

СОДЕРЖАНИЕ

О компании	02	Держатели круглого провода	28
Введение	04	Соединители	30
Возникновение грозовых разрядов	04	Заземление	30
Основные поражающие факторы удара молнии	05	Внутренняя молниезащита	32
Внешняя молниезащита	06	Импульсные перенапряжения	32
Молниеприемники	07	Типы и опасность	33
Токоотводы	07	Защита от импульсных перенапряжений	34
Заземление	09	Защитные элементы УЗИП	34
Расчет объектов	11	Рабочие параметры УЗИП	36
Примеры расчетов	14	Комбинированные УЗИП	37
Молниезащита частного дома	14	Схемы подключения УЗИП	37
Молниезащита промышленного объекта	20	Примеры применения УЗИП для различных объектов	40
Рабочее заземление частного дома	26	УЗИП серии e.industrial	43
Конструктивные элементы	28	Устройства защиты от импульсных перенапряжений KIWA	43
Провод	28	Устройства защиты от импульсных перенапряжений ASCO	44
Молниеприемное оборудование	28	Устройства защиты от импульсных перенапряжений OBO Bettermann	44

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

E.NEXT INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL GROUP — международная группа компаний, специализирующихся на внедрении комплексных электротехнических решений и автоматизации управления технологическими процессами, производстве и поставке щитового оборудования низкого и среднего напряжения, кабельно-проводниковой и светотехнической продукции.

Сегодня бренд E.NEXT объединяет современные производственные мощности, инженеринговые службы, технические лаборатории, сервисные центры, региональные коммерческие и административные представительства в Польше, Болгарии, Румынии, Украине, Молдове, Чешской Республике, Словакии, Литве, Латвии и Эстонии. Продукция ТМ E.NEXT сертифицирована по европейским стандартам и доступна через нашу партнерскую сеть.

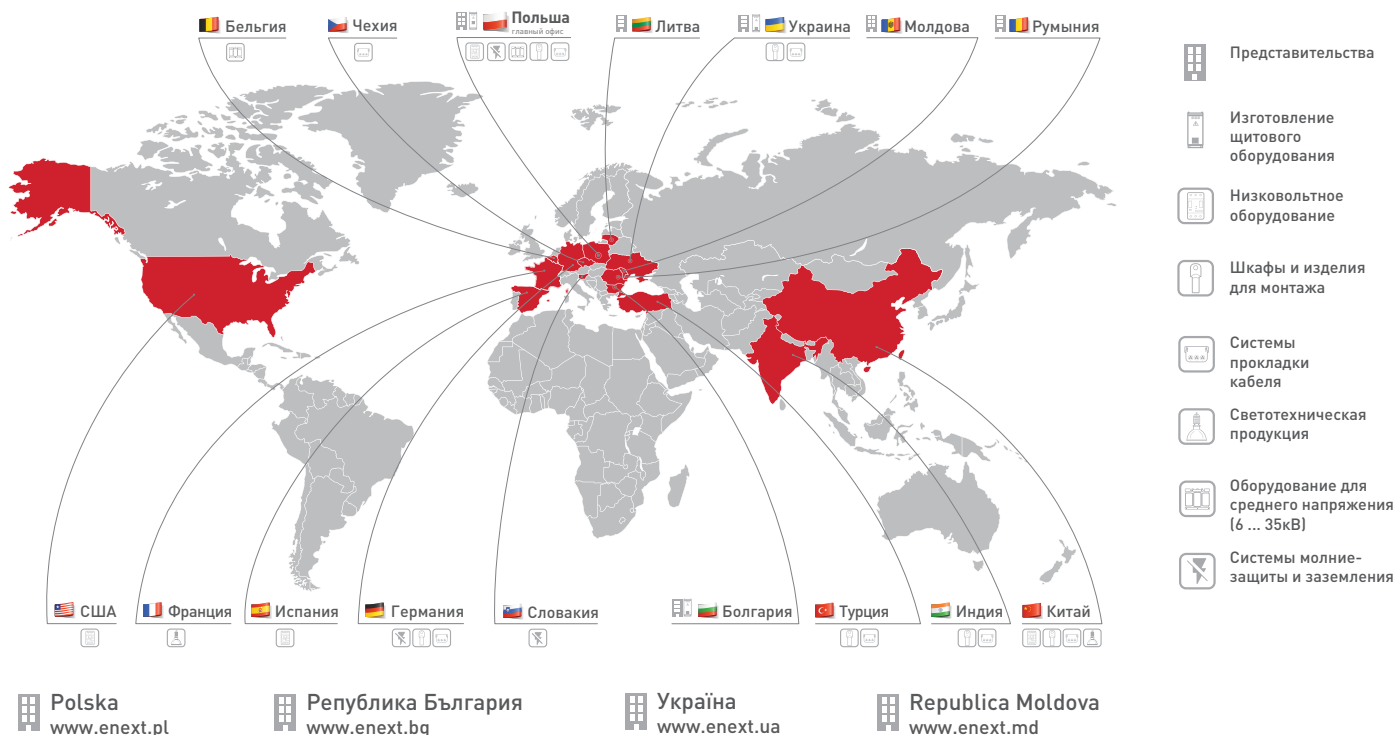
За годы работы команда E.NEXT накопила обширный опыт реализации проектов для аграрной, строительной, транспортной, промышленной и энергетической отраслей экономики. Работая индивидуально с каждым нашим клиентом, мы ответственно подходим к решениям технически сложных задач, выполняя проектирование, комплексную поставку оборудования, пусконаладочные работы, сервисное, гарантийное и послегарантийное обслуживание.

В основе нашего успеха заложено стремление быть лучшими, не останавливаться на достигнутых результатах, следуя новым технологиям и мировым тенденциям. Производить качественную продукцию по доступным ценам. Искать новаторские идеи и воплощать их в жизнь.

Приглашаем вас в круг наших уважаемых Партнеров и Клиентов! Мы хорошо понимаем стоящие перед вами задачи и знаем, как их решить, ценим ваше время и сотрудничество, и стремимся всегда быть номер один для вашего бизнеса!

Let's build the future together!

Карта представительств и поставщиков



ВВЕДЕНИЕ

Молния — гигантский электрический искровой разряд в атмосфере, обычно может происходить во время грозы, проявляющийся яркой вспышкой света и сопровождающим её громом. Ток в разряде молнии достигает 200 тысяч ампер.

На протяжении многих столетий, люди были убеждены, что молния — огненный пар, зажатый в водяных парах туч. Расширяясь, он прорывает их в наиболее слабом их месте и быстро устремляется вниз, к далекой поверхности земли.

В 1752 году Бенджамин Франклин экспериментально доказал, что молния — это сильнейший электрический разряд. Франклин произвел свой знаменитый опыт с воздушным змеем, который был запущен в воздух при приближении грозы. На крестовине экспериментального змея был закреплен отрезок заостренной проволоки, а к концу бечевки были привязаны ключ и шелковая лента. Эту шелковую ленту ученый держал в своих руках. Когда нить намочла, ключ получил электрический заряд.

Бенджамин Франклин, пытаясь защитить Капитолий столицы штата Мериленд в 1775 году прикрепил к зданию толстый железный стержень, который возвышался над куполом на несколько метров и был соединен с землей. Ученый отказался патентовать свое изобретение, желая, чтобы оно, как можно скорее, начало служить людям.

Наиболее часто молния возникает в кучево-дождевых (грозовых) облаках, иногда молния образуется в слоисто-дождевых облаках, а также при вулканических извержениях, торнадо и пылевых бурях.



Большинство разрядов образуется в пределах одного облака или между облаками. 90% грозовых разрядов между облаком и землей являются разрядами отрицательно заряженное облако — положительно заряженная земля.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГРОВОВЫХ РАЗРЯДОВ

При подъеме вверх теплых масс воздуха, находящаяся там влага конденсируется, образуются кристаллы льда, которые вследствие столкновений и трения, электризуются. При этом, положительно заряженные частицы оказываются в верхней части облака, отрицательно — в нижней. Поверхность земли получает положительный заряд. Необходимая для разряда молнии напряженность поля лежит в пределах 0,5 – 10 кВ/см. На первой стадии, в зоне, где электрическое поле достигает критического значения, начинается ударная ионизация, создаваемая вначале свободными зарядами, всегда имеющимися в небольшом количестве в воздухе, которые под действием электрического поля приобретают значительные скорости по направлению к земле и, сталкиваясь с молекулами, составляющими воздух, ионизируют их.

Возникают электронные лавины, переходящие в нити электрических разрядов — стримеры, представляющие собой хорошо проводящие каналы, которые, сливаясь, дают начало яркому термоионизованному каналу с высокой проводимостью — ступенчатому лидеру молнии.

Движение лидера к земной поверхности происходит ступенями в несколько десятков метров со скоростью ~ 50 000 километров в секунду, после чего его движение приостанавливается на несколько десятков микросекунд, а свечение сильно ослабевает; затем в последующей стадии лидер снова продвигается на несколько десятков метров. Яркое свечение охватывает при этом все пройденные ступени; затем следуют снова остановка и ослабление свечения. Эти процессы повторяются при движении лидера к поверхности земли со средней



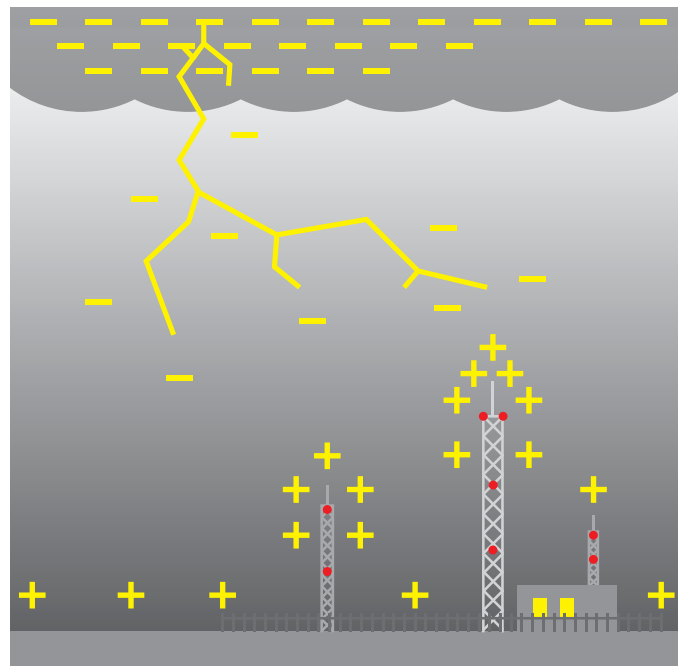
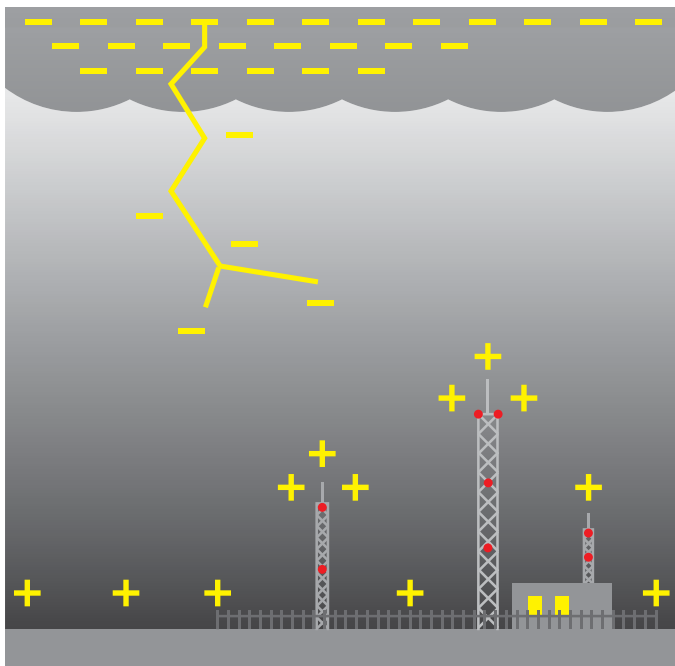
Распределение разряда: 1 — около 6 000 м.,
2 — электрическое поле

Разряд грозового облака на землю начинается с формирования «ступенчатого лидера молнии» через каждую 1 нс происходит импульс каждые 20 нс происходит остановка

скоростью 200 000 метров в секунду.

По мере продвижения лидера к земле напряжённость поля на его конце усиливается и под его действием из выступающих на поверхности Земли предметов выбрасывается ответный стример, соединяющийся с лидером. Эта особенность молнии используется для создания молниеотвода.

Температура канала при главном разряде может превышать 20000-30000 °С. Длина канала молнии может быть от 1 до 10 км, диаметр — несколько сантиметров.



ОСНОВНЫЕ ПОРАЖАЮЩИЕ ФАКТОРЫ УДАРА МОЛНИИ

В зависимости от точки поражения здания принимают во внимание первичные и вторичные поражающие факторы:

ПЕРВИЧНЫЙ ПОРАЖАЮЩИЙ ФАКТОР

Удар молнии в здание может привести к следующим последствиям:

- мгновенному механическому повреждению, пожару и/или взрыву вследствие воздействия горячей плазменной дуги самой молнии, вследствие воздействия тока, появляющегося в результате омического нагрева проводов или вследствие электрического заряда, возникающего в результате эрозии в основании дуги (расплавленный металл);
- пожару и/или взрыву, инициированных искрами, вызванными перенапряжениями в результате резистивной и индуктивной связи и протекания части токов молнии;
- угрозе для жизни из-за контактного и шагового напряжения вследствие резистивной и индуктивной связи.

ВТОРИЧНЫЕ ПОРАЖАЮЩИЕ ЭФФЕКТЫ

Удар молнии вблизи здания может привести :

- к повреждению или выходу из строя внутренних систем в результате воздействия электромагнитных импульсов грозовых разрядов.

Удар молнии в систему энергоснабжения здания может привести к следующим последствиям:

- пожару и/или взрыву, вызванных искрами, вследствие перенапряжений и воздействия токов молнии, проходящих через системы энергоснабжения;
- угрозе для жизни из-за контактного и шагового напряжений внутри здания, вызванных токами молнии, передаваемых через подсоединенные системы энергоснабжения;
- повреждению или выходу из строя внутренних систем вследствие перенапряжений, возникающих на подсоединенных линиях электропередачи и передаваемых на здание.

