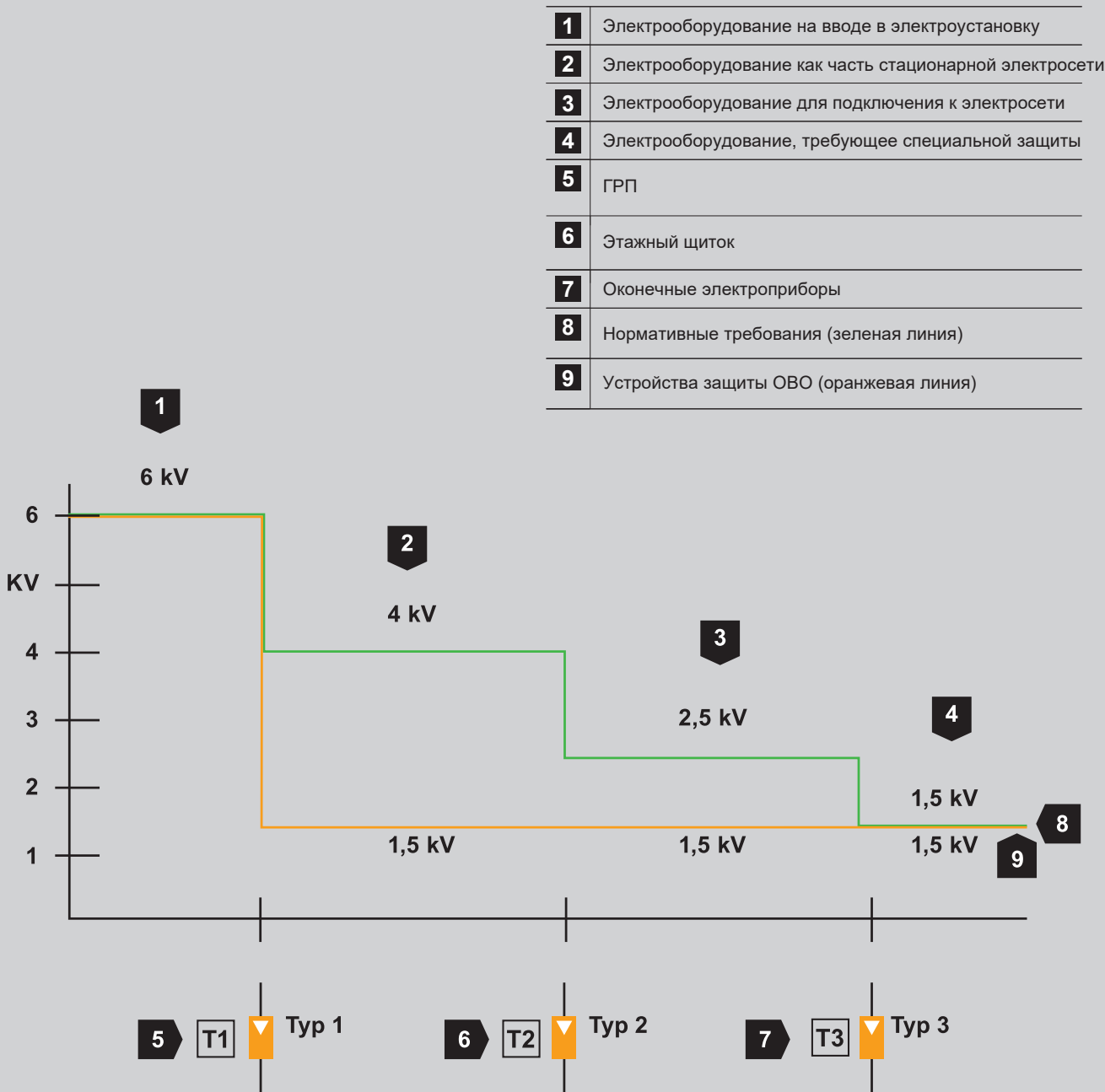


Рис. 3.13: Согласование изоляции в соответствии с VDE 0110-1 (EN 60664-1), а также согласно «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ, Таблица 2.1.17).

3.2.3.4 Предписания по электромонтажу

В стандарте по электромонтажу устройств защиты от импульсных перенапряжений VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53) 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 в соответствии с ДСТУ IEC/EN 62305:2012 вводимые извне питающие линии должны быть защищены с помощью УЗИП типа 1 на переходах из LPZ 0 в LPZ 1.

В зданиях без системы молниезащиты стандарт VDE 0100-443 (IEC 60364-4-43) описывает применение и необходимость УЗИП.

3.2.3.4.1 Минимальные поперечные сечения проводников для уравнивания потенциалов молниезащиты

Длина соединительного провода УЗИП является важным параметром, указанным в стандарте по электромонтажу VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53). 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 соединительных проводниках в сумме должны оставаться ниже импульсной стойкости. Для снижения падения напряжения на подводящих проводниках их длина, а вместе с тем и индуктивность, должны быть как можно меньше. Стандарт VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53) 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 протяженные токопроводящие элементы должны быть включены в уравнивание потенциалов. Провода, находящиеся под напряжением, должны быть заземлены посредством соответствующих разрядников импульсного перенапряжения.

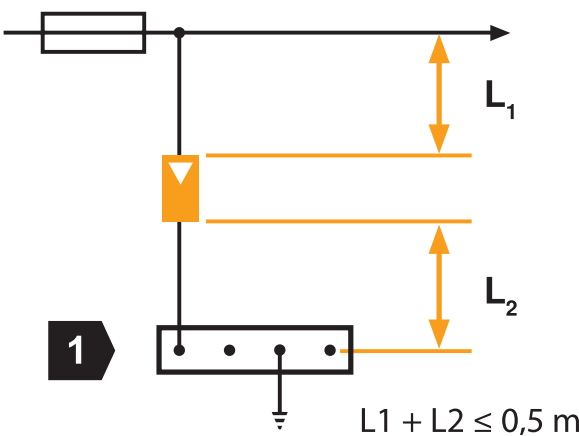


Рис 3.14: Максимальная длина соединительных проводников в соответствии с VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53)

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

3.2.3.4.2 Длина соединения, альтернативная V-образная разводка и поперечные сечения

При срабатывании УЗИП, обусловленном перенапряжением, во всех проводах, предохранителях и устройствах защиты протекает импульсный ток. На полном электрическом сопротивлении проводов создается падение напряжения. При этом омические компоненты незначительны по сравнению с индуктивными компонентами.

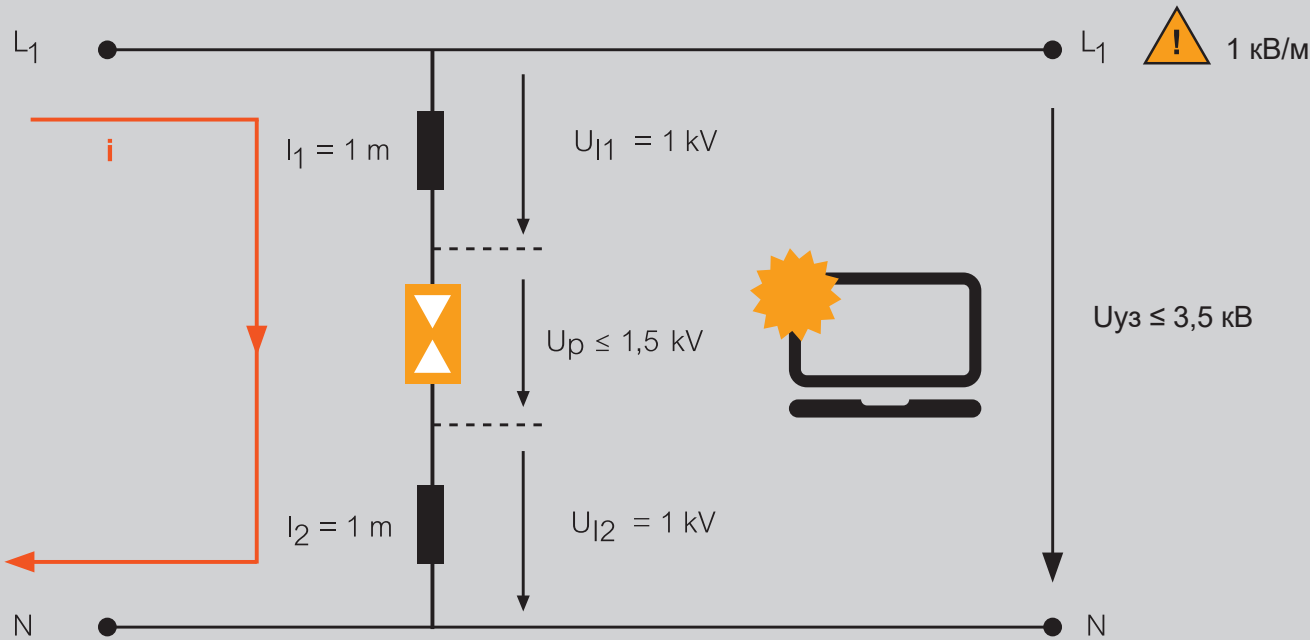


Рис. 3.15: Падение напряжения на подводе при нагрузке по импульсному току (*i* — ток молнии, *U_{уз}* — перенапряжение на устройстве защиты)

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:

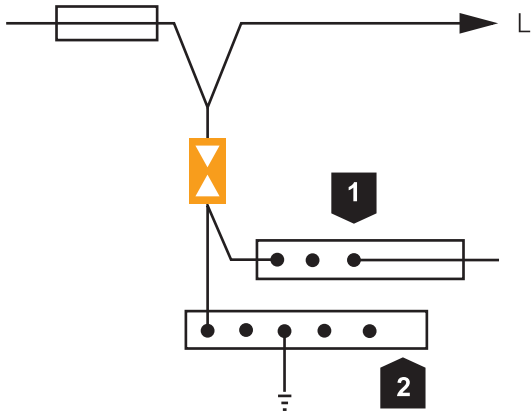
$$U_{\text{дин}} = I \times R + (di/dt) L$$
$$U_{\text{дин}} = 10 \text{ кА} \times 0,01 \text{ Ом} + (10 \text{ кА} / 8 \text{ мкс}) \times 1 \text{ мкГн}$$
$$U_{\text{дин}} = 100 \text{ В} + 1.250 \text{ В} = 1.350 \text{ В}$$

Удин	Падение напряжения на проводе
<i>i</i>	Импульсный ударный ток
<i>R</i>	Омическое сопротивление провода
<i>di/dt</i>	Скорость нарастания импульса тока
<i>L</i>	Индуктивность провода (условие: 1 мкГн /м)

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

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

Конфигурация соединительных проводников УЗИП имеет решающее значение для оптимального уровня защиты. Согласно международной директиве по электромонтажу IEC длина тупикового фидера к разряднику и длина проводника от фазы к разряднику и длина проводника от УЗИП до шины уравнивания потенциалов не должна превышать 0,5 м. Если провода имеют длину, превышающую 0,5 м, то необходимо выбрать V-образную разводку.

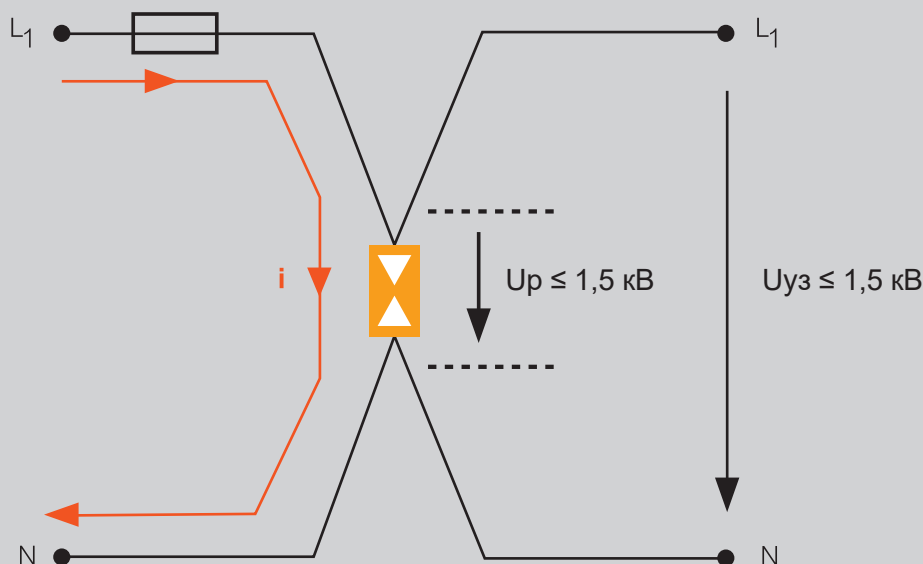


Рис. 3.17: V-образное подключение разрядника импульсных перенапряжений в соответствии с VDE 0100-534 (IEC 60634-5-53) (i =ток молнии | U_{uz} =перенапряжение на устройстве защиты)

Молниезащитные разрядники и разрядники импульсных напряжений выполняют различные задачи. В то время как разрядники импульсных напряжений T2 на базе варистора срабатывают очень быстро и ограничивают опасное перенапряжение, молниезащитные разрядники T1 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 MCD). Так, например, в защитном наборе применяются разрядники типа 1 и типа 2 (классы В и С) непосредственно рядом друг с другом.

Пример

1. Длина провода > 5 м
Дополнительный ввод не требуется
2. Длина провода < 5 м
Применить ввод: MC 50-B VDE + LC 63 + V20-C

Альтернатива

MCD 50-B + V20-C

Дополнительный ввод не требуется
(например, защитный набор)

Материал	Поперечное сечение проводников, соединяющих различные шины уравнивания потенциалов друг с другом или с системой заземления	Поперечное сечение проводников, соединяющих внутренние металлические проводки с шиной уравнивания потенциалов
Медь	16 мм²	6 мм²
Алюминий	25 мм²	10 мм²
Сталь	50 мм²	16 мм²

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

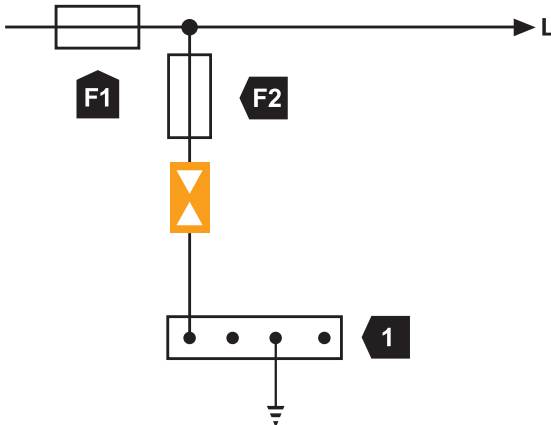
Поперечные сечения

В соответствии с VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53) молниезащитные разрядники типа 1 или типов 1+2 должны быть присоединены с помощью проводника сечением не менее 16 мм² (по меди). УЗИП типа 2 должны присоединены с помощью проводника сечением не менее 4 мм² (по меди), или к имеющимся на рынке проводникам с минимальным соединительным поперечным сечением 6 мм². Дополнительно должны учитываться максимальные возникающие токи короткого замыкания на месте установки.

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

3.2.3.4.4 Входной предохранитель

Для защиты от коротких замыканий последовательно с УЗИП в некоторых случаях устанавливается входной предохранитель (F 2). Для всех приборов ОВО указано максимальное значение тока предохранителя. Однако, если в установке предлагаемый предохранитель (F 1) имеет меньшее или равное максимальному предохранительному току значение, то отдельный предохранитель /резервный предохранитель (F 2) перед УЗИП не требуется. Если значение предохранителя установки (F 1) больше, то необходимо использовать предохранитель перед устройством защиты в соответствии с указанным максимальным значением предохранителя. Предохранитель (F 2) перед устройством защиты должен быть по возможности рассчитан на максимальное значение. Способность предохранителей к выдерживанию импульсной нагрузки возрастает по мере увеличения номинальных значений предохранителя.



1	Главная шина заземления
F1	Предохранитель установки
F2	Резервный предохранитель

Рис. 3.19: Входной предохранитель на 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).

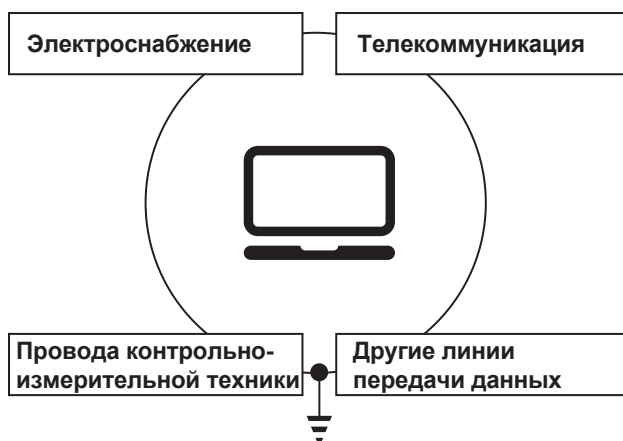


Рис. 3.20: Цепь защиты вокруг электрического прибора

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

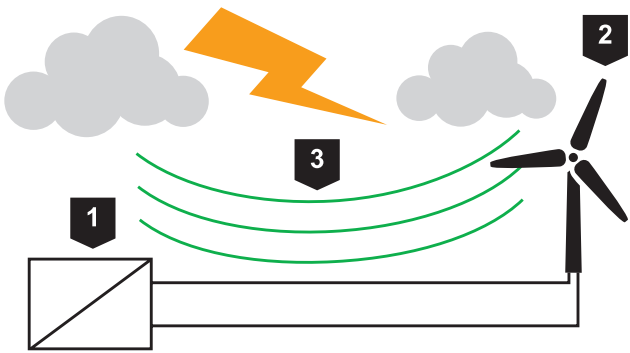
(например, водопроводные и канализационные трубы) Провода должны быть включены в локальное уравнивание потенциалов напрямую или с помощью соответствующих разрядников. Самая лучшая концепция молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений может не дать никакого эффекта, если не все электрические металлические коммуникации, 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, структурная противопожарная защита. Должны соблюдаться требования законов, например, ДБН и Правил пожарной безопасности. 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 VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53) допускается только при так называемом включении «3+1». В этом случае три внешних проводника подключаются к нейтральному проводнику через разрядник импульсных перенапряжений, а для подключения к проводнику PE/PEN используется изолирующий искровой промежуток N-PE. Если установка разрядника импульсного напряжения возможна только после УЗО, то необходимо использовать УЗО, устойчивое к импульсному току.



1	Трансформаторная станция/сетевое подключение`
2	Ветрогенератор
3	Наводки от токов молнии

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

Глава 3.2.4.1.1 Ветрогенераторы

Согласно ДСТУ ІЕС/EN 62305:2012 при грозовом разряде возможны токи молнии до нескольких сот кА. Высокие импульсные токи с крутым фронтом приводят к возникновению изменяемого во времени магнитного поля, которое concentрически распространяется вокруг разрядного канала молнии. Данное изменяемое во времени магнитное поле сцепляется с петлями проводников силовых и телекоммуникационных систем внутри ветрогенератора. Через образовавшиеся взаимные индуктивности М могут индуцироваться высокие импульсные перенапряжения, которые нарушают работу установленной электроники и даже способны ее разрушить. Физическая зависимость основывается на законе индукции и может быть представлена следующим образом.

М соответствует взаимной индуктивности петель проводников. Чем выше площадь М или чем выше и быстрее нарастает ток молнии, тем выше наведенное перенапряжение.

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

М	Взаимная индуктивность
di/dt	Изменение тока/время

Меры защиты в энергетических системах

Для защиты чувствительной электроники внутри ветрогенератора обязательным является разрядник импульсного перенапряжения типа 2. Для установки данных разрядников необходимо, однако, соблюдать техническое требование в соответствии с VDE 0100- 534, которое далее рассматривается более подробно. 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

В современных ветротурбинах имеются системы регулирования угла наклона лопастей. Эти электронные системы и системы контроля числа оборотов защищены от выхода из строя посредством молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений.

Рекомендуемые места установки в ветрогенераторах

Поскольку индуцируемое перенапряжение распространяется на оба конца проводника, каждое устройство, подключенное к этому проводу, должно быть защищено. Так как именно в ветрогенераторах имеются протяженные линии проводов с большой площадью, чувствительные приборы должны быть защищены с помощью SPD. Особо отметим, что в зонах с повышенной влажностью воздуха и низкими температурами на датчике могут появляться оледенения, отрицательно воздействующие на процесс измерения. Для применения в таких областях большинство датчиков оснащено системой обогрева. Такие датчики требуют УЗИП (SPD), которое помимо собственного измерительного сигнала рассчитано также на значительный ток системы обогрева. Компания OBO Bettermann предлагает компактное решение, а именно MDP. Данный высокопроизводительный разрядник импульсных напряжений, разработанный для применения в ветрогенераторах, пригоден к использованию благодаря своей малой монтажной ширине высоким пропускаемым токам - до 10 А. За счет этого датчики даже с высокой полосой пропускания могут быть защищены простым, но эффективным способом.

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 оконечных приборах 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-TK-системы

Инженерные системы зданий и сооружений

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

Оконечные приборы

- 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.

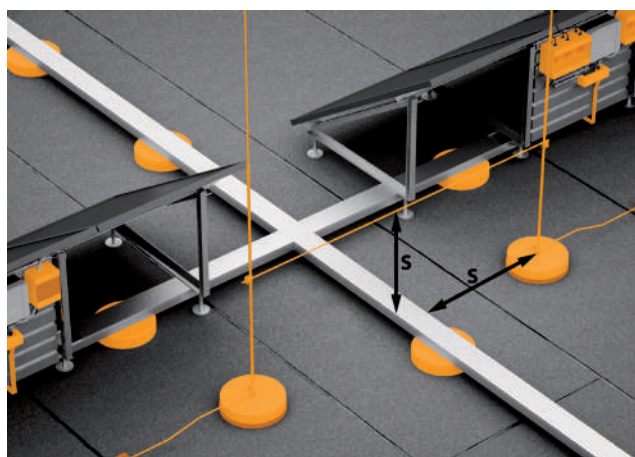


Рис. 3.23: Фотогальваническая установка в зоне защиты молниеотводника в разделительном интервале (s)

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 (DIN EN 62305-3, национальное приложение Германии 5).

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

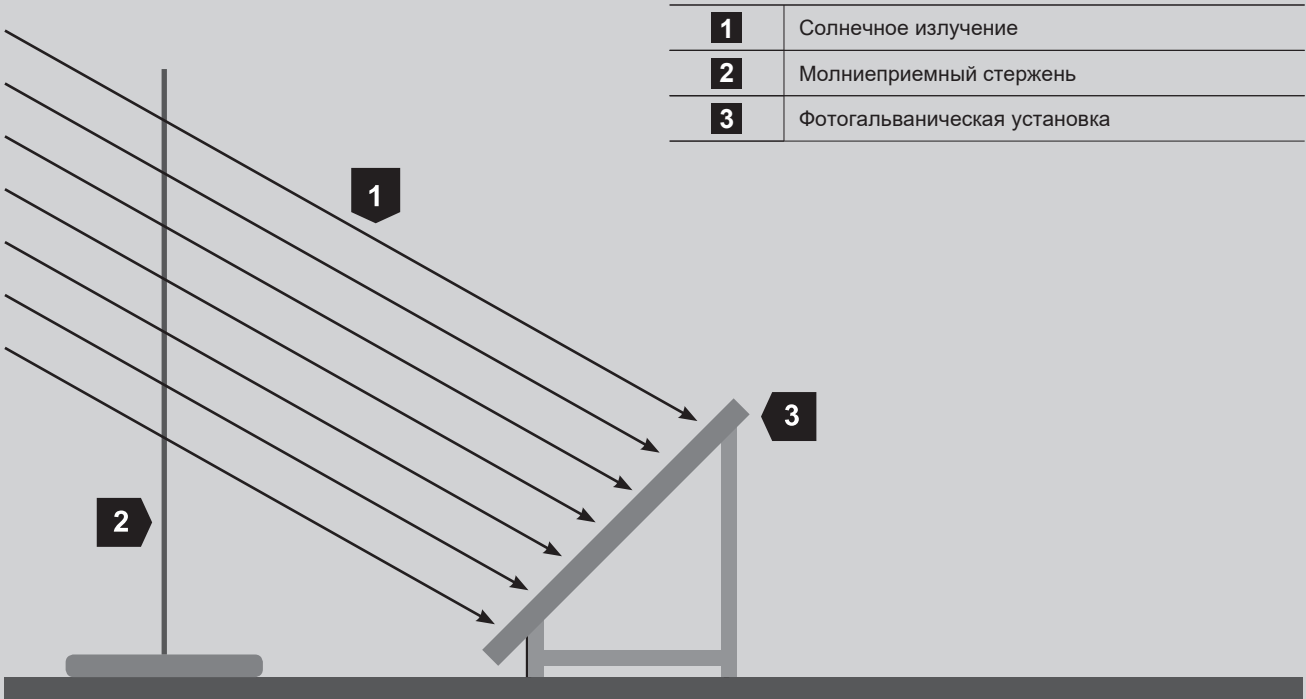


Рис. 3.22: Затенение фотогальванического модуля молниеприемным стержнем

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.

