



Система молниезащиты и заземления

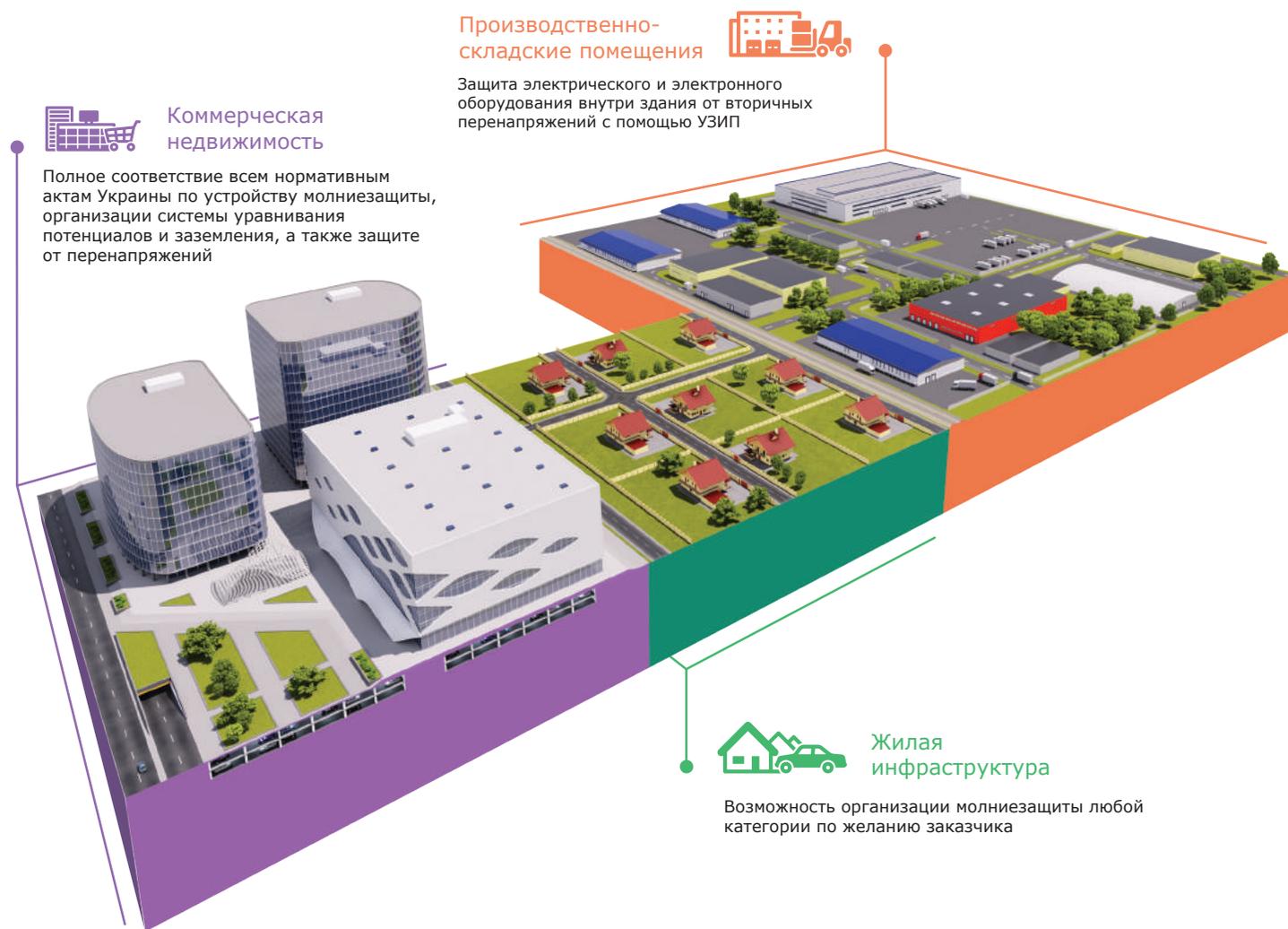


Молниезащита  
Заземление  
Уравнивание потенциалов

## Система молниезащиты и заземления Jupiter

Компания "ДКС" предлагает комплексное решение – систему молниезащиты и заземления Jupiter. Она предназначена для перехвата разряда молнии и безопасного отведения тока в землю.

Применяемые проводники имеют покрытие, стойкое к коррозии и гарантирующее длительный срок службы. Широкий ассортимент соединителей и держателей делает монтаж системы быстрым и позволяет без затруднений прикрепить проводники к практически любым поверхностям. Характеристики системы соответствуют всем действующим нормативным требованиям, что позволяет применять ее как в частном, так и промышленном строительстве.



**Плоские кровли**  
Создание молниеприемной сетки на плоских кровлях



**Оборудование на кровле**  
Защита расположенного на кровле оборудования с помощью стержневых молниеприемников



**Скатные кровли**  
Создание молниеприемной сетки на скатных кровлях



### Заземляющие шины

Заземление корпусов оборудования и других открытых проводящих частей в производственных помещениях



### Защита от перенапряжений

Устройства защиты от импульсных перенапряжений



### Контуры заземления

Организация контура заземления для системы молниезащиты, главной заземляющей шины и нейтрали трансформатора

## Отличительные особенности

- проводники обладают качественным цинковым покрытием, предотвращающим коррозию;
- болтовые соединители дают надежный электрический контакт и позволяют избежать использования сварки;
- специальные держатели помогают быстро и удобно разместить проводники на различных поверхностях;
- набор аксессуаров позволяет произвести монтаж системы без затруднений;
- содержит проводники и монтажные элементы медного и омедненного исполнения.

## Преимущества

- **Качество подтверждено европейскими сертификатами.**
- **Высокая скорость и легкость монтажа:** широкий выбор аксессуаров.
- **Разные материалы исполнения:** сталь оцинкованная, сталь горячего оцинкования, медь, омеднение, нержавеющая сталь, алюминий, латунь, сталь лакированная.
- **Широкий выбор цветовых решений** позволяет подобрать аксессуары по цвету крыши.
- **Универсальность и модульность.**
- **Техническая поддержка.** Специалисты "ДКС" оказывают бесплатные услуги по проектированию. Кроме того, существует специальная программа для проектирования систем молниезащиты.

## Выполненные проекты:



Чернобыльская АЭС, ХОЯТ-2, г. Чернобыль



Солнечная электростанция, г. Припять



Деревообрабатывающее предприятие «Barlinek», г. Винница



Радеховский сахарный завод, с. Павлов, Львовская область



ЖК «Комфорт Таун», г. Киев



Фармацевтическая фабрика «Vishpha», г. Житомир



Лутовинский элеватор АФ «Добрут», с. Лутовинка, Полтавская область



Завод по производству холодильного оборудования «Green Cool», г. Винница



Загородный СПА отель «ШишкiNN», с. Сновянка, Черниговская область

## Общая информация

Молния представляет собой гигантский искровой разряд атмосферного электричества. Сила тока в канале молнии достигает 200 000 А, а его температура может подниматься до 30 000 °С. Таким образом, удар молнии может привести к человеческим жертвам, пожарам и повреждению дорогостоящего оборудования. Наиболее рациональный способ обезопасить жизни людей и избежать экономического ущерба в случае удара молнии – это применение эффективной системы молниезащиты и заземления.

Молниезащита – это комплекс мероприятий и устройств для обеспечения безопасности людей, животных, предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, пожаров, разрушений, возникающих при воздействии молнии. Основное назначение системы – "перехватить" молнию, отвести ее ток в землю и обеспечить его равномерное растекание без появления опасных для людей и оборудования токов.

Для построения рабочей системы молниезащиты следует соблюдать правила нормативных документов. Европейские специалисты руководствуются стандартом IEC 62305, в Украине же сейчас параллельно функционирует два стандарта, регламентирующих требования к обустройству систем молниезащиты:

1. ДСТУ Б.В.2.5-38:2008 «Инженерное оборудование зданий и сооружений. Устройство молниезащиты зданий и сооружений»

2. ДСТУ EN 62305:2012 Молниезащита (принят в Украине на английском языке), который включает в себя следующие разделы:

- ДСТУ EN 62305-1:2012 «Общие принципы»

- ДСТУ EN 62305-2:2012 «Управление рисками»

- ДСТУ EN 62305-3:2012 «Физические разрушения и опасность для жизни людей»

- ДСТУ EN 62305-4:2012 «Электрические и электронные системы, размещенные в зданиях»

Дополнительные требования и рекомендации можно извлечь также из ПУЭ. Глава 1.7. «Заземление и защитные меры от поражения электрическим током» также из ДСТУ 3680-98 «Стойкость к воздействию грозовых разрядов. Методы защиты»

В случае проектирования устройств защиты от импульсных перенапряжений необходимо пользоваться стандартом ДСТУ EN 62305-4:2012, который в свою очередь ссылается на ДСТУ CLC/TS 61643-12:2015. "Устройства защиты от импульсных перенапряжений для низковольтных сетей питания" - Часть 12: "Устройства защиты от импульсных перенапряжений установленные в низковольтные сети. Выбор и принцип применения", и ДСТУ CLC/TS 61643-22:2015. "Устройства защиты от

импульсных перенапряжений для низковольтных сетей питания" – Часть 22: "Устройства защиты от импульсных перенапряжений установлены в телекоммуникационные и сети сигнализации. Выбор и принцип применения".

### Повреждения в результате удара молнии

На размеры повреждений влияют следующие факторы:

1. Конструкция здания, а именно материал каркаса здания (железобетон, кирпич, бетон, сталь).

2. Назначение здания (жилое здание, офис, ферма, театр, школа, гостиница, церковь, фабрика, банк, промышленное предприятие, спортивное сооружение).

3. Коммуникационные системы здания (линии электроснабжения, телекоммуникационные линии, трубопроводы).

4. Имеются ли в здании защитные меры по снижению угрозы жизни человека и повреждения внутренних систем.

5. Может ли быть затруднена эвакуация в здании, опасность возникновения паники и опасность для окружающей среды.

В зависимости от точки поражения моделируют следующие ситуации:

S1: при прямом ударе молнии возникает опасность механического повреждения здания, искрения, что может привести к пожару или взрыву, нанесению вреда здоровью из-за напряжения прикосновения и шагового напряжения, повреждения инженерных систем в результате воздействия электромагнитных импульсов разрядов молнии.