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;

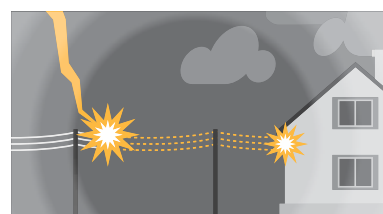
- к повреждению или выходу из строя внутренних систем в результате воздействия электромагнитных импульсов грозовых разрядов.



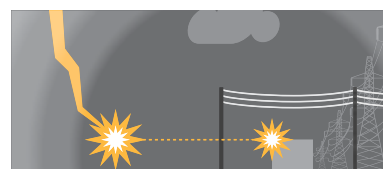
S1 — удар молнии в объект



S2 — удар молнии вблизи объекта



S3 — удар молнии в системы энергоснабжения



S4 — удар молнии вблизи систем энергоснабжения



ВНЕШНЯЯ МОЛНИЕЗАЩИТА

Из всех угроз, присущих удару молнии, наибольшую всегда несет именно прямой удар. Его разрушительная сила способна нанести серьезные механические повреждения, высокая температура канала молнии может вызвать пожар. Ток молнии, достигающий 200 кА, представляет очень серьезную угрозу человеческой жизни. Единственным способом избежать этой опасности является применение правильно спроектированной и надежно смонтированной системы внешней молниезащиты. Проектирование системы осуществляется с учетом класса молниезащиты. Всего принято четыре класса, в зависимости от степени надежности. Первый класс предполагает надежность

защиты на уровне более 99%, второй — от 95 до 99%, третий — от 90 до 95%, четвертый — не менее 85%. Выбор класса зависит от ожидаемого количества ударов молнии в объект, его ценности, и угроз для жизни людей и окружающей среды в случае поражения грозовым разрядом. Например, первым классом защищают АЭС, склады с боеприпасами, НПЗ, вторым — крупные промышленные предприятия с ценным оборудованием и представляющие угрозу окружающей среде, третьим — жилой фонд, торговые, офисные комплексы, четвертым — сооружения, в которых люди не находятся постоянно и где нет электрической проводки.



Внешняя системы молниезащиты состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей:

- молниеприемник [1]
- токоотвод [2]
- заземлитель [3]



МОЛНИЕПРИЕМНИКИ

Молниеприемники предназначены для принятия на себя удара молнии. Молниеприемники могут быть естественными или специально установленными. Последние могут быть выполнены в виде стержней, тросов, сетки или их комбинаций. Могут монтироваться на самом объекте, либо быть отдельно стоящими.



Стержневой
молниеприемник



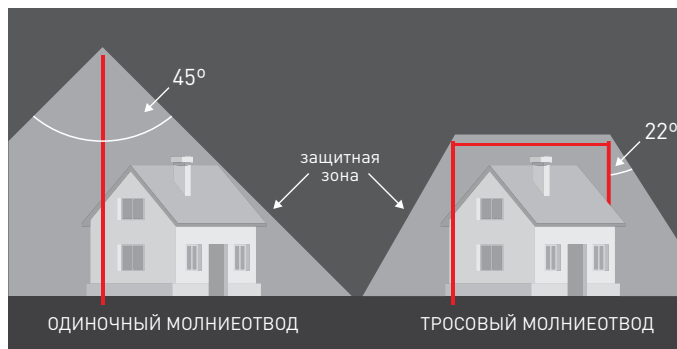
Тросовый
молниеприемник



Сетчатый
молниеприемник



Молниеприемники
на защищаемом объекте



Отдельно стоящие
молниеприемники

Материалы и сечения молниеприемников согласно требованиям ДСТУ Б. В.2.5-38:2008:

Материал	Сечение, мм ²
Сталь	50
Алюминий	70
Медь	35

Материалы и сечения токоотводов согласно требованиям ДСТУ Б. В.2.5-38:2008:

Материал	Сечение, мм ²
Сталь	50
Алюминий	25
Медь	16

ТОКООТВОДЫ

Токоотвод должен соединять молниеприемник и заземлитель кратчайшим путем. Крайне нежелательно допускать его подъем. У каждого стержня должен быть минимум один токоотвод. Притросовой системе, к каждому концу троса должен быть присоединен токоотвод. На защищаемом объекте должно быть не менее двух токоотводов, они должны располагаться равномерно по периметру, по возможности, по углам. Если стена выполнена из негорючего материала — токоотводы могут быть проложены на поверхности стены или в стене, если из горючего — на поверхности стены. Токоотводы надо размещать на расстоянии не менее 3 м от входов, в местах, недоступных для касания людей. Не следует прокладывать токоотводы в водосточных трубах, даже если они покрыты изоляционным материалом. Допускается применение естественных токоотводов (например, металлический каркас фасада или арматура ж/б конструкций), если они удовлетворяют соответствующим условиям. Крепление токоотвода производится через 0,8-1,0 м.



Естественные молниеприемники должны удовлетворять следующим требованиям:

Материал	Толщина, достаточная для отвода тока молнии к заземлителю, мм	Толщина, достаточная для безопасного приема удара молнии, мм
Сталь	0,5	4
Алюминий	0,5	5
Медь	0,65	7

Материалы, а так же сечения молниеприемников и токоотводов согласно требованиям IEC 63205 ¹⁾:

Материал	Конфигурация провода	Площадь поперечного сечения, мм ²
Медь	Сплошной плоский	50
	Сплошной круглый	50
Луженая медь	Многожильный ²⁾	50
	Многожильный круглый ³⁾	176
Алюминий	Сплошной плоский	70
	Сплошной круглый	50
	Многожильный	50
Алюминиевый сплав	Сплошной плоский	50
	Сплошной круглый	50
	Многожильный	50
	Многожильный круглый ³⁾	176
Омедненный алюминиевый сплав	Многожильный круглый	50
Сталь оцинкованная методом горячего погружения	Сплошной плоский	50
	Сплошной круглый	50
	Многожильный	50
	Многожильный круглый ³⁾	176
Омедненная сталь	Сплошной плоский	50
	Сплошной круглый	50
Нержавеющая сталь	Сплошной плоский ⁴⁾	50
	Сплошной круглый ⁴⁾	50
	Многожильный	70
	Многожильный круглый ³⁾	176

1) — Механические и электрические характеристики, а также антикоррозионные свойства должны отвечать требованиям IEC 62561;

2) — 50 мм² (8 мм в диаметре) может быть уменьшено до 25 мм² в отдельных случаях, когда механическая прочность не является обязательным требованием. В этом случае надлежит уделить внимание уменьшению расстоянию между креплениями;

3) — Для молниеприемников, у которых механическое напряжение, в частности ветровая нагрузка, не критично, может применяться провод диаметром 9,5 мм и длиной 1 м;

4) — Если тепловые и механические характеристики имеют большое значение, эти значения должны быть увеличены до 75 мм²;

ЗАЗЕМЛЕНИЕ

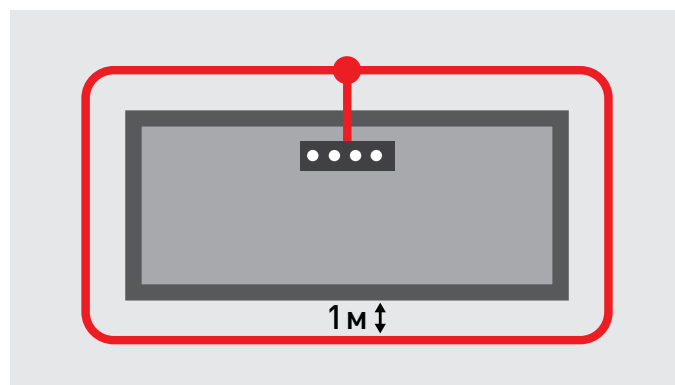
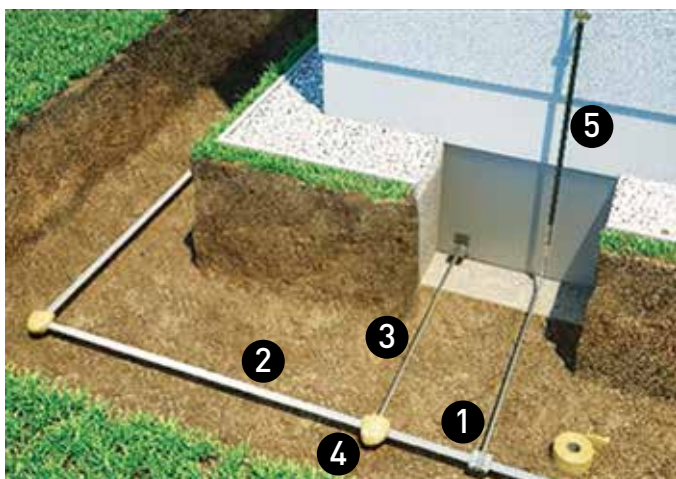
По своему назначению принято различать рабочее функциональное и защитное заземление. Под рабочим понимают соединение элементов какой-либо системы или оборудования с заземляющим устройством, не связанное с требованиями электробезопасности. Защитное заземление служит для защиты от поражения электрическим током.

Ныне действующая нормативная база предусматривает создание единого контура заземления на объекте. В случае, если это невозможно, то контура требуется между собой соединить. Основным требованием к контуру рабочего заземления является

его сопротивление, которое не должно превышать определенного значения — 4 Ом (например, для жилого фонда), а в некоторых случаях до 1,5 Ом и меньше.

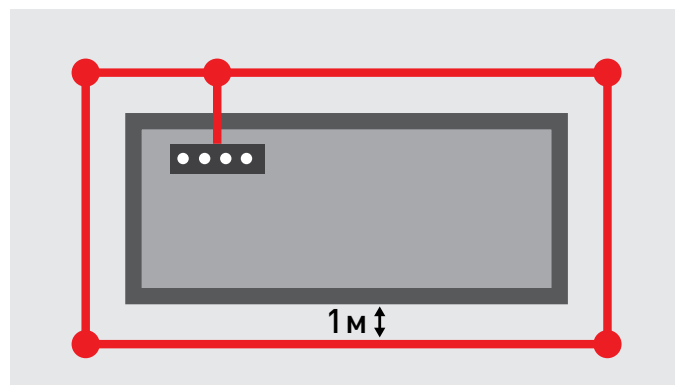
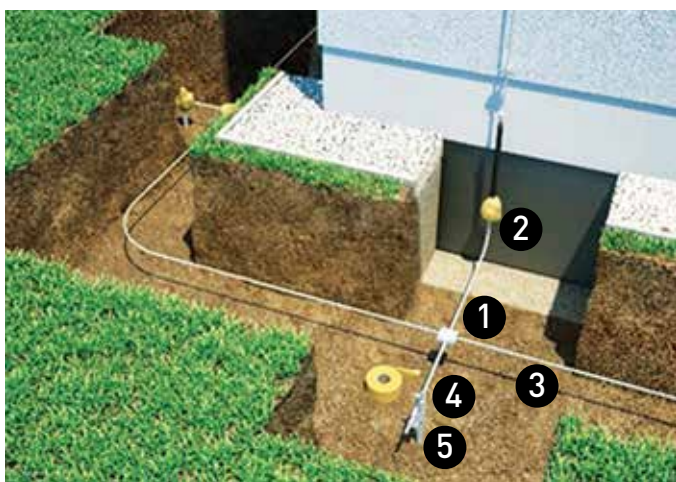
Молниезащитное заземление предназначено для безопасного рассеяния тока молнии в грунт, может быть естественным (фундаментным) или искусственно смонтированным (кольцевым либо глубинным). Каждый токоотвод обязательно должен быть соединен с заземлителем. Заземлители должны прокладываться в земле на глубине не менее 0,5 м и на расстоянии не менее 1 м от фундамента.

КОЛЬЦЕВОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ



1 — крестовой соединитель, 2 — плоский проводник, 3 — круглый проводник, 4 — антикоррозионная лента.

ГЛУБИННОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ



1 — крестовой соединитель, 2 — антикоррозионная лента, 3 — круглый проводник, 4 — соединительные клеммы, 5 — стержень заземления.

Минимально допустимое сечение элементов заземления должно соответствовать таблице (согласно ДСТУ Б В.2.5- 38:2008)

Материал	Сечение, мм ²
Сталь	100
Алюминий	Не применяется
Медь	50

Материалы, а так же размеры и сечения элементов системы заземления согласно требованиям IEC 63205 ^{1), 5)}:

Материал	Конфигурация	Минимальные размеры		
		Диаметр стержня заземления, мм	Заземляющий проводник, мм ²	Пластина заземления, мм
Медь Луженая медь	Многожильный		50	
	Сплошной круглый	15	50	
	Сплошной плоский		50	
	Труба	20		
	Сплошная пластина			500×500
	Сетчатая пластина ³⁾			600×600
Сталь оцинкованная методом горячего погружения	Сплошной круглый	14	78	
	Труба	25		
	Сплошной плоский		90	
	Сплошная пластина			500×500
	Сетчатая пластина ³⁾			600×600
	Профиль	⁴⁾		
Сталь без покрытия ²⁾	Многожильный		70	
	Сплошной круглый		78	
	Сплошной плоский		75	
Омедненная сталь	Сплошной круглый	14 ⁶⁾	50	
	Сплошной плоский		90	
Нержавеющая сталь	Сплошной круглый	15 ⁶⁾	78	
	Сплошной плоский		100	

1) — Механические и электрические характеристики, а также антикоррозийные свойства должны отвечать требованиям IEC 62561;

2) — Должна быть погружена в бетон минимум на 50 мм;

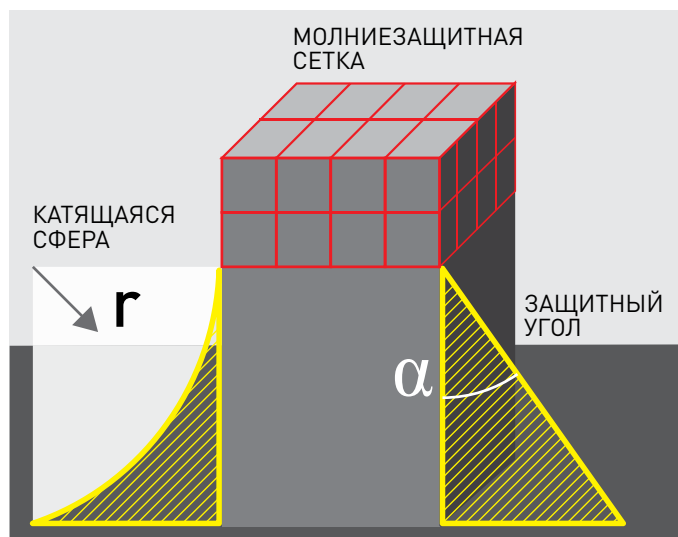
3) — Допускаются различные профили с поперечным сечением 290 мм² и толщиной не менее 3 мм, например, крестовой профиль;