Обзор защитных мер					
Исходная ситуация	Мера	Разделительный интервал по ДСТУ EN 62305-3:2012 соблюден?	Уравнивание потенциалов	Защита от импульсных перенапряжений	Примерное изображение продукта
Система внешней молниезащиты (согласно ДСТУ EN 62305-3:2012) 	Приведение системы молниезащиты в соответствие с ДСТУ IEC/EN 62305:2012	да	мин. 6 мм²	DC: Тип 2 V20-C 3PH-1000 5094608	
				AC: Тип 1+2 V50 3+NPE 5093526	
		нет	мин. 16 мм²	DC: Тип 1+2 V-PV-T1+2-1000 5094230	
				AC: Тип 1+2 V50 3+NPE 5093526	
Система внешней молниезащиты отсутствует Электропитание подземным кабелем 	Проверка требований: ДБН и Правил пожарной безопасности, правил (ЛБО), VdS 2010 (Молниезащита и защита от перенапряжения с повышенным фактором риска), анализ рисков	-	мин. 6 мм²	DC: Тип 2 V20-C 3PH-1000 5094608	
				AC: Тип 2 V20 3+NPE 5095253	

Выбор устройств защиты от перенапряжений для силовых сетей
Комбинированные разрядники переменного тока
и устройства защиты от импульсных перенапряжений типов 1+2, 2 и 3

		Место установки 1 Установка в главном распределительном устройстве/комбинированном распределительном устройстве Базовая защита/разрядники типа 1 и типа 2				
Исходная ситуация	Тип здания	Описание	Тип	Арт.-№	Знак контроля	Изображение продукта
Система внешней молниезащиты отсутствует Электропитание подземным кабелем 	Частный дом	Сеть: TN/TT Разрядник: тип 2 + 3 2,5 TE После счетчиков	V10 Compact	5093 38 0 Страница: 44		
		Сеть: TN/TT Разрядник: тип 2 + 3 4 TE После счетчиков	V10-C 3+NPE	5094 92 0		
	Мульти-Дом / Промышленность, торговля	Сеть: TN/TT Разрядник: тип 2 4 TE После счетчиков	V20-3+NPE-280	5095 25 3 Страница: 42		
			V50- 3+NPE+FS-280 с дистанционной сигнализацией	5093 53 3 Страница: 41		
Система внешней молниезащиты (согласно DIN EN 0185- 305) 	Здание класса защиты III и IV (например, жилое, офисное, промышленное здание)	Сеть: TN/TT Разрядник: тип 1 + 2 4 TE После счетчиков	V50-3+NPE-280	5093 52 6 Страница: 41		
			V50- 3+NPE+FS-280 с дистанционной сигнализацией	5093 53 3 Страница: 41		
Наружное подключение 	Здание класса защиты I- IV (например, промышленное производство)	Сеть: TN-C Разрядник: тип 1 6 TE Перед счетчиками после счетчиков	MCF753+FS	5096 98 1	VDE	
		Сеть: TN-S Разрядник: тип 1 8 TE Перед счетчиками После счетчиков	MCF 100-3+NPE+FS	5096 98 7	VDE	

Место установки 2 Установка во вторичном распределителе Средний уровень защиты/разрядники типа 2 требуется, только если расстояние ≥ 10 м			
Описание	Тип	Арт. №	Изображение продукта
Сеть: TN/TT Разрядник: тип 2 + 3	V10 Compact	5093380	
	V10 Compact-AS, с акустической дистанционной сигнализацией	5093391	
Сеть: TN/TT Разрядник: тип 2	V20-3+NPE-280	5095253	
	V20-3+NPE+FS-280 с дистанционной сигнализацией	5095333	
Сеть: TN/TT Разрядник: тип 2	V20-3+NPE-280	5095253	
	V20-3+NPE+FS-280 с дистанционной сигнализацией	5095333	
Сеть: TN/TT Разрядник: тип 2	VC20-3+NPE-280	5095253	
	V20-3+NPE+FS-280 с дистанционной сигнализацией	5095333	

Место установки 2 Установка перед оконечным устройством Высокочувствительная защита/разрядники типа 3			
Описание	Тип	Арт.-№	Изображение продукта
Штекерное устройство	FC-D	5092800	
	FC-TV-D	5092808	
	FS-SAT-D	5092816	
	FC-TAE-D	5092824	
	FC-ISDN-D	5092812	
	FC-RJ-D	5092828	
	CNS-3-D-D	5092701	
Устройство для стационарной установки	ÜSM-A	5092451	
	ÜSM-A ST- 230 1P+PE	5092441	
	ÜSS 45-o- RW	6117473	
Для рядной установки в щите	V10 Com- pact L1/L2/L3/N	5093380	
	VF230- AC/DC	5097650	
	VF 230-AC- FS с дистанци- онной сигнализа- цией	5097858	

Таблица выбора
Решения для защиты фотогальванических установок

Разрядники для защиты силовых устройств типа 2, защита стороны постоянного тока								
Исходная ситуация	Макс. напряжение постоянного тока	Макс. количество MPP на WR	Макс. количество строк на зажимную колодку MPP	Подключение (сторона постоянного тока)	Исполнение	Тип	Арт. №	Изображение продукта
Отсутствует система внешней молниезащиты Электропитание подземным кабелем Требуется: устройство защиты от перенапряжений типа 2; Уравнивание потенциалов молниезащиты 6,5 мм² 	1000 В	1	3	Зажимы		VG-V20-C3PH1000	5088593	
		1	2	Зажимы	Разъединитель	VG-C DC-TS1000	5088660	
		1	4	Зажимы	4 патрона предохранителя, не смонтированные	VG-C PV1000KS4	5088654	
		1	1 0	Зажимы		VG-C DCPH-MS1000	5088691	
		2	4	Зажимы		VG-CPV1000K 22	5088568	
		2	6	Зажимы		VG-CPV 1000K 330	5088582	
		3	6	Зажимы		VG-CPV 1000K 333	5088585	

Таблицу выбора комбинированных разрядников пост. тока и данные о защите от импульсных перенапряжений можно найти в главе, где говорится о защите от импульсных напряжений в энерготехнике.

Разрядники для защиты силовых устройств типа 1+2, защита стороны постоянного тока								
Исходная ситуация	Макс. напряжение постоянно-го тока	Макс. количество MPP на WR	Макс. количество на зажимную колодку MPP	Подключение (сторона постоянного тока)	Исполнение	Тип	Арт. №	Изображение продукта
Система внешней молниезащиты согласно ДСТУ IEC/EN 62305:2012 Требуется: Молниезащита и защита от импульсных перенапряжений типа 1+2 Уравнивание потенциалов молниезащиты 16 мм² Разделительный интервал не может быть соблюден 	600 В	1	1 0	Зажим		VG-BC DCPH-MS600	5088693	
		1	1 вход / 1 выход	MC4 штекер		VG-BC DCPH-Y600	5088676	
	900 В	1	3	Зажимы		VG-V25-BC3-PH900	5088591	
		1	2	Зажимы	Разъединитель	VG-BC DC-TS900	5088635	
		1	8	Зажимы		VG-BC DCPH900-4K	5088632	
		1	1 0	Зажимы		VG-BC DCPH-MS900	5088692	
		2	2 входа / 1 выход	MC4 штекер		VG-BC DCPH900-21	5088625	
		2	4	Зажимы		VG-BCPV900K 22	5088566	
		2	6	Зажимы		VG-BCPV 900K 330	5088576	
		3	2 входа / 1 выход	MC4 штекер		VG-BC DCPH900-31	5088629	
		3	6	Зажимы		VG-BCPV 900K 333	5088579	

Информационная техника						
Исходная ситуация		RJ 45	Зажим	Тип	Арт. №	Изображение продукта
	Система внешней молниезащиты отсутствует Электропитание подземным кабелем	•		ND-CAT6A/EA	5081800	
	Система внешней молниезащиты (согласно ДСТУ IEC/EN 62305:2012)		•	FRD 24 HF	5098575	

3.2.4.4 Светодиодные (LED) системы уличного освещения



Повреждения и ремонтные расходы

В сфере уличного освещения замена дефектных деталей влечет за собой, помимо расходов на техническое обеспечение, также большие расходы на задействование автоподъемников и персонала. Предвключенные УЗИП срезают импульсы и защищают фонари. Кабельные линии освещения подключены 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.

Конструктивное исполнение системы заземления

У создаваемой новой проводки питающий кабель может быть защищен от разрушений под воздействием токов молнии в земле посредством расположенных поверх опциональных заземляющих проводников. Согласно действующей норме по молниезащите VDE 0185-305-3, , национальное приложение Германии 2 (IEC 62305-3) данный заземляющий проводник должен располагаться на высоте 0,5 м над питающим кабелем. За счет заземляющего проводника происходит уравнивание потенциалов, а также минимизируются пробои изоляции кабелей. На (Рис.) 3.26 - пунктиром показан заземляющий проводник, проложенный над кабельной линией.

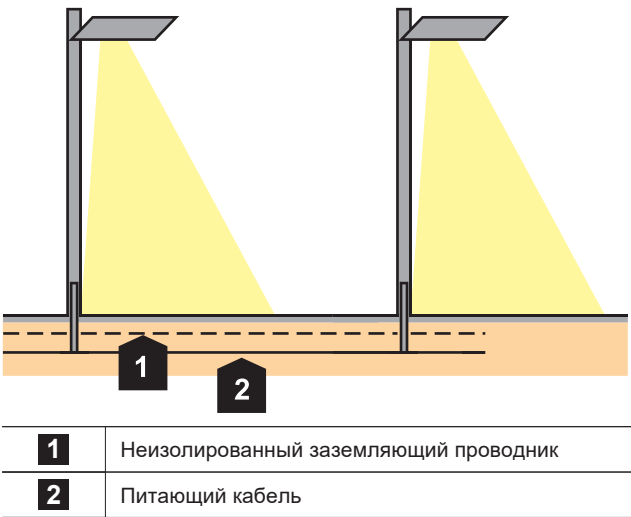


Рис. 3.26 Проводка кабеля

Место установки молниезащиты и защиты от импульсных напряжений

Для безопасной эксплуатации применение защиты от импульсных перенапряжений необходимо. В соответствии с американским стандартом ANSI и стандартом IEEE для наружного освещения при нагрузке по импульсному току 10 кА устойчивость к импульсному напряжению составляет 20 кВ. Тем не менее, 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 светодиодного предоконечного каскада. УЗИП должны соответствовать стандарту на проведение испытаний VDE 0675 (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.

В стандарте по осветительным приборам «Fpr EN 60598-1: 2012-11 Осветительные приборы - Часть 1: Общие требования и испытания» в пункте 4.32 определено следующее: «Устройства защиты от импульсных напряжений (УЗИП) должны соответствовать IEC 61643».

При прямом ударе молнии в мачтовый светильник (Рис. 3.25) большая часть тока молнии течет прямо в грунт и создает разницу потенциалов по отношению к питающему кабелю. Сверхмощные молниеразрядники / комбинированные разрядники могут отводить токи высоких энергий.

УЗИП должны соответствовать стандарту VDE 0675 (IEC 61643)
(Источник: стандарт по осветительным приборам EN 60598-1)

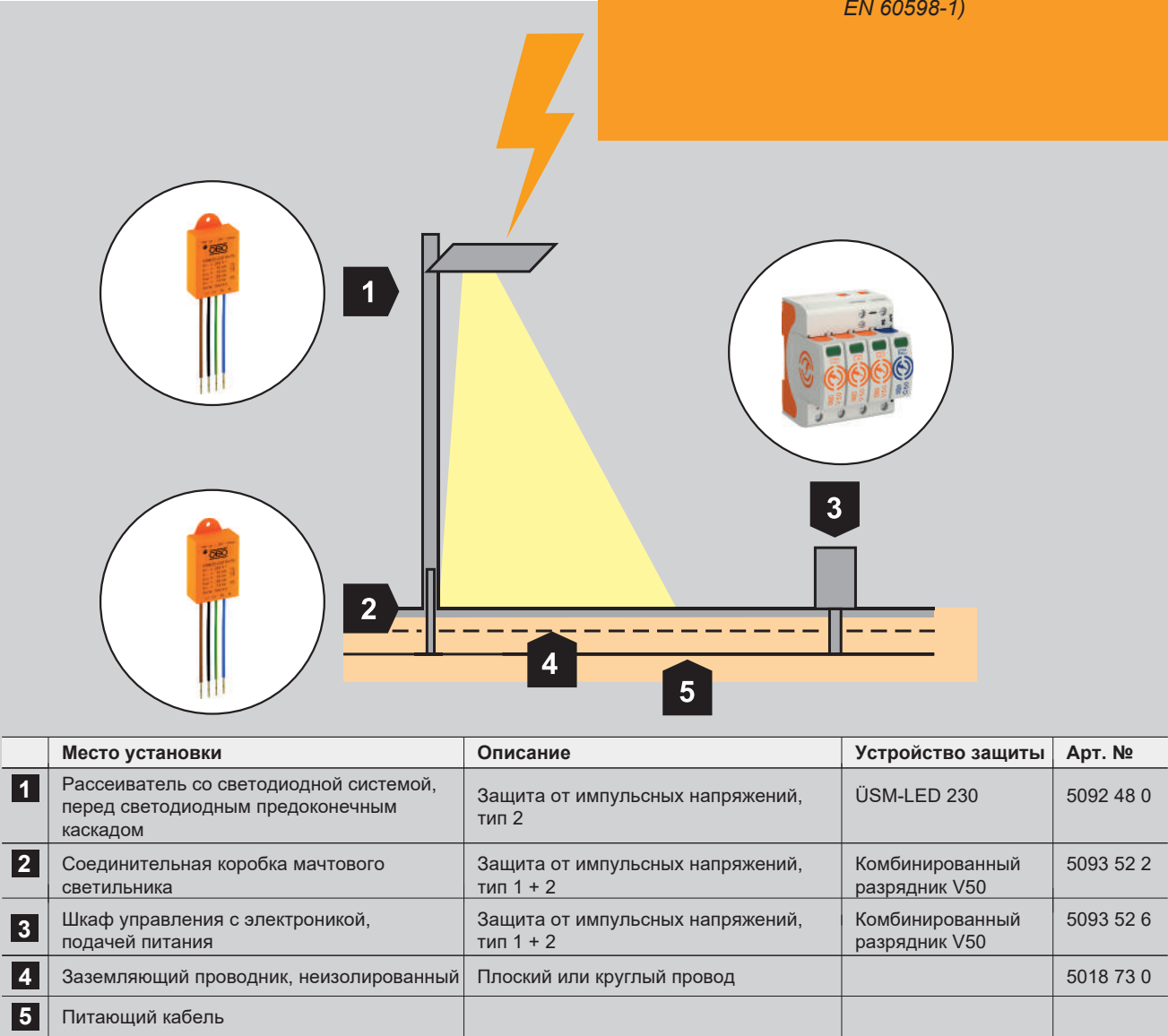
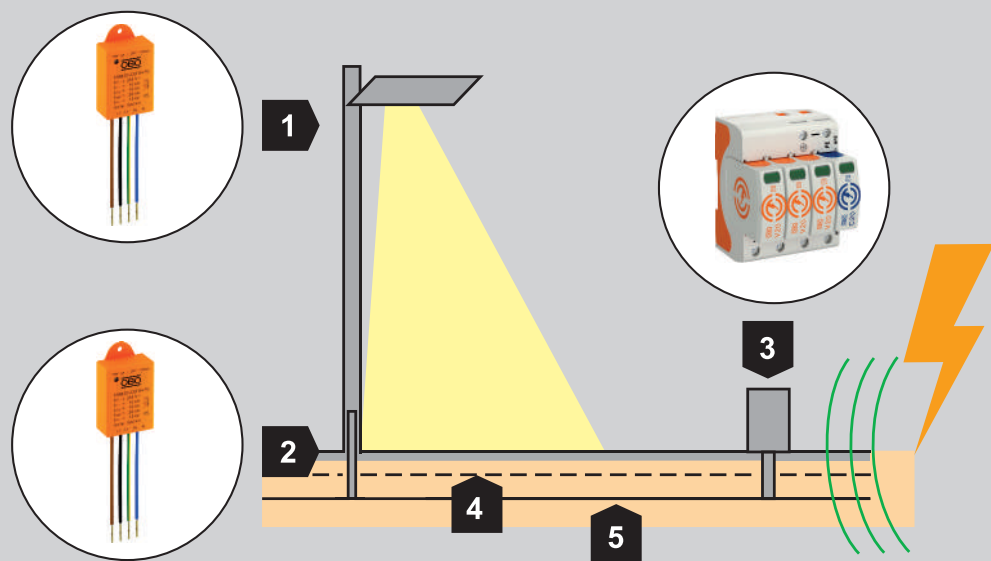


Рис. 3.27 Прямой удар молнии в мачтовый светильник

Удаленный удар молнии и индуктивный вход
Удар молнии может генерировать в радиусе до 1,5 км импульсное перенапряжение, которое по проводам через питающий кабель может попасть в осветительное устройство. (Рис. 3.26). Данные импульсные перенапряжения имеют не такой большой запас энергии, как прямой удар молнии, однако они также способны разрушить электронные компоненты. Индуктивные подачи значительно сокращаются за счет металлической мачты и светильника в металлическом корпусе. 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, перед светодиодным предоконечным каскадом	Защита от импульсных напряжений, тип 2 Альтернатива: Защита от импульсных напряжений, тип 3	USM-LED 230 USM-A 230	5092 48 0 5092 45 1
2	Соединительная коробка мачтового светильника	Защита от импульсных напряжений, тип 2	USM-LED 230	5092 48 0
3	Шкаф управления с электроникой, подачи питания	Защита от импульсных напряжений, тип 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 провод		5021 08 1
5	Питающий кабель			

Рис. 3.28: Удаленный удар молнии и индуктированные перенапряжения

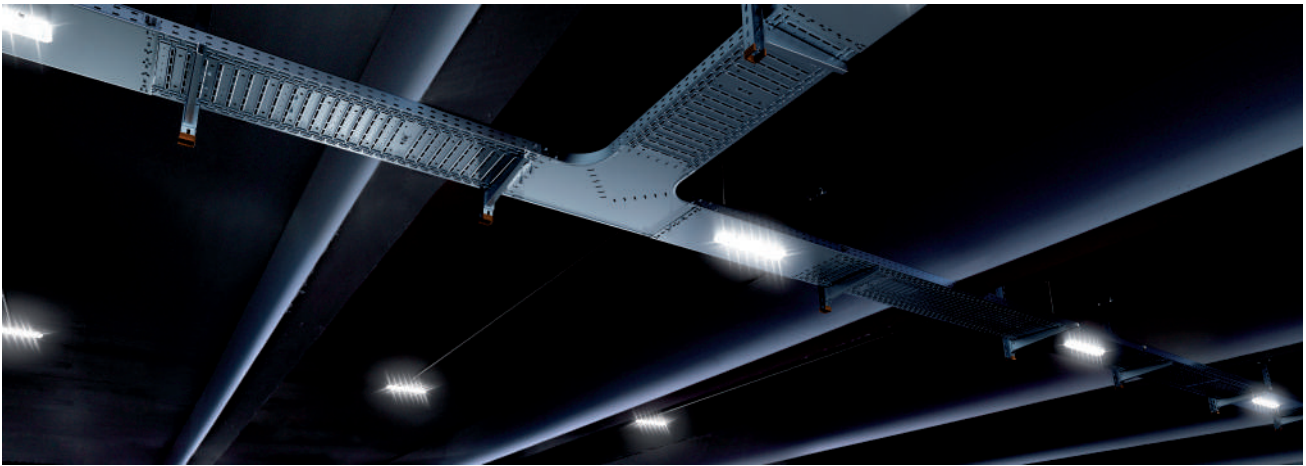


Рис. 3.29: Светодиодная система освещения крытой автостоянки

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 индуктированными или коммутационными перенапряжениями.

Степень необходимости установки системы внешней молниезащиты можно определить на основании анализа рисков в соответствии с ДСТУ IEC 62305-2:2012. При наличии системы 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 предоконечных каскадов сопровождается высокими расходами. Поскольку отсутствие требуемой освещенности на рабочих местах может привести к несчастным случаям или ошибкам, ремонт приходится производить безотлагательно. Как правило, более высокая восприимчивость к индуктированным перенапряжениям наблюдается у длинных питающих осветительных линий.

УЗИП должны устанавливаться в питающем вторичном распределителе. Однако, часто лампы располагаются от данного распределителя на расстоянии более 10 м. В таком случае для защиты светодиодных предоконечных каскадов 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 подключить оба их конца к системе уравнивания потенциалов.

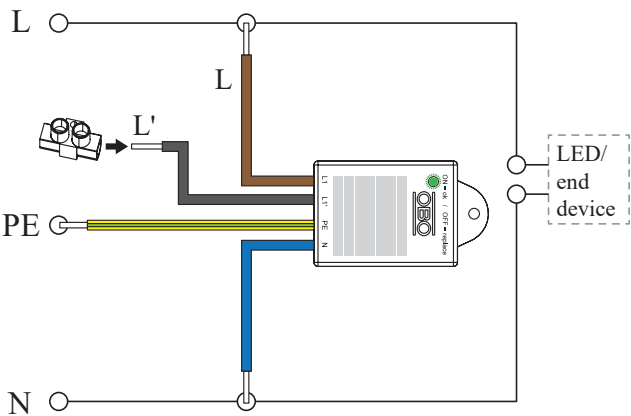
Подключение устройства защиты

Светодиодное устройство защиты 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. 3.27)

УЗИП включается перед светодиодной лампой.

Характер изменения отказов: индикация на светодиодном приборе USM-LED гаснет. УЗИП отсоединяется. Светодиодная лампа продолжает гореть без защиты.



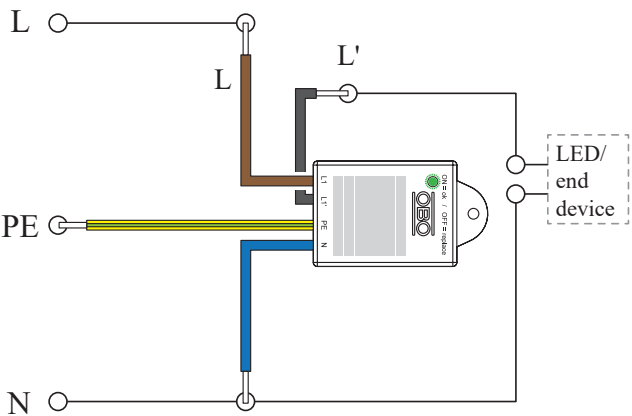
L	Фаза питающей линии
L'	Фаза из устройства защиты (отключение при отказе)
PE	Заземление
N	Нейтральный проводник
LED	Лампа

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

Последовательное подключение (Рис. 3.28)

УЗИП последовательно подключается к светодиодной лампе.

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



L	Фаза питающей линии
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

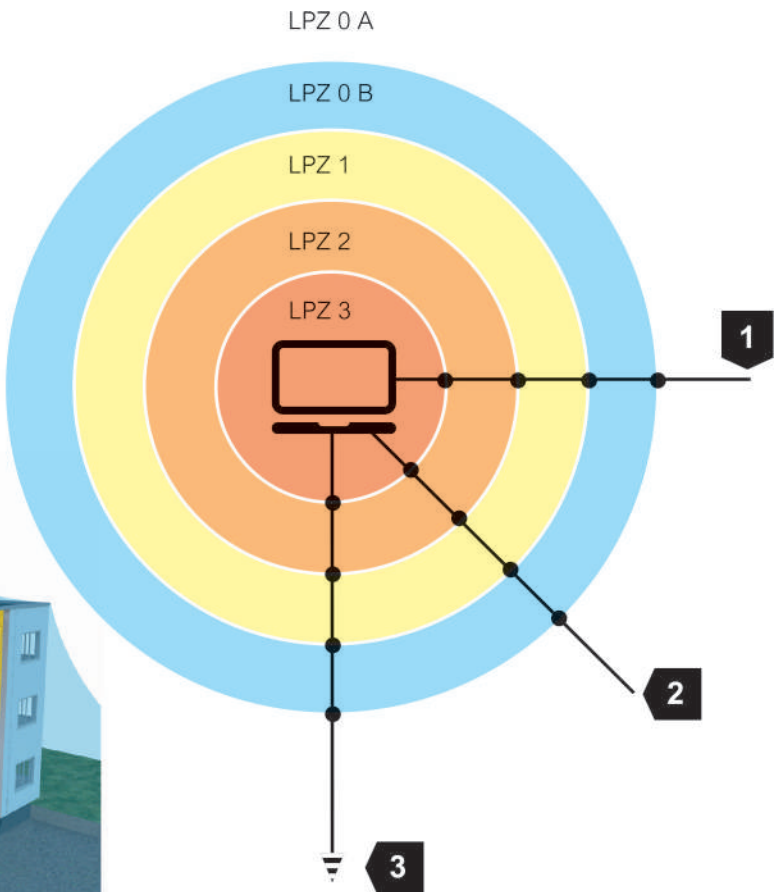
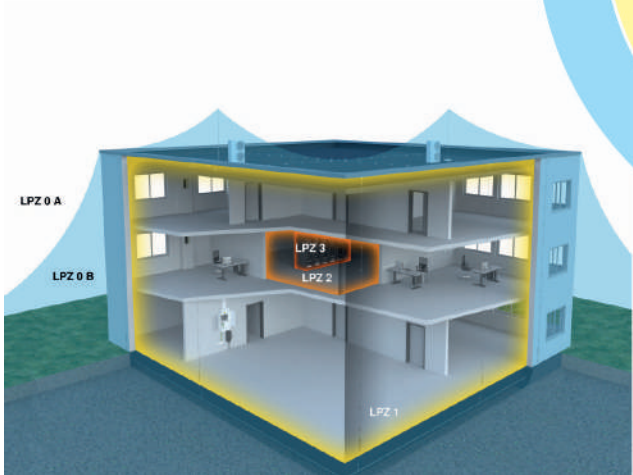


Рис. 3.32: Принцип защиты в соответствии с концепцией зон молниезащиты

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 затухание и искажение.