S2: удар молнии вблизи здания связан с опасностью выхода из строя оборудования в результате воздействия электромагнитных импульсов разрядов молнии.

S3: удар молнии в систему электроснабжения может привести к вводу высоких токов молнии в соседнее здание, что в свою очередь сопряжено с пожаром и/или взрывом, вызванных искрами вследствие перенапряжений и воздействия токов молнии, проходящих через системы энергоснабжения, нанесения вреда здоровью из-за напряжения прикосновения и шагового напряжения, повреждения инженерных систем в результате воздействия электромагнитных импульсов разрядов молнии.

S4: удар молнии вблизи систем энергоснабжения здания может привести к повреждению или выходу из строя внутренних систем вследствие перенапряжений, индуцированных на подсоединенных линиях и передаваемых на здание.

Тип объекта в соответствии с его функциональным назначением и/или содержанием	Виды повреждений в результате воздействия молнии
Жилой дом	Отказ электроустановок, повреждение имущества, пожар. Обычно небольшое повреждение предметов, расположенных в месте удара молнии или задетых ее каналом. Повреждение установленного электрического или электронного оборудования и систем (например, телевизоров, компьютеров, модемов, телефонов и т.д.).
Ферма	Первоначально – пожар и опасные перепады напряжения, а также повреждение имущества. Затем – потеря электропитания с риском гибели животных из-за отказа электронной системы управления вентиляцией и подачи корма и т.д.
Театр; гостиница; школа; универмаг; спортивное сооружение	Потеря электроснабжения (например, освещения), вероятность возникновения паники. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий.
Банк; страховая компания; коммерческий офис и т.д.	Потеря электроснабжения (например, освещения), вероятность возникновения паники, а также отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потеря средств связи, сбои компьютеров с потерей данных.
Больница; дом для престарелых людей; тюрьма	Потеря электроснабжения (например, освещения), вероятность возникновения паники, а также отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потеря средств связи, сбои компьютеров с потерей данных, возникновение проблем в оказании помощи тяжелобольным и неподвижным людям.
Промышленные предприятия	Дополнительные последствия, зависящие от условий производства – от незначительных повреждений до больших ущербов из-за потерь продукции.
Музеи; археологические памятники; церкви	Невосполнимая потеря культурных ценностей.
Средства связи; электростанции	Нарушение коммунального обслуживания.
Пожароопасные производства	Последствия от пожара и взрыва для предприятия и окружающей среды.
Химический завод; нефтеперерабатывающий завод; атомная электростанция; биохимические лаборатории и фабрики	Пожар и нарушение работы предприятия с вредными последствиями для окружающей среды.

Воздействия молнии на обычные системы энергоснабжения.

Место удара	Источник повреждения
Здание	Механическое повреждение линии, плавление экранов и проводов, разрушение изоляции кабеля и оборудования, приводящее к первичному повреждению с мгновенной потерей передачи энергоснабжения. Вторичные повреждения оптических оптоволоконных кабелей с разрушением кабеля, но без потери передачи энергоснабжения.
Вблизи здания	Повреждения изоляторов наземной низковольтной линии, пробой изоляции кабельной линии, пробой изоляции линейной аппаратуры и трансформаторов с последующим прекращением энергоснабжения.
Система энергоснабжения	Повреждения электрической и электронной аппаратуры управления, которые могут способствовать прекращению энергоснабжения.
Вблизи системы энергоснабжения	Пробой неметаллических фланцевых уплотнений, который может вызвать пожар и/или взрыв. Разрушение электрической и электронной аппаратуры управления, которое может способствовать прекращению энергоснабжения.

Удар молнии может стать причиной трех основных типов повреждения:

- D1: причинение вреда здоровью или гибель людей;
- D2: физическое повреждение (пожар, взрыв, механическое разрушение, выбросы химических веществ) вследствие воздействия тока молнии, включая искрение;
- D3: повреждение внутренних систем в результате воздействия электромагнитных импульсов разрядов молнии.

Типы ущерба:

- L1: угроза для жизни людей;
- L2: нарушение коммунального обслуживания;
- L3: потеря культурных ценностей;
- L4: экономический ущерб.

Место удара	Источник повреждения	Вид повреждения	Тип ущерба
Здание	S1	D1 D2 D3	L1, L4 L1, L2, L3, L4 L1, L2, L4
Вблизи здания	S2	D3	L1, L2, L4
Система энергоснабжения	S3	D1 D2 D3	L1, L4 L1, L2, L3, L4 L1, L2, L4
Вблизи системы энергоснабжения	S4	D3	L1, L2, L4



## Начало проектирования

Перед началом проектирования внешней системы молниезащиты необходимо определить ее уровень, который зависит от вероятной опасности ударов молнии для самого объекта и его окружения. Объекты условно делятся на обычные и специальные (ДСТУ Б В.2.5-38:2008 п. 4.2).

Обычные объекты – промышленные предприятия, животноводческие и птицеводческие здания и сооружения, жилые и административные здания, универмаги, банки, страховые компании, дошкольные учреждения, школы, больницы, дома престарелых, музеи и археологические памятники, спортивные сооружения т.д.

Специальные объекты – объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения (нефтеперерабатывающие предприятия, заправочные станции, предприятия по производству и хранению взрывчатых веществ); объекты, представляющие опасность для экологии (хим. заводы, АЭС, биохимические фабрики и лаборатории); объекты с ограниченной опасностью (пожароопасные предприятия, электростанции, подстанции и линии электропередачи, средства связи).

Для выбора уровня молниезащиты следует воспользоваться таблицей ДСТУ Б В.2.5-38:2008, дополнение А, но сначала нужно рассчитать количество ударов молнии  $N$ , которое вычисляется согласно формулам:

- для отдельностоящих сооружений (дымовые трубы, вышки, башни и т.д.):

$$N = 9\pi \cdot h_{об}^2 \cdot n \cdot 10^{-6}$$

- для зданий и сооружений прямоугольной формы:

$$N = [(S + 6h_{об})(L + 6h_{об}) - 7,7h_{об}^2] \cdot n \cdot 10^{-6}$$

- для протяженного объекта длиной  $L$  (линии электропередачи, связи и т.д.):

$$N = 6L \cdot h_{об} \cdot n \cdot 10^{-6}$$

где

$h_{об}$  – наибольшая высота объекта, м;

$L$  – длина объекта, м;

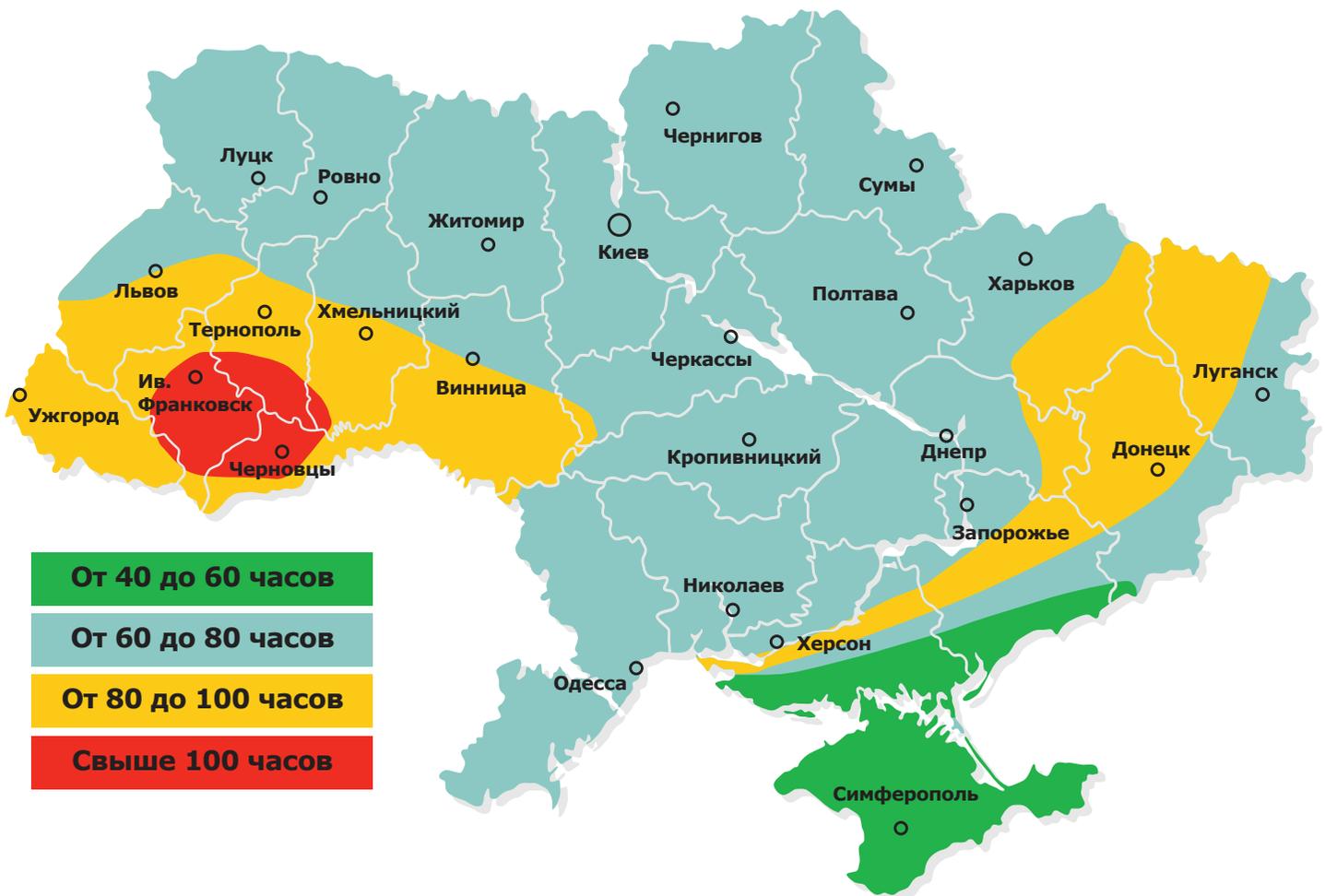
$S$  – ширина объекта, м;

$n$  – плотность ударов молнии на 1 км<sup>2</sup> земной поверхности за год, определенная по данным метеорологических наблюдений в месте расположения объекта, 1/км<sup>2</sup> год. Если данные наблюдений отсутствуют, то  $n$  может быть приблизительно рассчитано по формуле:

$$n = \frac{6,7 \cdot T_{гр}}{100}, \frac{1}{\text{км}^2 \cdot \text{час}}$$

где

$T_{гр}$  – средняя продолжительность гроз в часах, определенная по картам интенсивности грозовой деятельности (ДСТУ Б В.2.5-38:2008, приложение Б) или по средним многолетним (не менее 10 лет) данным метеостанции, ближайшей к месту нахождения объекта.