4) — В случае использования фундаментного заземлителя по типу В, заземляющий электрод должен быть соединен надлежащим образом как минимум 5 м со стальной арматурой железобетона.;

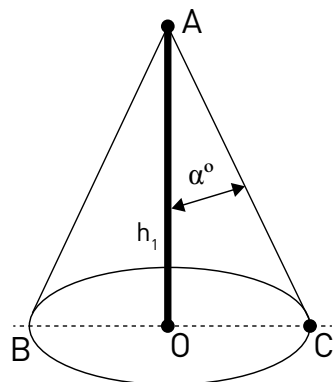
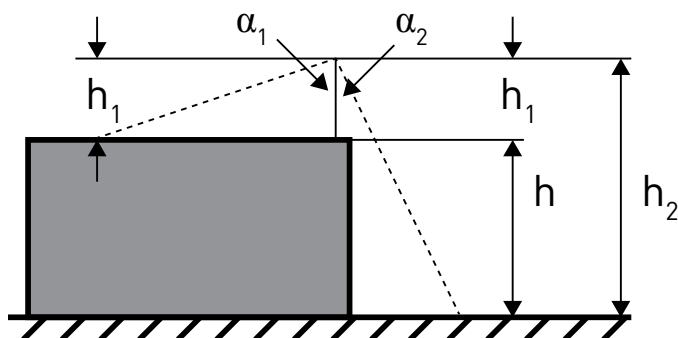
5) — В некоторых странах диаметр может быть уменьшен до 12,7 мм

РАСЧЕТ ОБЪЕКТОВ

Расчет системы молниезащиты производится согласно требованиям действующей нормативной базы. В нашей стране обустройство систем молниезащиты регламентируется международным стандартом IEC 62305 и национальным ДСТУ Б В.2.5- 38:2008. Расчет зон защиты молниеприемников проводится согласно методам защитного угла или катящейся сферы. В случае применения молниеприемной сетки устанавливается ее шаг. Метод катящейся сферы подходит для всех случаев. Метод защитного угла рекомендуется применять для зданий простой формы. Метод сетки является подходящей формой защиты ровных поверхностей.



Метод защитных углов



Пространство, защищаемое одиночным вертикальным молниеприемником

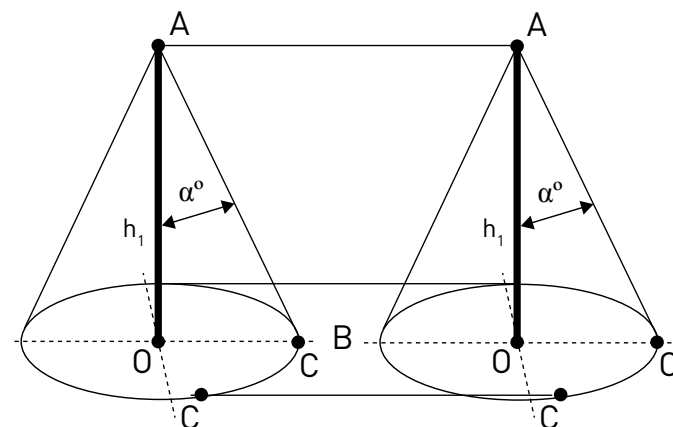
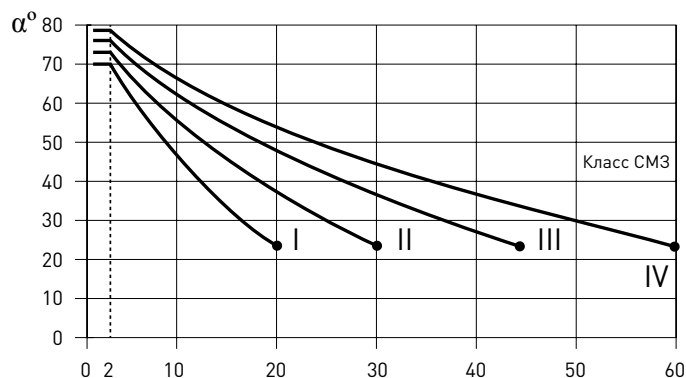
Расчет зон защиты молниеприемников согласно нормам ДСТУ Б В.2.5-38:2008

Уровень защиты	Радиус катящейся сферы R, м	Угол α° , для сооружений различной высоты $h_{об}$, м				Шаг ячейки сетки, м
		20	30	45	60	
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20

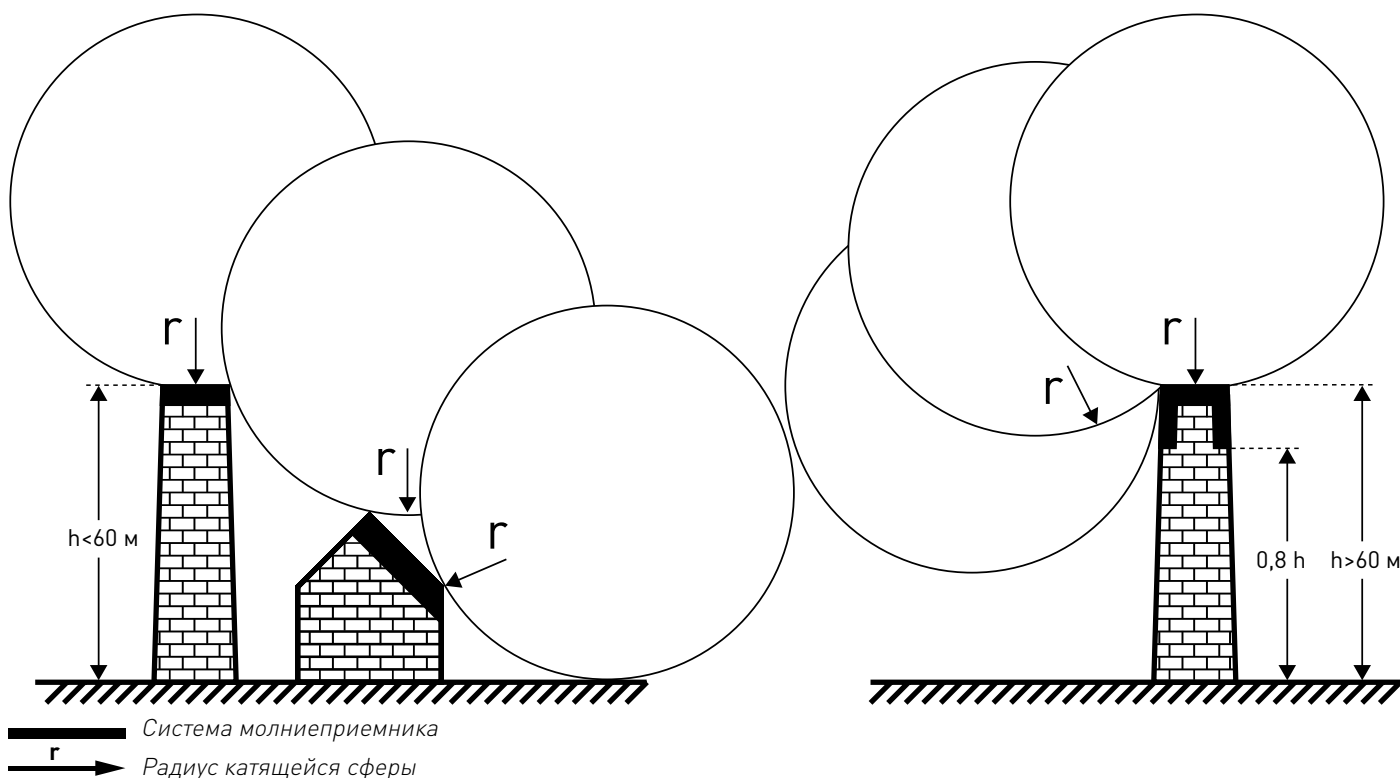
* В этих случаях применяются только сетки или катящиеся сферы

Расчет зон защиты молниеприемников согласно нормам IEC 62305

Класс СМЗ	Метод защиты		
	Радиус катящейся сферы r, м	Размер ячейки сетки W, м	Защитный угол α°
I	20	5×5	См. рисунок ниже
II	30	10×10	
III	45	15×15	
IV	60	20×20	



Пространство, защищаемое тросовым молниеприемником



Во всех случаях, кроме случая отдельно стоящих молниеприемников, количество токоотводов должно быть не меньше двух. Если молниеприемник состоит из стержней, установленных на отдельных опорах (или одной опоре), на каждую опору должен быть предусмотрен минимум один токоотвод. Если молниеприемник состоит из отдельных горизонтальных проводов (тросов) или из одного провода (троса), на каждый конец троса нужен минимум один токоотвод. Если молниеприемник представляет собой сетчатую конструкцию, подвешенную над защищаемым объектом, на каждую ее опору требуется не менее одного токоотвода. Токоотводы следует располагать по периметру защищаемого, так, чтобы среднее расстояние между ними было не менее значений, приведенных в таблице →

Согласно нормам стандарта IEC 62305, для контура молниезащитного заземления рекомендуется низкое сопротивление растекания тока в грунте (по возможности менее 10 Ом, измеренное на низкой частоте). Применяются два основных типа (А и В) размещения заземляющих электродов. Тип А предполагает использовать горизонтальные или вертикальные электроды, установленные за пределами защищаемого здания и присоединенные к каждому токоотводу. В расположении типа А общее количество используемых заземляющих электродов должно быть не менее двух.

Минимальная длина l_1 каждого заземляющего электрода на основании каждого токоотвода составляет: — l_1 — для горизонтальных электродов, или — $0,5 l_1$ — для вертикальных (или наклонных) электродов, где l_1 — минимальная длина горизонтальных электродов, указанная на графике.

Тип В включает либо кольцевой проводник, находящийся за пределами защищаемого здания, соприкасающийся с почвой на 80 % своей полной длины, либо заземляющий электрод в фундаменте. Эти заземляющие электроды также могут быть сетчатыми. Для кольцевого заземляющего электрода (или заземляющего электрода в фундаменте) средний радиус r_e участка, охватываемого кольцевым заземляющим электродом, должен быть не меньше значения l_1 :

$$r_e \geq l_1,$$

где l_1 — определяется по графику.

$$r_e = L_e / 2\pi$$

L_e — длина эквивалентной окружности, равная общей длине кольцевого заземляющего электрода.

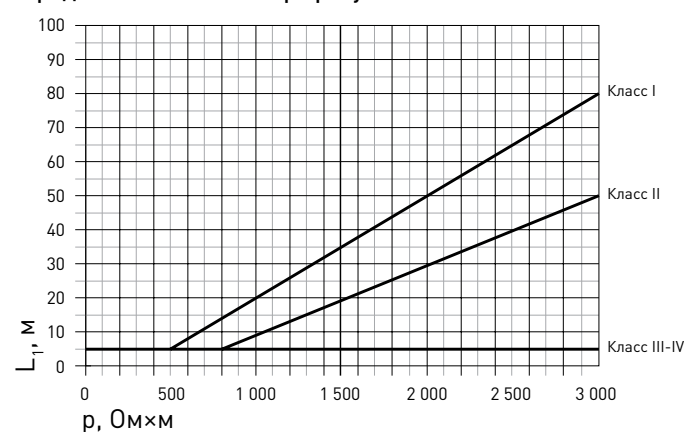
Если требуемое значение l_1 превышает соответствующее значение r_e , то необходимо добавить горизонтальные или вертикальные электроды длиной l_r (горизонтальный) и l_v (вертикальный), рассчитываемые по следующим формулам:

$$l_r = l_1 - r_e \text{ и } l_v = (l_1 - r_e) / 2$$

Среднее расстояние между токоотводами

Уровень защиты	Расстояние согласно ДСТУ Б В.2.5-38:2008, м	Расстояние согласно IEC 62305, м
I	10	10
II	15	10
III	20	15
IV	25	20

Минимальная длина заземляющего электрода определяется согласно графику



Рекомендуется, чтобы количество электродов было не меньше количества токоотводов (не менее двух). Дополнительные электроды должны соединяться с кольцевым заземляющим электродом в точках соединения токоотводов и по возможности на равном расстоянии.

Согласно ДСТУ Б В.2.5-38:2008, молниезащитное заземление должно удовлетворять ниже приведенным требованиям.

В случае применения отдельно стоящих молниеприемников используются следующие искусственные заземлители:

- для 1-го и 2-го уровня молниезащиты - заземлитель, который состоит из трех и более вертикальных электродов длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом и расстоянием между ними не менее 3 м;
- для 3-го уровня молниезащиты - заземлитель, который состоит минимум из двух вертикальных электродов длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом и расстоянием между ними не менее 3 м;

В случае расположения молниеприемников на кровле защищаемого объекта, по периметру здания или сооружения следует прокладывать в земле внешний контур из искусственных горизонтальных заземлителей.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СОПРОТИВЛЕНИЯ КОНТУРА ЗАЗЕМЛЕНИЯ

В случаях, когда значение сопротивления контура заземления является определяющим параметром, его значение можно предварительно определить согласно методике.

1. Сопротивление одиночного вертикального заземлителя:

$$R_{ов} = \frac{0,366}{L} \times P \times K_m \times \left(\lg \frac{2 \times L}{d} + 0,5 \times \lg \frac{4 \times t + L}{4 \times t - L} \right)$$

где **L** и **d** — длина и диаметр стержня соответственно, м;
P — эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом×м;
t — заглубление электрода (расстояние от поверхности земли до середины электрода), м.

Если грунт двухслойный, эквивалентное удельное сопротивление определяется из выражения:

$$P = \rho \times \rho_2 \times L / [\rho(L - H + t\pi) + \rho_2(H - t\pi)]$$

где **K_m** — коэффициент сезонности (по табл. 1 — для стержневых заземлителей)

ρ — удельное сопротивление верхнего слоя грунта, Ом×м;

ρ₂ — удельное сопротивление нижнего слоя грунта Ом×м;

H — толщина верхнего слоя грунта, м;

tπ — заглубление полосы, м.