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. 3.29) (локальное уравнивание потенциалов). Компания OBO Bettermann 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
VDE 0845-3-1 (IEC 61643-21)	Устройства защиты от импульсных перенапряжений для низковольтных установок – часть 21: Устройства защиты от импульсных перенапряжений для использования в телекоммуникационных и сигнальных сетях. Требования к мощности и методам проверки.
VDE 0845-3-2 (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: общие требования
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 (VDE 0800-2-310)	Применение мер по заземлению и уравниванию потенциалов в зданиях с информационными устройствами
EN 61000-4-5 (VDE 08457-4-5)	Электромагнитная совместимость (ЭМС) – часть 4–5: Методы испытания и измерения – Испытание на устойчивость к помехам и импульсным напряжениям.
EN 60728-11 (VDE 855-1)	Кабельные сети для телевизионных сигналов, звуковых сигналов и интерактивные службы – часть 11: требования к безопасности (IEC 60728-11:2005).

Таблица 3.7 Стандарты по защите от импульсных перенапряжений в информационной технике

Сопоставление

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

	Защита от импульсных перенапряжений энерготехника	Защита от импульсных перенапряжений телекоммуникационные сети
Стандарт на проведение испытаний IEC	IEC 61643-11	IEC 61643-21
Принципы применения IEC	IEC 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: Сопоставление стандартов для силовых и телекоммуникационных сетей

3.3.1.1 Топологии

В информационной технике для электрического взаимодействия приборов друг с другом применяются кабели, и различные виды их прокладки именуются «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. 3.30)

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

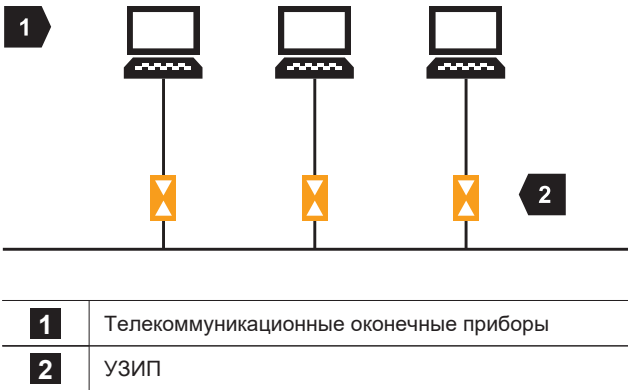


Рис. 3.33: Магистральная топология

Звездообразная топология (Рис. 3.31)

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.

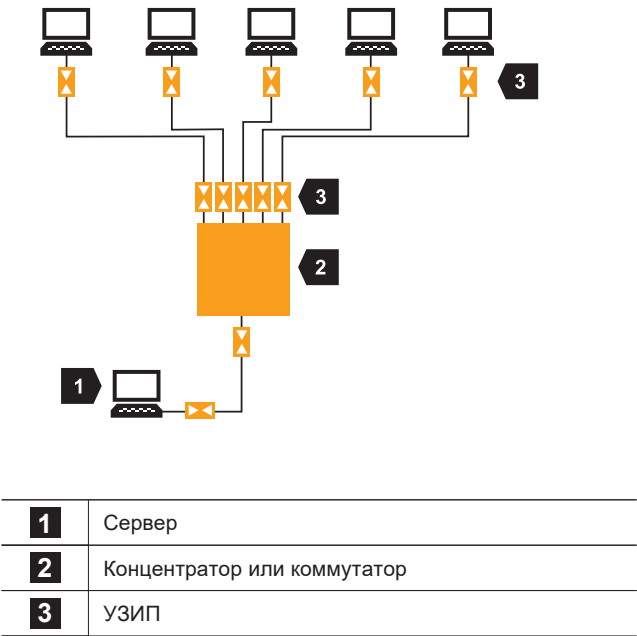


Рис. 3.34: Звездообразная топология

Кольцевая топология (Рис. 3.32)

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.

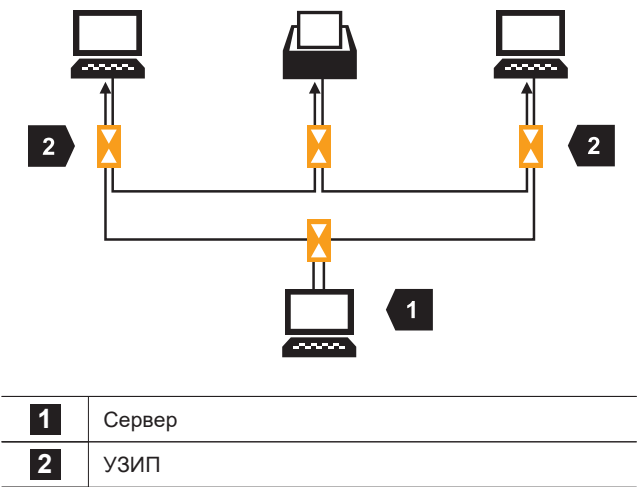


Рис. 3.35: Кольцевая топология

3.3.1.2 Влияние помех на информационно-вычислительные системы

Ввод токов молнии и импульсных перенапряжений в линии передачи данных может происходить разными способами. Существует возможность прямого переноса переходных напряжений или токов молнии, а также затекания извне индуцированных перенапряжений.

Поскольку импульсные перенапряжения могут возникнуть и без воздействия молнии, например, при коммутационных операциях в питающей сети, оконечные устройства 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 оконечных устройств / кабелей.

Электротехнические компоненты изначально обладают определенной пробивной прочностью

Применение	Общепринятая пробивная прочность	Защитный уровень УЗИП производства ОВО
Телекоммуникационные оконечные устройства / абоненты	1,5 кВ	< 600 В
Оконечные 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 < 600 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 Profibus	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 BMK (JB-YY) • жила-жила • жила-экран	0,8 кВ 0,8 кВ	< 60 В < 600 В

Таблица 3.9 Пробивная прочность компонентов информационной техники

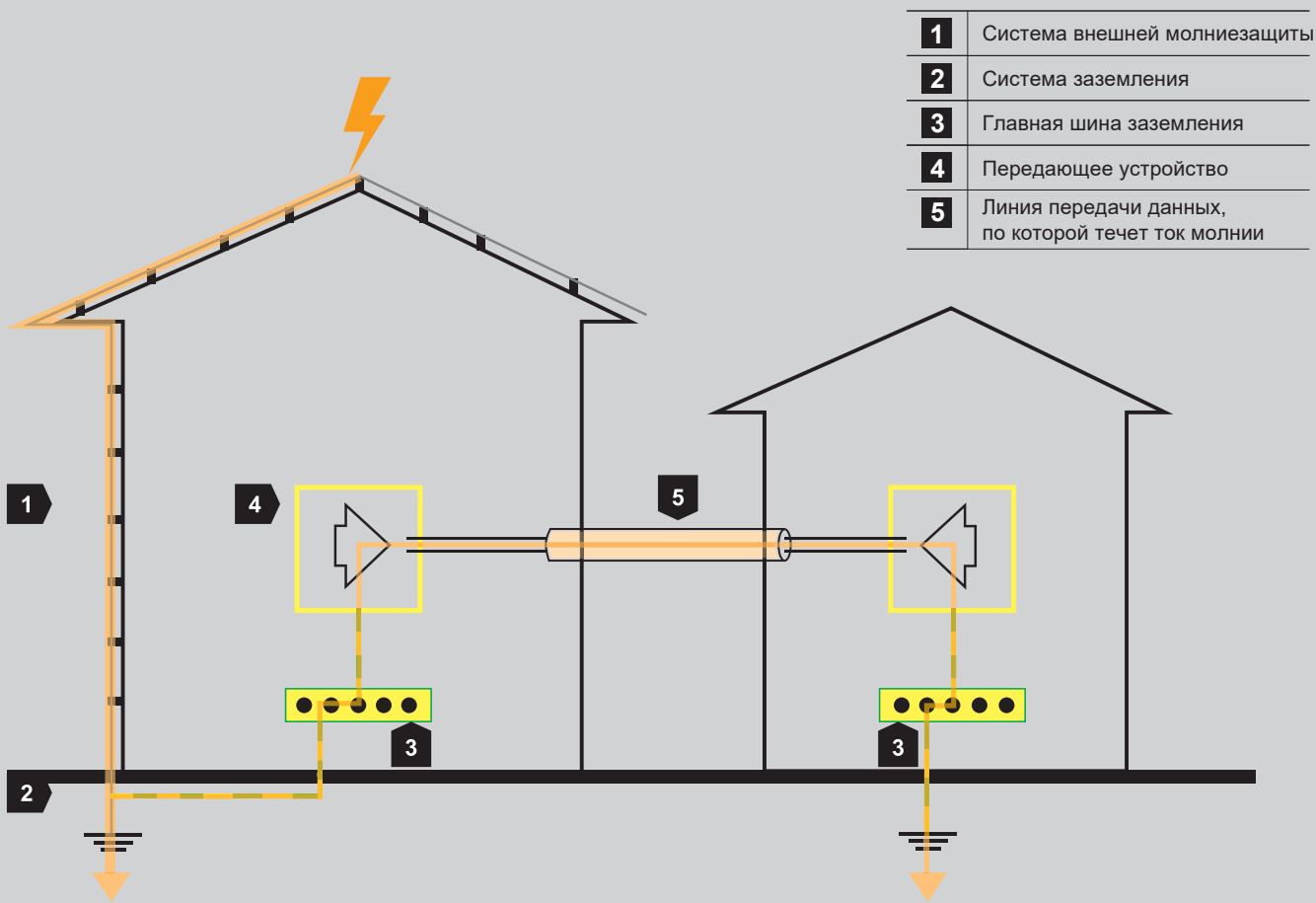


Рис. 3.36 Гальванический ввод в линию передачи данных через систему внешней молниезащиты

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, любая токопроводящая коммуникация, входящая в здание, может служить путем затекания тока молнии. Например, это возможно при ударе в трансформаторную подстанцию или вблизи питающей воздушной линии. 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 от входящих кабелей через систему уравнивания потенциалов к земле. (Рис. 3.37)

Вводимый ток молнии имеет большой запас энергии при малой длительности. При форме волны 10/350 мкс можно отнести такой вид затекания к 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 выдержать прохождение тока молнии.

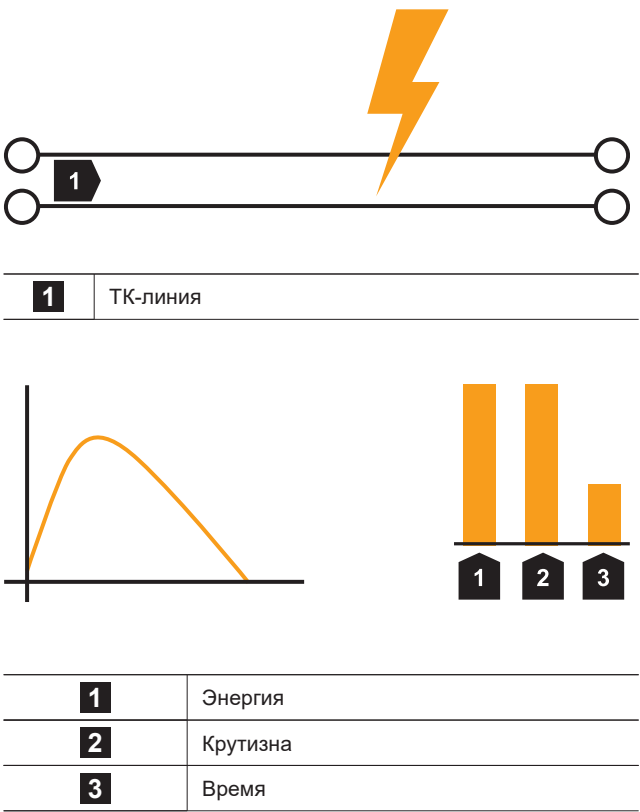


Рис. 3.37: Свойства гальванического ввода

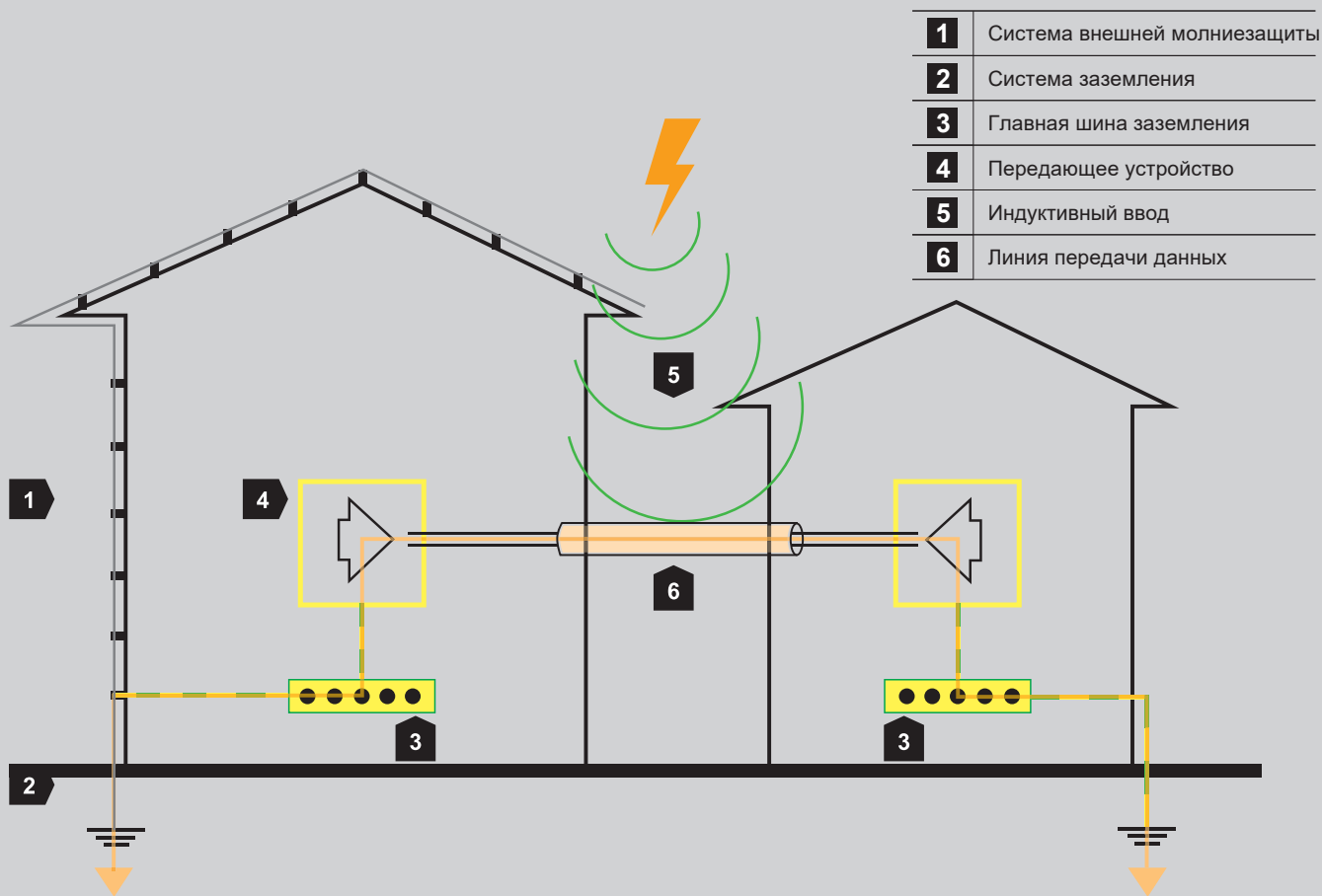


Рис. 3.38: Индуктивный ввод при прямом ударе

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)

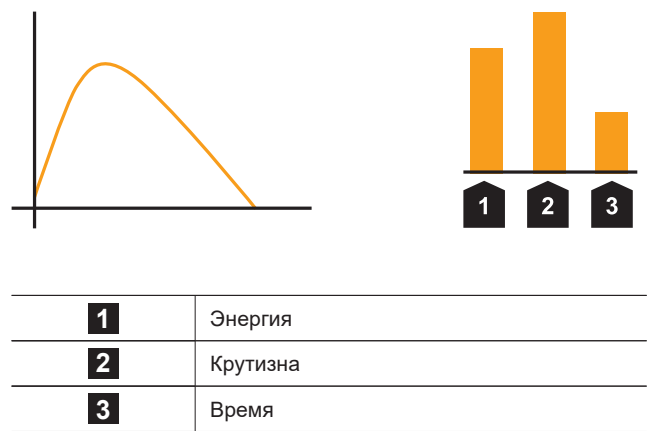
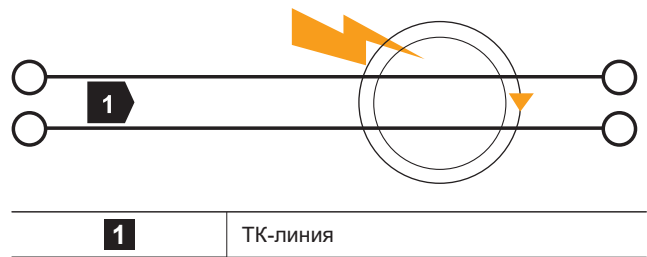


Рис. 3.39 Индуктивный ввод в результате удара молнии

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 крутизны, 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 мешающие напряжения. В качестве примера можно назвать 230-вольтовые линии электропередачи:



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

Если линия связи расположена в пределах магнитного поля электрического проводника, то может индуцироваться мешающее напряжение. Величина индуцированного мешающего напряжения на линии связи зависит как от проводника, создающего магнитное поле, 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 площади петли проводника индуцированное напряжение может быть либо больше, либо меньше.

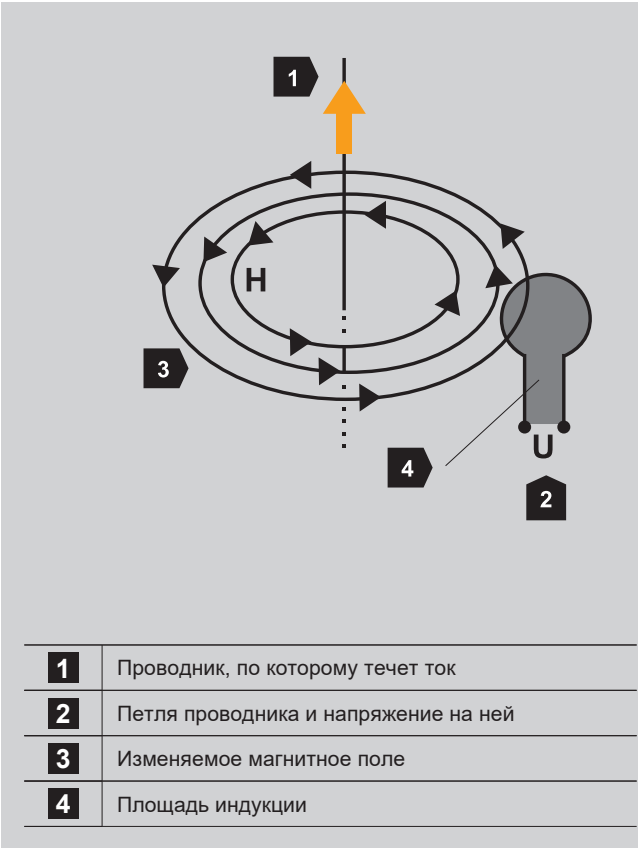


Рис. 3.41: Индукция в петле проводника

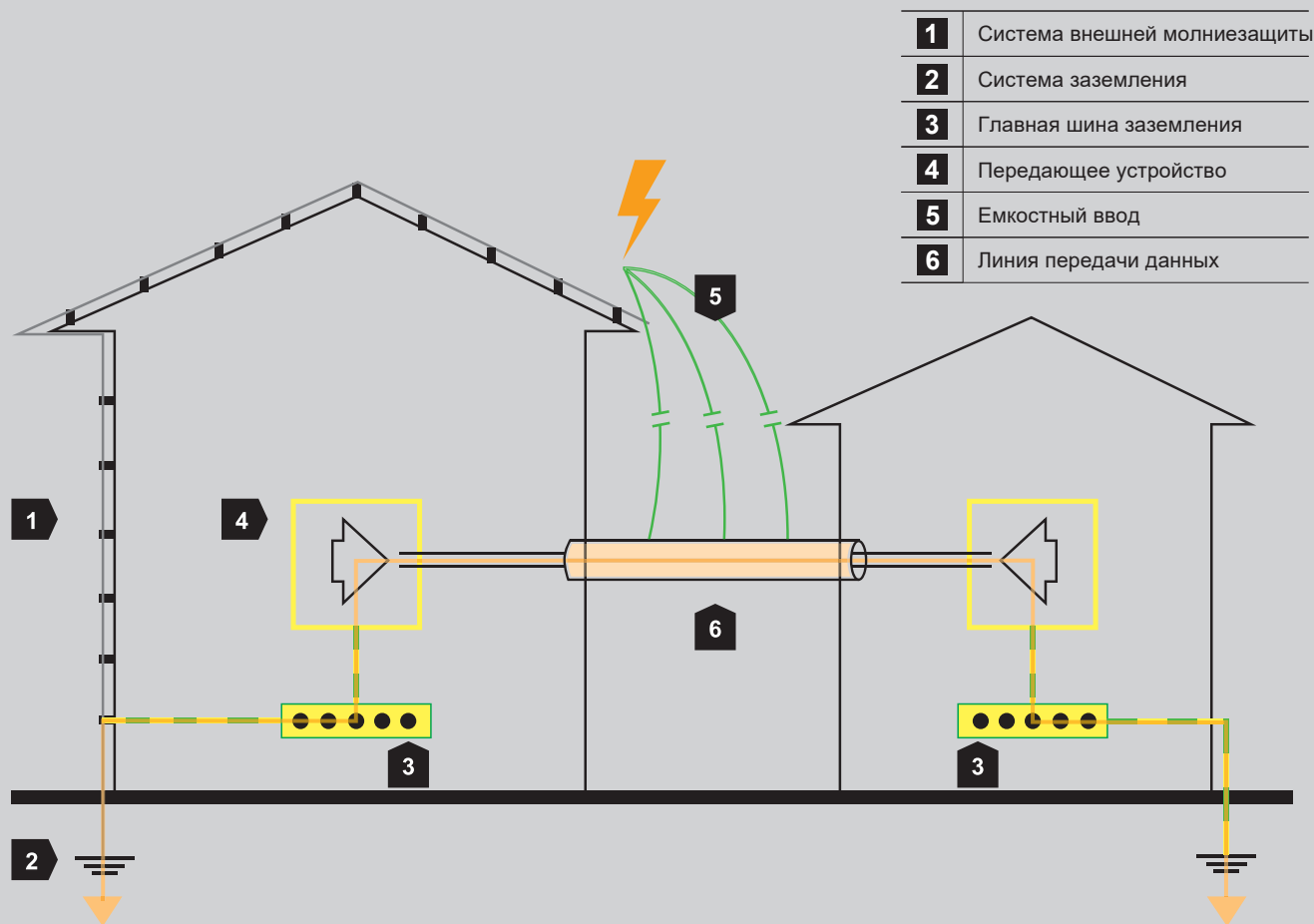


Рис. 3.42: Емкостный ввод при прямом ударе

Емкостный ввод

Емкостный ввод осуществляется, когда между двумя точками с высокой разницей потенциалов подается напряжение. Перемещение зарядов по линии, расположенной между двумя точками, пытается уравнивать 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 линии должны быть оснащены экранами.