№ п/п	Объект	Ожидаемое количество поражений объекта за год, по которому выполняется молниезащита N, поражений/год	Уровень молниезащиты
1	Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ДНАОП 0.00-1.32-01 и НАПБ В.01.056-2005/111 относятся к зонам классов 1 и 20	Независимо от N	I
2	Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ДНАОП 0.00-1.32-01 и НАПБ В.01.056-2005/111 относятся к зонам классов 2 и 21	N > 1	I
		N ≤ 1	II
3	Внешние установки, которые создают согласно ДНАОП 0.00-1.32-01 и НАПБ В.01.056-2005/111 зону класса 1	Независимо от N	II
4	Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ДНАОП 0.00-1.32-01 и НАПБ В.01.056-2005/111 относятся к зонам классов П-I, П-II, П-IIa	Для зданий и сооружений I и II степени огнестойкости при 0,1 < N ≤ 2 и для III÷V степени огнестойкости при 0,02 < N ≤ 2	II
		то же, при N > 2	II
5	Расположенные в сельской местности небольшие строения III—V степеней огнестойкости, помещения которых согласно ДНАОП 0.00-1.32-01 и НАПБ В.01.056-2005/111 относятся к зонам классов П-I, П-II, П-IIa	N < 0,02	IV
6	Внешние установки и открытые склады, III которые создают согласно ДНАОП 0.00-1.32-01 и НАПБ В.01.056-2005/111 зону классов П-III	0,1 < N ≤ 2	III
		N > 2	II
7	Здания и сооружения III, Ша, IIIб, IV, V степеней огнестойкости, в которых отсутствуют помещения, отнесенные по ДНАОП 0.00-1.32-01 и НАПБ В.01.056-2005/111 к зонам взрыво- и пожароопасных классов	0,1 < N ≤ 2	III
		N > 2	II
8	Здания и сооружения из легких металлических конструкций с горючим утеплителем (IVa степени огнестойкости), в которых отсутствуют помещения, отнесенные по ДНАОП 0.00-1.32-01 и НАПБ В.01.056-2005/111 к зонам взрыво- и пожароопасных классов	0,02 < N ≤ 2	III
		N > 2	II
9	Небольшие здания III— V степеней огнестойкости, расположенные в сельской местности, в которых отсутствуют помещения, которые относятся по ДНАОП 0.00-1.32-01 и НАПБ В.01.056-2005/111 к зонам взрыво- и пожароопасных классов	Независимо от N	IV
10	Здания вычислительных центров, а также здания, в которых установлено оборудование информационных технологий или любое другое электронное оборудование, чувствительное к атмосферным помехам	Независимо от N	I, II
11	Животноводческие и птицеводческие здания и сооружения III—V степеней огнестойкости: для большого рогатого скота и свиней на 100 и больше голов, для овец на 500 голов и больше, для птиц на 1000 голов и больше, для лошадей на 40 голов и больше	Независимо от N	II, III
12	Дымовые и другие трубы предприятий и котельных, башни и мачты всех назначений высотой 15 м и более	Независимо от N	III
13	Жилые и общественные здания, высота которых на 25 м и более превышает среднюю высоту окружающих зданий в радиусе 400м, а также отдельные здания высотой более 30 м, которые отдалены от других зданий более чем на 400 м	Независимо от N	III
14	Отдельные жилые и общественные здания в сельской местности, высотой более 30 м	Независимо от N	III
15	Общественные здания III—V степеней огнестойкости следующего назначения: детские дошкольные учреждения, школы и школы-интернаты, стационары лечебных учреждений, спальные корпуса и столовые учреждений здравоохранения и отдыха, культурно-образовательные и зрелищные учреждения, административные здания, вокзалы, отели, мотели, кемпинги	Независимо от N	III
16	Открытые зрелищные учреждения (залы для зрителей открытых кинотеатров, трибуны открытых стадионов и т.п.)	Независимо от N	III
17	Здания и сооружения, которые являются памятниками истории, архитектуры и культуры (скульптуры, обелиски и т.п.)	Независимо от N	III

Для каждого уровня молниезащиты установлены минимальные и максимальные параметры тока. Максимальные значения тока нужны для определения сечения проводников.

Категория молниезащиты	Максимальный пик тока молнии, кА	Надежность защиты
I	200	0,98
II	150	0,95
III	100	0,90
IV	100	0,80

Внешняя система молниезащиты может быть отделена от сооружений (изолированной) – отдельностоящие молниеприемники, а также сосед-

ние сооружения, выполняющее функцию естественных молниеприемников. Также система молниезащиты может быть неизолированной, устанавливаться непосредственно на здание.

Внешняя система молниезащиты состоит из молниеприемников, токопроводов и заземлителей. Материалы проводников должны соответствовать ДСТУ Б В.2.5-38:2008 табл. 7:

Уровень защиты	Материал	Сечение, мм <sup>2</sup>		
		Молниеприемника	Токопровода	Заземлителя
I-IV	Сталь	50	50	100
I-IV	Алюминий	70	70	-
I-IV	Медь	35	16	50

## Молниеприемники

Молниеприемники могут быть установленными специально, в том числе на объекте, или их функции выполняют конструктивные элементы защищаемого объекта; в последнем случае они называются естественными молниеприемниками.

Функцию естественных молниеприемников могут выполнять конструктивные элементы защищаемого здания (естественные молниеприемники), но чаще всего молниеприемники состоят из произвольной комбинации молниеприемных стержней (мачт), натянутых тросов и молниеприемной сетки.

В качестве естественных молниеприемников могут рассматриваться такие конструктивные элементы зданий и сооружений:

а) металлические кровли защищаемых объектов при условии, что:

- электрическая непрерывность между разными частями обеспечена на долгий срок;

- толщина металла кровли является не меньше величины  $t$ , приведенной в ДСТУ Б В.2.5-38:2008 табл. 8, если необходимо защитить кровлю от повреждения или прогара;

- толщина металла кровли составляет не менее 0,5 мм, если ее не обязательно защищать от повреждений и нет опасности возгорания горючих материалов, находящихся под кровлей;

- кровля не имеет изоляционного покрытия. При этом небольшой слой антикоррозионной краски или слой 0,5 мм асфальтового покрытия, или слой 1 мм пластикового покрытия не считаются изоляцией;

- неметаллические покрытия над или под металлической кровлей не выходят за пределы защищаемой области;

б) металлические конструкции крыши (фермы, соединенная стальная арматура);

в) металлические элементы типа водосточных труб, украшений, ограждений по краю крыши и т.п., если их сечение не менее значений, определенных для обычных молниеприемников;

г) технологические металлические трубы и резервуары, если они выполнены из металла толщиной не менее 2,5 мм, и проплавление или провал этого металла не приведет к опасным или недопустимым последствиям;

д) металлические трубы и резервуары, если они выполнены из металла толщиной не менее значения  $t$ , приведенного в ДСТУ Б В.2.5-38:2008 табл. 8, и если повышение температуры с внутренней стороны объекта в точке удара молнии не является опасным.

Уровень защиты	Материал	Толщина $t$ , мм
I-IV	Железо	не менее 4
I-IV	Медь	не менее 5
I-IV	Алюминий	не менее 7

Молниеприемники могут состоять из произвольной комбинации таких элементов: стержней, натянутых проводов (тросов), сетчатых проводников (сеток).

**Молниеприемные стержни (мачты)** применяются для защиты от ударов молнии выступающих над общей кровлей надстроек и оборудования. Могут крепиться как к боковой стене надстройки (вытяжная шахта, машинное отделение лифтов и т. д.), так и устанавливаться непосредственно на кровлю рядом с оборудованием (внешние блоки кондиционирования, антенны). Высота такого стержня может быть различной – от 1 до 15 метров. В зависимости от высоты молниеприемника меняется и тип основания, на которое он установлен. Зона защиты такого молниеприемника, согласно украинским и европейским нормативам, представляет собой некий конус, внутрь которого должны попадать защищаемые конструкции и оборудование. Как правило, длина и расположение молниеприемника должны выбираться инженером-проектировщиком на основании действующих норм. Стержни выполняются из алюминия или нержавеющей стали, что гарантирует их долговечность. Есть два метода расчета стержневого молниеприемника:

1. Метод защитного угла.
2. Метод сферы.

## Метод защитного угла (согласно ДСТУ Б В.2.5-38:2008 п. 7):

### Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов

Стандартной зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой  $h$  является круговой конус высотой  $h_0 < h$ , вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода (рис. 1). Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса  $h_0$  и радиусом конуса на уровне земли  $r_0$ .

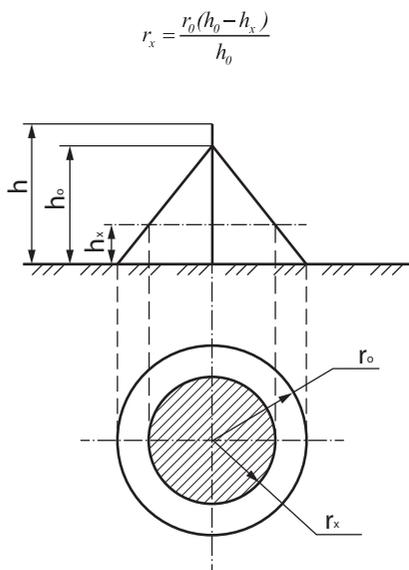
$h$  – высота молниеотвода, м;

$h_0$  – высота конуса, м;

$r_0$  – радиус горизонтального сечения на высоте защищаемого объекта, м;

$r_x$  – радиус горизонтального сечения на высоте  $h_x$ , м;

$h_x$  – наибольшая высота защищаемого сооружения, м.