Заглубление стержня определяется по формуле: $t = (L/2) + t\pi$

2. Сопротивление растеканию тока соединительной полосы:

$$R_{r} = \frac{0,366}{L_{\pi}} \times \rho \times K_m \times \lg \frac{2 \times L_{\pi}^2}{b \times t}$$

где **L_π**, **b** — длина и ширина соединительной полосы, м

t — заглубление соединительной полосы;

K_m — коэффициент сезонности для полосы (по табл. 1 — для полосовых заземлителей);

ρ — удельное сопротивление верхнего слоя грунта, Ом×м;

3. Сопротивление соединительной полосы с учетом коэффициента использования:

$$R_r = R_r / h_{\pi}$$

h_π — коэффициент использования полосы (табл. 2)

4. Сопротивление одиночного заземлителя с учетом коэффициента использования:

$$R_{сп} = R_{ов} / h_c$$

В грунте:

— с эквивалентным удельным сопротивлением $\rho \leq 500 \text{ Ом} \times \text{м}$ при площади здания менее 250 м^2 к этому контуру в местах присоединения токоотводов для 1-го и 2-го уровня молниезащиты крепятся по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной $2 \div 3 \text{ м}$.

— с эквивалентным удельным сопротивлением $500 < \rho \leq 1000 \text{ Ом} \times \text{м}$ при площади здания менее 900 м^2 к внешнему контуру из горизонтальных электродов в местах присоединения токоотводов для 1-го и 2-го уровня молниезащиты следует прикрепить не менее двух вертикальных или горизонтальных лучевых электродов длиной $2 \div 3 \text{ м}$ на расстоянии $3 \div 5 \text{ м}$ друг от друга, а в местах присоединения токоотводов для 3-го уровня молниезащиты следует приварить по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной $2 \div 3 \text{ м}$.

h_c — коэффициент использования вертикальных заземлителей (табл. 2)

5. Общее сопротивление вертикальных заземлителей

$$R_v = R_{сп} / n$$

n — количество заземлителей

6. Общее сопротивление контура заземления

$$R = R_v \times R_{\pi} / (R_v + R_{\pi})$$

Таблица 1 — Значения расчетных климатических коэффициентов сезонности сопротивления грунта

Заземлитель	Климатическая зона			
	I	II	III	IV
Стержневой	1,8...2,0	1,6...1,8	1,4...1,5	1,2...1,4
Полосовой	4,5...7,0	3,5...4,5	2,0...2,5	1,5...2,0

Таблица 2 — Коэффициенты использования вертикальных заземлителей h_c и соединительной полосы h_π

Число заземлителей	Заземлители размещены в ряд		Заземлители размещены по замкнутому контуру	
	h _π	h _c	h _π	h _c
2	0,91	-	-	-
4	0,83	0,89	0,78	0,55
6	0,77	0,82	0,73	0,48



Схема распределения климатических зон Украины

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

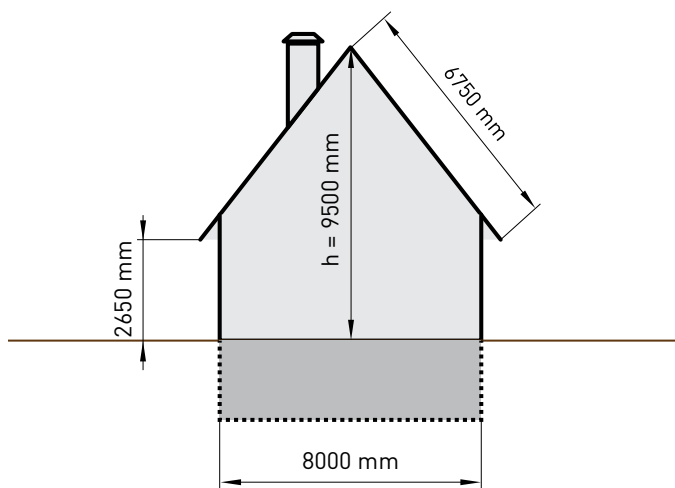
Расчет системы молниезащиты должен производиться согласно требованиям стандартов IEC 62305 либо ДСТУ Б В.2.5- 38:2008. При проектировании, монтаже, эксплуатации и обслуживании систем, рекомендуется выполнять нормы обоих стандартов, либо стандарта, дающего более строгое толкование в каждом конкретном случае. Системы заземления должны удовлетворять требованиям Главы 1.7 ПУЭ:2011.

МОЛНИЕЗАЩИТА ЧАСТНОГО ДОМА

1. Получение, согласование технического задания.

1.1. Получение геометрических размеров, конструктивных особенностей объекта.

Защищаемый объект — деревянный коттедж (сруб) с острой двухскатной кровлей и одним дымоходом. Получен план кровли и фасадов с габаритными размерами. Указано расположение внешней водосточной системы — по углам здания. Кровля изготовлена из керамической черепицы, дымоход — из кирпича, фасад деревянный. Отмостка — отсутствует (есть временная грунтовая дорожка вокруг здания). Грунт — слегка увлажненный песок с удельным сопротивлением ориентировочно 800 Ом×м.

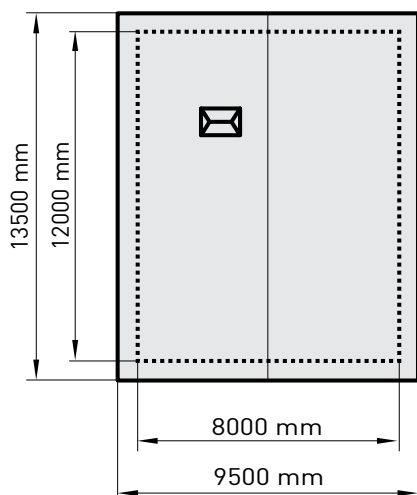
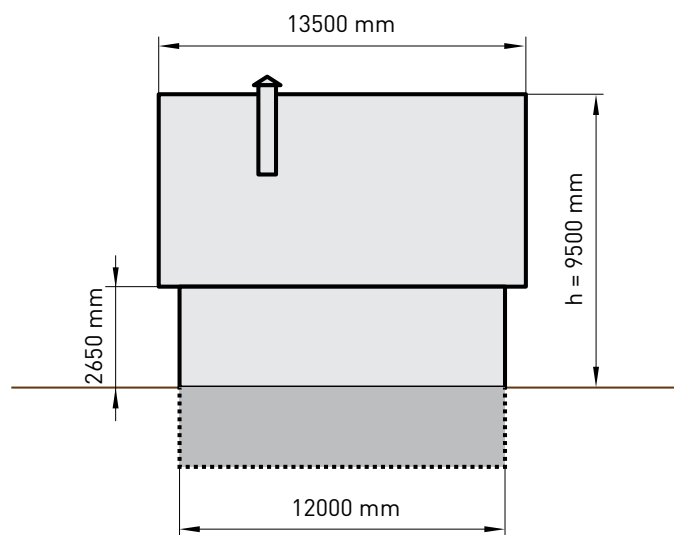


1.2. Определение класса молниезащиты.

Согласно нормам стандартов IEC 62305 и ДСТУ Б В.2.5- 38:2008, для данного типа сооружений принимается III класс молниезащиты.

1.3. Выбор материалов.

Материалы молниеприемной системы, токоотводов и заземлителей выбираются согласно действующим нормативам исходя из эстетических, экономических соображений, трудозатрат, агрессивности окружающей среды, санитарно-гигиеническим нормам и утверждаются Заказчиком. Для данного объекта по требованию Заказчика материалом молниеприемников и токоотводов выбран алюминий, для системы заземления — оцинкованная сталь.



2. Разработка концепции.

2.1. Расчет зон защиты, выбор молниеприемной системы.

Расчет зоны защиты молниеприемной системы проведен по методу защитного угла, который рекомендуется для небольших зданий простой формы. Для расчета зон защиты в данном примере используются нормы ДСТУ Б В.2.5-38:2008, дающие более строгую трактовку. Основой молниезащитной системы является горизонтальный провод, проложенный по коньку. Его защитный угол для зданий до 20 м высотой по III классу молниезащиты составляет 45° . В защитную зону попадает все здание, кроме дымохода. Его защита осуществляется стержневым молниеприемником, размещенном на самом дымоходе.

2.2. Определение количества и пути прокладки токоотводов.

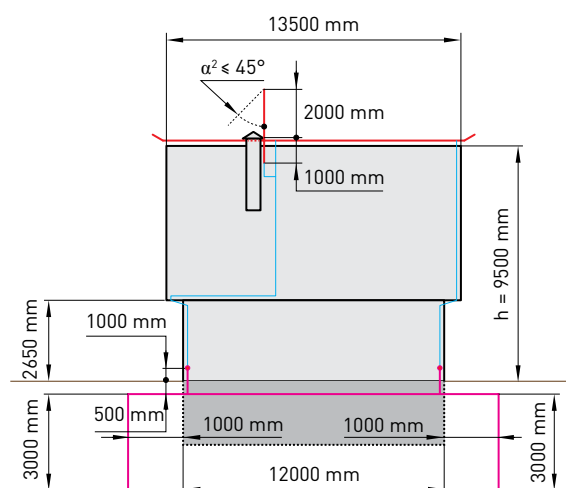
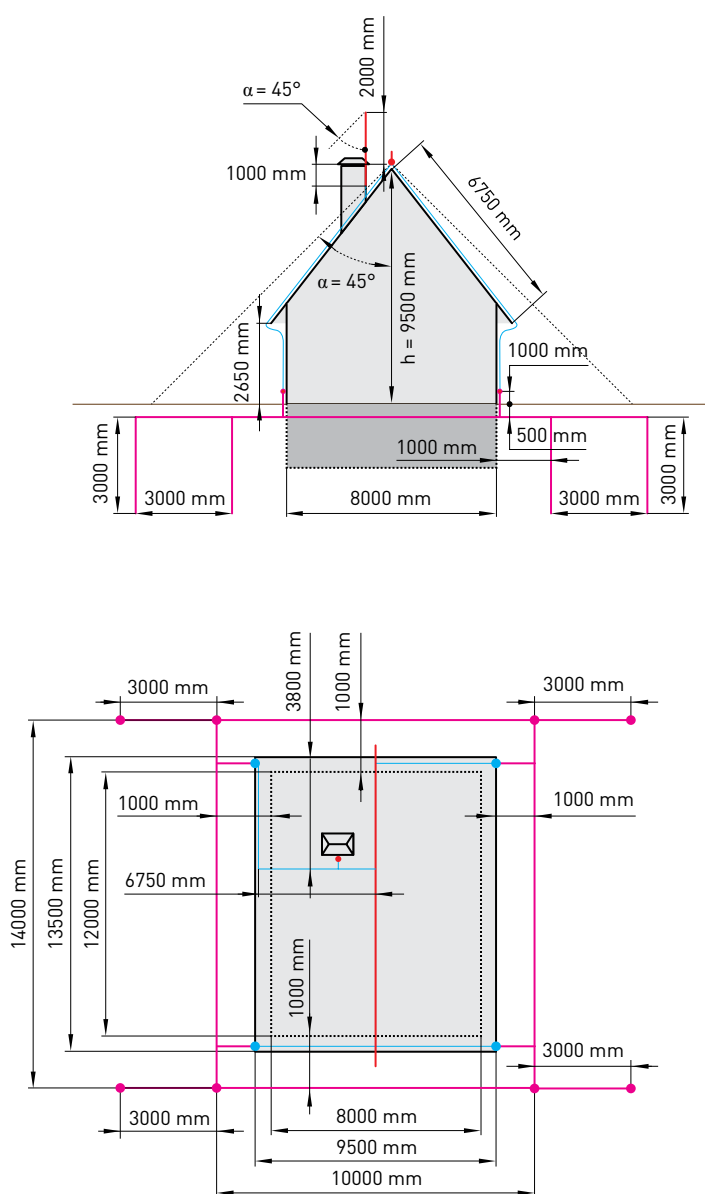
Согласно дающему более жесткое требование стандарту IEC 62305, расстояние между токоотводами при III классе молниезащиты не должно превышать 15 м. В результате определено необходимое количество — четыре токоотвода, размещенные по углам здания. Они соединяют между собой молниеприемники в единую систему и прокладываются от них к заземлителям по скатам кровли и далее — по водосточной системе. Один из токоотводов прокладывается таким образом, что бы соединить кратчайшим путем горизонтальный и стержневой молниеприемники, далее проходит до кромки кровли и вдоль нее к углу здания, затем по водосточной трубе — к заземлителю.

2.3. Выбор контура заземления.

Согласно требованиям ДСТУ Б В.2.5-38:2008, для грунтов с удельным сопротивлением от 500 до 1000 Ом·м при III классе молниезащиты должен быть создан замкнутый контур заземления по периметру защищаемого здания, а в местах соединения с токоотводами нужно прикрепить по одному вертикальному либо горизонтальному лучевому электроду длиной 2-3 м.

Согласно требованиям IEC 62305, при расположении типа А (стержневом), при III классе молниезащиты к каждому токоотводу должен быть прикреплен заземлитель состоящий из двух горизонтальных электродов длиной 5 м либо вертикальных электродов длиной 2,5 м. Расстояние между электродами должно быть не меньше их длины.

В результате принято техническое решение, удовлетворяющее требованиям обоих стандартов: к каждому токоотводу присоединен заземлитель, состоящий из двух вертикальных электродов длиной 3 м и расстоянием 3 м между ними. Заземлители соединены между собою замкнутым кольцевым проводником, проложенным по периметру здания. Согласно действующим нормам стандартов, глубина залегания контура составляет 0,5 м, его расстояние до стены — 1 м.



3. Расчет оборудования и комплектации системы

3.1. Расчет молниеприемного оборудования.