Рис. 3.43: Мачта мобильной радиосвязи

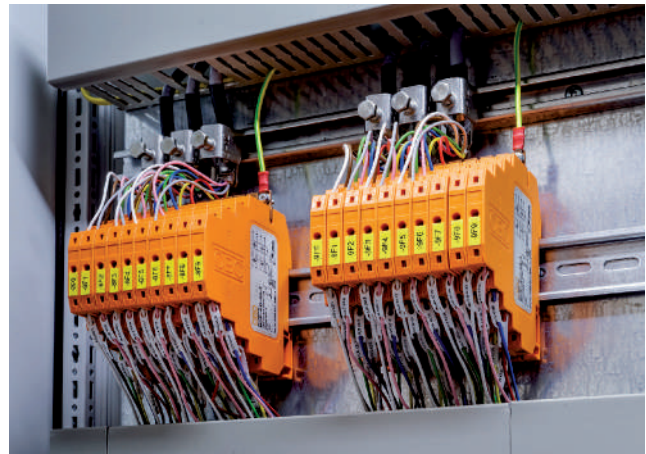


Рис. 3.44: Подключение кабельных экранов при помощи зажимной скобы SAS для подключения к экранирующей оплетке кабеля и УЗИП типа MDP

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 помехи от влияния экрана и размер экрана. Имеющиеся кабели и провода могут быть экранированы также при помощи заземленных кабеленесущих или металлических трубных систем. За последние годы наблюдается постоянный рост применения электронных включений. Будь то в промышленных сооружениях, медицине, быту, на телекоммуникационных станциях, в транспортных средствах или электропроводке зданий – повсюду встречаются высокомоощные 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 - через изолирующей искровой промежуток (ISG). (Рис. 3.45)

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

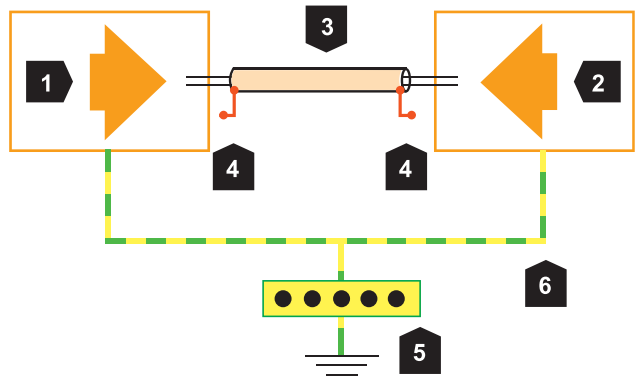
Для обеспечения ЭМС требуется системный подход к проектированию. Источники помех должны быть идентифицированы и определены количественно. Соединение описывает распространение помехи от источника помех к возмущенному прибору, чувствительному оборудованию. Задача проектирования ЭМС заключается в обеспечении 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 экспериментально- 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 ослабление связи 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 для возможности отвода наведенных помех. Далее представлены различные виды экранирования. (Рис. 3.42)



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:

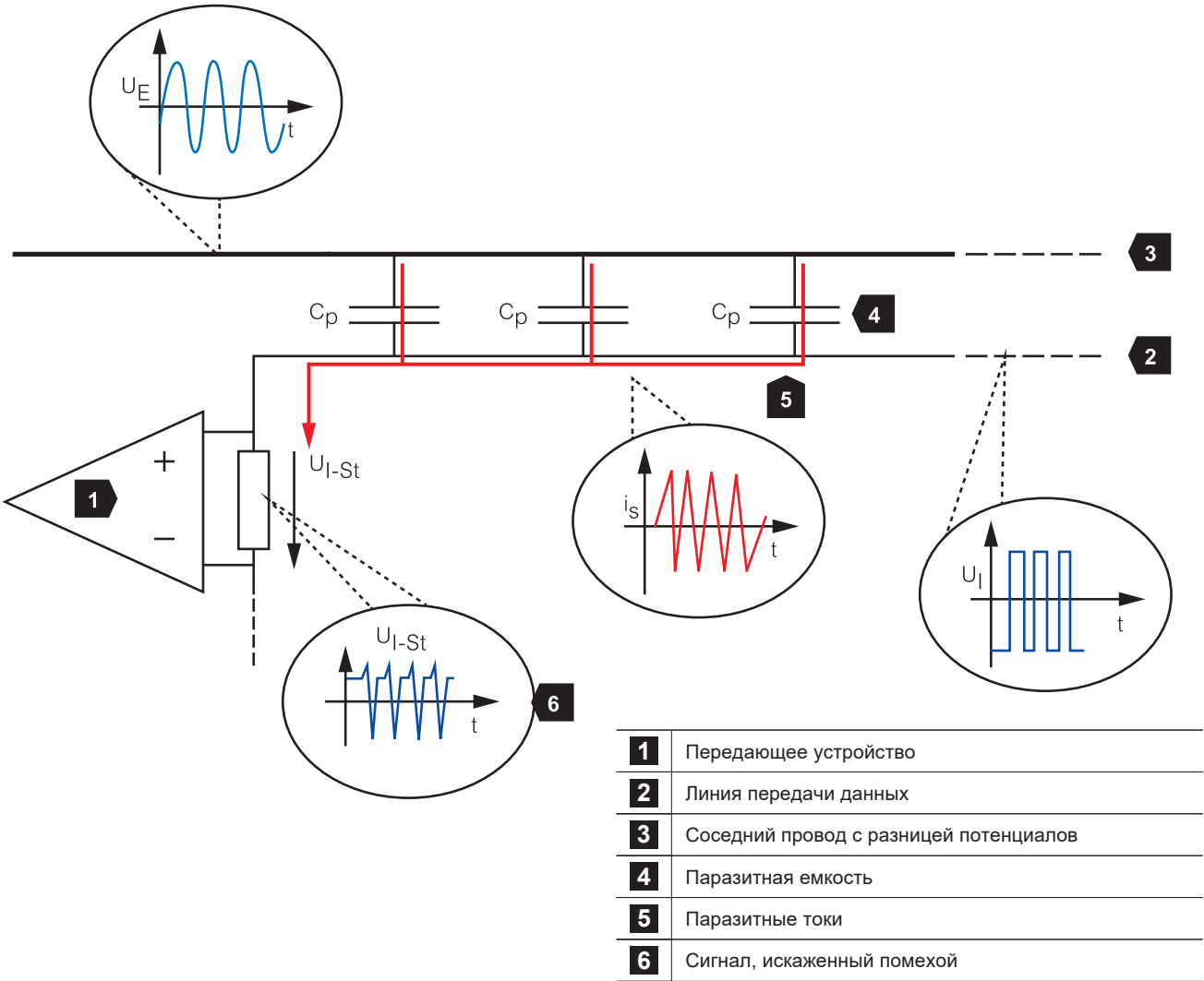


Рис. 3.46: Воздействие емкостного ввода на передающее устройство

Неподключенный экран не защищает систему от влияния помех, таких как

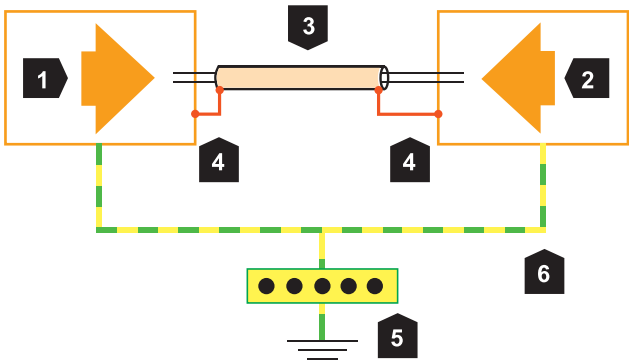
- перекрестные помехи
- индуктивная связь
- емкостная связь

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 полосы сигнала.

Линия передачи данных с экраном

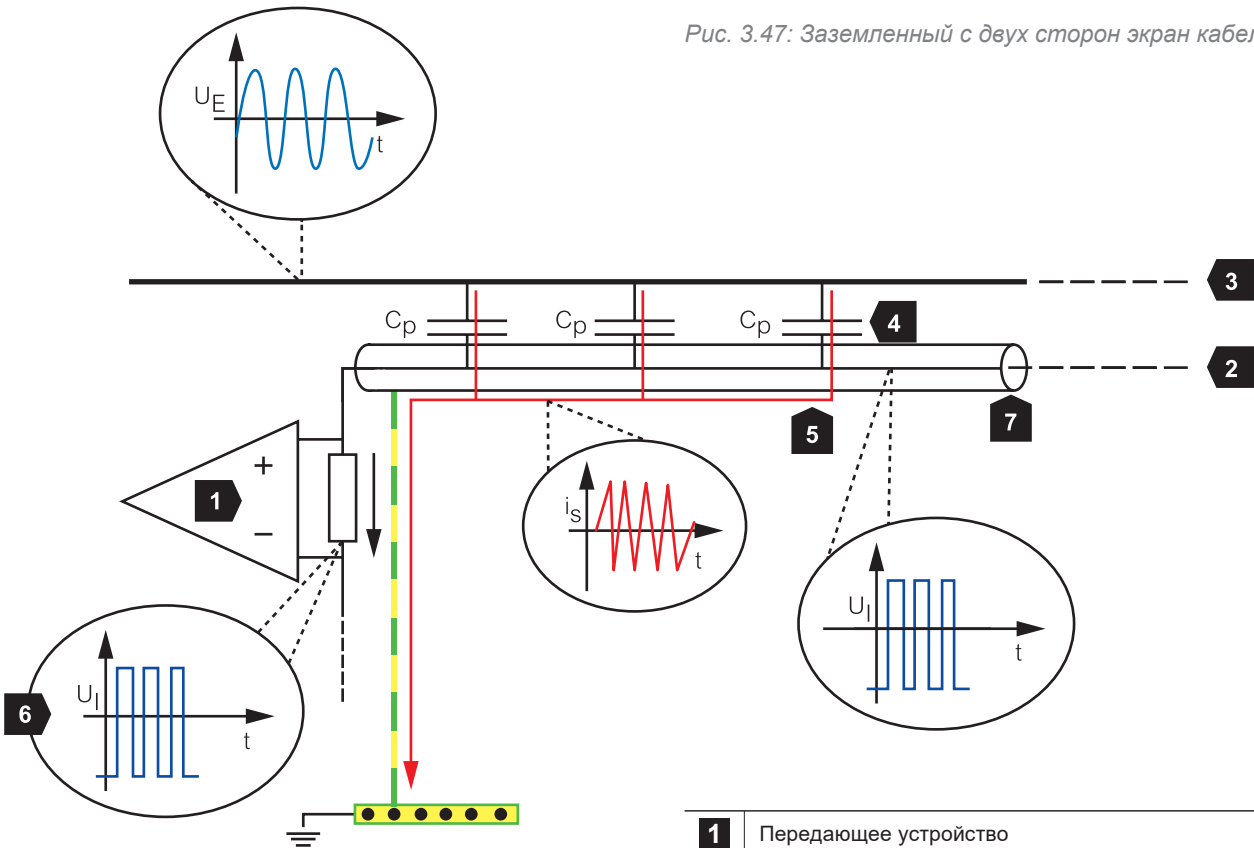
Во время прокладки провода необходимо следить за тем, чтобы соединение экрана было непрерывным и заземленным на обоих концах. Заземленный только с одной стороны экран провода может защищать только от емкостных вводов. Экраны с двухсторонним заземлением защищают также и от индуктивных наводок.

За счет такого заземления кабель экранирован от емкостных и индуктивных вводов. В зависимости от приведенного сопротивления кабеля и поперечного сечения экрана экран способен выдержать прохождение тока 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	Сигнал, свободный от помех
7	Экран для отвода паразитных токов

Рис. 3.48: Емкостный ввод помехи 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. 3.47)

Однако в экране могут протекать уравнительные токи. Это происходит, если сопротивление заземления различных систем заземления неодинаково, из-за чего возникает разность потенциалов. За счет соединения обеих систем посредством экрана уравнительные токи протекают под действием разницы потенциалов. Если разность потенциалов больше, то текут более сильные уравнительные 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.

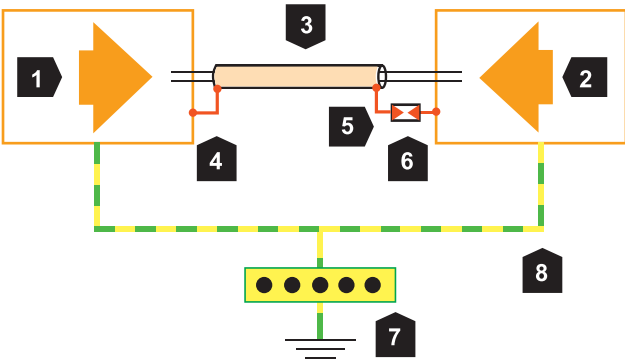
Линия передачи данных (телекоммуникационная линия) с односторонним непрямым заземлением

В качестве меры по предотвращению уравнительных 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 уравнительных токов в силу высокого полного электрического сопротивления на одной стороне.

В случае воздействия молнии на экран газовый разрядник срабатывает. Поскольку другой конец является низкоомным или напрямую подключен к уравниванию потенциалов, ток молнии и перенапряжение могут отводиться на обеих сторонах. Таким образом, экран не будет испытывать полной односторонней нагрузки по току.

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.



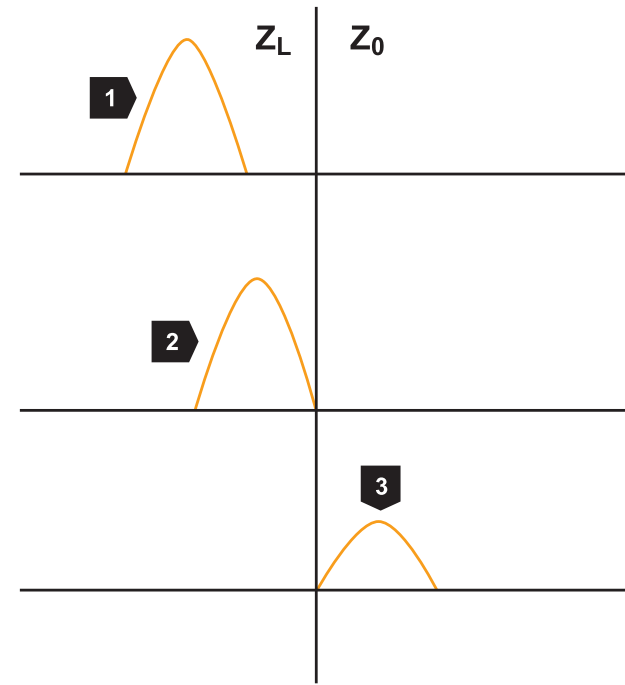
1	Устройство 1
2	Устройство 2
3	Линия передачи данных (телекоммуникационная линия)
4	Напрямую подключенный экран
5	Не напрямую подключенный экран
6	Газовый разрядник
7	Шина уравнивания потенциалов
8	Заземляющий проводник

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:

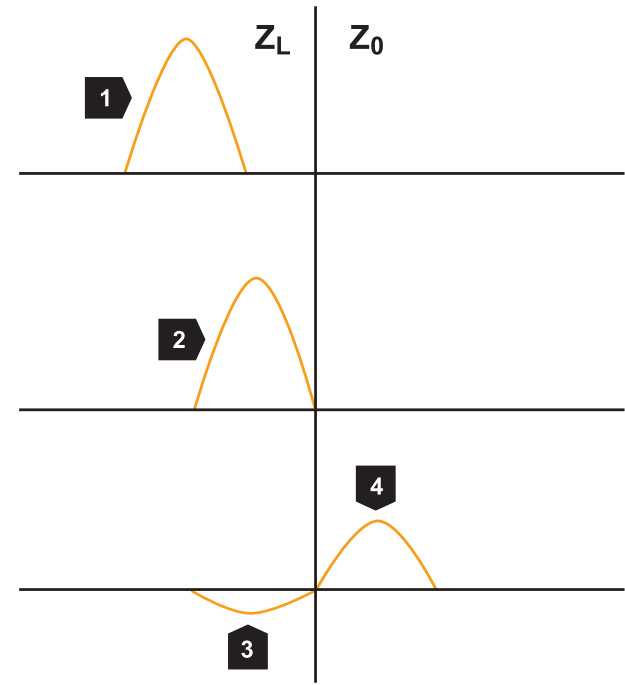
Вносимое затухание (insertion loss) (Рис. 3.50)
Вносимое затухание описывает затухание системы от входа до выхода. Оно отображает передаточную функцию системы, в нем можно снова найти точку 3 дБ.



1	Набегающая 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	Набегающая 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)

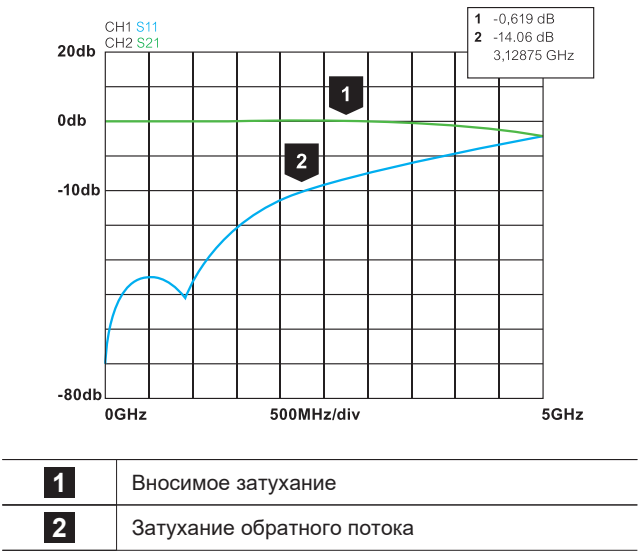


Рис. 3.52: Диаграмма: Вносимое затухание и затухание обратного потока, изображенные посредством сетевого анализатора.

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 информационной 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 приводят к затуханию 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.

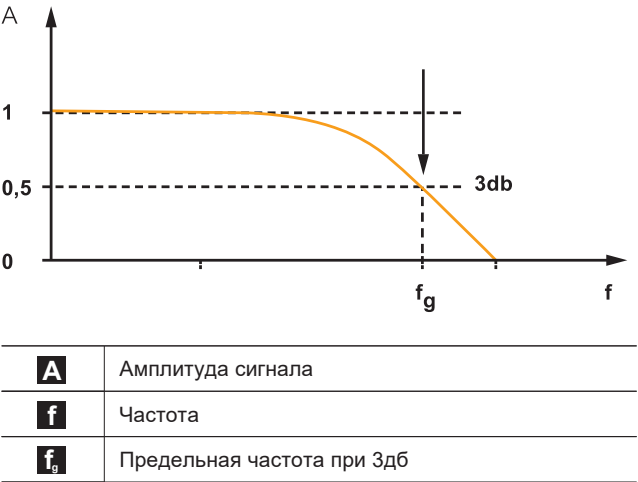


Рис. 3.53: Предельная частота f_n

Перекрыстные 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 перекрыстные 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 перекрыстных помех на ближнем конце NEXT, которые путь передачи не должен превышать. Приведенные диаграммы показывают характеристику передачи кабелей высокого и низкого качества.

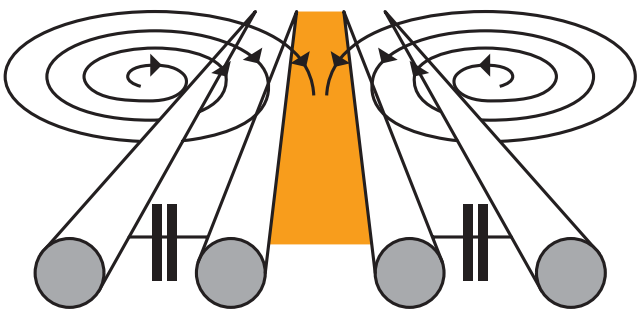
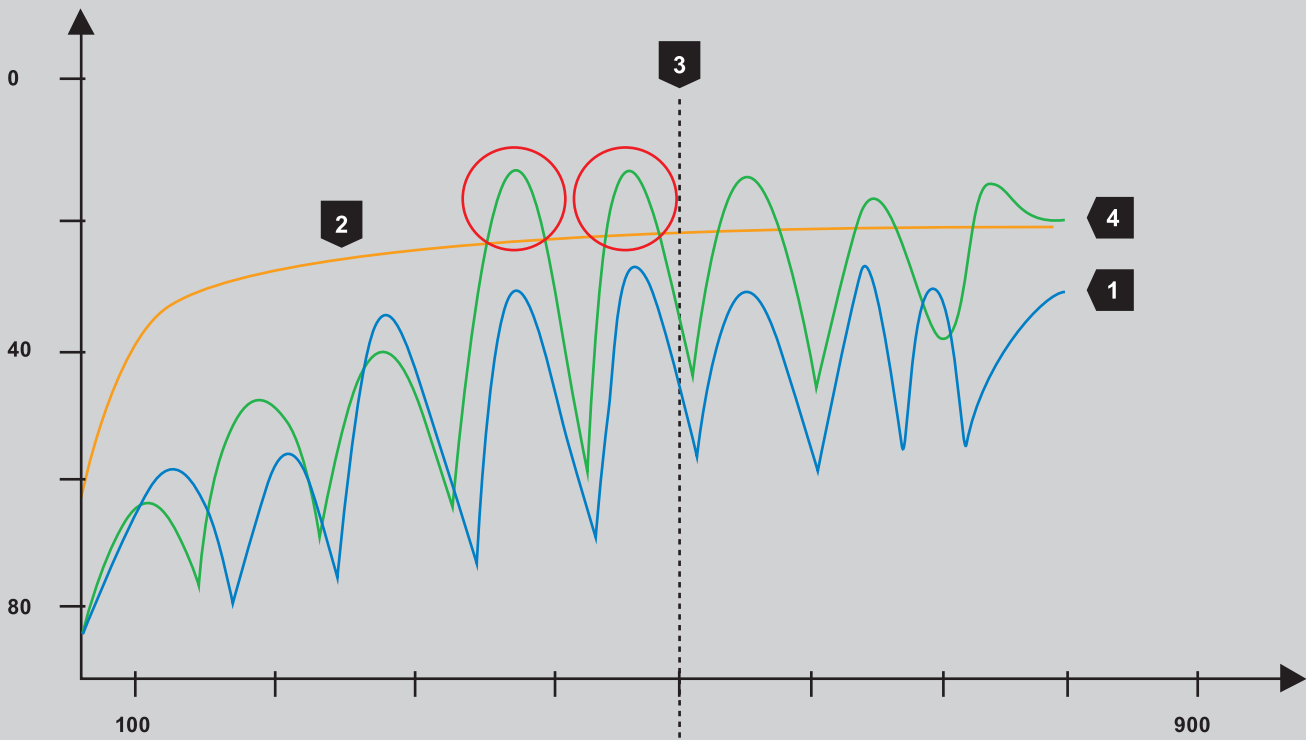


Рис. 3.54: Перекрыстные помехи витых пар



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

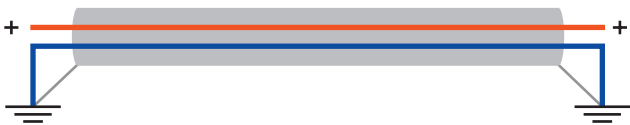


Рис. 3.53 Асимметричный провод



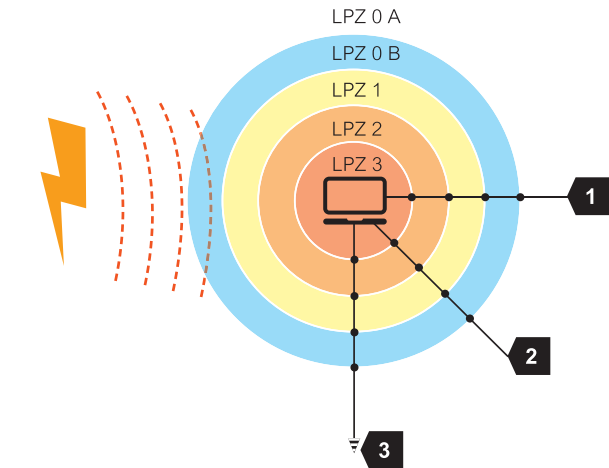
1	Оболочка кабеля
2	Изоляция жилы А
3	Изоляция жилы В
4	Проводник жилы А/В

Рис. 3.57: Симметричный провод

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 электропитания
2	Линия передачи данных
3	Уравнивание потенциалов

Рис. 3.58: Прохождение кабелей через все зоны молниезащиты

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 по крайней мере к координации с импульсной стойкостью соответствующих устройств. При этом, как линии электропитания, так и 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.



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



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



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.

Комбизащита (Рис. 3.60)

В устройствах с комбизащитой происходит ограничение переходных напряжений посредством газового разрядника или диодов с двойной проводимостью, которые подключены через резисторы. Они соответствуют классам 1, 2 и 3 или категориям D1 и C2 стандарта DIN EN 61643-21. Устройства могут устанавливаться в качестве базовой защиты в области ввода проводов в здание или в качестве тонкой защиты прямо перед оконечным устройством. В последнем случае расстояние от этого УЗИП до защищаемого устройства не должно быть более 10 м, иначе перед устройством следует установить еще одну тонкую защиту.

Высокочувствительная защита (Рис. 3.61)

В устройствах с высокочувствительной защитой ограничение перенапряжений обеспечиваются диодами с двойной проводимостью. Отведение энергии импульсов от УЗИП к потенциалу земли производится через газовый разрядник. Координация между базовой и тонкой защитой соблюдается в том случае, когда длина линии проводов между ними - не менее 5 м. Устройства с тонкой защитой всегда должны устанавливаться непосредственно на защищаемом устройстве.

Исполнение

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

Выбор УЗИП

Чтобы правильно подобрать УЗИП для определенного применения, компания OBO Bettermann 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 самого приложения, например, при слишком высоком затухании передаваемого сигнала. Если напряжение или ток нагрузки системы превышают номинальные значения УЗИП, то оно может быть разрушено из-за перегрузки.