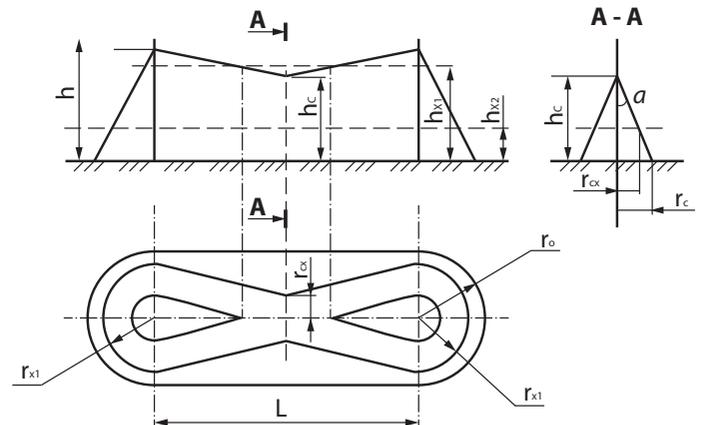


$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0}$$

Уровень защиты	Высота конуса $h_0$ , м	Радиус конуса $r_0$ , м
0,9	0,85h	1,2h
0,99	0,8h	0,8h
0,999	0,7h	0,6h

### Зоны защиты двойного стержневого молниеотвода

Молниеотвод считается двойным, когда расстояние между стержневыми молниеприемниками  $L$  не превышает предельной величины  $L_{max}$ . В противном случае оба молниеотвода рассматриваются как одиночные.



$L$  – расстояние между молниеотводами;

$h$  – высота молниеотвода;

$h_0$  – максимальная высота зоны защиты непосредственно у молниеотвода;

$r_0$  – радиус конуса;

$r_x$  – максимальная полуширина зоны в горизонтальном сечении на высоте  $h_x$ ;

$h_c$  – минимальная высота зоны защиты посередине между молниеотводами;

$r_c$  – ширина горизонтального сечения в центре между молниеотводами.

Размеры внутренних областей определяются параметрами  $h_0$  и  $h_c$ , первый из которых задает максимальную высоту зоны непосредственно у молниеотводов, а второй – минимальную высоту зоны посередине между молниеотводами. При расстоянии между молниеотводами  $L \leq L_c$  граница зоны не имеет провеса ( $h_c = h_0$ ). Для расстояний  $L_c \leq L \leq L_{max}$  высота  $h_c$  определяется по формуле:

$$h_c = \frac{L_{max} - L}{L_{max} - L_c} \cdot h_0$$

Предельные расстояния  $L_{max}$  и  $L_c$  вычисляются в таблице:

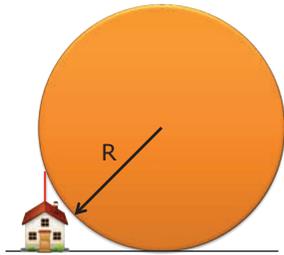
Уровень защиты	$L_{max}$ , м	$L_c$ , м
0,9	5,75h	2,5h
0,99	4,75h	2,25h
0,999	4,25h	2,25h

Размеры горизонтальных сечений зоны вычисляются по следующим

## Метод катящейся сферы

Метод катящейся сферы может использоваться во всех случаях.

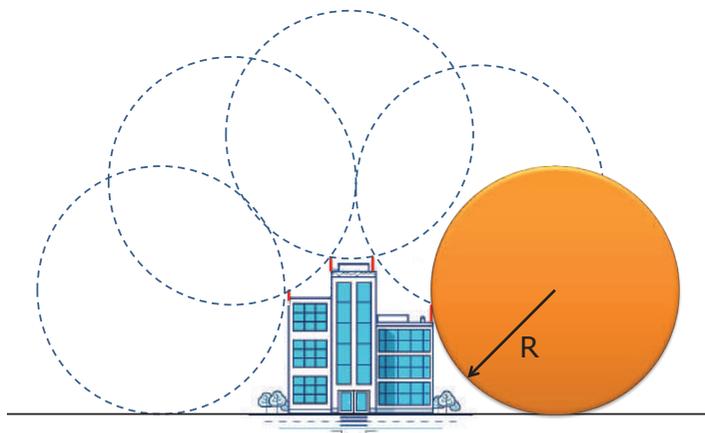
При использовании этого метода моделируется сфера радиусом  $R$ , которая катится вокруг всего здания и над ним до тех пор, пока она соприкасается с плоскостью земли или каким-нибудь постоянным сооружением или объектом, соприкасающимся с плоскостью земли, которое способно действовать в качестве проводника молнии.



Проводники СМЗ молниеприемника должны быть установлены на всех точках и сегментах, которые контактируют со сферой, радиус которой отвечает избранному уровню защиты.

Значение радиуса катящейся сферы выбирается согласно классу молниезащиты:

Класс СМЗ	Радиус сферы, м (по ДСТУ EN 62305-3:2012)	Радиус сферы, м (по ДСТУ Б В.2.5-38:2008)
I	20	20
II	30	30
III	45	45
IV	60	60



формулам, общим для всех уровней надежности защиты:

- Максимальная полуширина зоны  $r_x$  в горизонтальном сечении на высоте  $h_x$  вычисляется по формуле:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0}$$

- Длина горизонтального сечения  $L_x$  на высоте  $h_x \geq h_c$ :

$$L_x = \frac{L(h_0 - h)}{2(h_0 - h_c)}$$

при  $h_x < h_c$ ;  $L_x = L / 2$

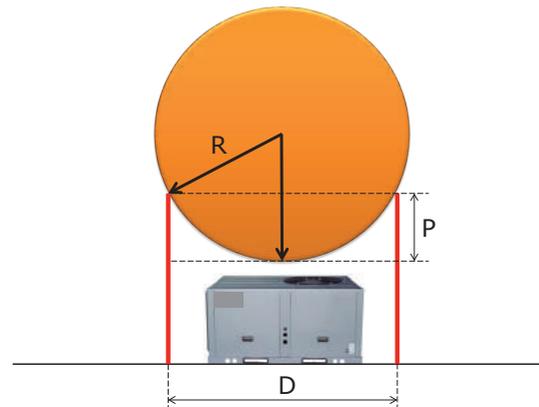
Ширина горизонтального сечения в центре между молниеотводами  $2r_{cx}$  при высоте  $h_x \leq h_c$ :

$$r_{cx} = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0}$$

Объект считается защищенным, если катящаяся сфера, касаясь поверхности молниеприемника и плоскости, на которой он установлен, не имеет общих точек с защищаемым объектом.

В случае использования двух вертикальных молниеприемников глубину проникновения сферы рассчитывается по формуле:

$$P = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$



Расчёт расстояния между стержневыми молниеприемниками по методу катящейся сферы для защиты плоских поверхностей производится по следующей формуле:

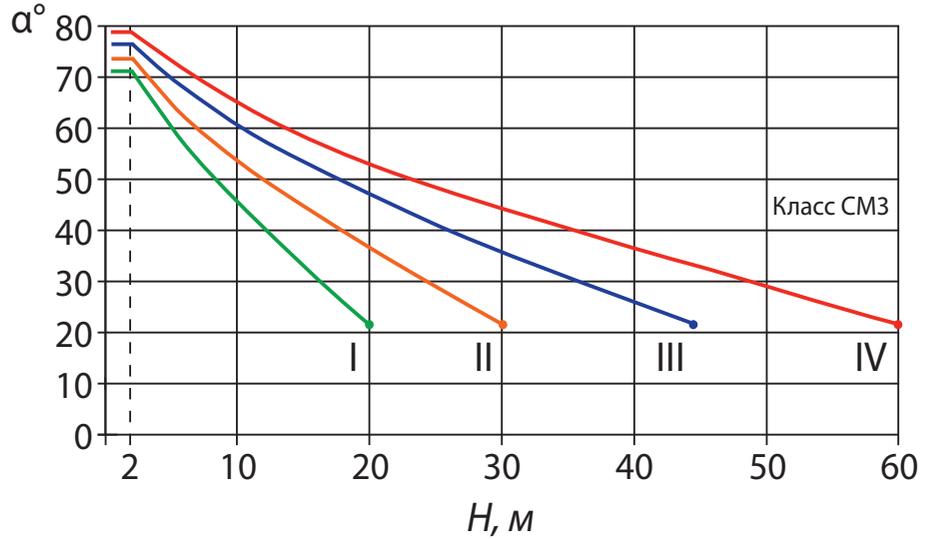
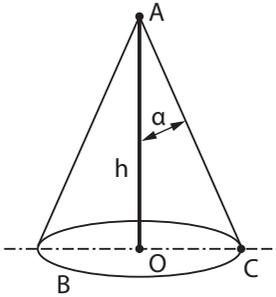
$$D = 2\sqrt{2rh - h^2}$$

где

$d$  – расстояние между двумя стержнями, м;  
 $r$  – радиус катящейся сферы, м;  
 $h$  – высота стержней, м.

## Метод защитного угла согласно ДСТУ EN 62305-3:2012 «Защита от молнии. Часть 3. Физические разрушения сооружений и опасность для жизни людей»

Подходит для простых зданий или малых частей больших зданий. Может использоваться в тех случаях, если высота молниеприемника не является большей, чем радиус катящейся сферы для соответствующего класса СМЗ. Стержневые молниеприемники, мачты и проводники должны размещаться так, чтобы все части здания, которое защищается, находились в зоне защиты, созданной под углом  $\alpha$  к вертикали.