Согласно требованиям ДСТУ Б В.2.5- 38:2008, дающего более строгую трактовку, сечение молниеприемника из алюминия должно быть не менее 70 мм² (для круглого проводника — Ø10 мм). С каждого конца проводник должен выступать над кровлей примерно на 0,5 м и быть загнут на 45° вверх. Длина конька составляет 13,5 м. Длина горизонтального проводника, не менее: 13,5+2×0,5=14,5м. В результате, в качестве горизонтального молниеприемника принят круглый провод

из алюминия Ø10 мм длиной 15 м. С обеих сторон на его концы прикрепляются токоприемники — всего 2 шт. Для крепления провода применяются кровельные держатели проволоки для коньковой черепицы с шагом 0,8 1 м. Их количество примерно: 13,5/0,8+1≈18. Принято — 18 шт. Для защиты дымохода выбран стержневой молниеприемник длиной 3м — 1 шт. Для его крепления к дымоходу применяются держатели молниеприемника – 2шт. Применяемые материалы, комплектующие и их количества указаны в таблице.

Стержень молниеприемника

используется для перехвата удара молнии



Держатель молниеприемника

используется для крепления молниеприемника к дымоходной трубе



Кровельный держатель провода для коньковой черепицы

используется для крепления круглого провода на коньке



Токоприемник

используется для безопасного принятия удара молнии проводом



Круглый провод

используется для принятия и отвода тока молнии



Молниеприемное оборудование

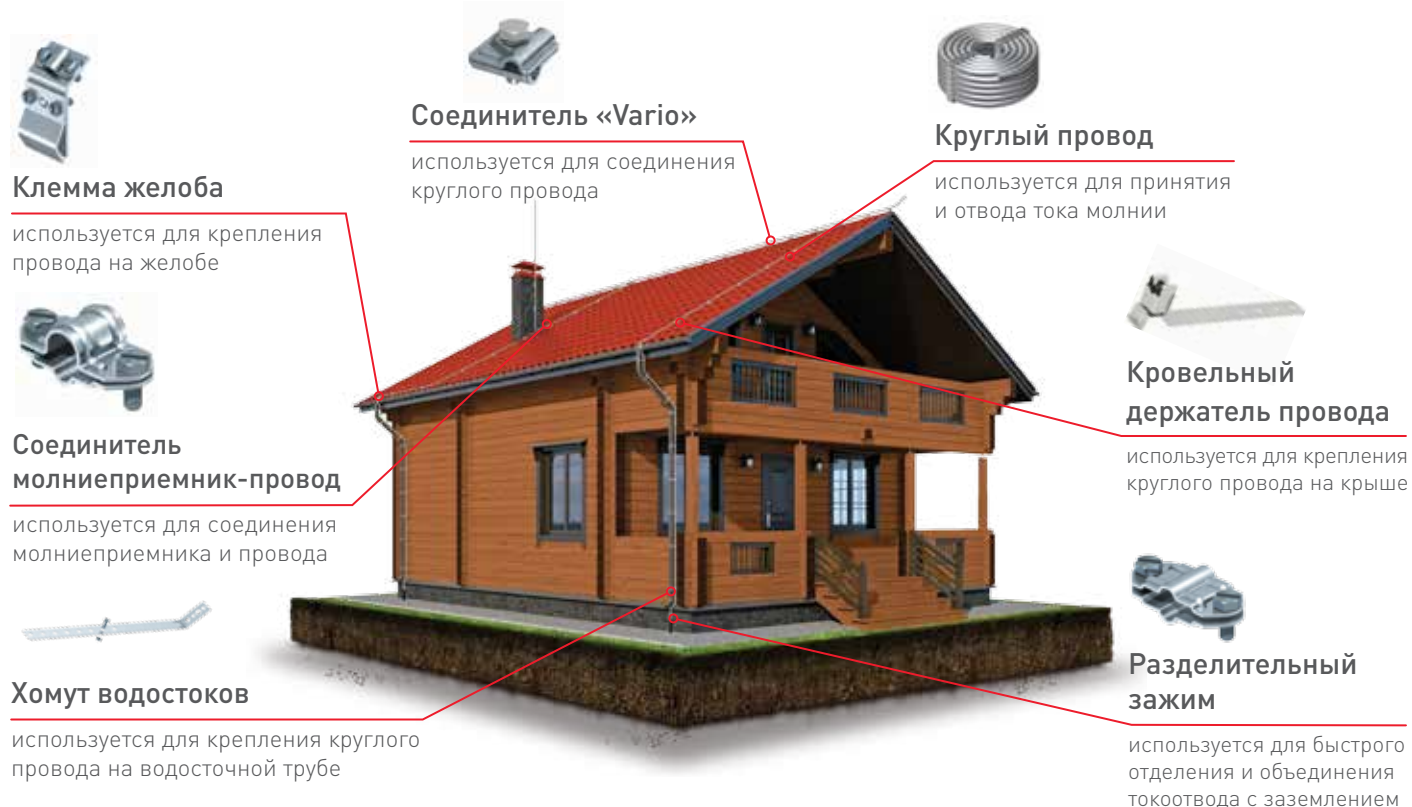
№ п/п	Артикул	Наименование	Описание	Ед. измерения	Изображение	Количество
1	5021308	RD 10-ALU	Круглый алюминиевый проводник d 10 мм	м		45
2	5401989	101 VL3000	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заужен с 16 мм до 10 мм. Длина 3 м	шт.		1
3	5405068	120 A	Наконечник молниеприемного стержня d 8-10.	шт.		2
4	5202833	132 VA	Кровельный держатель проволоки для коньковой черепицы, 185-260 мм, нержавеющая сталь	шт.		18
5	5229960	113 Z8-10	Держатель провода с перемычкой d 8-10 мм цинк. сплав	шт.		2

3.2. Расчет токоотводов

Согласно требованиям IEC 62305, дающего более строгую трактовку, сечение токоотвода из алюминия должно быть не менее 50 мм² (для круглого проводника — Ø 8 мм). Длина токоотвода, проложенного по водосточной системе, составляет 2,65 м. Длина токоотвода от конька до кромки крыши составляет 6,75 м. Длина токоотвода, проложенного вдоль кромки — 3,8 м. Между стержнем на дымоходе и токоотводом на скате крыши нужно проложить проводник длиной примерно 1 м. Общая длина токоотводов должна быть не менее: $(2,65+6,75) \times 4 + 3,8 + 1 = 42,4$ м. В результате, в качестве материала для токоотводов выбран круглый сплошной провод из алюминия Ø 8 мм длиной 45 м. Для крепления провода токоотвода на керамической черепице используются кровельные держатели провода, устанавливаемые с шагом 0,8 – 1 м: $4 \times (6,75/0,8 + 1) + 3,8/0,8 + 1 = 44$ шт.

Принято — 45 шт. Для прокладки токоотводов по водосточным трубам используются хомуты с шагом 0,8 – 1 м, их ориентировочное количество: $4 \times (2,65/0,8 + 1) \approx 18$ шт.

Принято — 20 шт. Для соединения стержневого молниеприемника и токоотвода используется соединитель — 1 шт. Для соединения между собой круглых проводников токоотводов и молниеприемников используются универсальные соединители Varío, их общее количество составляет 10 шт. Для крепления провода токоотвода на желобе водосточной системы используются клеммы желоба — 4 шт. Примерно на расстоянии 1 м от уровня земли, между токоотводами и заземлителями устанавливается разъемные соединения при помощи разделительных зажимов — 4 шт. В таблице указаны применяемые конструктивные элементы.



Комплектация токоотводов

№ п/п	Артикул	Наименование	Описание	Ед. измерения	Изображение	Количество
1	5021286	RD 8-ALU	Круглый алюминиевый проводник d 8 мм.	м		45
2	5215552	157 F-VA 230	Кровельный держатель проволоки для черепичной кровли, d 8 L=230 мм, нержавеющая сталь	шт.		45
3	5350905	301 V-VA	Универсальная скоба водосточной трубы, 60-130 мм, нержавеющая сталь	шт.		20
4	5336058	226 VA	Универсальная соединительная вставка для пригонки круглых проводников Rd 8-10 к Rd 16, нержавеющая сталь	шт.		1
5	5311519	249 8-10 ALU	Соединитель быстрого монтажа Varío d 8-10. Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений, алюминий	шт.		10
6	5316014	262	Клемма для кровельного водосточного желоба, для любого борта	шт.		4
7	5336457	233 A VA	Разделительная вставка Rd 8-10 и FL 30 мм, нержавеющая сталь	шт.		4

3.3. Расчет контура заземления.

Согласно требованиям ДСТУ Б В.2.5-38:2008, дающего более строгую трактовку, сечение стального заземлителя должно быть не менее 100 мм². В качестве горизонтального заземляющего проводника, а так же соединяющего провода вертикальных и горизонтальных заземлителей выбран плоский проводник сечением 30×3,5 мм из оцинкованной методом горячего погружения стали с цинковым покрытием 70 мкм. Размеры сторон траншеи, вырытой по периметру здания для прокладки горизонтального заземлителя, составляют 14 и 10 м соответственно. Расстояние между вертикальными электродами — 3 м. На соединение каждого токоотвода с контуром необходимо 2,5 м провода. В результате, общая длина плоского проводника: (14+10)×2+3×4+2,5×4=70 м. Для крепления плоских проводов к стене дома применяются держатели, всего 8шт. Вертикальные электроды изготавливаются

из 1,5-метровых наборных стержней диаметром 20 мм. Материал стержней — оцинкованная методом горячего погружения сталь с покрытием 70 мкм. Каждый электрод состоит из двух наборных стержней, каждый вертикальный заземлитель состоит из двух электродов. В итоге, общее количество стержней: 2×2×4=16 шт. Для забивания стержней в землю необходимы наконечники, их количество равно количеству вертикальных электродов — 2×4=8 шт. Столько же должно быть клемм, соединяющих стержни с плоским проводом — 8 шт. Количество крестовых соединителей для плоского проводника должно быть не менее 12 шт. Принято количество с запасом — 15 шт. С целью защиты болтовых соединений в грунте используется антикоррозионная лента — один рулон на два соединения, всего 8 рулонов. Материалы, применяемые в системе заземления, приведены в таблице.



Контур заземления

№ п/п	Артикул	Наименование	Описание	Ед. измерения	Изображение	Количество
1	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский стальной проводник, оцинкован для укладки в земле 30×3,5 мм	м		70
2	5032032	831 30	Держатель для плоских проводников 30 мм	шт.		8
3	5000750	219 20 ST FT	Стержень заземления для стандартного применения L=1,5 м 20 мм горячеоцинкованный. Цинковое покрытие 70 мкм. С цапфами и отверстием для установки в ряд	шт.		16
4	3041212	1819 20BP	Наконечник для стержня заземления 20 мм	шт.		8
5	5001641	2760 20 FT	Соединительная клемма для стержней заземления, универсальная, подходит для подсоединения круглого проводника Rd8-10, или плоского проводника FL40, с промежуточной пластиной, оцинкованная сталь.	шт.		8
6	5314658	256 A-DIN 30 FT	Крестовой соединитель для плоских проводников 30 мм	шт.		15
7	2360055	356 50	Пластичная антикоррозионная лента 50 мм из нетканого материала с химическими волокнами, с вазелиновым покрытием	шт.		8

Система молниезащиты данного объекта состоит из молниеприемников в виде горизонтального провода, проложенного по коньку здания и стержня на дымоходе, токоотводов, проложенных по углам здания и заземлителя из вертикальных электродов, соединенных кольцевым горизонтальным проводом. Общее количество материалов и комплектующих деталей приведено в итоговой таблице.

Система молниезащиты частного дома

№ п/п	Артикул	Наименование	Описание	Ед. измерения	Количество
1	5021308	RD 10-ALU	Круглый алюминиевый проводник d 10 мм	м	45
2	5401989	101 VL3000	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заужен с 16 мм до 10 мм. Длина 3 м	шт.	1
3	5405068	120 A	Наконечник молниеприемного стержня d 8-10	шт.	2
4	5202833	132 VA	Кровельный держатель проволоки для коньковой черепицы, 185-260 мм, нержавеющая сталь	шт.	18
5	5229960	113 Z8-10	Держатель провода с перемычкой d 8-10 мм цинк. сплав	шт.	2
6	5021286	RD 8-ALU	Круглый алюминиевый проводник d 8 мм	м	45
7	5215552	157 F-VA 230	Кровельный держатель проволоки для черепичной кровли, d 8 L=230 мм, нержавеющая сталь	шт.	45
8	5350905	301 V-VA	Универсальная скоба водосточной трубы, 60-130 мм, нержавеющая сталь	шт.	20
9	5336058	226 VA	Универсальная соединительная вставка для пригонки круглых проводников Rd 8-10 к Rd 16, нержавеющая сталь	шт.	1
10	5311519	249 8-10 ALU	Соединитель быстрого монтажа Vario d 8-10. Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений, алюминий	шт.	10
11	5316014	262	Клемма для кровельного водосточного желоба, для любого борта	шт.	4
12	5336457	233 A VA	Разделительная вставка Rd 8-10 и FL 30 мм, нержавеющая сталь	шт.	4
13	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский стальной проводник, оцинкован для укладки в земле 30×3,5 мм.	м	70
14	5032032	831 30	Держатель для плоских проводников 30 мм	шт.	8
15	5000750	219 20 ST FT	Стержень заземления для стандартного применения L=1,5 м 20 мм горячеоцинкованный. Цинковое покрытие 70 мкм, С цапфами и отверстием для установки в ряд	шт.	16
16	3041212	1819 20BP	Наконечник для стержня заземления 20 мм	шт.	8
17	5001641	2760 20 FT	Соединительная клемма для стержней заземления, универсальная, подходит для подсоединения круглого проводника Rd8-10, или плоского проводника FL40, с промежуточной пластиной, оцинкованная сталь	шт.	8
18	5314658	256 A-DIN 30 FT	Крестовой соединитель для плоских проводников 30 мм	шт.	15
19	2360055	356 50	Пластичная антикоррозионная лента 50 мм из нетканого материала с химическими волокнами, с вазелиновым покрытием	шт.	8

МОЛНИЕЗАЩИТА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА

Расчет выполнен согласно нормам стандарта IEC 62305.

1. Получение, согласование технического задания.

1.1. Получение геометрических размеров, конструктивных особенностей объекта.