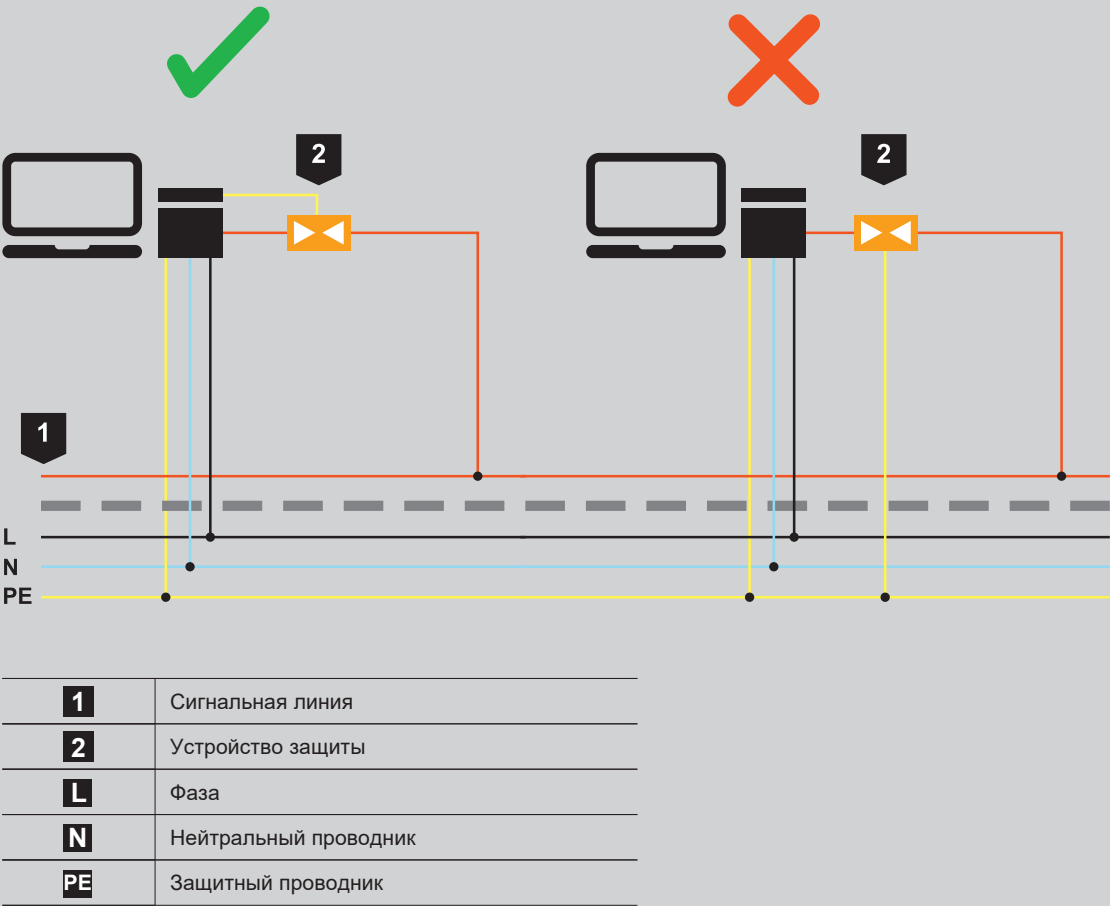


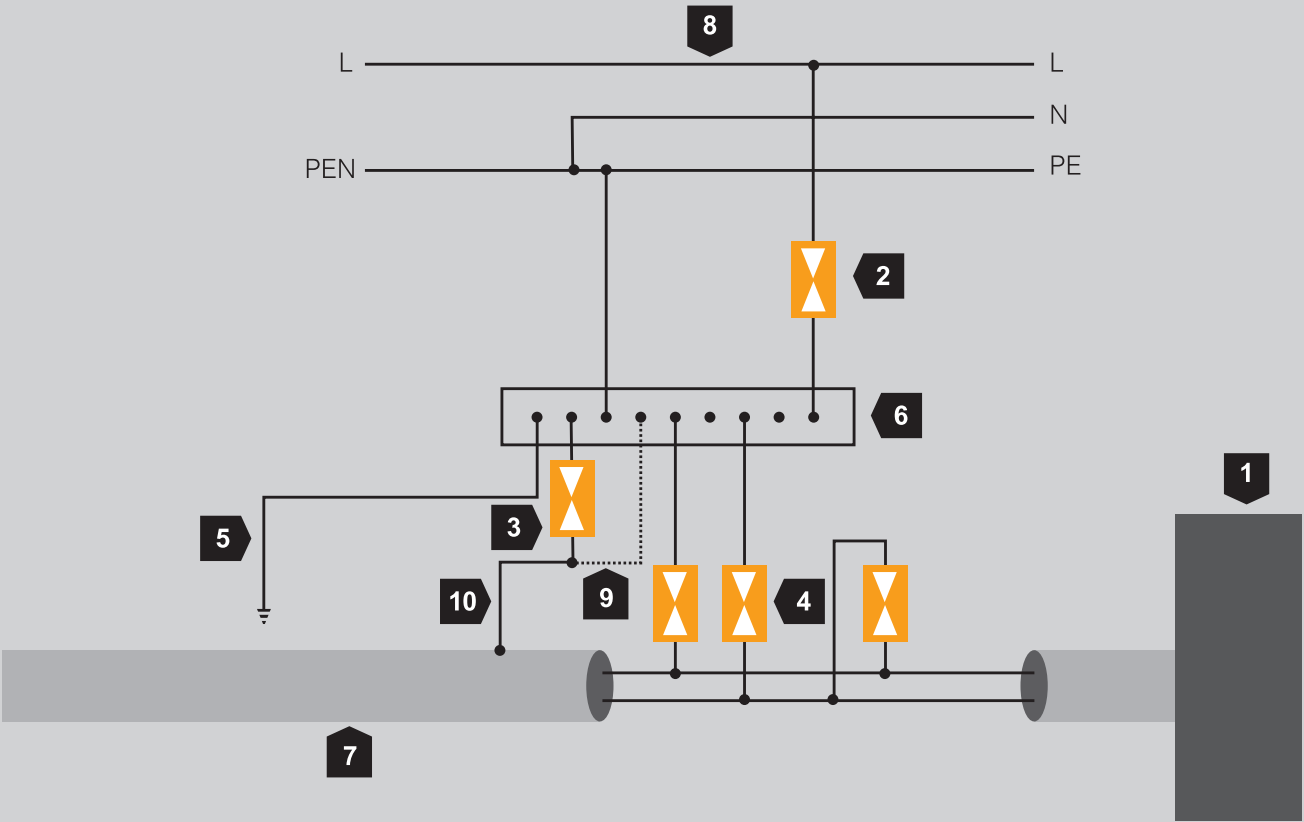
Рис 3.62: Пример установки с правильным и неправильным подключением защитного потенциала к устройству защиты

3.3.2 Установка устройств защиты телекоммуникационных линий

Если провода, соединяющие УЗИП с защищаемым устройством, имеют слишком большую длину, на них происходит падение напряжения, отрицательно влияющее на уровень защиты от импульсных напряжений. Падение напряжения на проводах складывается с падением на УЗИП, в результате чего суммарное напряжение может превысить импульсную стойкость защищаемого оборудования.

3.3.2.1 Уравнивание потенциалов для телекоммуникационных сетей

Телекоммуникационные системы отличаются от силовых цепей 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 соединение обоих концов экрана с системой уравнивания потенциалов имеет низкое сопротивление с обеих сторон.



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

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

Рис. 3.63 Уравнивание потенциалов телекоммуникационных линий

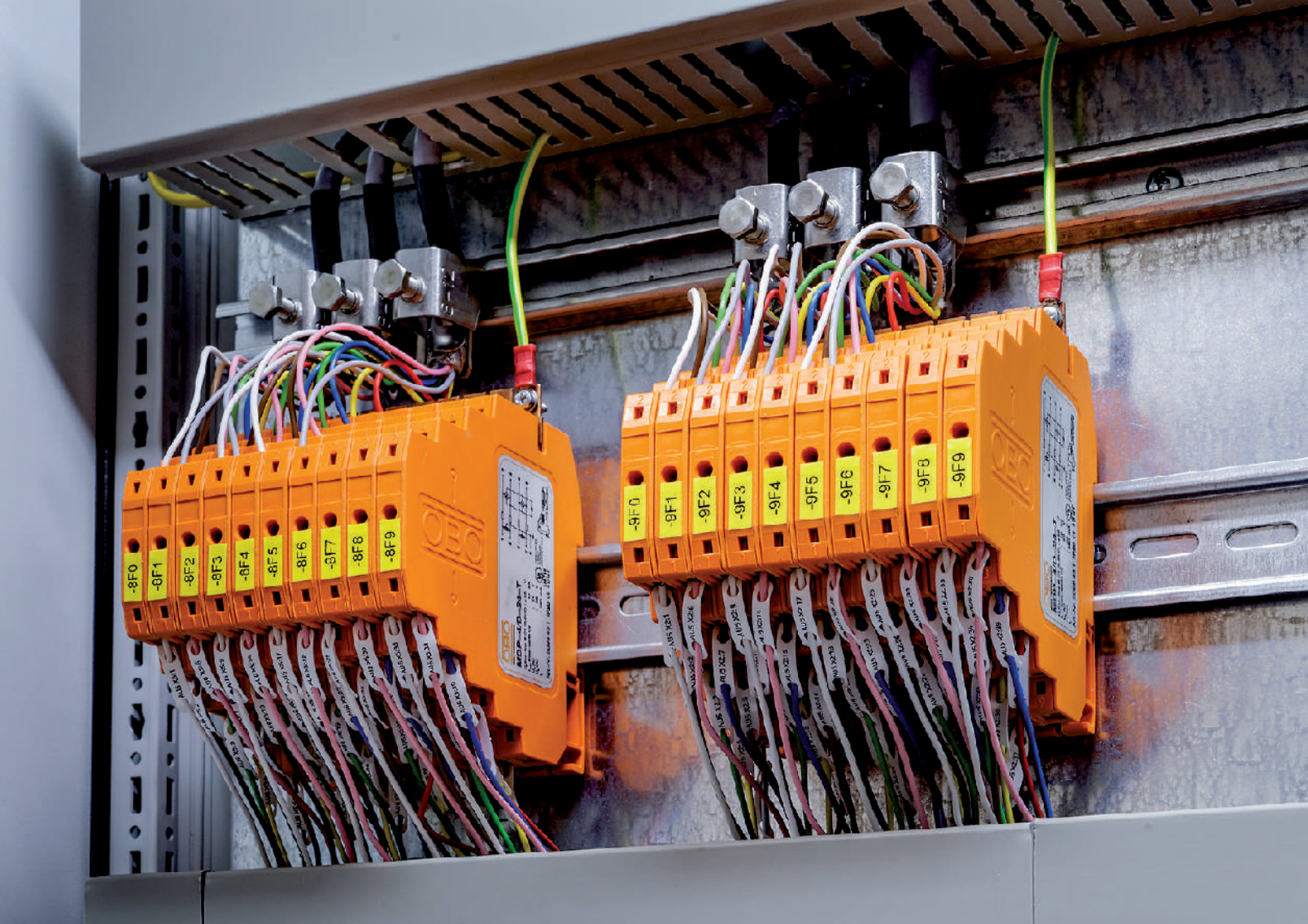


Рис. 3.64 Монтаж молниезащитных барьеров типа MDP в шкафу управления

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 связями.

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.

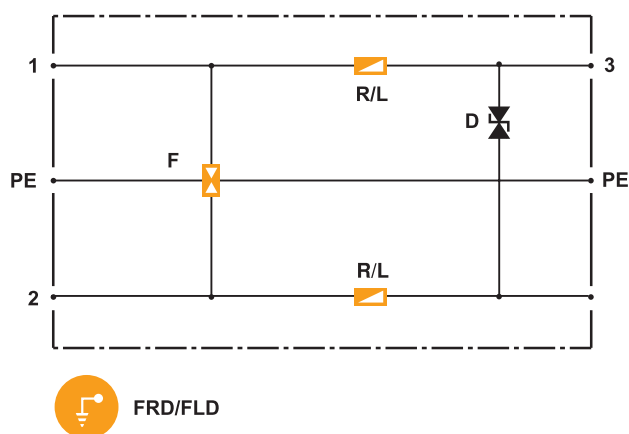


Рис. 3.65: Схема молниезащитного барьера FRD/FLD

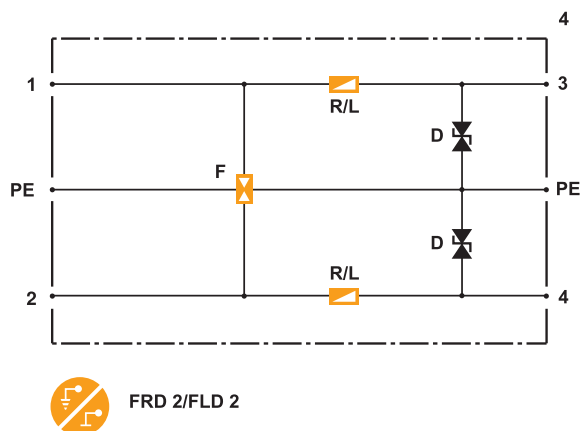


Рис. 3.66: Схема молниезащитного барьера FRD2/FLD2

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.

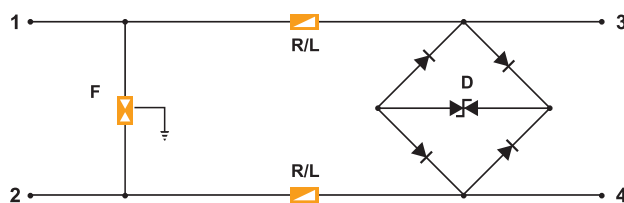


Рис. 3.67: Схема базовой защиты в измерительной цепи

Применение молниезащитных барьеров в измерительных цепях (Рис. 3.67)

При использовании молниезащитных барьеров в измерительных цепях необходимо проверить, является ли допустимым внесение дополнительного сопротивления в цепь. При использовании барьеров серии FRD и FRD2 в измерительных цепях может возникнуть повышенное сопротивление, обусловленное резисторами развязки. Это может стать причиной ошибок в измерениях с применением токовой петли. Поэтому в таких цепях следует использовать молниезащитные барьеры FLD/FLD2 или MDP. Кроме того, необходимо обратить внимание на максимально допустимый ток УЗИП, чтобы не были повреждены индуктивности развязки вследствие их перегрева.

При высоких передаваемых частотах измерительных сигналов, применение УЗИП с индуктивностями развязки может привести к затуханию 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. 3.68)

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 попадают в зону импульсного электромагнитного поля, наиболее подвержена влиянию импульсного перенапряжения или ударов 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. поз. 7 на рис. 3.68)

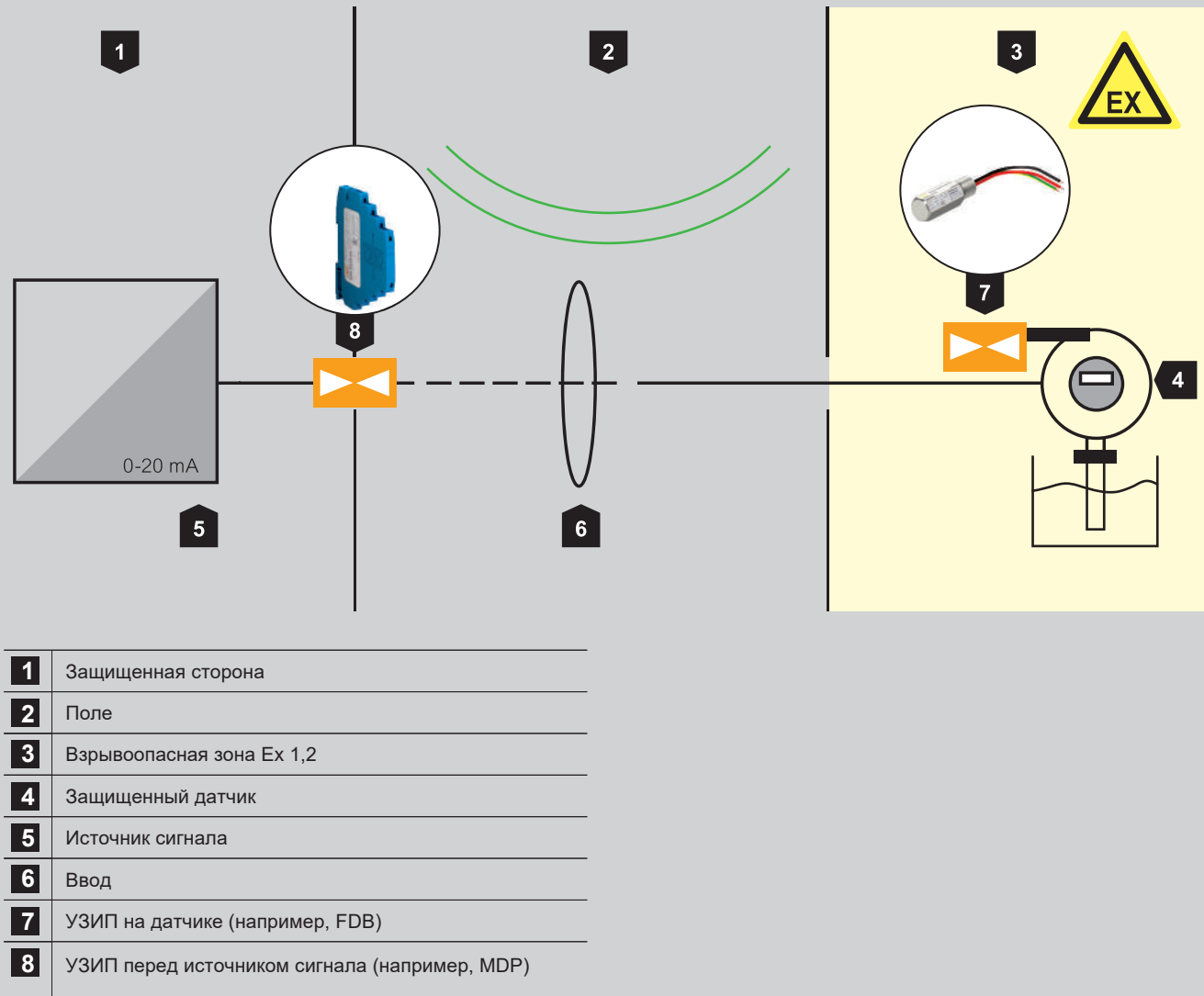


Рис. 3.68: Пример применения – Защита сигнальной линии контрольно-измерительной техники в зоне Ex

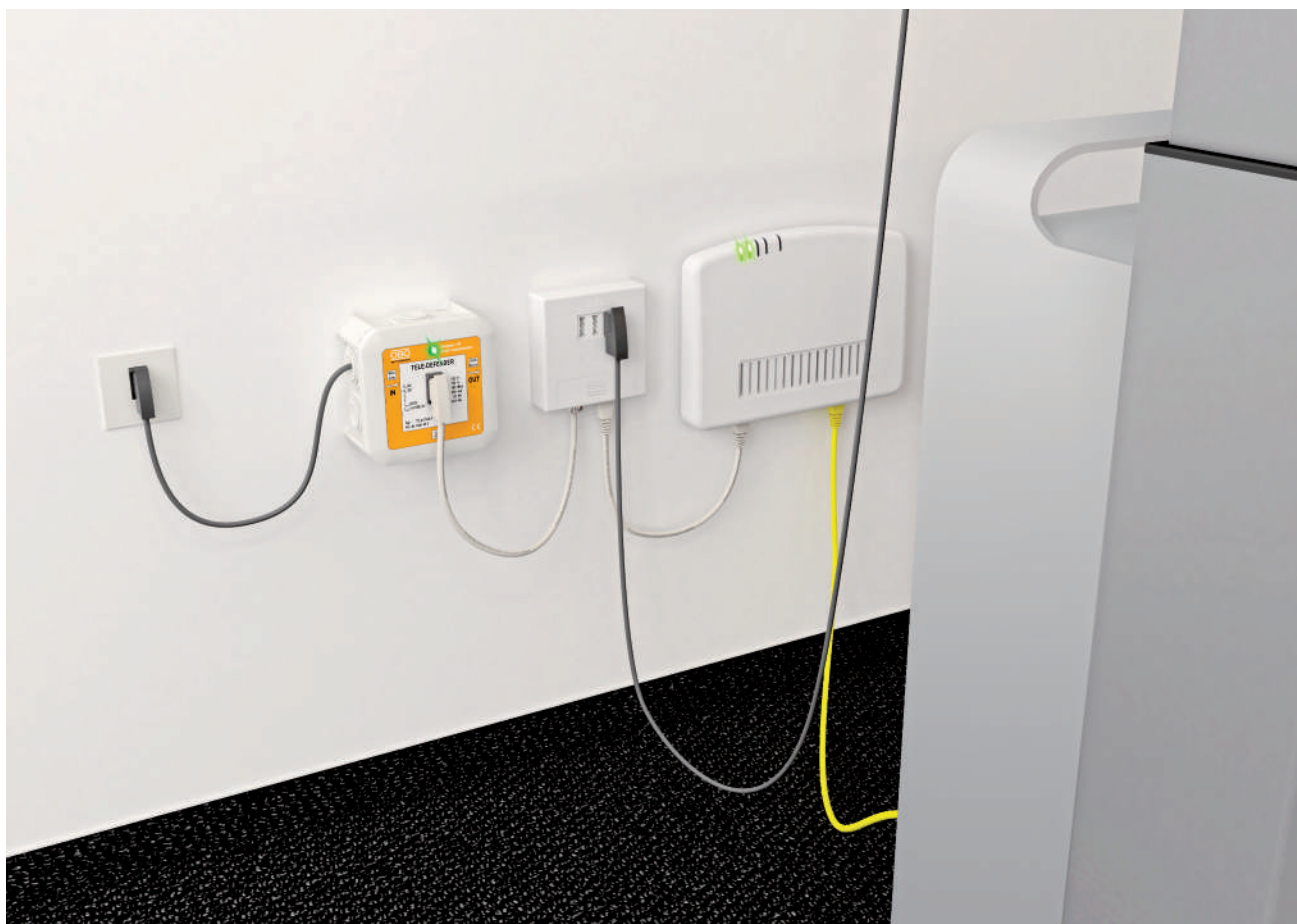


Рис. 3.69: Защита подключения ISDN + DSL при помощи TeleDefender

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.

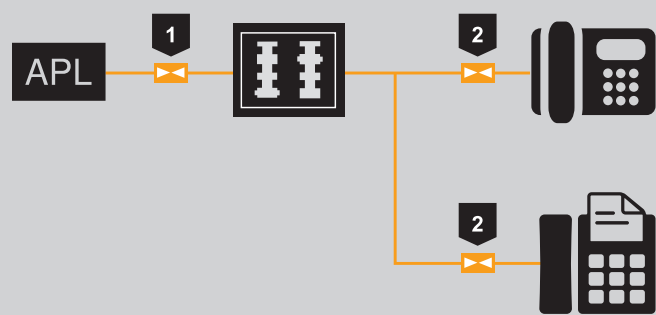
Телефонные системы

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.

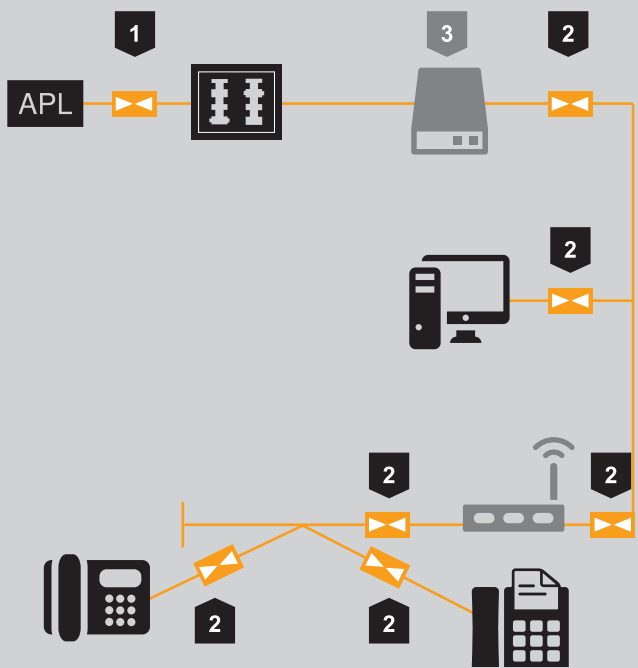
Подключение ISDN (Integrated Services Digital Network System = цифровая сеть с интеграцией услуг) В отличие от стандартного аналогового подключения сеть ISDN с помощью специальной системы шин (S0) предоставляет 2 канала, обеспечивая возможность ведения двух разговоров одновременно. Пользователь может 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	5097976 5081690
2	RJ11-TELE 4-F	5081977

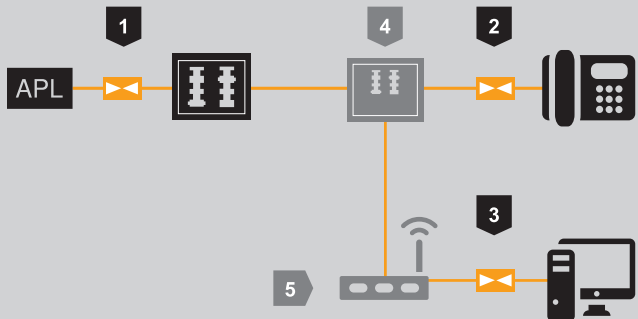
Рис. 3.70: Защита аналогового телефонного подключения

- 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	5097976 5081690
2	ND-CAT6A/EA	5081800
3	NTBA	-

Рис. 3.71: Защита подключения ISDN



	Устройство	Арт. №
1	TKS-B или TD-2D-V	5097976 5081698
2	RJ11-TELE 4-F	5081977
3	ND-CAT6A/EA	5081800
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 (NTBBA), 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, начиная со страницы 196.