### Определение разделительного расстояния

При установке стержневых молниеприемников для защиты кровельных надстроек (системы вентиляции или кондиционирования, телекоммуникационное оборудование и пр.), которые по тем или иным соображениям невозможно включить в систему молниезащиты, а также при прокладке токоотводов вблизи оборудования, находящегося внутри здания требуется соблюдение безопасных (разделительных) расстояний  $S$ . Соблюдение безопасных расстояний позволяет избежать опасного искрообразования и перекрытия тока молнии на объект. Безопасное расстояние рассчитывается по формуле:

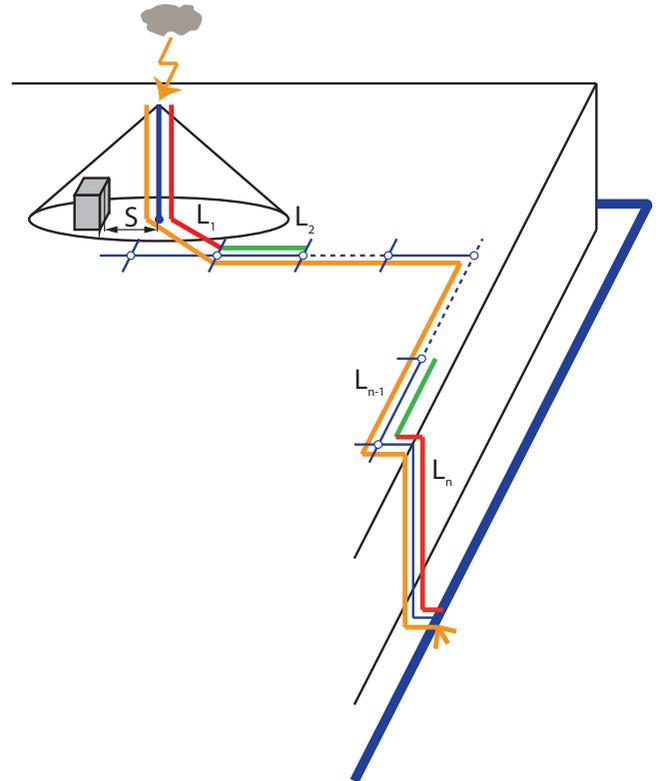
$$S = k_i \frac{k_c}{r_m} l$$

Где:

$k_i$  – коэффициент уровня молниезащиты (I уровень –  $k_i = 0,08$ ; II –  $k_i = 0,06$ ; III и IV –  $k_i = 0,04$ );  
 $k_c$  – коэффициент количества токоотводов (1 токоотвод  $k_c = 1$ ; 2 –  $k_c = 0,66$ ; 3 –  $k_c = 0,44$ );  
 $r_m$  – коэффициент изоляционного материала (воздух –  $m = 1$ ; пластик, усиленный стекловолокном –  $m = 0,7$ ; бетон/кирпич –  $k_m = 0,5$ );  
 $l$  – расстояние от точки, в которой необходимо определить величину безопасного расстояния, до ближайшей точки выравнивания потенциалов.

В случае наличия нескольких отрезков  $L$  (первый отрезок от вертикального молниеприемника до молниеприемной сетки, второй отрезок от сетки до системы заземления), безопасное расстояние  $S$  следует рассчитывать с учетом всех отрезков по формуле:

$$S = \frac{k_c}{r_m (L_1 k_{c1} + L_2 k_{c2} \dots L_n k_{cn})}$$



## Метод молниеприемной сетки

Молниеприемная сетка предназначена для приема удара молнии и эффективного отвода ее тока в землю, где он растекается впоследствии. Для защиты протяженного объекта (любое здание или сооружение) от удара молнии целиком, как правило, на его кровле монтируется молниеприемная сетка, представляющая собой разложенную квадратами по всей площади проволоку диаметром 8–10 мм. Сторона такого квадрата составляет 5–20 м, в зависимости от категории здания. От сетки к земле по фасаду прокладываются токоотводы, для чего могут использоваться как прутки, так и полоса 25x4 и 40x4 мм. Токоотводы присоединяются к контуру заземления, который прокладывается под землей (глубина не менее 0,7 м) и выполняется, как правило, из полосы 40x4 мм. Проводники преимущественно производятся из горячеоцинкованной стали, что значительно повышает их срок эксплуатации по сравнению с использованием проводников из черного металла (сопоставляются со сроком эксплуатации защищаемого объекта). Молниеприемная сетка устанавливается на специальные держатели, которые отстраняют проводники от кровли и фасада здания. Эта процедура требуется для более успешного перехвата канала молнии сеткой и избежания опасности возникновения пожара, т. к. в месте удара молнии проводник сильно нагревается.

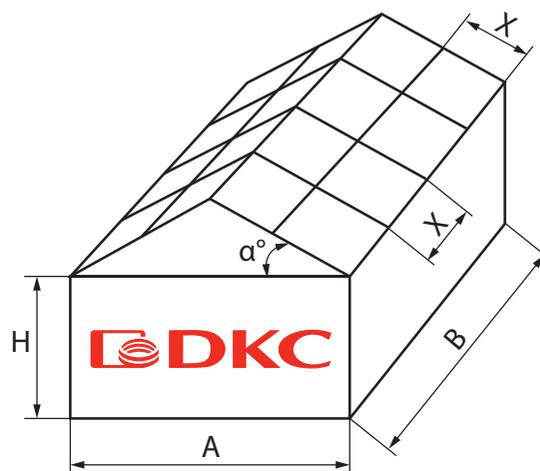
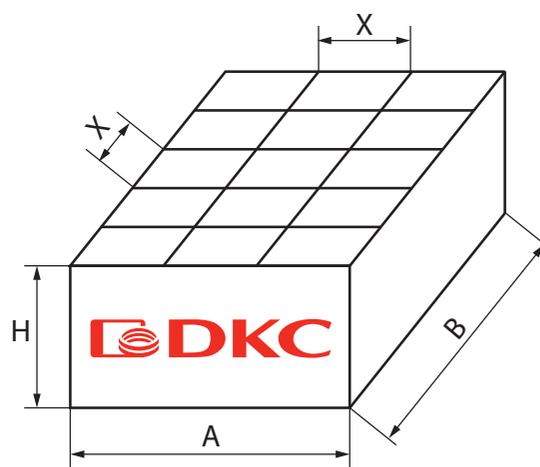
Ассортимент продукции включает в себя большой выбор держателей для удобного монтажа молниеприемной сетки на любые виды кровель, а также фасадные держатели различной длины для всех видов проводников. С их помощью можно осуществить крепление с соблюдением необходимого расстояния между токоотводом и фасадом здания. На плоских кровлях во избежание проделывания отверстий применяются пластиковые держатели с бетоном (ND2110-ND2103). В иных случаях могут применяться металлические и пластиковые держатели без наполнения при условии дополнительной фиксации к кровле (использование специальных саморезов, фиксация битумом и т.п.). Для крепления сетки на скатных кровлях из волновых материалов (шифер, металлочерепица) применяются специально разработанные кровельные и коньковые держатели (ND2201-ND2214). Шаг установки для держателей всех видов не должен превышать 1 метра.

Сетка защищает поверхность, если выполнены следующие условия:

- проводники сетки проходят по краю крыши, выходящей за габаритные размеры здания;
- проводник сетки проходит по гребню крыши, если наклон крыши превышает 1/10;
- боковые поверхности сооружения на уровнях выше, чем радиус фиктивной сферы (ДСТУ Б В.2.5-38:2008 табл.14), защищены молниеотводами или сеткой;
- сетка выполнена таким методом, чтобы ток молнии имел всегда, по крайней мере, два разных пути к заземлителю; никакие металлические части не должны выступать за внешние контуры сетки;
- проводники сетки должны быть проложены, насколько это возможно, кратчайшими путями;
- размеры ячейки сетки не превышают указанных в таблице:

Уровень защиты	Размер ячейки сетки, м (по ДСТУ EN 62305-3:2012)	Размер ячейки сетки, м (по ДСТУ Б В.2.5-38:2008)
I	5x5	5x5
II	10x10	10x10
III	15x15	10x10
IV	20x20	20x20

Все возвышающиеся над уровнем молниеприемной сетки объекты должны быть оборудованы дополнительными стержневыми молниеприемниками (трубы, мачты антенн и пр.).



## Токоотводы

Токоотвод предназначен для отвода тока молнии от молниеприемника к заземлителю.

На каждую опору стержневого молниеприемника должен быть предусмотрен минимум один токоотвод. Если молниеприемник является сетчатой конструкцией, подвешенной над защищаемым объектом, то на каждую ее опору также необходимо не меньше одного токоотвода. Общее количество токоотводов на объекте должно быть не менее двух.

Токоотводы следует располагать по периметру защищаемого объекта, так, чтобы среднее расстояние между ними не превышало значений, приведенных в таблице:

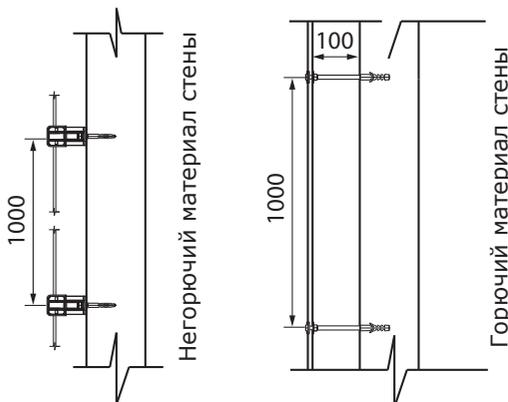
Уровень защиты	Среднее расстояние, м
I	5x5
II	15x15
III	20x20
IV	25x25

Токоотводы следует располагать равномерно по периметру защищаемого объекта. По возможности их прокладывают вблизи углов зданий. Неизолированные от объекта токоотводы следует прокладывать таким образом:

- если стена выполнена из негорючего материала, токоотводы могут быть закреплены на поверхности стены или проходить в стене;

- если стена выполнена из горючего материала, токоотводы могут быть закреплены непосредственно на поверхности стены так, чтобы повышение температуры при протекании тока молнии не представляло опасности для материала стены;

- если стена выполнена из горючего материала и повышение температуры токоотводов представляет для нее опасность, токоотводы должны располагаться так, чтобы расстояние между ними и защищаемым объектом всегда превышало 0,1 м. Металлические скобы для крепления токоотводов могут быть в контакте со стеной.



## Заземлители

В случае невозможности использования естественных заземлителей для отдельностоящих молниеотводов, используются следующие искусственные заземлители:

- для I и II уровня защиты – заземлитель, который состоит из трех и более вертикальных электродов (стержней заземления) длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом (полосой или прутком); расстояние между стержнями – не менее 3 м;

- для III уровня защиты – заземлитель, который состоит минимум из двух вертикальных электродов (стержней заземления) длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом (полосой или прутком); расстояние между стержнями – не менее 3 м;

- для IV уровня защиты – заземлитель, который состоит из одного вертикального или горизонтального электрода (стержня заземления или полосы/прутка) длиной 3 м, проложенного на глубине не менее 0,7 м.

Искусственные заземлители следует размещать под асфальтовым покрытием в местах, в которых обычно не находятся люди. Во всех

не следует прокладывать токоотводы в водосточных трубах. Токоотводы, которые прокладываются по внешним стенам зданий, следует размещать не ближе чем 3 м от входов или в местах недоступных для прикосновения людей.