Защищаемый объект — слесарный цех со складом и офисными помещениями. Представляет собой прямоугольное здание с плоской кровлей. На крыше имеется надстройка и мансардное окно. Получен план кровли и фасадов с габаритными размерами. Кровля изготовлена из рубероида, фасад из кирпича. Отмостка — асфальтное покрытие, ее ширина составляет 1 м. Вокруг здания проложено большое количество подземных коммуникаций, план отсутствует. Грунт, согласно

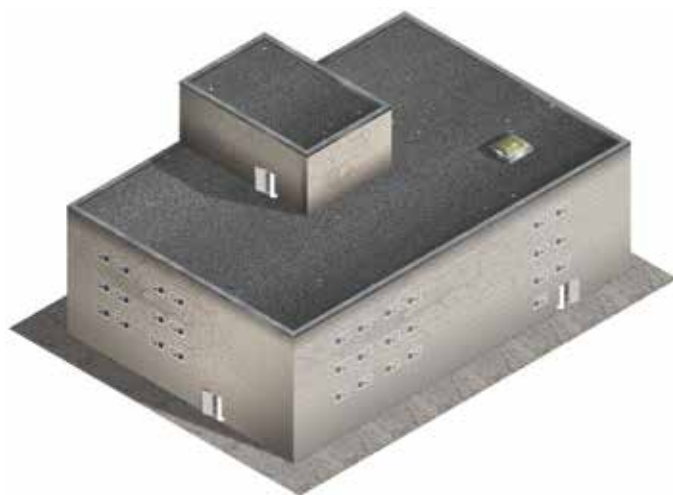
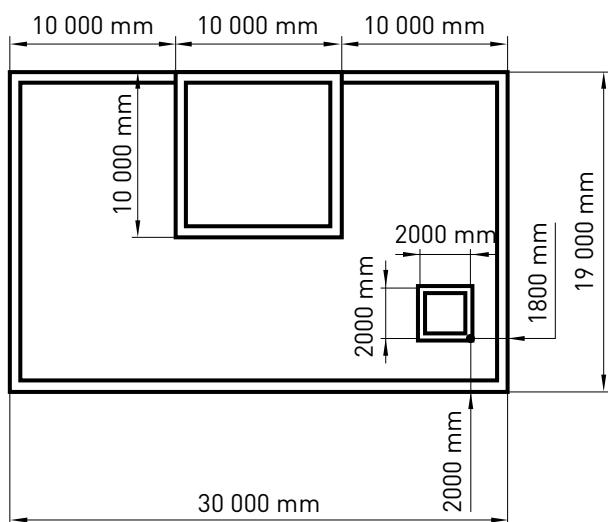
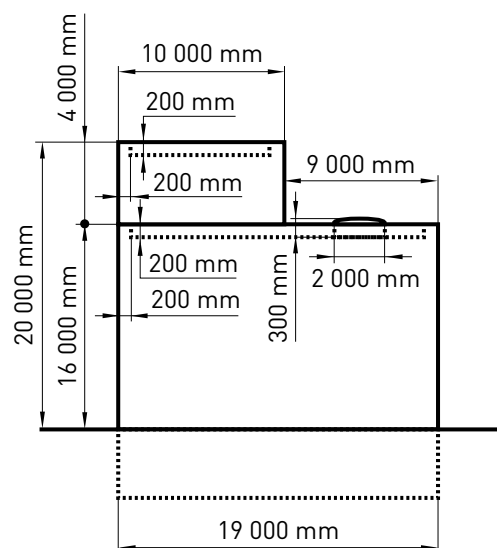
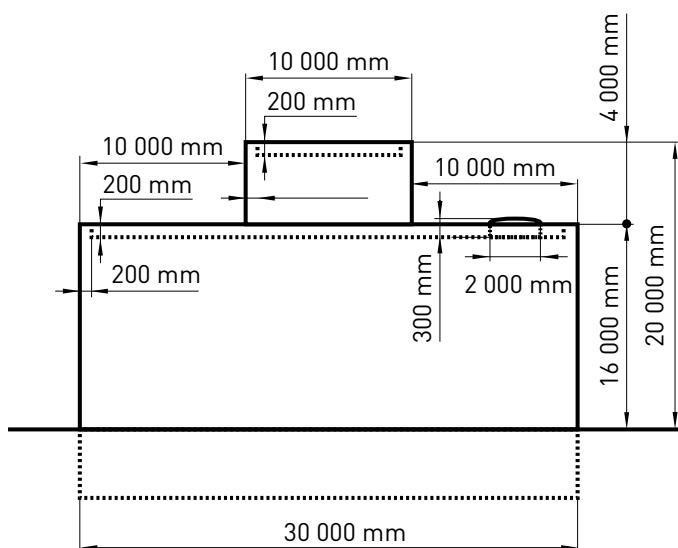
данным геологических изысканий — слегка увлажненный песок с удельным сопротивлением 1000 Ом·м.

1.2. Определение класса молниезащиты.

Согласно нормам стандарта IEC 62305, данное сооружение соответствует III классу молниезащиты. По требованию Заказчика, с целью повышения надежности системы, принят II класс молниезащиты.

1.3. Выбор материалов.

Исходя из экономических соображений, система выполнена из оцинкованной стали.



2. Разработка концепции.

2.1. Расчет зон защиты, выбор молниеприемной системы.

Для защиты объекта выбран сетчатый молниеприемник, рекомендованный для ровных поверхностей. Согласно IEC 62305, размер ячейки для II класса молниезащиты должен составлять не более 10×10 м. Таким образом, для защиты верхней надстройки достаточно проложить молниезащитный провод по ее периметру, для защиты нижнего уровня необходимо проложить провод по периметру, а также один провод вдоль крыши и два – поперек. Защита мансардного окна осуществляется при помощи стержневого молниеприемника. Расчет его зоны защиты произведен методом катящейся сферы, для II класса молниезащиты ее радиус составляет 30 м. Высота молниеприемника определена — 3,5 м.

2.2. Определение количества и пути прокладки токоотводов.

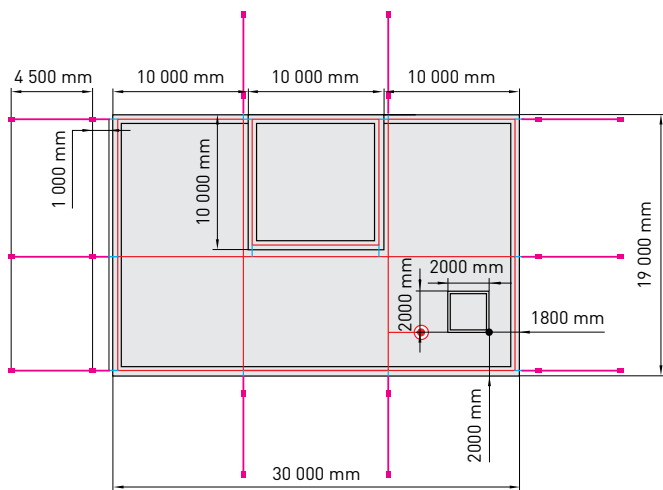
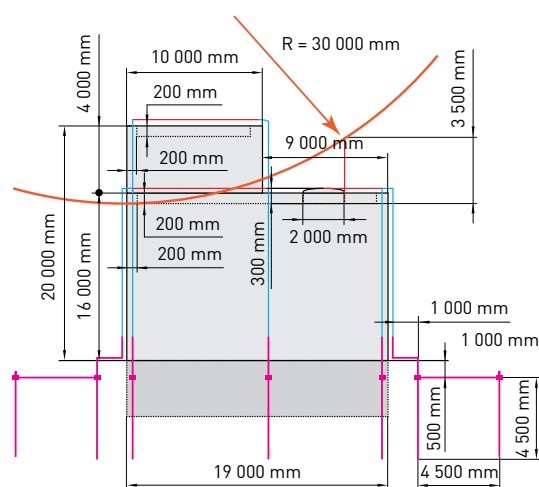
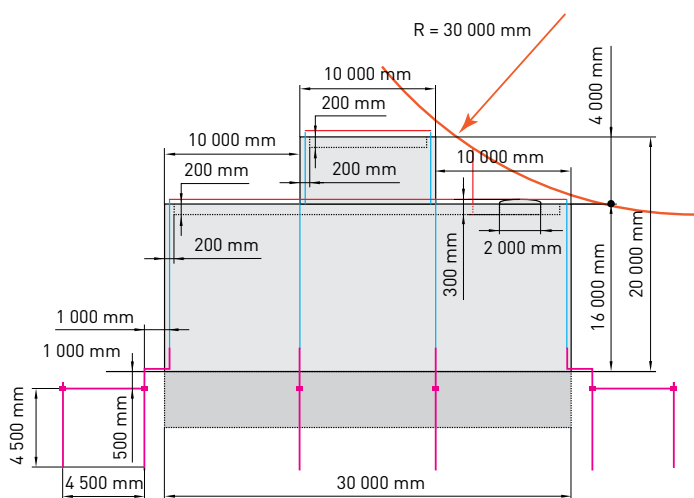
Согласно стандарту IEC 62305, расстояние между токоотводами при II классе молниезащиты не должно превышать 10 м. В результате определено необходимое количество — четыре токоотвода, размещенные по углам нижнего уровня здания, два по торцам и четыре по фронтальным частям. От системы

молниезащиты надстройки токоотводы проложены по четырем углам. Они соединяют между собой молниеприемные сетки обоих уровней в единую систему. Два из них являются продолжениями фронтальных токоотводов нижнего уровня.

2.3. Выбор контура заземления.

В связи с необходимостью минимизации земляных работ по причине большого количества подземных коммуникаций, принят тип А расположения заземлителей — стержневой глубинный.

Согласно требованиям IEC 62305, для II класса молниезащиты при удельном сопротивлении грунта 1000 Ом·м, длина горизонтального заземлителя должна составлять $l_1 = 9$ м, вертикального — $0,5 \times l_1 = 0,5 \times 9 = 4,5$ м. Количество вертикальных заземлителей в каждом контуре должно быть не менее двух, они должны быть соединены между собой горизонтальным проводником, проложенном на глубине не менее 0,5 м, расстояние между ними должно быть не меньше их длины — 4,5 м. Контура заземления должны быть расположены на расстоянии не менее 1 м от стены защищаемого объекта.

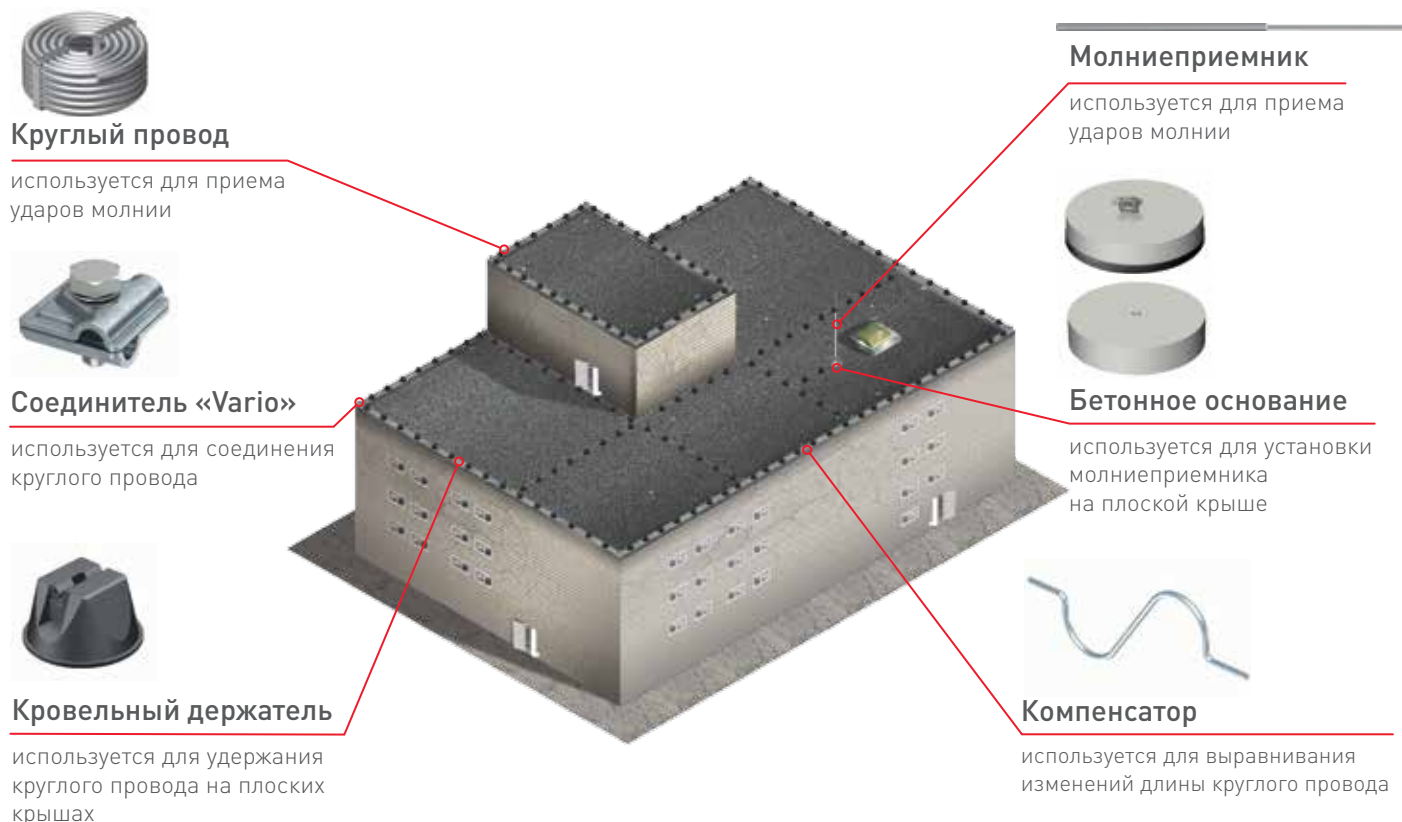


3. Расчет оборудования и комплектации системы

3.1. Расчет молниеприемного оборудования.