Подключение DSL в комбинации с подключением ISDN

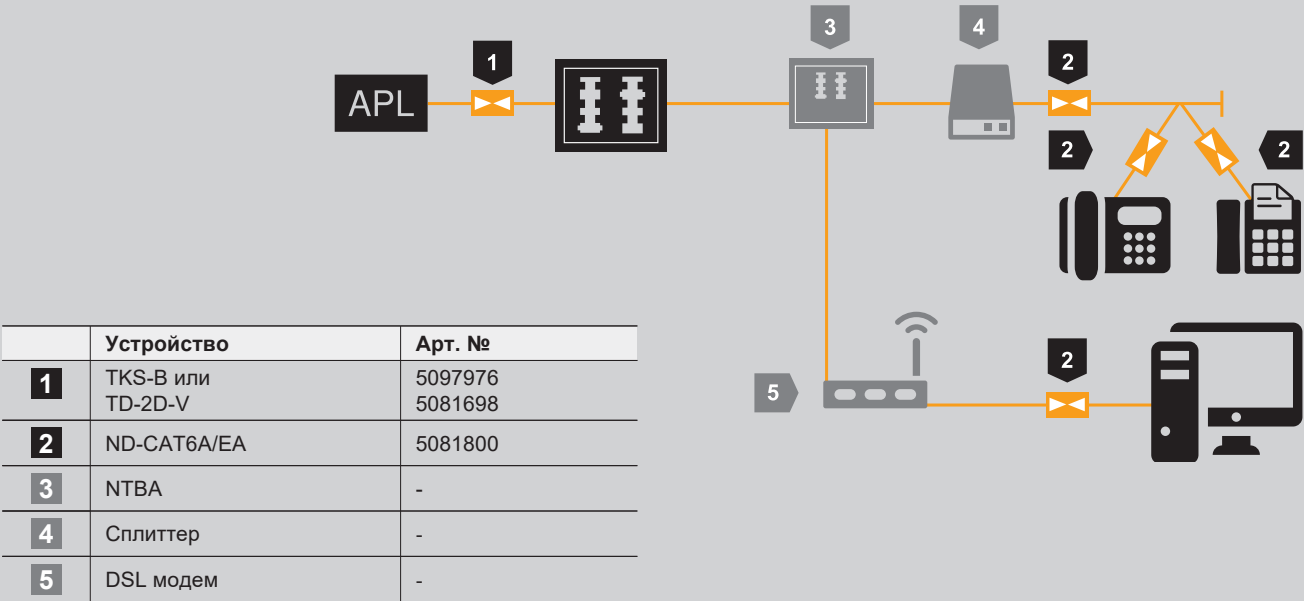


Рис. 3.73: Защита подключения ISDN + DSL посредством TeleDefender

Подключение IP

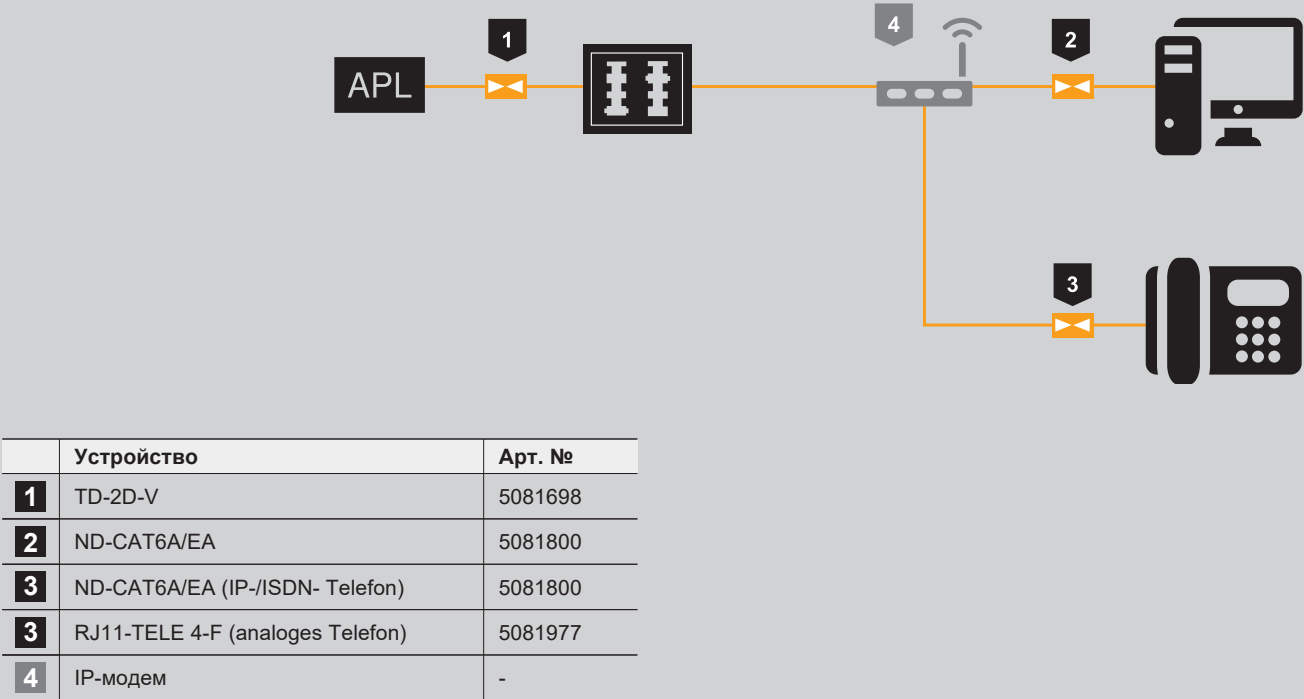


Рис. 3.74: Защита подключения IP

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.

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 / BOS

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 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.



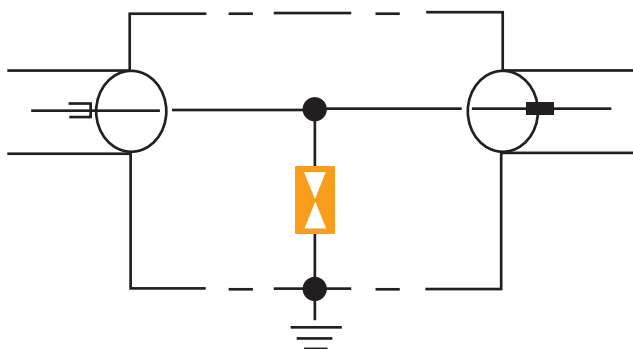


Рис. 3.75: Коаксиальное УЗИП с газовым разрядником

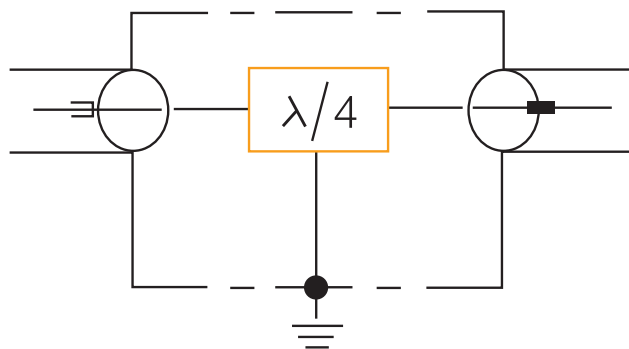


Рис. 3.76: Коаксиальное УЗИП с технологией «лямбда/4»

Эти чувствительные высокочастотные системы должны быть защищены от токов молнии и импульсных перенапряжений. В данном случае могут применяться коаксиальные разрядники импульсных перенапряжений DS от OBO Bettermann. Они характеризуются оптимальными параметрами передачи данных с низкими показателями затухания и последовательно подсоединяются к пути передачи данных. Они применимы для всех ходовых 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 0 Гц при 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.

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.

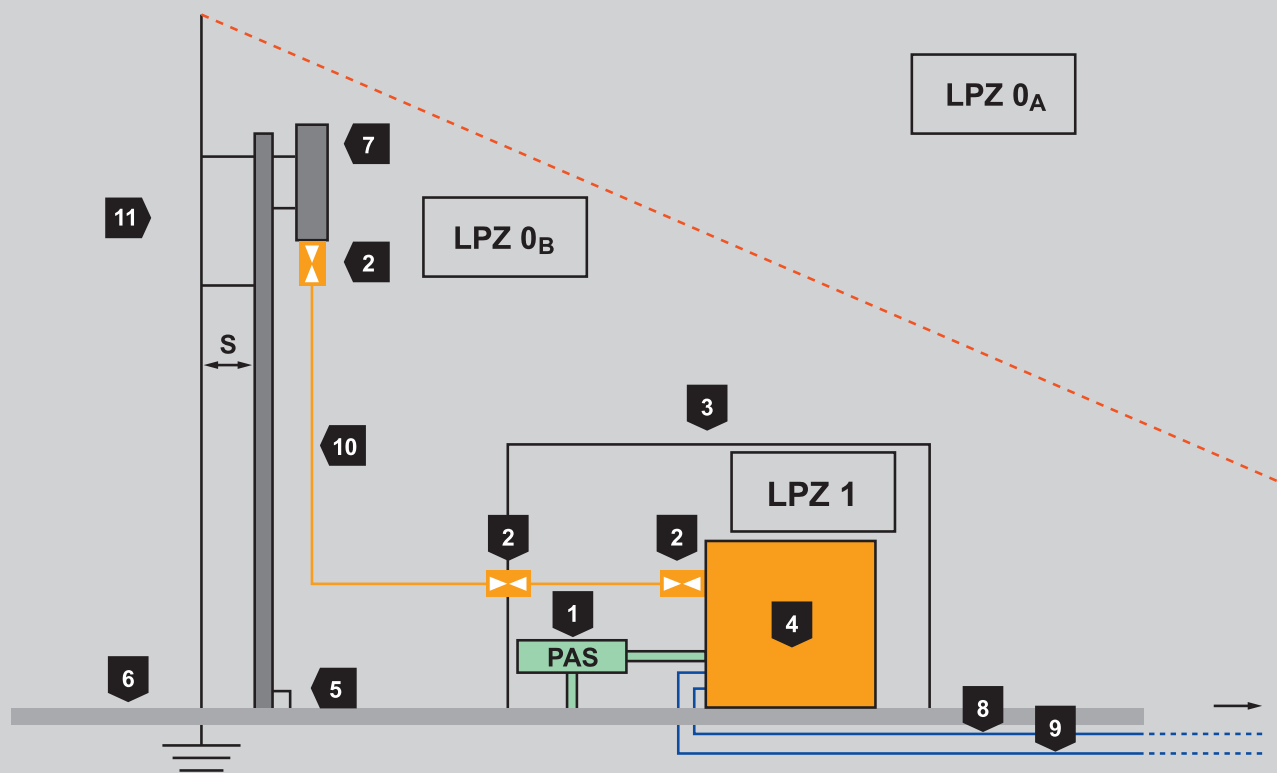
Стандарты по молниезащите антенных установок

Директивы для подключения антенны (Рис. 3.77) к системе молниезащиты описываются в различных стандартах:

- DIN EN 60728-11 VDE 0855-1:2011
- В соответствии с DIN EN 60728-11 VDE 0855-1:2011-06, Предписание по разделу 11, антенная установка не заменяет систему молниезащиты. Известно, что в результате прямого удара и индуктивного ввода происходит затекание частичных токов молнии. В случае неизолированной молниезащиты данный стандарт предписывает минимальные требования.

- IEC 62305-3 DIN VDE 0185-305-3
- 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 изображена схема реализации антенной установки:



1	Шина уравнивания потенциалов (силовая и телекоммуникационная техника)
2	Коаксиальные устройства защиты (при необходимости)
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 частичный ток молнии. (Рис. 3.78) Условием является соблюдение разделительного интервала (s). На вводе в здание линия электропитания и телекоммуникационная линия должны быть включены в уравнивание потенциалов молниезащиты. При прямом ударе в изолированный молниеприемник в результате увеличения потенциала на заземлителе, а также при наличии обособленных систем заземления в кабеле могут протекать частичные токи молнии. 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.

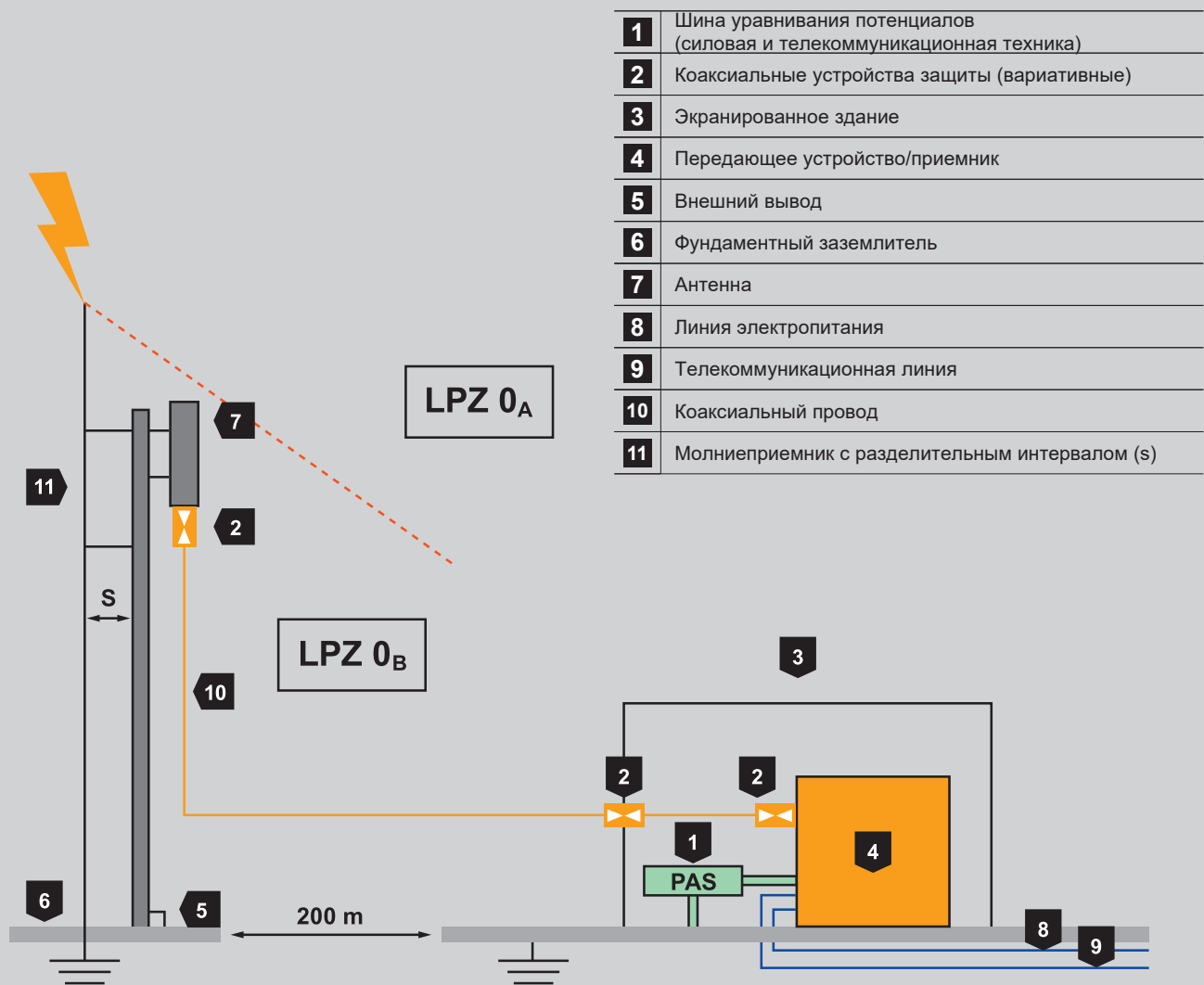
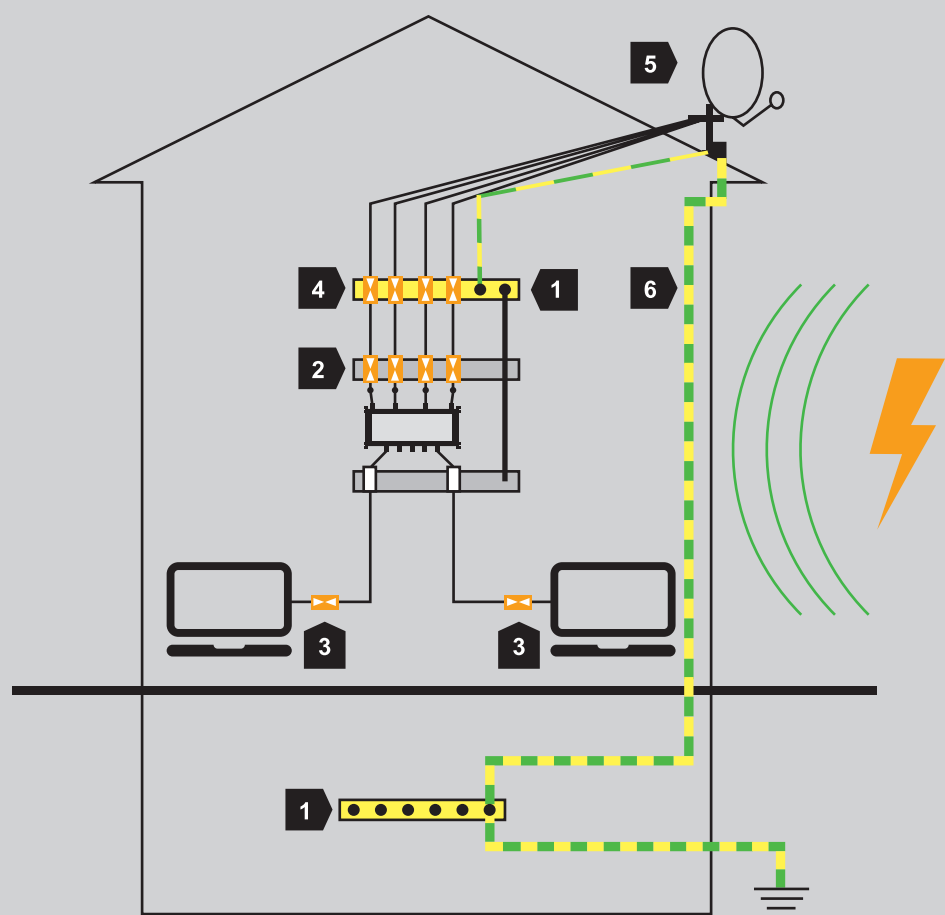


Рис. 3.78: Изолированная молниезащита на антенной установке при наличии раздельных систем заземления



	Устройство	Арт. №
1	Шина уравнивания потенциалов, например, 1801 VDE от OBO	5015650
2	Коаксиальное УЗИП, например, TV 4+1	5083400
3	Устройство высокочувствительной защиты для спутниковых и 230 В подводов, например OBO FC-SAT-D	5092816
4	Молниезащитный разрядник DS-F от OBO	5093275 / 5093272
5	Заземление антенны 4мм², медь	-
6	Заземляющий провод не менее 16мм², медь	-

Рис. 3.80: Индуктирование 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 открытого расположения спутниковой системы существует опасность прямого удара - так же, как и в молниеприемный стержень. 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 шиной заземления.

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 данными до простых оконечных 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

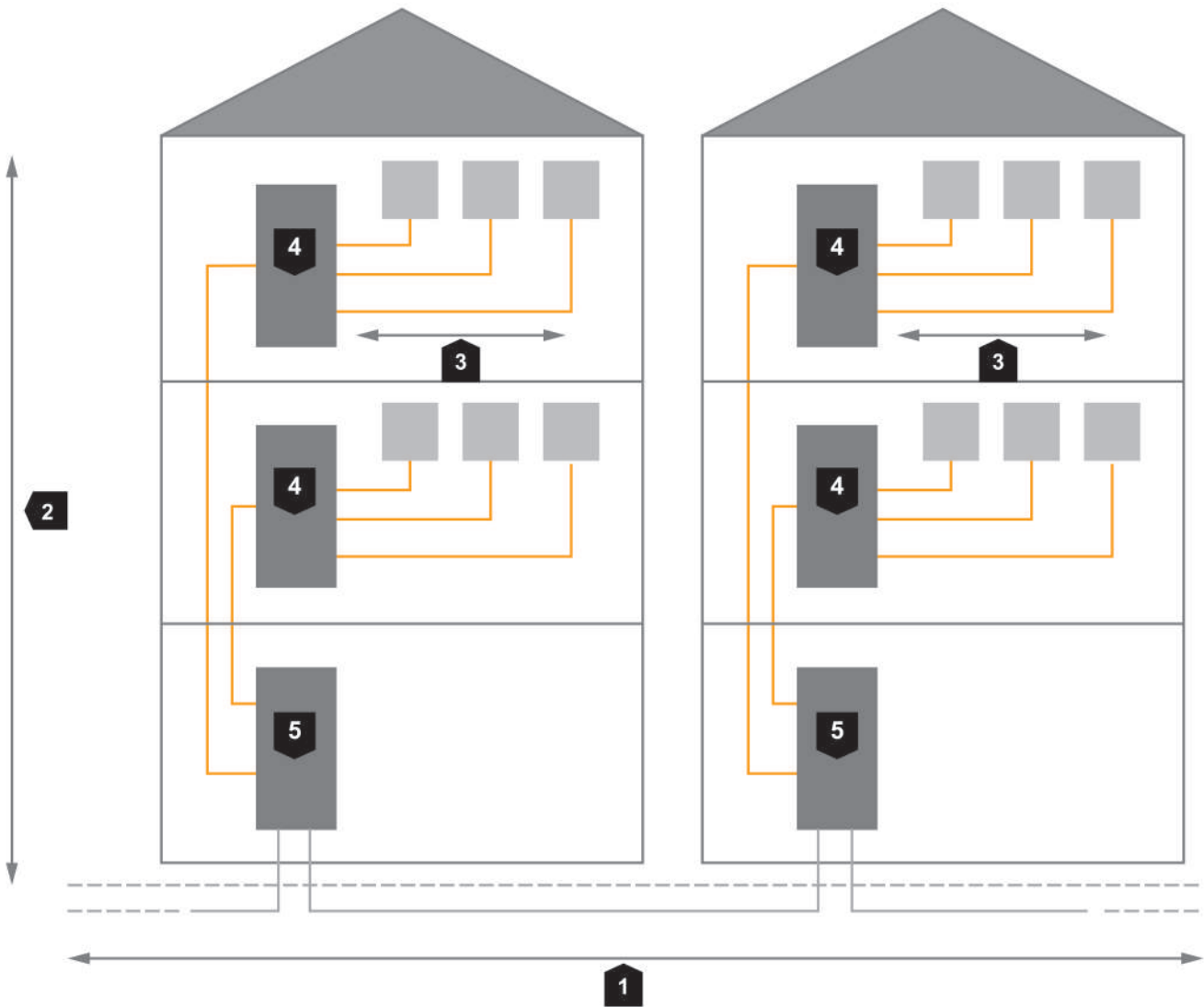
Магистральный интерфейс RS485 незначительно отличается от RS422. Разница заключается в том, что RS485 позволяет с помощью одного протокола подключить несколько отправителей и получателей (до 32 абонентов). Максимальная длина этого магистрального интерфейса при использовании витых пар составляет около 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.

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 («fiber 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, если они проложены внутри здания по его внешним стенам.

Для зданий с системой внешней молниезащиты требуется внутренняя защита от токов молнии и импульсных перенапряжений.