Токоотводы следует соединять горизонтальными поясами близ поверхности земли и через каждые 20 м по высоте здания. Естественными токоотводами следует считать такие конструктивные элементы зданий:

а) металлические конструкции при условии, что:

- электрическая непрерывность между разными элементами долговечна;

- они имеют не меньшее сечение, чем нужно для специально предусмотренных токоотводов (см. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 табл.7);

б) металлический каркас здания или сооружения;

в) соединенная между собой стальная арматура здания или сооружения;

г) части фасада, профилированные элементы и опорные металлические конструкции фасада при условии, что их сечение соответствует требованиям ДСТУ Б В.2.5-38:2008 табл.7, по отношению к токоотводам, а их толщина составляет не менее 0,5 мм. Считается, что металлическая арматура железобетонных зданий обеспечивает электрическую непрерывность, если она удовлетворяет следующим условиям:

- приблизительно 50% соединений вертикальных и горизонтальных стержней выполнены сваркой или имеют жесткую связь (болтовое крепление, вязка проводом);

- электрическая непрерывность обеспечена между стальной арматурой разных предварительно заготовленных бетонных блоков и арматурой бетонных блоков, подготовленных на месте.

Если металлические каркасы здания или стальная арматура железобетона используются как токоотводы, то прокладка горизонтальных поясов не нужна.

случаях, за исключением использования отдельностоящего молниеотвода, заземлитель молниезащиты следует совмещать с заземлителями электроустановок и средств связи. Если эти заземлители должны быть разделены по любым технологическим соображениям, их следует объединить в общую систему с помощью системы уравнивания потенциалов, согласно ДБН В.2.5-27 или ПУЭ.

Контур искусственного заземления обычно строится следующим образом: по периметру здания, на расстоянии не менее 1 метра от фундамента по горизонтали и не менее 0,7 м от поверхности земли по вертикали, прокладывается стальная полоса сечением 40x4 мм (NC2444) или 25x4 мм (NC2254). Для уменьшения сопротивления растеканию тока молнии горизонтальный контур дополняется вертикальными заземлителями (NE1202, NE1203CC, NE1215, NE1231, NE1232). Длина вертикального заземлителя, как правило, составляет от 3 до 6 метров. В случае грунтов с большим удельным сопротивлением (скальные, вечная мерзлота) могут потребоваться более длинные вертикальные заземлители, которые можно собрать, наращивая глубинные комплекты дополнительными стержнями.

## Методика расчета защитного заземления

Предполагается, что устройство защитного заземления состоит из вертикальных заземлителей, погруженных в неоднородный грунт, соединенных горизонтальным заземлителем. Расстояние между вертикальными заземлителями равно длине вертикального заземлителя.

Вертикальные заземлители могут быть расположены в ряд или по контуру.

Материал вертикального заземлителя – горячеоцинкованная круглая сталь Ø 16 мм, Ø 20 мм, омедненная круглая сталь Ø 16, Ø 14,2.

В расчетах используются следующие величины:

$L$  – длина вертикального заземлителя, м.  
 $t$  – заглубление вертикального заземлителя, м.  
 $D$  – диаметр вертикального заземлителя, мм.

Материал горизонтального заземлителя – сталь полосовая (в расчете можно выбрать 25x4 мм, 40x4 мм).

$L_n$  – длина горизонтального заземлителя, м  
 $t_{\text{полосы}}$  – заглубление горизонтального заземлителя, м.  
 $b$  – ширина горизонтального заземлителя, мм.  
 $\rho_1, \rho_2$  – удельные сопротивления верхнего и нижнего слоев грунта, Ом·м

Грунт	Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Грунт	Удельное сопротивление грунта, Ом·м
Песок при глубине залегания вод не менее 5 м	5	Садовая земля	40
	15	Чернозем	50
То же, 6 и 10 м	20	Кокс	3
Супесь водонасыщенная (текучая)	25	Гранит	1100
	2	Каменный уголь	130
То же, влажная (пластичная)	2	Мел	60
	2	Суглинок влажный	30
То же, слабовлажная (твердая)	2	Суглинок	100
	2	Мергель глинистый	50
Глина пластичная	2	Торф	20
То же, полутвердая	2	Известняк пористый	180

$K_1, K_2$  – коэффициенты сезонности

Уровень защиты	Коэффициент сезонности для заземлителя	
	вертикального $K_2$	вертикального $K_1$
I	7	2
II	4	1,7
III	2	1,4
IV	1,5	1,2

Коэффициенты использования вертикальных  $\eta_c$  и горизонтальных заземлителей –  $\eta_n$ .

Количество стержней	Отношение расстояния между стержнями к их длине = 1			
	При расположении в ряд		При расположении по контуру	
	$\eta_c$	$\eta_n$	$\eta_c$	$\eta_n$
1	1	1	1	1
2	0,89	0,9	0,89	0,82
3	0,78	0,8	0,79	0,63
4	0,74	0,77	0,69	0,45
5	0,7	0,74	0,66	0,43
6	0,63	0,71	0,62	0,4
7	0,62	0,69	0,58	0,36
8	0,61	0,67	0,57	0,35
9	0,6	0,65	0,56	0,35
10	0,59	0,62	0,55	0,34
15	0,54	0,49	0,51	0,32
20	0,49	0,42	0,47	0,27
30	0,43	0,41	0,43	0,24
50	–	–	0,4	0,21
70	–	–	0,38	0,2
100	–	–	0,35	0,19

Эквивалентное сопротивление грунта:

$$\rho_{\text{эке.}} = (\rho_1 \cdot k_1 \cdot \rho_2 \cdot L) \cdot (\rho_1 \cdot k_1 \cdot (L - H + t_{\text{полосы}}) + \rho_2 \cdot (H - t_{\text{полосы}}))$$

Сопротивление одиночного вертикального заземлителя:

$$R_{\text{oc}} = (\rho_{\text{эке.}} / 2 \cdot \pi \cdot L) \cdot (\ln(2 \cdot L / D) + 0,5 \cdot \ln((4 \cdot t + L) / (4 \cdot t - L)))$$

Заглубление стержня:

$$t = (L / 2) + t_{\text{полосы}}$$

Ориентировочное количество вертикальных заземлителей:

$$n_{\text{предв.}} = R_{\text{oc}} \cdot k_1 / R_n$$

Длина полосы при размещении вертикальных заземлителей в ряд:

$$L_n = L \cdot (n_{\text{предв.}} - 1)$$

Длина полосы при размещении вертикальных заземлителей по контуру:

$$L_n = L \cdot n_{\text{предв.}}$$

Сопротивление растеканию тока горизонтального заземлителя:

$$R_n = (\rho_{\text{эке.}} \cdot k_2 / 2 \cdot \pi \cdot L_n \cdot \eta_n) \cdot \ln((2 \cdot L_n^2) / (b \cdot t_{\text{полосы}}))$$

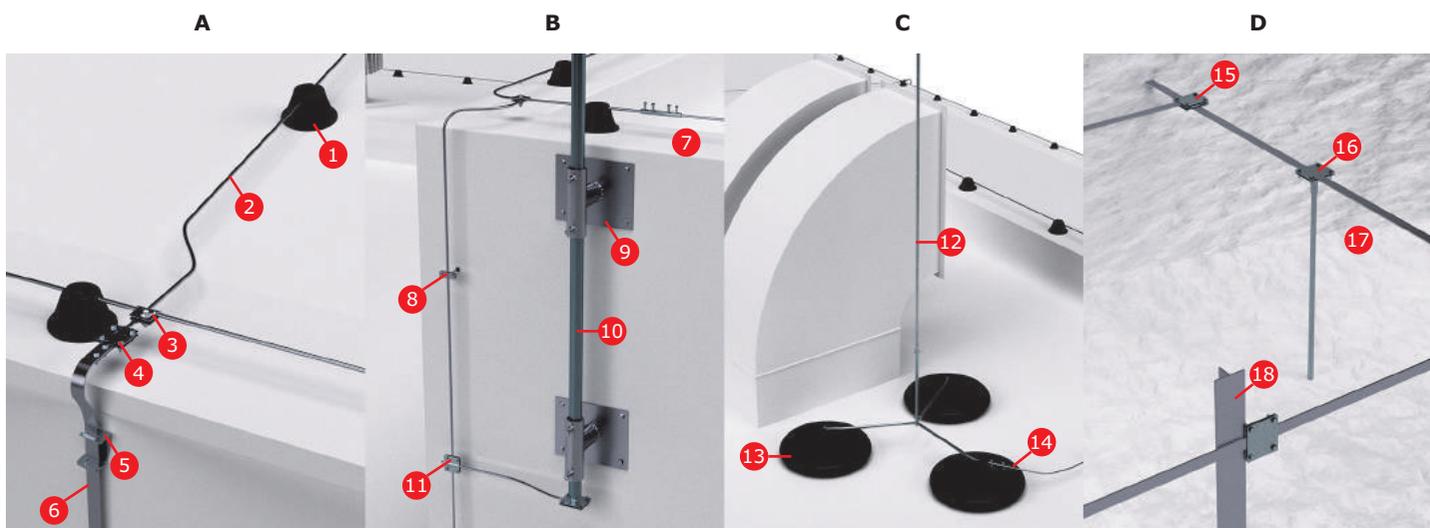
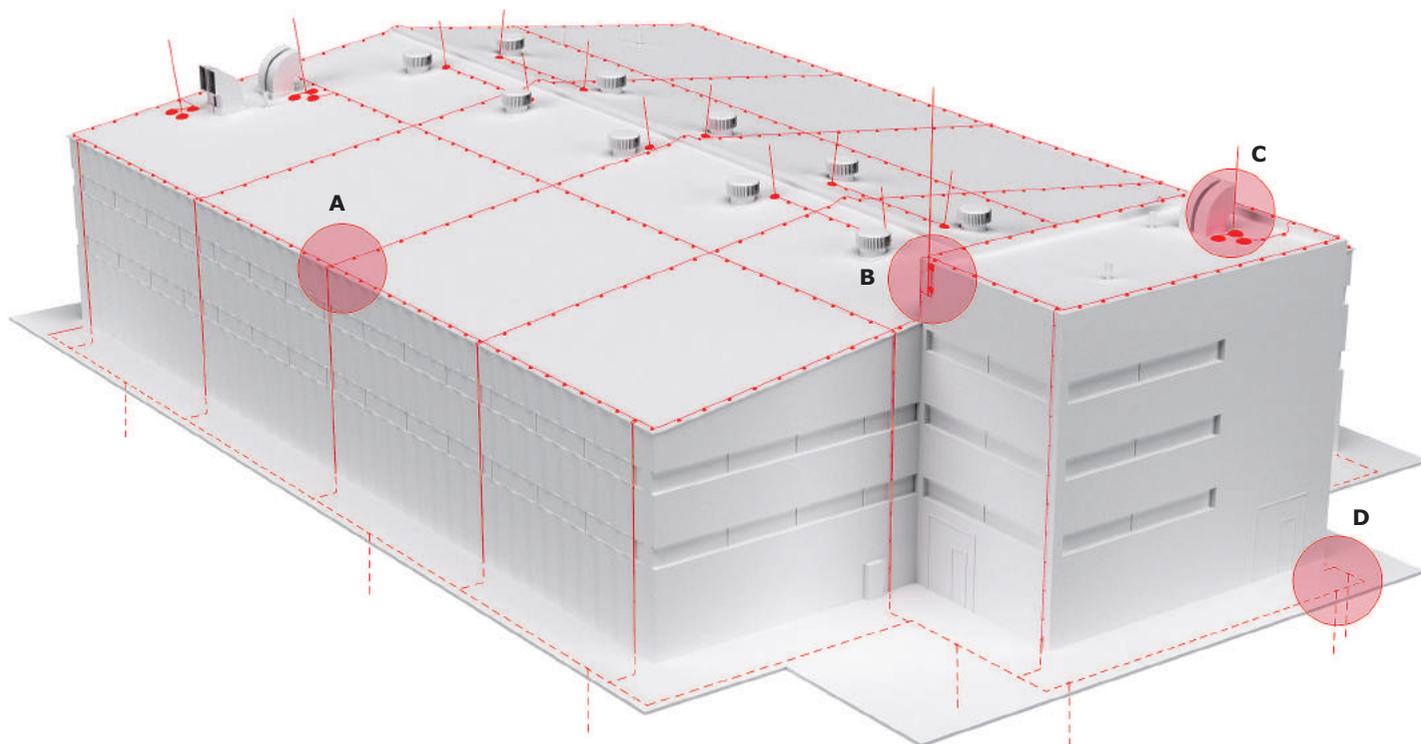
Сопротивление вертикальных заземлителей с учетом сопротивления току горизонтального заземлителя:

$$R_e = R_n \cdot R_h / (R_n - R_h)$$

Окончательное количество заземлителей:

$$n = \frac{R_{\text{oc}}}{R_e \cdot \eta_c}$$

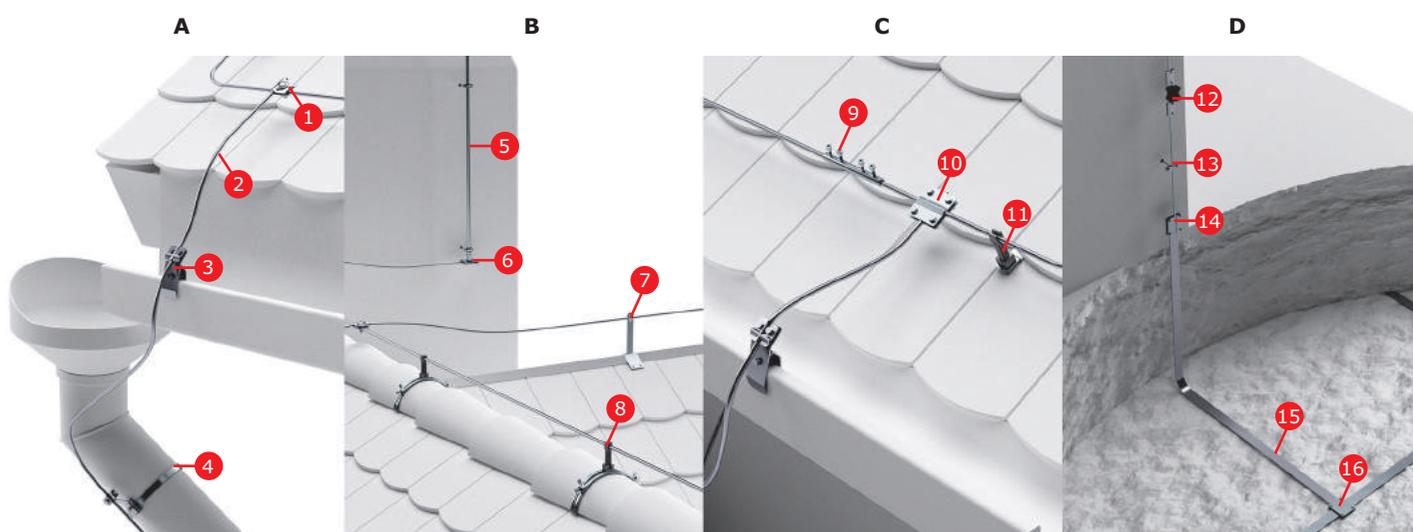
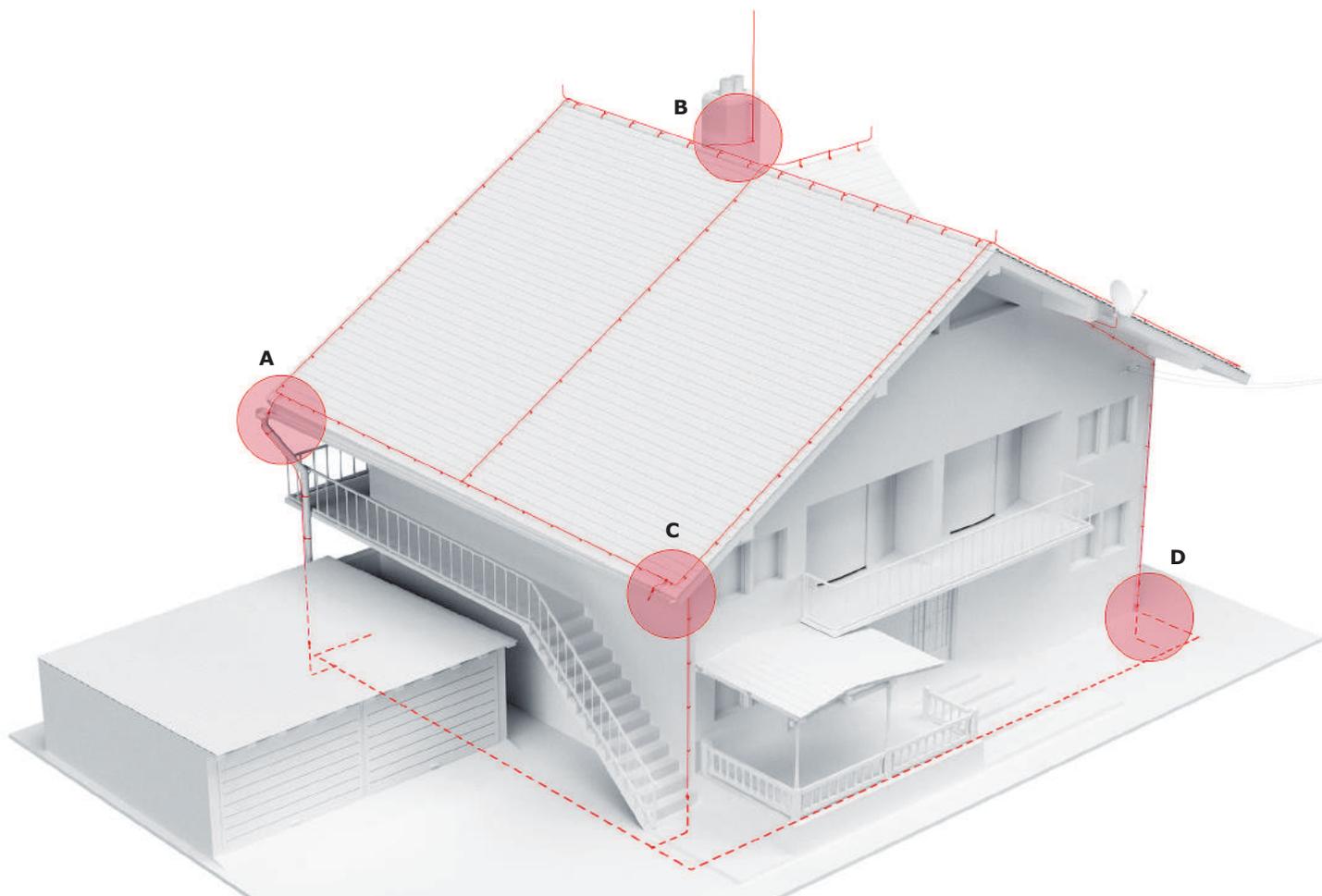
## Организация системы для строений с плоской кровлей



- 1 Универсальный держатель с бетоном ND2103
- 2 Пруток-катанка горячеоцинкованный  $\varnothing 8$  NC1008
- 3 Универсальный соединитель NG3103
- 4 Контрольный соединитель NG3203
- 5 Скоба-держатель полосы ND2311
- 6 Полоса горячеоцинкованная 25x4 NC2254
- 7 Соединитель круглого проводника NG3202
- 8 Фасадный держатель ND2307
- 9 Настенный держатель для молниеприемных мачт длиной 5-7 метров NL0100

- 10 Молниеприемная мачта NL7000
- 11 Соединение прутков-прутков  $\varnothing 8$  NG3104
- 12 Молниеприемная мачта NL7000
- 13 Бетонное основание 40 кг NL0500
- 14 Соединитель проводника для молниеприемника NG6606
- 15 Соединитель полоса-полоса с разделительной пластиной NG3106
- 16 Комплект стержневого вертикального заземлителя NE1231+NE1232
- 17 Полоса горячеоцинкованная 40x4 NC2444
- 18 Профильный вертикальный заземлитель 50x50x5 NE5503