Согласно требованиям IEC 62305, сечение проводника молниеприемной сетки из оцинкованной стали должно быть не менее 50 мм² (Ø 8 мм). Для защиты надстройки, имеющую длину и ширину по 10 м требуется 40 м провода. Для защиты нижнего уровня с длиной 30 м и шириной 19 м необходимо следующее количество провода: $4 \times 19 + 2 \times 30 + 3 \times 10 = 166$ м. Для соединения стержневого молниеприемника с сеткой требуется 2 м провода. Всего для обустройства молниезащитной сетки необходимо не менее: $40 + 166 + 2 = 208$ м провода. Окончательно принято 220 м оцинкованного стального провода Ø 8 мм. Для защиты мансардного окна используется алюминиевый стержневой молниеприемник длиной 3,5 м. Он устанавливается на кровлю при помощи двух бетонных

оснований по 16 кг. Количество компенсаторов, применяемых в случае, когда длина проводника превышает 20 м, равно 2 шт. Для крепления круглого проводника используются держатели для плоской кровли, установленные с шагом 0,8 — 1 м. Их количество для надстройки, не менее: $(10/0,8+1) \times 4 = 54$ шт. Для нижнего уровня требуется, не менее: $4 \times (19/0,8+1) + 4 \times (15/0,8+1) + 3 \times (10/0,8+1) \approx 219$ шт. Держатели для соединения стержневого молниеприемника с сеткой: $2/0,8+1 \approx 4$ шт. Всего требуется, не менее: $54 + 219 + 4 = 277$ шт. Окончательно принято 280 держателей. Для электрического соединения проводников в единую систему применяются универсальные соединители Vario — 25 шт. Применяемые материалы, комплектующие и их количества указаны в таблице.



Молниеприемное оборудование

№ п/п	Артикул	Наименование	Описание	Ед. измерения	Изображение	Количество
1	5021081	RD 8-FT	Круглый стальной проводник, оцинкованный d 8 мм	м		220
2	5401993	101 VL3500	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заузен с 16 мм до 10 мм. Длина 3,5 м	шт.		1
3	5403200	F-FIX-16	Бетонное основание для системы FangFix, 16 кг	шт.		1
4	5403227	F-FIX-S16	Бетонное основание для системы FangFix без рамки, 16 кг	шт.		1
5	5218926	172 AR	Компенсатор. Для выравнивания изменений длины. Необходимо для круглых проводников длиной более 20 м. Из круглого провода d 8-Alu	шт.		2
6	5218691	165 MBG-8	Кровельный держатель проволоки для плоских крыш, полимерная оболочка. Вес наполнения бетоном 1,0 кг. Оболочка из полиэтилена, черная.	шт.		280
7	5311500	249 8-10 ST	Соединитель быстрого монтажа Vario d 8-10. Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений, оцинкованная сталь	шт.		25

3.2. Расчет токоотводов

Согласно требованиям IEC 62305, сечение токоотвода из оцинкованной стали должно быть не менее 50 мм² (Ø 8 мм). Количество токоотводов, проложенных от надстройки до нижнего уровня здания — четыре, высота надстройки — 4 м, количество провода для токоотводов надстройки составляет 4×4=16 м. Количество токоотводов, идущих от нижнего уровня здания — десять, высота — 16 м, количество провода для токоотводов нижнего уровня — 10×16=160 м. Общая длина токоотводов, не менее: 160+16=176 м, принято 180 м провода из оцинкованной стали Ø 8 мм. Для крепления токоотводов

на стене здания используются фасадные держатели провода, устанавливаемые с шагом:
 $0,8 - 1 \text{ м}: 4 \times (4/0,8 + 1) + 10 \times (16/0,8 + 1) = 234 \text{ шт.}$
 Принято — 240 шт. Для соединения токоотводов и молниеприемной сетки используются универсальные соединители Vario, их общее количество составляет 20 шт. Примерно на расстоянии 1 м от уровня земли, между токоотводами и заземлителями устанавливаются разъемные соединения при помощи разделительных зажимов — 10 шт. В таблице указаны применяемые конструктивные элементы.



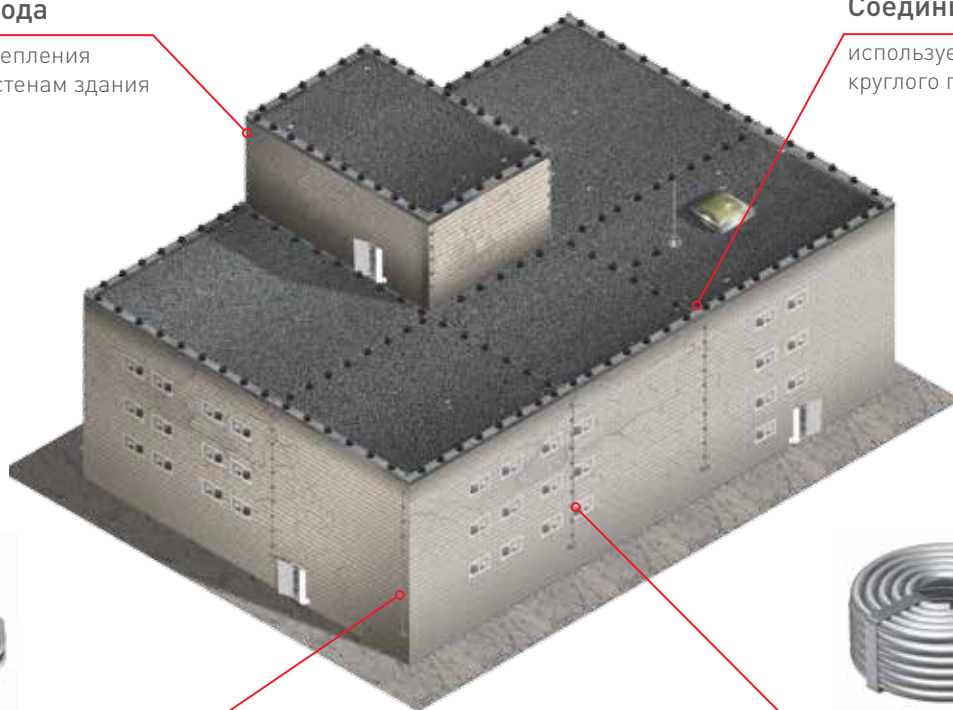
Держатель провода

используется для крепления круглого провода к стенам здания



Соединитель «Vario»

используется для соединения круглого провода



Разделительная вставка

используется для соединения круглого провода с плоским проводником



Круглый провод

используется для отвода токов

Комплектация токоотводов

№ п/п	Артикул	Наименование	Описание	Ед. измерения	Изображение	Количество
1	5021081	RD 8-FT	Круглый стальной проводник, оцинкованный d 8 мм	м		180
2	5229960	113 Z8-10	Держатель провода с перемычкой d 8-10 мм цинк. сплав	шт.		240
3	5311500	249 8-10 ST	Соединитель быстрого монтажа Vario d 8-10. Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений, оцинкованная сталь	шт.		20
4	5336457	233 A VA	Разделительная вставка Rd 8-10 и FL 30 мм, нержавеющая сталь	шт.		10

3.3. Расчет контура заземления.

Соединение вертикальных заземлителей и токоотводов осуществляется с помощью плоского проводника. Согласно требованиям IEC 62305, его сечение должно быть не менее 90 мм². Выбран плоский проводник сечением 30×3,5 мм из оцинкованной методом горячего погружения стали с цинковым покрытием 70 мкм. Для соединения токоотвода с вертикальным электродом необходимо 2,5 м провода, расстояние между электродами — 4,5 м, количество заземлителей, соответствующее количеству токоотводов — 10, итого, необходимое количество плоского провода для системы: $10 \times (2,5 + 4,5) = 70$ м. Для крепления плоских проводов к стене объекта применяются держатели, всего 20 шт. Вертикальные электроды изготавливаются из 1,5-метровых

наборных стержней диаметром 20 мм. Материал стержней — оцинкованная методом горячего погружения сталь с покрытием 70 мкм. Каждый электрод состоит из двух трех стержней, каждый вертикальный заземлитель состоит из двух электродов. В итоге, общее количество стержней: $3 \times 2 \times 10 = 60$ шт. Для забивания стержней в землю необходимы наконечники, их количество равно количеству вертикальных электродов — $2 \times 10 = 20$ шт. Столько же должно быть клемм, соединяющих стержни с плоским проводом — 20 шт. Количество крестовых соединителей для плоского проводника должно быть 10 шт. С целью защиты болтовых соединений в грунте используется антикоррозионная лента — один рулон на два соединения, итого 10 рулонов. Материалы, применяемые в системе заземления, приведены в таблице.



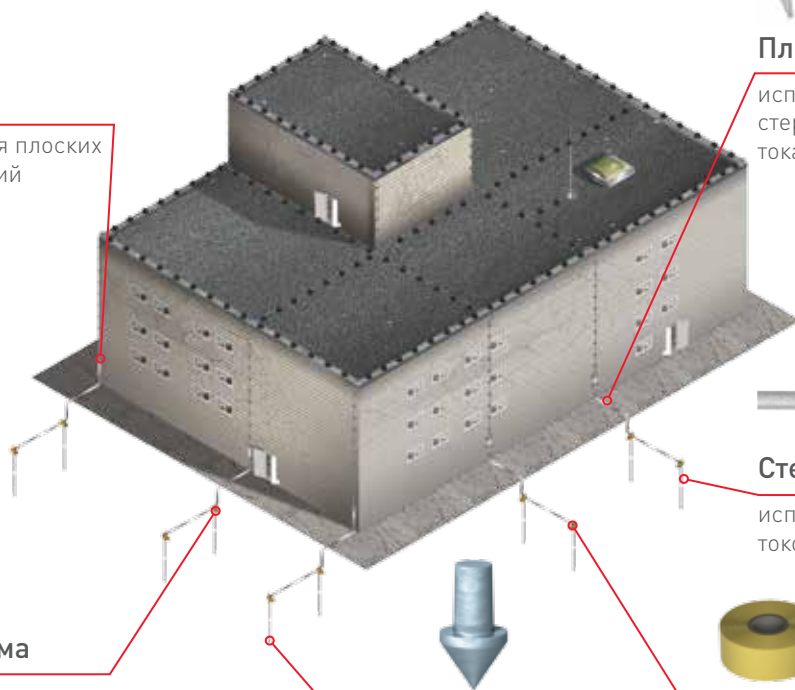
Держатель

используется для крепления плоских проводников к стенам зданий



Плоский проводник

используется для соединения стержней заземления и отвода тока в землю



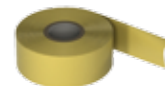
Соединительная клемма

используется для соединения стержней заземления и проводником



Стержень заземления

используется для заземления токов



Лента гидроизоляционная

используется для гидроизоляции элементов соединения системы заземления

Наконечник

служит для забивания стержня

Контур заземления

№ п/п	Артикул	Наименование	Описание	Ед. измерения	Изображение	Количество
1	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский стальной проводник, оцинкован для укладки в земле 30×3,5 мм	м		70
2	5032032	831 30	Держатель для плоских проводников 30 мм	шт.		20
3	5000750	219 20 ST FT	Стержень заземления для стандартного применения L=1,5 м 20 мм горячеоцинкованный. Цинковое покрытие 70 мкм С цапфами и отверстием для установки в ряд	шт.		60
4	3041212	1819 20BP	Наконечник для стержня заземления 20 мм	шт.		20
5	5001641	2760 20 FT	Соединительная клемма для стержней заземления, универсальная, подходит для подсоединения круглого проводника Rd8-10, или плоского проводника FL40, с промежуточной пластиной, оцинкованная сталь	шт.		20
6	2360055	356 50	Пластичная антикоррозионная лента 50 мм из нетканого материала с химическими волокнами, с вазелиновым покрытием	шт.		10

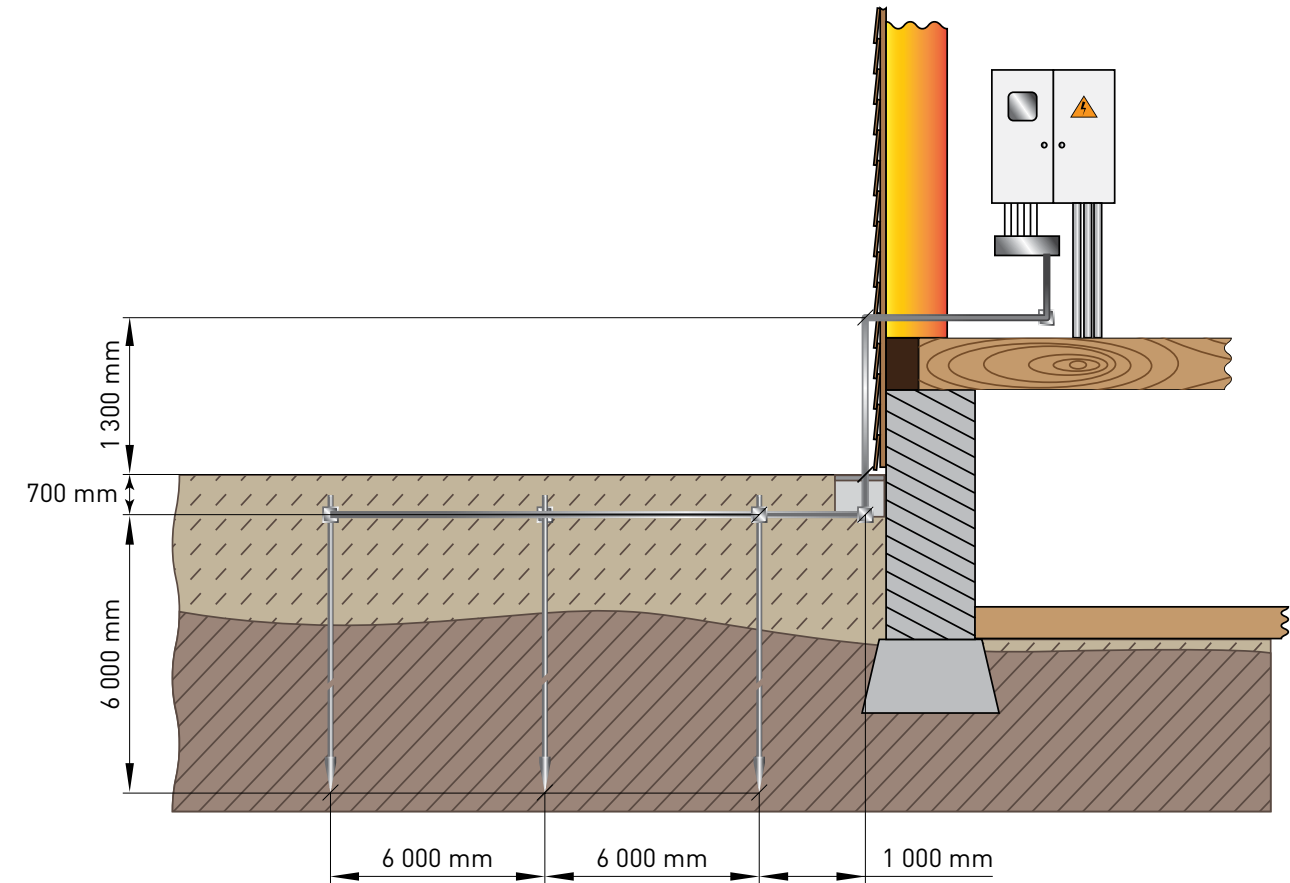
Система молниезащиты данного объекта состоит из молниеприемников в виде молниезащитной сетки, проложенной по плоской кровле здания и стержневого молниеприемника для защиты мансардного окна, токоотводов, проложенных по фасаду здания и заземлителей из вертикальных электродов. Общее количество материалов и комплектующих деталей приведено в итоговой таблице.