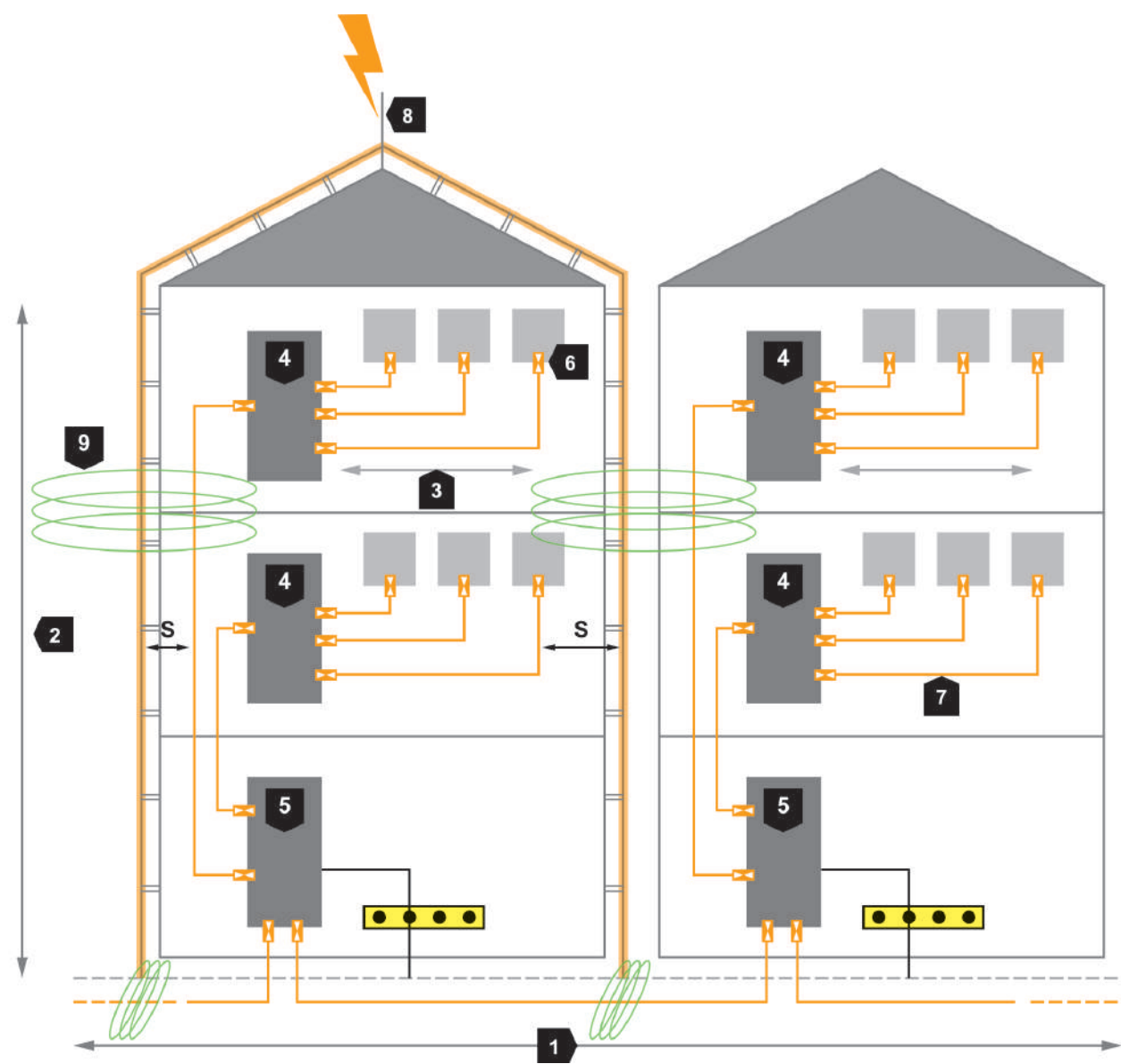


Рис. 3.82: Принципиальная схема распределения тока молнии и перенапряжений в здании со структурированной прокладкой кабельной сети

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 электропередачи 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 ОВО могут применяться для защиты сетевой инфраструктуры и оконечных устройств:



Рис. 3.82 Рекомендация по защите на оконечном устройстве.

Для обеспечения низкого уровня защиты, обеспечиваемого УЗИП, его корпус соединяется с заземленным корпусом оконечного устройства через DIN-рейку, на которой закреплен УЗИП.



Рис. 3.81 Рекомендация по защите на коммутаторе с коммутационной панелью. УЗИП заземлены через DIN-рейку, на которой они закреплены.

Таблица выбора для HF, видео и спутникового ТВ

Технология	Подключение	Защищенные жилы	Диапазон частот	Тип	Пол	Арт. №	Вид защиты
CATV	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	м/ж	5093275	Комбизащита
	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	ж/ж	5093272	Комбизащита
DCF 77	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	ж/ж	5093277	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	м/ж	5093252	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	ж/ж	5093236	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	м/м	5093260	Комбизащита
DCS 1800	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	ж/ж	5093277	Комбизащита
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	м/ж	5093996	Комбизащита
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	ж/ж	5093988	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	м/ж	5093252	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	ж/ж	5093236	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	м/м	5093260	Комбизащита
	7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	м/ж	5093171	Комбизащита
DOCSIS	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	м/ж	5093275	Комбизащита
	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	ж/ж	5093272	Комбизащита
DVB-T / наземное	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	м/ж	5093275	Комбизащита
	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	ж/ж	5093272	Комбизащита
	F	1	0,5 - 2,8 ГГц	TV4+1	ж	5083400	Высокочувствительная защита
DVB-T-2	N	1	0 - 6 ГГц	DS-N-6	м/ж	5093998	Комбизащита
Радиостанции	UHF	1	0 - 1,3 ГГц	S-UHF	м/ж	5093023	Комбизащита
	UHF	1	0 - 1,3 ГГц	S-UHF	ж/ж	5093015	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	м/ж	5093252	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	ж/ж	5093236	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	м/м	5093260	Комбизащита
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	м/ж	5093996	Комбизащита
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	ж/ж	5093988	Комбизащита
	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	ж/ж	5093277	Комбизащита
	7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	м/ж	5093171	Комбизащита
	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	м/ж	5093275	Комбизащита
	F	1	0 - 3,4 ГГц	DS-F	ж/ж	5093272	Комбизащита
	TNC	1	0 - 4 ГГц	DS-TNC	м/ж	5093270	Комбизащита
GPS	SMA	1	0 - 3,7 ГГц	DS-SMA	ж/ж	5093277	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	м/ж	5093252	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	ж/ж	5093236	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 ГГц	DS-BNC	м/м	5093260	Комбизащита
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	м/ж	5093996	Комбизащита
	N	1	0 - 3 ГГц	DS-N	ж/ж	5093988	Комбизащита
	7/16	1	0 - 3 ГГц	DS-7 16	м/ж	5093171	Комбизащита
	TNC	1	0 - 4 ГГц	DS-TNC	м/ж	5093270	Комбизащита

Таблица выбора для HF, видео и ТВ-спутника

Технология	Подключение	Защищенные жилы	Диапазон частот	Тип	Пол	Арт. №	Вид защиты
GSM 900 / 1800	SMA	1	0 - 3,7 GHz	DS-SMA	w/w	509327 7	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 GHz	DS-BNC	m/w	5093252	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 GHz	DS-BNC	w/w	5093236	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 GHz	DS-BNC	m/m	5093260	Комбизащита
	N	1	0 - 3 GHz	DS-N	m/w	5093996	Комбизащита
	N	1	0 - 3 GHz	DS-N	w/w	5093988	Комбизащита
	TNC	1	0 - 4 GHz	DS-TNC	m/w	5093270	Комбизащита
	7/16	1	0 - 3 GHz	DS-7 16	m/w	5093171	Комбизащита
LTE	SMA	1	0 - 3,7 GHz	DS-SMA	w/w	5093277	Комбизащита
	N	1	0 - 3 GHz	DS-N	m/w	5093996	Комбизащита
	N	1	0 - 3 GHz	DS-N	w/w	5093988	Комбизащита
	TNC	1	0 - 4 GHz	DS-TNC	m/w	5093270	Комбизащита
	7/16	1	0 - 3 GHz	DS-7 16	m/w	5093171	Комбизащита
PCS 1900	SMA	1	0 - 3,7 GHz	DS-SMA	w/w	5093277	Комбизащита
PCS 1901	BNC	1	0 - 2,2 GHz	DS-BNC	m/w	5093252	Комбизащита
PCS 1902	BNC	1	0 - 2,2 GHz	DS-BNC	w/w	5093236	Комбизащита
PCS 1903	BNC	1	0 - 2,2 GHz	DS-BNC	m/m	5093260	Комбизащита
PCS 1904	N	1	0 - 3 GHz	DS-N	m/w	5093996	Комбизащита
PCS 1905	N	1	0 - 3 GHz	DS-N	w/w	5093988	Комбизащита
PCS 1906	7/16	1	0 - 3 GHz	DS-7 16	m/w	5093171	Комбизащита
SAT-TV	F	1	0 - 3,4 GHz	DS-F	m/w	5093275	Комбизащита
	F	1	0 - 3,4 GHz	DS-F	w/w	5093272	Комбизащита
	F	1	0,5 - 2,8 GHz	TV4+1	w	5083400	Высокочувствительная защита
	F	3	0 - 2,5 GHz	FC-SAT-D	m/w	5092816	Высокочувствительная защита
C-Band	N	1	0 - 6 GHz	DS-N-6	m/w	5093998	Комбизащита
Sky DSL	F	1	0 - 3,4 GHz	DS-F	m/w	5093275	Комбизащита
	F	1	0 - 3,4 GHz	DS-F	w/w	5093272	Комбизащита
TETRA / BOS	SMA	1	0 - 3,7 GHz	DS-SMA	w/w	5093277	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 GHz	DS-BNC	m/w	5093252	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 GHz	DS-BNC	w/w	5093236	Комбизащита
	BNC	1	0 - 2,2 GHz	DS-BNC	m/m	5093260	Комбизащита
	N	1	0 - 3 GHz	DS-N	m/w	5093996	Комбизащита
	N	1	0 - 3 GHz	DS-N	w/w	5093988	Комбизащита
	7/16	1	0 - 3 GHz	DS-7 16	m/w	5093171	Комбизащита

Таблица выбора для информационной техники

Технология		Подключение	Защищенные жилы	Тип	Арт. №	Вид защиты
Arcnet		BNC	1	KoaxB-E2 FF-F	5082434	Высокочувствительная защита
		BNC	1	KoaxB-E2 MF-F	5082432	Высокочувствительная защита
		BNC	1	KoaxB-E2 MF-C	5082430	Комбизащита
ATM		RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081800	Высокочувствительная защита
		RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081990	Высокочувствительная защита
CCTV IP-видеокамера (без PoE)		RJ45	11	PND-2in1-C-RS	5081064	Комбизащита
CCTV IP-видеокамера (с PoE)		RJ45	8	ND-CAT6/E-F	5081802	Высокочувствительная защита
		RJ45	8	ND-CAT6/E-B	5081804	Базовая защита
Ethernet	в Класс 6A/EA	RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6A/EA	5081800	Высокочувствительная защита
	в Класс 6/E	RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6/E-F	5081802	Высокочувствительная защита
		RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6/E-B	5081804	Базовая защита
	в Класс 5/D	RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081990	Высокочувствительная защита
	10 Base 2/10 Base 5	BNC	1	KoaxB-E2 FF-F	5082434	Высокочувствительная защита
		BNC	1	KoaxB-E2 MF-F	5082432	Высокочувствительная защита
		BNC	1	KoaxB-E2 MF-C	5082430	Комбизащита
FDDI, CDDI		RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081800	Высокочувствительная защита
		RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081990	Высокочувствительная защита
Industrial Ethernet		RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081800	Высокочувствительная защита
		RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081990	Высокочувствительная защита
		Aderanschluss	20	LSA-B-MAG	5084020	Комбизащита
		Aderanschluss	2	LSA-BF-180	5084024	Комбизащита
		Aderanschluss	2	LSA-BF-24	5084028	Комбизащита
Power over Ethernet		RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6A/EA	5081800	Высокочувствительная защита
		RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6/E-F	5081802	Высокочувствительная защита
		RJ45 (PoE)	8	ND-CAT6/E-B	5081804	Базовая защита

Пособие по выбору. Технологии передачи данных

Технология	Разъем	Защи- щено жил	Тип	Арт. №	Степень защиты
Token Ring	RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081800	Тонкая
	RJ45	8	RJ45 S-ATM 8-F	5081990	Тонкая
	BNC	1	KoaxB-E2 FF-F	5082434	Тонкая
	BNC	1	KoaxB-E2 MF-F	5082432	Тонкая
	BNC	1	KoaxB-E2 MF-C	5082430	Комбинированная
RS232, V24	Гнездо	2	MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	Гнездо	4	MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Гнездо	2	FDB-2 24-M	5098380	Комбинированная
	Гнездо	2	FDB-2 24-N	5098390	Комбинированная
	Гнездо	2	FRD 24 HF	5098575	Тонкая
	Гнездо	4	MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
	Гнездо	4	MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Гнездо	4	ASP-V24T 4	5083060	Тонкая
	Штеккер	9	SD09-V24 9	5080053	Тонкая
	Штеккер	15	SD15-V24 15	5080150	Тонкая
VG Any LAN	RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081800	Тонкая
Voice over IP	RJ45	8	ND-CAT6A/EA	5081800	Тонкая
4-проводные информационные системы	RJ45	4	RJ45 S-E100 4-B	5081001	Базовая
	RJ45	4	RJ45 S-E100 4-C	5081003	Комбинированная
	RJ45	4	RJ45 S-E100 4-F	5081005	Тонкая
	RJ45	4	RJ45 S-E100 4-C	5081003	Комбинированная
	RJ45	4	RJ45 S-E100 4-F	5081005	Тонкая

Пособие по выбору. Телекоммуникации.

Технология	Разъем	Защищено жил	Монтаж / Примечание	Тип	Арт.-№	Степень защиты
a/b - аналог	RJ11	4	смешанный	RJ11-TELE 4-C	5081975	Комбинированная
	RJ11	4	смешанный	RJ11-TELE 4-F	5081977	Тонкая
	RJ45	4	смешанный	RJ45-TELE 4-C	5081982	Комбинированная
	RJ45	4	смешанный	RJ45-TELE 4-F	5081984	Тонкая
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TD-2/D-HS	5081694	Комбинированная
	Под клеммы	4	Настенный	TD-4/I	5081690	Комбинированная
	Под клеммы	4	Настенный	TD-4/I-TAE-F	5081692	Комбинированная
	Под клеммы	2	Настенный	TD-2D-V	5081698	Комбинированная
	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TKS-B	5097976	Базовая
	TAE/RJ11 / Штеккер	2	Гнездо	FC-TAE-D	5092824	Тонкая
ADSL	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TD-2/D-HS	5081694	Комбинированная
	Под клеммы	4	Настенный	TD-4/I	5081690	Комбинированная
	Под клеммы	4	Настенный	TD-4/I-TAE-F	5081692	Комбинированная
	Под клеммы	2	Настенный	TD-2D-V	5081698	Комбинированная
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TKS-B	5097976	Базовая
ADSL2+	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	Настенный	TD-2D-V	5081698	Комбинированная
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TKS-B	5097976	Базовая
SDSL/SHDSL	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	Настенный	TD-2D-V	5081698	Комбинированная
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TKS-B	5097976	Базовая
VDSL	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	Настенный	TD-2D-V	5081698	Комбинированная
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TKS-B	5097976	Базовая

Пособие по выбору. Телекоммуникации.

Технология	Разъем	Защищено жил	Монтаж / Примечание	Тип	Арт. №	Степень защиты
VDSL2	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	Настенный	TD-2D-V	5081698	Комбинированная
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TKS-B	5097976	Базовая
ISDN – Базовое соединение (U _{ko})	Под клеммы	2	DIN-рейка	TD-2/D-HS	5081694	Комбинированная
	Под клеммы	4	Настенный	TD-4/I	5081690	Комбинированная
	Под клеммы	4	Настенный	TD-4/I-TAE-F	5081692	Комбинированная
	Под клеммы	20	LSA/применимы только с LSA-A-LEI или LSA-T-LEI	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA/применимы только с LSA-A-LEI или LSA-T-LEI	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TKS-B	5097976	Базовая
	RJ11	4	смешанный	RJ11-TELE 4-C	5081975	Комбинированная
	RJ11	4	смешанный	RJ11-TELE 4-F	5081977	Тонкая
	RJ45	4	смешанный	RJ45-TELE 4-C	5081982	Комбинированная
	RJ45	4	смешанный	RJ45-TELE 4-F	5081984	Тонкая
ISDN – Базовое соединение (S _o)	RJ45	8	смешанный	ND-CAT6A/EA	5081800	Тонкая
	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-24	5084028	Комбинированная
	RJ11/Штеккер	4	Розетка	FC-ISDN-D	5092812	Тонкая
ISDN – Первичное мультимплексное присоединение (S _{2m} /U _{2m})	RJ11	4	смешанный	RJ11-TELE 4-C	5081975	Комбинированная
	RJ11	4	смешанный	RJ11-TELE 4-F	5081977	Тонкая
	RJ45	4	смешанный	RJ45-TELE 4-C	5081982	Комбинированная
	RJ45	4	смешанный	RJ45-TELE 4-F	5081984	Тонкая
	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
Datex-P	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка	MDP-4 D-24-T-10	5098433	Комбинированная
G.703/G.704	RJ45	8	смешанный	RJ45 S-ATM 8-F	5081990	Тонкая
	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-24	5084028	Комбинированная
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TKS-B	5097976	Базовая
	Под клеммы	2	DIN-рейка	TD-2/D-HS	5081694	Комбинированная
	Под клеммы	4	Настенный	TD-4/I	5081690	Комбинированная
	Под клеммы	4	Настенный	TD-4/I-TAE-F	5081692	Комбинированная

Пособие по выбору. Телекоммуникации

Технология	Разъем	Защищено жил	Монтаж / Примечание	Тип	Арт.-№	Степень защиты
Е1	RJ45	8	diverse	RJ45 S-ATM 8-F	5081990	Тонкая
	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-24	5084028	Комбинированная
Различные телекоммуникационные устройства	Под клеммы	20	LSA	LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-180	5084024	Комбинированная
	Под клеммы	2	LSA	LSA-BF-24	5084028	Комбинированная
	Под клеммы	2	Hutschiene	TKS-B	5097976	Базовая
	Под клеммы	2	Hutschiene	TD-2/D-HS	5081694	Комбинированная
	Под клеммы	4	Wandmontage	TD-4/I	5081690	Комбинированная
	Под клеммы	4	Wandmontage	TD-4/I-TAE-F	5081692	Комбинированная
	RJ11	4	diverse	RJ11-TELE 4-C	5081975	Комбинированная
	RJ11	4	diverse	RJ11-TELE 4-F	5081977	Тонкая
	RJ45	4	diverse	RJ45-TELE 4-C	5081982	Комбинированная
	RJ45	4	diverse	RJ45-TELE 4-F	5081984	Тонкая
	RJ45	8	diverse	RJ45 S-ATM 8-F	5081990	Тонкая
	RJ45	8	diverse	ND-CAT6A/EA	5081800	Тонкая
	RJ11/Штеккер	4	Розетка	FC-RJ-D	5092828	Тонкая

Пособие по выбору. Системы КИПиА.

Интерфейс	Разъем	Защи- щено жил	Монтаж		FS**	Тип	Арт.-№	Степень защиты
RS232, V24	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка			MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Под клеммы	2	Резьба метрическая	✓		FDB-2 24-M	5098380	Тонкая
	Под клеммы	2	Резьба трубная	✓		FDB-2 24-N	5098390	Тонкая
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			FRD 24	5098514	Тонкая
	Клема	4	другой			ASP-V24T 4	5083060	Тонкая
	SUB-D-9	9	Штеккер			SD09-V24 9	5080053	Тонкая
	SUB-D-15	15	Штеккер			SD15-V24 15	5080150	Тонкая
RS422, V11	Под клеммы	2	Резьба метрическая	✓		FDB-2 24-M	5098380	Тонкая
	Под клеммы	2	Резьба трубная	✓		FDB-2 24-N	5098390	Тонкая
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			FRD 24	5098514	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка			MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
RS485	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			MDP-2 D-5-T	5098404	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-5-EX	5098432	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка			MDP-4 D-5-T	5098411	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-5-EX	5098432	Комбинированная
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			FRD 5 HF	5098571	Комбинированная
	SUB-D-9	9	Штеккер			SD-09-V11 9	5080061	Тонкая
Двухполюсные симметричные	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Под клеммы	2	Резьба метрическая			FDB-2 24-M	5098380	Комбинированная
	Под клеммы	2	Резьба трубная			FDB-2 24-N	5098390	Комбинированная
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			FRD 5 HF	5098571	Комбинированная
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			FRD 5	5098492	Комбинированная
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			FLD 5	5098600	Комбинированная
Двухполюсные с общим опорным потенциалом	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			FRD 2-24	5098727	Комбинированная
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			FLD 2-24	5098816	Комбинированная

**Дистанционная сигнализация

Пособие по выбору. Системы КИПиА.

Интерфейс	Разъем	Защи- щено жил	Монтаж		FS**	Тип	Арт.-№	Степень защиты
(0)4-20 mA	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка			MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Под клеммы	2	Резьба метрическая	✓		FDB-2 24-M	5098380	Тонкая
	Под клеммы	2	Резьба трубная	✓		FDB-2 24-N	5098390	Тонкая
	Под клеммы	2	LSA			LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Под клеммы	2	LSA			LSA-BF-24	5084028	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FLD 24	5098611	Тонкая
0-10 V	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Под клеммы	2	Резьба метрическая	✓		FDB-2 24-M	5098380	Тонкая
	Под клеммы	2	Резьба трубная	✓		FDB-2 24-N	5098390	Тонкая
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			FLD 24	5098611	Комбинированная
Различные цепи постоянного тока	Без связи с землей	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 5	5098600	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 12	5098603	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 24	5098611	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 48	5098630	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 60	5098638	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 110	5098646	Комбинированная
	Общий опорный потенциал	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 2-5	5098867	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 2-12	5098808	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 2-24	5098816	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 2-48	5098824	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FLD 2-110	5098859	Комбинированная
Различные частотно- зависимые схемы	Без связи с землей	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FRD 5 HF	5098571	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FRD 24 HF	5098575	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FRD 5	5098492	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FRD 12	5098506	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FRD 24	5098514	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FRD 48	5098522	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		FRD 110	5098557	Комбинированная

**Дистанционная сигнализация

Пособие по выбору. Системы КИПиА.

Интерфейс	Разъем	Защищено жил	Монтаж		FS*	Тип	Арт.-№	Степень защиты
Двухполюсные источники питания 5 В	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка			MDP-4 D-5-T-10	5098413	Комбинированная
Двухполюсные источники питания 12 В	Под клеммы	2	DIN-рейка			VF12-AC-DC	5097453	Тонкая
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка		✓	VF12-AC/DC-FS	5097454	Тонкая
Двухполюсные источники питания 24 В	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			VF24-AC/DC	5097607	Тонкая
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка		✓	VF24-AC/DC-FS	5097820	Тонкая
Двухполюсные источники питания 48 В	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			VF48-AC/DC	5097615	Тонкая
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка		✓	VF48-AC/DC-FS	5097822	Тонкая
Двухполюсные источники питания 60 В	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			VF60-AC/DC	5097623	Тонкая
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка		✓	VF60-AC/DC-FS	5097824	Тонкая
Двухполюсные источники питания 110 В	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			VF110-AC/DC	5097631	Тонкая
Двухполюсные источники питания 230 В	Клеммы под винт	2	DIN-рейка			VF230-AC/DC	5097650	Тонкая
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка		✓	VF230-AC-FS	5097858	Тонкая
	Клеммы под винт	2	DIN-рейка		✓ **	VF2-230-AC/DC-FS	5097939	Тонкая
PT 100	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FLD 24	5098611	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FLD 2-24	5098816	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка			MDP-4 D-24-T-10	5098433	Комбинированная
PT 1000	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FLD 24	5098611	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FLD 2-24	5098816	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка			MDP-4 D-24-T-10	5098433	Комбинированная
TTL	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 12	5098603	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	SUB-D-9	9	Штеккер			SD09-V24 9	5080053	Тонкая
	SUB-D-15	15	Штеккер			SD15-V24 15	5080150	Тонкая

*Дистанционная сигнализация **без тока учетки

Пособие по выбору. Системы BUS

Интерфейс		Разъем	Защи- щено жил	Монтаж		Тестиру- емый	FS*	Тип	Арт.-№	Степень защиты
ADVANT		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
ARCNET		RJ45	8	DIN-рейка				ND-CAT6A/EA	5081800	Тонкая
AS-I	Линии данных	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-24-T-10	5098425	Комбинированная
	Блок питания	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		VF24-AC/DC	5097607	Тонкая
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097820	Тонкая
BITBUS		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
BLN		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 24 HF	5098575	Тонкая
CANBus	Линии данных	Пружинные клеммы	3	DIN-рейка		✓		MDP-3 D-5-T	5098407	Комбинированная
	Блок питания	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		VF24-AC/DC	5097607	Тонкая
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097820	Тонкая
CAN open	Линии данных	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
	Блок питания	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		VF24-AC/DC	5097607	Тонкая
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097820	Тонкая
C-BUS		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 24 HF	5098575	Комбинированная
CC-Link	Линии данных	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4-D-24-T	5098431	Комбинированная
	Блок питания	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		VF24-AC/DC	5097607	Тонкая
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097820	Тонкая
Data Highway Plus		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
Device Net	Линии данных	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
	Блок питания	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		VF24-AC/DC	5097607	Тонкая
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097820	Тонкая
Dupline		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-24-T	5098422	Kombischutz
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 24 HF	5098575	Комбинированная
E-BUS		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-48-T	5098442	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 48	5098522	Тонкая
EIB		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-24-T-10	5098425	Комбинированная
		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T-10	5098433	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				TKS-B	5097976	Базовая
ET 200		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 5	5098492	Тонкая
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-5-T	5098404	Комбинированная
		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
FIPIO/FIPWAY		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-5-T	5098411	Комбинированная
Foundation Fieldbus		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-48-T	5098450	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка	✓	✓		MDP-4 D-48-EX	5098452	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	Резьба метрическая	✓			FDB-2 24-M	5098380	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	Резьба трубная	✓			FDB-2 24-N	5098390	Комбинированная
FSK		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 5	5098492	Тонкая
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		+		MDP-2 D-5-T	5098404	Комбинированная
Genius		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		+		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная

*Дистанционная сигнализация

Пособие по выбору. Системы BUS

Интерфейс	Разъем	Защи- щено жил	Монтаж		Тестиру- емый	Тип	Арт.-№	Степень защиты
HART	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 24	5098514	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓	MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка	✓		MDP-4 D-24-EX	5098432	Комбинированная
	Под клеммы	4	Резьба метрическая	✓		FDB-2 24-M	5098380	Тонкая
	Пружинные клеммы	4	Резьба трубная	✓		FDB-2 24-N	5098390	Тонкая
IEC-BUS	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓	MDP-4 D-5-T	5098411	Комбинированная
Interbus Inline (I/O)s	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓	MDP-4 D-24-T	5098422	Комбинированная
Interbus Loop	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-4 D-24-T-10	5098433	Комбинированная
KNX	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			TKS-B	5097976	Базовая
LON	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 48	5098522	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-2 D-48-T	5098442	Комбинированная
LRE	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 5	5098492	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-2 D-5-T	5098404	Комбинированная
LUXMATE	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка			MDP-4 D-5-T	5098411	Комбинированная
M-BUS	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 24	5098514	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
Melsec Net 2	BNC	1	другой			DS-BNC m/w	5093252	Базовая
Melsec Net 3	BNC	1	другой			DS-BNC w/w	5093236	Базовая
Melsec Net 4	BNC	1	другой			DS-BNC w/m	5093260	Базовая
MODBUS	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓	MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
MPI Bus	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 5	5098492	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-2 D-5-T	5098404	Комбинированная
	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓	MDP-4 D-5-T	5098411	Комбинированная
N1 LAN	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 5	5098492	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-2 D-5-T	5098404	Комбинированная
	Пружинные клеммы	20	DIN-рейка			LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			LSA-BF-24	5084028	Комбинированная
N2 BUS	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 2-5	5098794	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-2 D-5-T	5098404	Комбинированная
novaNet	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 12	5098603	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная

Пособие по выбору. Системы BUS.