Организация системы для строений со скатной кровлей

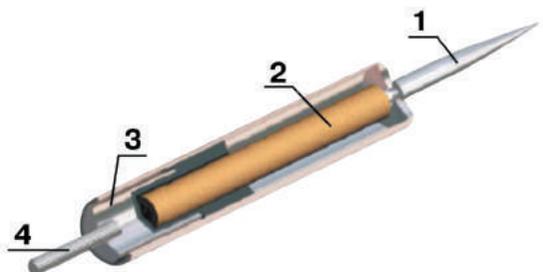


- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Универсальный соединитель NG3103</li> <li>2 Пруток-катанка горячеоцинкованный <math>\varnothing 8</math> NC1008</li> <li>3 Держатель прутка на водостоке с болтом ND2308</li> <li>4 Хомут на металлические трубы 80–160 мм NG3001</li> <li>5 Молниеприемник с держателем 3 м NL7300</li> <li>6 Соединитель проводника для молниеприемника NG6606</li> <li>7 Угловой коньковый зажим ND2202</li> <li>8 Коньковый регулируемый зажим с пластиковым держателем ND2204</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>9 Соединитель круглого проводника NG3202</li> <li>10 Соединение прутков-прутков <math>\varnothing 8</math> NG3104</li> <li>11 Пластиковый держатель под черепицу ND2214</li> <li>12 Искровой промежуток класса I NX0001</li> <li>13 Фасадный держатель ND2307</li> <li>14 Соединитель прутков-полосы с разделительной пластиной NG3101</li> <li>15 Полоса горячеоцинкованная 40x4 NC2444</li> <li>16 Соединитель полосы-полосы с разделительной пластиной NG3106</li> </ul> |
|--|--|



## Система активной молниезащиты

Вначале грозы возникает напряженность электрического поля между землей и атмосферой, что в свою очередь заряжает активный молниеприемник JONOSTAR. Когда напряжение поля между атмосферой и землей достигает максимума, специальная индукционная катушка, находящаяся в молниеприемнике, генерирует «встречный лидер» к «ниспадающему лидеру» молнии, и образует канал прохождения разряда к активному молниеприемнику, и если действие молнии направлено на объект, находящийся в зоне защиты молниеприемника, она будет «направлена» к молниеприемнику. Активный молниеприемник полностью автономен, и приводится в действие только во время грозы.



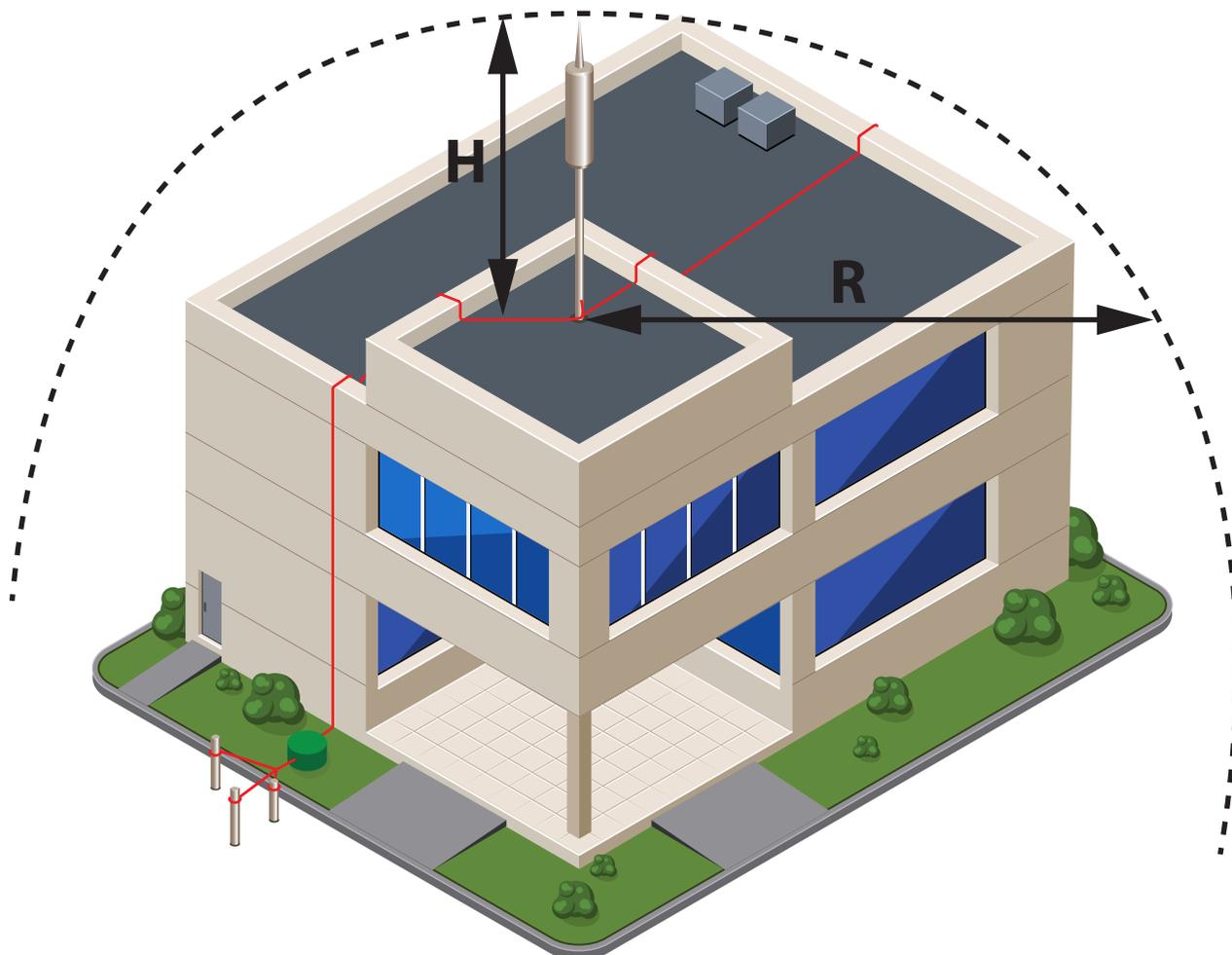
### Конструктив молниеприемника JONOSTAR.

1. Наконечник молниеприемника
2. Индуктивная катушка
3. Генератор импульсного напряжения
4. Соединительная муфта M16

### Общие правила проектирования активной молниезащиты

Согласно французской норме NF C 17-102.

- Каждый молниеотвод должен иметь минимум один токоотвод.
- Мачты антенн, находящиеся на крыше, необходимо соединить с токоотводом при помощи искрового разрядника.
- Сопротивление заземления должно быть не выше 10 Ом.
- Если высота здания превышает 28 м, необходимо произвести два токоотвода, на противоположных фасадах здания.
- Все объекты на крыше здания (антенны, мачты, кондиционеры и т.д.) должны находится внутри защищаемого пространства. С целью определения радиуса защиты пространства необходимо воспользоваться таблицей по выбору молниеприемника (см. таблицу).



## Защита от импульсных перенапряжений

### Назначение

УЗИП – устройство, предназначенное для ограничения переходных перенапряжений и отвода импульсов тока. Импульсные токи – электрические токи, характеризующиеся кратковременными изменениями напряжения или силы тока. Частота такого импульса гораздо больше скорости срабатывания автоматических выключателей. Они беспрепятственно достигают оборудования до того момента, как сработает выключатель. Скорость же срабатывания УЗИП в миллионы раз быстрее, что позволяет им эффективно бороться с данными явлениями.



**УЗИП класса I**



**Изолирующий искровой промежуток класса I**



**Сменные модули для УЗИП класса I+II**

Изоляция любого электроприбора рассчитана на определенный уровень напряжения. Как правило, электроприборы рассчитаны на импульс перенапряжения 0,5–2,5 кВ. При превышении данного показателя происходит пробой изоляции, что впоследствии может привести к короткому замыканию и выходу оборудования из строя. Пробой может возникнуть также в электропроводке, что неизбежно приводит к пожару.

Основой УЗИП является элемент с нелинейным сопротивлением (сопротивление может варьироваться в зависимости от условий). В рабочем режиме (при отсутствии импульсных напряжений) ток через УЗИП можно считать нулевым, и поэтому УЗИП в этих условиях представляет собой изолятор и беспрепятственно может быть установлен между фазным и заземляющим проводником. При возникновении импульса напряжения УЗИП резко уменьшает свое сопротивление и пропускает импульс через себя на заземление (или наоборот), рассеивая поглощенную энергию в виде тепла. В этом случае через варистор кратковременно может протекать ток, достигающий нескольких тысяч ампер. Таким образом, импульс "срезается", и на находящееся под защитой устройство попадает нормализованное напряжение и ток.

Величина импульса перенапряжения может сильно отличаться и зависит от нескольких параметров. Наибольшие по величине импульсы в сети могут возникнуть по двум причинам: удар молнии в систему внешней молниезащиты (когда импульс через контур заземления попадает на главную заземляющую шину и далее на все заземляющие контакты розеток и корпуса оборудования по нулевым защитным проводникам) и удар молнии в воздушную линию электропередач (когда импульс достигает оборудования по фазным и нулевым рабочим проводникам). Возможны и другие причины образования импульсов перенапряжения, например, импульсы, наведенные электромагнитным полем молнии при ее ударе в относительно небольшом удалении от линии электропередач, или контура заземления. Величина такого импульса в разы меньше, чем от прямого удара молнии, но, тем не менее, ее вполне достаточно для вывода из строя электрооборудования. Помимо этого импульсы могут образовываться искусственно людьми при коммутациях в сети (например, переключения трансформаторов или запуск мощных двигателей).

Итак, как же бороться с перенапряжениями? Однозначно защитить все оборудование внутри здания одним только классом обычно не удается, т. к. невозможно заранее предугадать параметры поступающих импульсов. Например, если мы применим только первый класс УЗИП (NX1001, NX1012), он, безусловно, нейтрализует большую часть импульса от прямого удара молнии в питающую воздушную линию. Однако велика вероятность того, что оставшегося импульса будет по-прежнему достаточно, чтобы нанести вред электротехнике внутри здания. Кроме того, нижний порог срабатывания УЗИП I класса обычно высок, и нет уверенности, что однажды мы не получим импульс выше допустимого для электрооборудования, но ниже порога срабатывания. При применении только второго класса УЗИП (NX2011-NX2042) мы имеем гарантированное своевременное срабатывание, но такой УЗИП может пропустить через себя только сравнительно небольшой импульс, например, наведенный удаленным ударом молнии, и не сохранит оборудование от мощных импульсов прямых ударов. Существуют комбинированные УЗИП класса I+II (NX1211-NX1242) или II+III (NX3011). Такие устройства сочетают в себе свойства сразу двух, а иногда и трех классов. Их характеристики позволяют подобрать способ защиты наиболее универсально.