Интерфейс		Разъем	Защи- щено жил	Монтаж		Тестиру- емый	FS*	Тип	Арт.-№	Степень защиты
P-BUS, Блок питания Bus, панель Bus	Линии данных	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 24 HF	5098575	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	Блок питания	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		VF24-AC/DC	5097607	Тонкая
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	✓	VF24-AC/DC-FS	5097820	Тонкая
P-NET		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
Procontic CS31		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 12	5098603	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
Procontic T200		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
Profibus DP		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-5-T	5098404	Комбинированная
		Клеммы под винт	2	DIN-рейка				FRD 5 HF	5098571	Комбинированная
		SUB-D-9	9	Штеккер				SD09-V24 9	5080053	Тонкая
Profibus PA		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-2 D-48-T	5098442	Комбинированная
		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка	✓			MDP-4 D-48-EX	5098452	Комбинированная
		Под клеммы	2	Резьба метрическая	✓			FDB-2 24-M	5098380	Тонкая
		Под клеммы	2	Резьба трубная	✓			FDB-2 24-N	5098390	Тонкая
Profinet		Пружинные клеммы	8	DIN-рейка				ND-CAT6A/EA	5081800	Тонкая
SafetyBUS p		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
SDLC		Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
SIGMALOOP (SIGMASYS)		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 24	5098514	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
SIGMANET (SIGMASYS)		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка				FRD 24	5098514	Комбинированная
		Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
SINEC L1	SINEC L2	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓		MDP-4 D-5-T	5098411	Комбинированная

*Дистанционная сигнализация

Пособие по выбору. Системы BUS.

Интерфейс	Разъем	Защи- щено жил	Монтаж		Тестиру- емый	Тип	Арт.-№	Степень защиты
SINEC L2	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 5 HF	5098571	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-4 D-5-T	5098411	Комбинированная
	SUB-D-9	9	Штеккер			SD09-V24 9	5080053	Тонкая
SS97 SINIX	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓	MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
SUCONET	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка		✓	MDP-4 D-24-T	5098431	Комбинированная
	Магазин на 10 пар	20	LSA			LSA-B-MAG	5084020	Базовая
	Штеккер на 1 пару	2	LSA			LSA-BF-24	5084028	Тонкая
TTL	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка			FRD 24	5098514	Комбинированная
	Пружинные клеммы	2	DIN-рейка		✓	MDP-2 D-24-T	5098422	Комбинированная
	SUB-D-9	9	Штеккер			SD09-V24 9	5080053	Тонкая
	SUB-D-15	15	Штеккер			SD15-V24 15	5080150	Тонкая
U-BUS	Пружинные клеммы	4	DIN-рейка			2x TKS-B	5097976	Базовая

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 ДСТУ IEC/EN 62305:2012 проверке подлежат как молниеприемники и токоотводы, так и системы заземления и уравнивания потенциалов молниезащиты.

Помимо визуального контроля установки и ее соответствия с документацией должно также измеряться общее сопротивление системы заземления. При каждой проверке и техобслуживании в документацию должны вноситься соответствующие дополнения.

Глава 4: Проверка, техническое обслуживание и документация

4	Проверка, техническое обслуживание и документация	210
4.1	Система внешней молниезащиты	211
4.2	Система внутренней молниезащиты	214

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 ДСТУ EN 62305-3;2012., 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: Проверочный соединитель при использовании металлического фасада в качестве токоотвода.

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 общего сопротивления системы заземления;
- проверка системы заземления, сопротивления заземления, включая переходные сопротивления в соединениях;
- проверка системы внутренней молниезащиты, включая разрядники импульсных перенапряжений и предохранители (если они применены для защиты разрядников);
- проверка отсутствия коррозии;
- контроль безопасности креплений проводов системы молниезащиты (LPS) и их элементов;
- документирование всех внесенных изменений и дополнений системы молниезащиты (LPS), 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 ДСТУ EN 62561-1.

Рис. 4.2: Генератор тока молнии BET

Компоненты для систем молниезащиты проверяются на предмет их исправного функционирования в соответствии с ДСТУ EN 62561-1:2019 "Компоненти системи захисту від блискавки (LPSC), Частина 1: Вимоги до з'єднувальних компонентів". После фазы ускоренного старения, длящейся в целом 10 дней, компоненты LPS испытываются тремя импульсами тока. Компоненты, имеющие отношение к молниеприемникам испытываются тремя импульсами по 100 кА формой 10/350 мкс. Соответствие этим требованиям обозначается латинской буквой H (high).

Компоненты для токоотводов, где ток молнии разветвляется хотя бы на два направления, испытываются тремя импульсами тока по 50 кА формой имрпульса 10/350 мкс. Это соответствие обозначается буквой N (normal).

Категория испытаний	Проверено	Применение
Н согласно ДСТУ EN 62561-1:2019	$3 \times I_{\text{имп}} 100 \text{ kA (10/350)}$	Молниеприемник
Н согласно ДСТУ EN 62561-1:2019	$3 \times I_{\text{имп}} 50 \text{ kA (10/350)}$	Несколько (не менее двух) токоотводов, через которые ток молнии может разделяться

Таблица 4.2: Категории испытаний соединительных компонентов

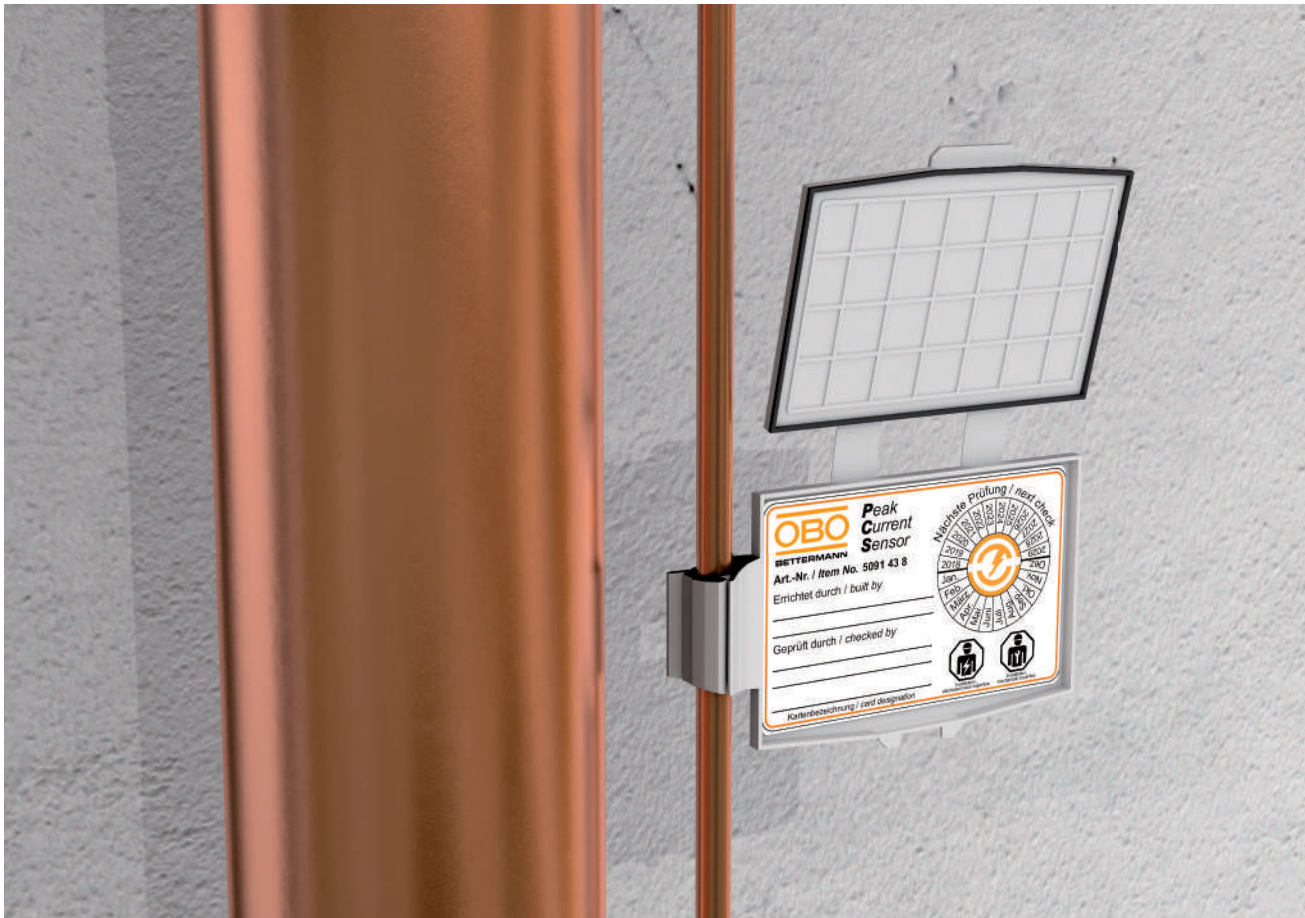


Рис. 4.3: Датчик пикового тока PCS на разряднике

Проверка системы молниезащиты посредством системы PCS

Датчик пикового тока (PCS) является датчиком, измеряющим максимальный ток, который фиксируется в виде записи на магнитном носителе карты. Таким образом, ведется контроль над тем, ударила ли молния в систему молниезащиты и каков был при этом максимальный ток молнии. При установке системы PCS между интерфейсом уравнивания потенциалов и системой заземления может измеряться также ток молнии, затекающий в систему заземления при близкой вспышке молнии. По результатам можно сделать заключение о возможных повреждениях и сбоях в работе электрических/электронных систем в здании.

Карта PCS закрепляется при помощи держателя карты на круглом проводнике и таким образом устанавливается на определенном расстоянии от него. Диапазон измерений карты составляет 3-120 кА. Считыватель магнитной карты позволяет обрабатывать данные датчиков пикового тока. Соответствующее значение пикового тока отображается на дисплее.



Высококачественный чемодан с набором средств контроля, обеспечивающий безопасную транспортировку и документирование результатов проверок и испытаний – неотъемлемая часть данной инновации от OBO Bettermann.

Рис. 4.4 Портативный контрольно-измерительный прибор Life-Control

4.2 Система внутренней молниезащиты

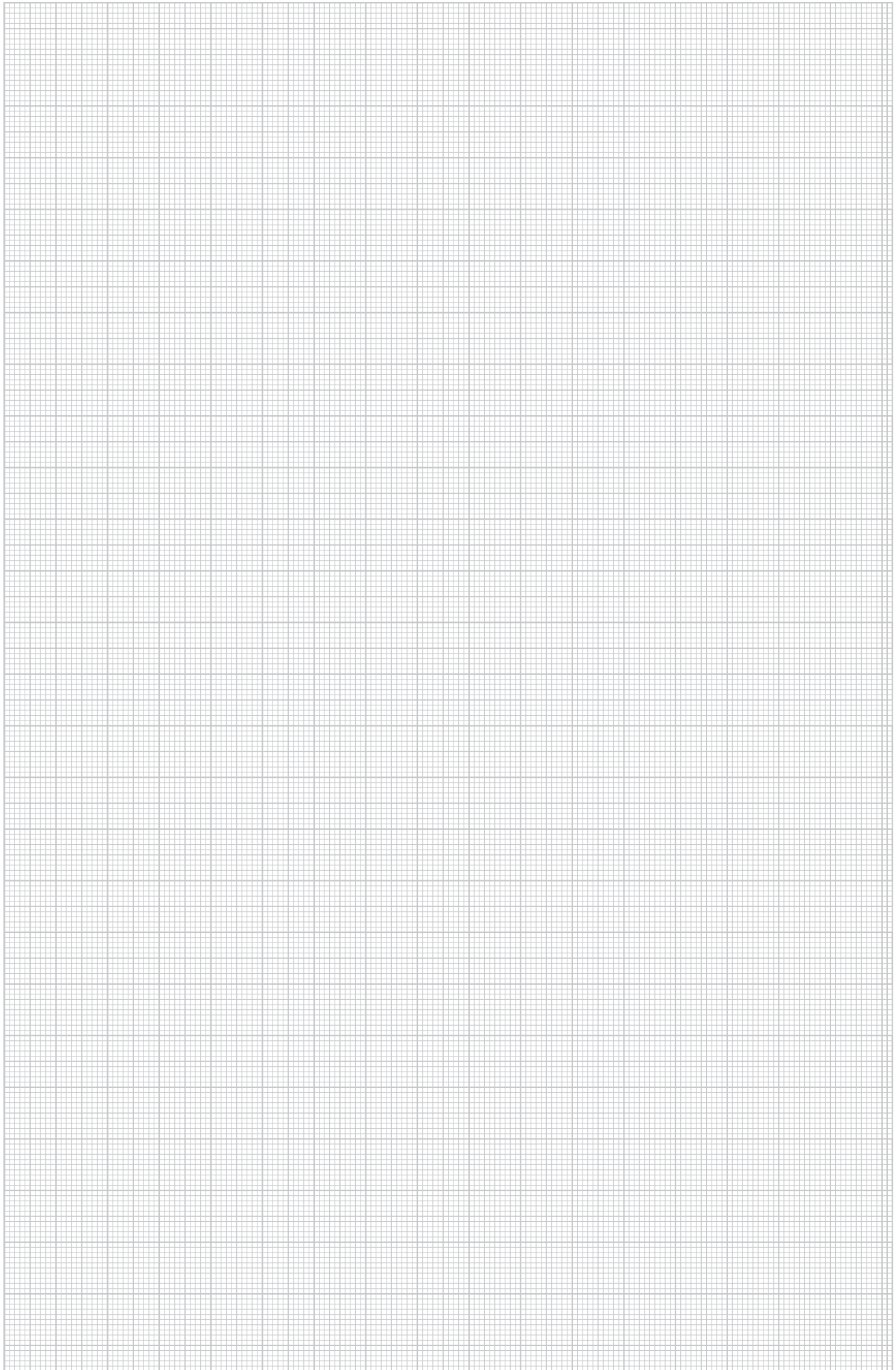
Проверка УЗИП в пределах линий передачи данных

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 OBO Bettermann комплекс контрольно-измерительных приборов Life Control позволяет выполнять проверку устройств защиты в работающем состоянии без влияния на сигнал передачи данных. Тонкий щуп контрольного кабеля прибора обеспечивает контакт со встроенным молниебарьером. Интегрированный микропроцессор отображает результат проверки на OLED-дисплее и поясняет его дополнительно звуковыми сигналами. Подсоединяемый светодиод внутри контрольного щупа является еще одной функциональной возможностью, позволяющей ориентироваться даже в самом темном шкафу управления.

Проверка съемных 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 OBO Bettermann. Затем съемная 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 di/dt импульсного напряжения или di/dt импульсного тока время срабатывания может варьироваться в определенных пределах.
Уравнивание потенциалов молниезащиты	Уравнивание потенциалов молниезащиты достигается при помощи кабелей уравнивания потенциалов или разрядников, которые соединяют наружный молниеотвод, металлические части здания или помещения, электропроводку, сторонние 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 определенные объемы внутри здания, где электромагнитное поле ослабляется металлическими экранами, которые присоединены к системе эквипотенциальных соединений.
Импульсный ток молнии ($I_{имп}$)	Импульсным током молнии (допустимая нагрузка по току молнии на одной линии) называется стандартизированная характеристика изменения импульсного тока с формой 10/350 мкс. Вместе со своими параметрами – максимальная величина – заряд – специфическая энергия такой импульс моделирует воздействие реального тока 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)	Номинальный отводимый импульсный ток - это пиковое значение тока, протекающего через УЗИП с формой волны 8/20. Он используется для классификации испытаний разрядников для защиты от перенапряжений типа 2 (ранее класс требований С).
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 протекать по предназначенным для этого выводам.
Горящая способность сетевого сопровождающего тока (I_f)	Сопровождающий ток – называемый также «сетевой сопровождающий ток» – это ток, который протекает через УЗИП из защищаемой им сети после завершения отведения энергии импульса. Сопровождающий ток в значительной степени отличается от рабочего тока длительной нагрузки. Уровень сетевого сопровождающего тока зависит от сопротивления линии, идущей от питающей ТП.
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 проводниками 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 импульса.
Уровень защиты от перенапряжений (U_y)	Уровень защиты от перенапряжений – это максимальное мгновенное значение напряжения на зажимах УЗИП перед его срабатыванием..
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 отличается от рабочей частоты сети.. Оно может возникнуть в результате грозы, а также замыканий на землю или коротких замыканий.
Разрядники защиты от перенапряжений, типа 1	Разрядники, способные благодаря особенностям своего устройства отводить токи молнии при прямых ударах
Разрядники защиты от перенапряжений типа 2	Разрядники, способные отводить перенапряжения, вызванные удаленными и близкими ударами или коммутационными операциями.
Разрядники защиты от перенапряжений 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 общепотребительной языковой практике называют также разрядниками.
Входной предохранитель перед разрядниками	УЗИП включаются после входного автоматического выключателя (автомат). Если номинальный ток автомата превышает значение, указанное в технических характеристиках УЗИП, в цепь УЗИП необходимо включить дополнительный плавкий предохранитель.
Временное перенапряжение (TOV)	Термин «временное перенапряжение» (Temporary Overvoltage - TOV) применяется к временным перенапряжениям, которые могут возникнуть в результате ошибок в сетях СН и НН.
	Обратите внимание! 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.*

Исключение ответственности

Издатель не претендует на актуальность, достоверность, полноту и качество предоставленной информации. Какие-либо требования к издателю, связанные с ущербом материального или морального характера, обусловленные использованием или неиспользованием предложенной информации или использованием неверной и неполной информации, принципиально исключены при отсутствии со стороны издателя доказанной умышленной вины или вины по грубой халатности. Все предложения носят свободный характер и не являются обязательными для исполнения. Издатель сохраняет за собой безоговорочное право на внесение изменений, дополнение, удаление частей страниц или предложения в целом, а также на временную приостановку или окончательное прекращение опубликования.

Настоящим издатель безоговорочно заявляет о том, что на момент размещения ссылок не было выявлено нелегального контента на сайтах, на которых давались ссылки. Издатель не оказывает абсолютно никакого влияния на текущее и будущее оформление, контент или авторство сайтов, на которых даются ссылки. В связи с этим оно безоговорочно дистанцируется от любого контента всех сайтов, на которые были даны ссылки и которые были изменены после размещения ссылок. Данное положение распространяется на все ссылки, размещенные внутри собственного онлайн-предложения, а также на все сторонние посты в созданных издателем гостевых книгах, дискуссионных форумах и списках почтовой рассылки. За незаконный, недостоверный или неполный контент и, в частности, за ущерб, обусловленный использованием или неиспользованием предлагаемой информации подобного рода, несет ответственность не тот, кто дает ссылки на публикацию, а исключительно источник сайта, на который дается ссылка.

На все марки, указанные в онлайн-предложении и при необходимости охраняемые третьими лицами, безоговорочно распространяются положения действующих правовых норм, относящихся к охране товарных знаков и внешнего оформления, а также права владения соответствующих зарегистрированных владельцев. Только лишь по одному наименованию не следует делать вывод о том, что товарные знаки не защищены правами третьих лиц!

Издатель сохраняет за собой исключительное авторское право на опубликованные, самостоятельно разработанные им контент и объекты. Тиражирование или применение такой графики или текстов в иных электронных или напечатанных публикациях запрещается без прямого согласия издателя.

При наличии возможности ввода персональных или служебных данных (адреса электронной почты, ФИО, адреса) оглашение этих данных со стороны пользователя осуществляется на исключительно добровольной основе. Пользование и оплата всеми предлагаемыми услугами - если это технически возможно и допустимо разрешается также без указания таких данных или с указанием анонимных данных или псевдонимов. Запрещается использование опубликованных в рамках юридических реквизитов или подобных сведений контактных данных, таких как почтовые адреса, номера телефонов и факсов, а также адреса электронной почты, третьими лицами для пересылки не напрямую запрошенной информации. Издатель сохраняет за собой безоговорочное право предпринимать правовые шаги в отношении отправителей так называемых спам-сообщений в случае нарушений данного запрета.

OBO Bettermann Holding GmbH & Co. KG
Ньингсер Ринг 52
D-58710 Менден, Германия Телефон:
0049-2373-89-0
Факс: 0049-2373-89-238
Эл. почта: info@obo.de
Интернет: www.obo.de

Руководители фирмы с представительским правом: Ульрих Беттерманн (Ulrich Bettermann), Андреас Беттерманн (Andreas Bettermann), Маркус Аренс (Markus Arens), д-р Йенс Уве Дровацкий (Dr. Jens Uwe Drowatzky)

Судебная инстанция, ведущая реестр:
Участковый суд Арнсберга,
регистрационный номер: HRA 4854
идентификационный номер плательщика НДС в соответствии с § 27a
Закона о налоге с оборота:
DE 811 792 270
Исключение ответственности

Компания OBO BETTERMANN GmbH & Co. KG очень тщательно подбирает контент для веб-сайтов и следит за их регулярным обновлением. Тем не менее, данные служат лишь для получения не обязывающей ни к чему общей информации и не заменяют собой обстоятельную индивидуальную консультацию.

Компания OBO BETTERMANN GmbH & Co. KG не гарантирует актуальность, достоверность и полноту информации на данных сайтах и бесперебойный доступ к ним в любое время. При упоминании нами на веб-сайтах третьих лиц (ссылки) мы не несем ответственности за содержания страниц, на которых были даны ссылки. При нажатии на ссылку Вы покидаете информационное предложение компании OBO BETTERMANN GmbH & Co. KG. В связи с этим для предложений третьих лиц могут действовать иные положения в частности, касающиеся защиты данных. Также мы исключаем ответственность при сервисных услугах, в частности при скачивании предоставленных в распоряжение файлов на веб-сайтах компании OBO BETTERMANN GmbH & Co. KG, за незначительные нарушения обязательств по халатности.

Защита данных

Все личные данные, запрошенные на веб-сайте OBO BETTERMANN GmbH & Co. KG сохраняются и обрабатываются в системе исключительно в целях Вашего индивидуального сопровождения, передачи информации о продукции или направления сервисных предложений. Компания OBO BETTERMANN GmbH & Co. KG гарантирует конфиденциальную обработку Ваших данных в соответствии с действующими положениями законодательства о защите данных.

Копирайт

На все тексты, изображения и другую опубликованную на сайте информацию – если не указано иное – распространяется издательское право компании OBO BETTERMANN GmbH & Co. KG, г. Менден. Любое тиражирование, распространение, сохранение, передача, отправка, воспроизведение и пересылка контента строго запрещается без нашего письменного разрешения.

ОБО Беттерманн Украина
ул. Новоконстантиновская 9
04080 Киев
Украина

Tel.: +38 044 494 30 89
+38 044 494 41 53
info@obo.com.ua

www.obo.ua

Building Connections