Система молниезащиты промышленного здания

№ п/п	Артикул	Наименование	Описание	Ед. измерения	Количество
1	5021081	RD 8-FT	Круглый стальной проводник, оцинкованный d 8 мм	м	400
2	5401993	101 VL3500	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заузен с 16 мм до 10 мм. Длина 3,5 м	шт.	1
3	5403200	F-FIX-16	Бетонное основание для системы FangFix, 16 кг	шт.	1
4	5403227	F-FIX-S16	Бетонное основание для системы FangFix без рамки, 16 кг	шт.	1
5	5218926	172 AR	Компенсатор. Для выравнивания изменений длины. Необходимо для круглых проводников длиной более 20 м. Из круглого провода d 8-Alu	шт.	2
6	5218691	165 MBG-8	Кровельный держатель проволоки для плоских крыш, полимерная оболочка. Вес наполнения бетоном 1,0 кг Оболочка из полиэтилена, черная.	шт.	280
7	5311500	249 8-10 ST	Соединитель быстрого монтажа Vario d 8-10. Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений, оцинкованная сталь	шт.	45
8	5229960	113 Z8-10	Держатель провода с перемычкой d 8-10 мм цинк. сплав	шт.	240
9	5336457	233 A VA	Разделительная вставка Rd 8-10 и FL 30 мм, нержавеющая сталь	шт.	10
10	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский стальной проводник, оцинкован для укладки в земле 30×3,5 мм	м	70
11	5032032	831 30	Держатель для плоских проводников 30 мм	шт.	20
12	5000750	219 20 ST FT	Стержень заземления для стандартного применения L=1,5 м 20 мм горячеоцинкованный. Цинковое покрытие 70 мкм С цапфами и отверстием для установки в ряд	шт.	60
13	3041212	1819 20BP	Наконечник для стержня заземления 20 мм	шт.	20
14	5001641	2760 20 FT	Соединительная клемма для стержней заземления, универсальная, подходит для подсоединения круглого проводника Rd8-10, или плоского проводника FL40, с промежуточной пластиной, оцинкованная сталь	шт.	20
15	2360055	356 50	Пластичная антикоррозионная лента 50 мм из нетканого материала с химическими волокнами, с вазелиновым покрытием	шт.	10

Примечание: очередность проведения монтажных работ не обязательно должна совпадать с этапами расчета систем молниезащиты

РАБОЧЕЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЧАСТНОГО ДОМА



Рабочее заземление для частного дома согласно требованиям ПУЭ:2011 должно иметь сопротивление не более 4 Ом. Его значение зависит от удельного сопротивления грунта, климатической зоны, а так же формы и геометрических размеров самого контура заземления. В данном примере грунт двухслойный, верхний слой представляет собой суглинок с удельным сопротивлением 150 Ом×м, глубина залегания достигает 2 м, нижний слой — глина с удельным сопротивлением 40 Ом×м. Объект расположен в

Центральной Украине, на границе I и II климатических зон. Предварительно определена конфигурация контура: 3 вертикальных электродов длиной 6 м, соединенные между собой плоским проводом, проложенным на глубине промерзания грунта — 0,7 м. Расстояние между электродами — 6 м. Согласно этим данным, по приведенной в данном каталоге методике, проведен ориентировочный расчет, результаты приведены в таблице:

Параметры заземлителя

1	Диаметр стержня заземления	d	м	0,2
2	Длина стержня заземления	L	м	6
3	Количество заземлителей	n		3
4	Ширина соединительной полосы	b	м	0,03
5	Длина соединительной полосы	Lп	м	13
6	Заглубление соединительной полосы	tn	м	0,7

Параметры грунта

1	Удельное сопротивление верхнего слоя грунта (супесок). По справочной литературе, ориентировочно	ρ	Ом×м	150
2	Удельное сопротивление нижнего слоя грунта (глина). По справочной литературе, ориентировочно	ρ ₂	Ом×м	40
3	Толщина верхнего слоя грунта. По данным геологических изысканий	H	м	2

Коэффициенты

1	Коэффициент сезонности для вертикального заземлителя	Kм		1,8
2	Коэффициент сезонности для горизонтального заземлителя	Kм		4,5
3	Коэффициент использования вертикальных заземлителей	hc		0,89
4	Коэффициент использования полосы	hp		0,83

Рассчитываемые величины

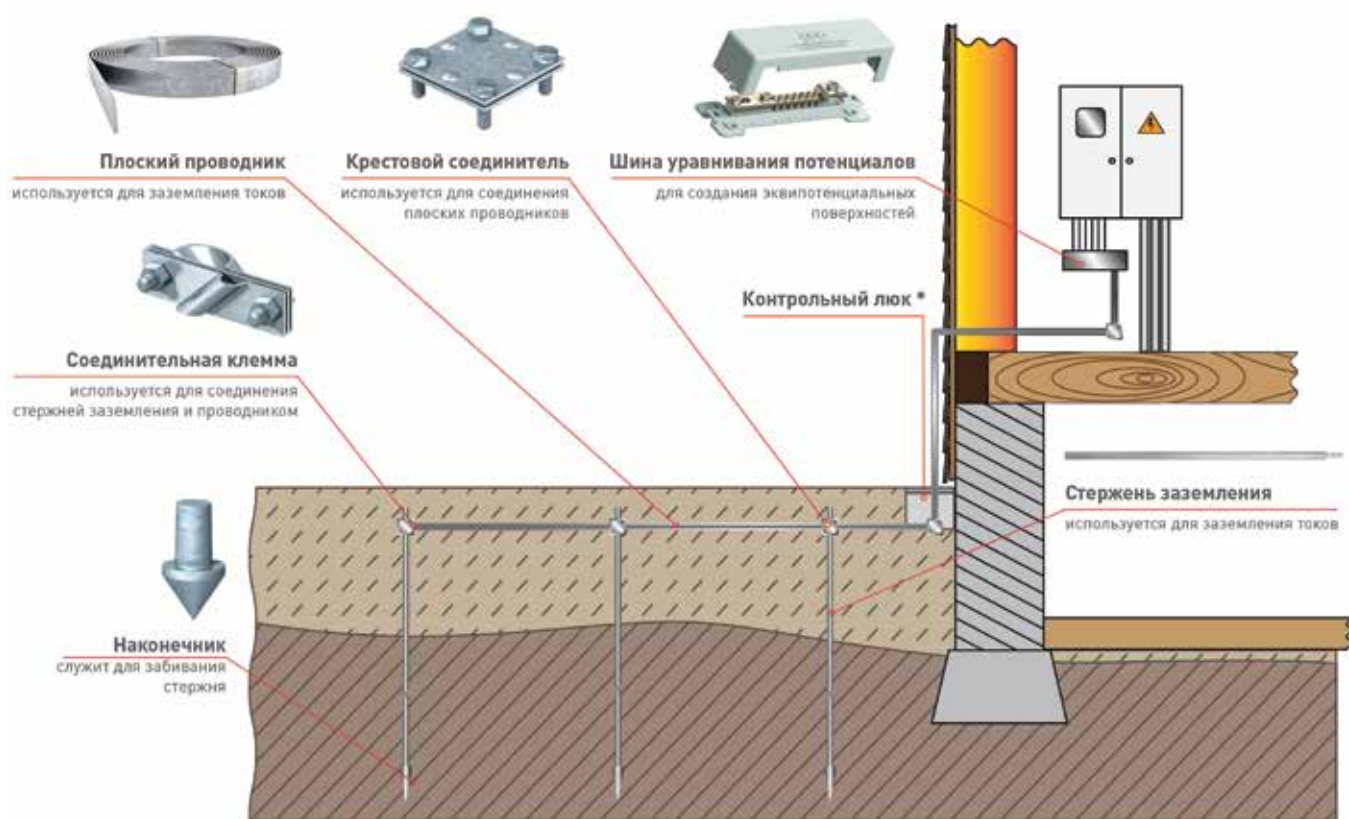
1	Эквивалентное удельное сопротивление	ρэкв	Ом×м	47,56
2	Заглубление стержня	t	м	3,70
3	Сопротивление одиночного вертикального заземлителя	Roв	Ом	10,26
4	Сопротивление растеканию тока соединительной полосы	Rг	Ом	96,32
5	Общее сопротивление вертикальных заземлителей	Rв	Ом	3,84
6	Общее сопротивление контура заземления	R	Ом	3,70

В результате, получено значение сопротивления контура заземления 3,7 Ом, что удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям. На практике, рассчитанное теоретически и фактически измеренное значения могут отличаться.

В случае, когда фактическое значение сопротивления контура заземления оказывается выше предъявляемых к нему требований, необходимо по месту вносить соответствующие изменения: увеличивать количество стержней, точек забивания, длину горизонтального заземлителя, и тд.

Для обустройства контура необходимо следующее количество 1,5-метровых заземляющих стержней: $6/1,5=4$ — на одну точку забивания, в целом на контур: $4 \times 3=12$ шт. В качестве

горизонтального заземляющего и соединяющего проводника применяется плоский провод сечением $30 \times 3,5$ мм. Его общая длина составляет 20 м. Для забивания стержней в землю необходимы наконечники, их количество равно количеству вертикальных электродов — 3 шт. Столько же должно быть клемм, соединяющих стержни с плоским проводом — 3 шт. Количество крестовых соединителей для плоского проводника — 3 шт. С целью защиты болтовых соединений в грунте используется антикоррозионная лента — один рулон на два соединения, итого 2 рулона. Контур заземления выведен на шину уравнивания потенциалов — 1 шт. Материалы, применяемые в системе заземления, приведены в таблице.



Примечание: * — возможна установка

Контур рабочего заземления частного дома

№ п/п	Артикул	Наименование	Описание	Ед. измерения	Количество
1	5015073	1809	Шина уравнивания потенциалов, с пластмассовой опорной пластиной 7×25, Rd8-10, FL30	шт.	1
2	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский стальной проводник, оцинкован для укладки в земле 30×3,5 мм	м	20
3	5000750	219 20 ST FT	Стержень заземления для стандартного применения L=1,5 м 20 мм горячеоцинкованный. Цинковое покрытие 70 мкм С цапфами и отверстием для установки в ряд	шт.	12
4	3041212	1819 20BP	Наконечник для стержня заземления 20 мм	шт.	3
5	5001641	2760 20 FT	Соединительная клемма для стержней заземления, универсальная, подходит для подсоединения круглого проводника Rd 8-10, или плоского проводника FL40, с промежуточной пластиной, оцинкованная сталь	шт.	3
6	5314658	256 A-DIN 30 FT	Крестовой соединитель для плоских проводников 30 мм	шт.	3
7	2360055	356 50	Пластичная антикоррозионная лента 50 мм из нетканого материала с химическими волокнами, с вазелиновым покрытием	шт.	2

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

ПРОВОД

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	5052 DIN 30X3.5	Плоский стальной проводник, оцинкован для укладки в земле 30х3,5 мм. Вес бухты, примерно 25 кг, длина провода в бухте, примерно 30 м	Оцинкование методом горячего погружения	5019345
	5052 DIN 40X4	Плоский стальной проводник, оцинкован для укладки в земле 40х4 мм. Вес бухты, примерно 50 кг, длина провода в бухте, примерно 40 м		5019355
	RD 8-FT	Круглый стальной проводник, оцинкованный d 8 мм. Вес бухты, примерно 50 кг, длина провода в бухте, примерно 125 м		5021081
	RD 8-ALU	Круглый алюминиевый проводник d 8 мм. Вес бухты, примерно 20 кг, длина провода в бухте, примерно 150 м	Алюминий	5021286
	RD 10-ALU	Круглый алюминиевый проводник d 10 мм. Вес бухты, примерно 20 кг, длина провода в бухте, примерно 95 м		5021308
	RD 8-Cu	Круглый медный проводник d 8 мм. Вес бухты, примерно 45 кг, длина провода в бухте, примерно 100 м	Медь	5021480

МОЛНИЕПРИЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Суженный молниеприемный стержень в трубе

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	101 VL1500	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заужен с 16 мм до 10 мм. Длина 1,5 м	Алюминий	5401980
	101 VL2000	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заужен с 16 мм до 10 мм. Длина 2 м		5401983
	101 VL2500	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заужен с 16 мм до 10 мм. Длина 2,5 м		5401986
	101 VL3000	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заужен с 16 мм до 10 мм. Длина 3 м		5401989
	101 VL3500	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заужен с 16 мм до 10 мм. Длина 3,5 м		5401993
	101 VL4000	Суженный молниеприемный стержень в трубе. Последний метр заужен с 16 мм до 10 мм. Длина 4 м		5401995

Наконечник

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	120 A	Наконечник молниеприемного стержня d 8-10	Литье из цинкового сплава	5405068

Держатели молниеприемника

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	113 Z-16	Держатель для молниеприемных стержней d16 мм	Оцинкованная сталь	5412609
	ISO-A-500	Изолированный дистанционный держатель d 16, 500 мм	Алюминий	5408806
	F-FIX-16	Бетонное основание для системы FangFix, 16 кг. Состоит из бетонного основания, зажимов и рамки для защиты кромок основания	Бетон	5403200
	F-FIX-S16	Бетонное основание для системы FangFix без рамки, 16 кг		5403227

ДЕРЖАТЕЛИ КРУГЛОГО ПРОВОДА

Держатели для плоской кровли

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	165 KR	Кровельный держатель проволоки для плоских крыш, полимерная оболочка. Для самостоятельного заполнения бетоном. Возможный вес наполнения: прим. 1,3 кг. Оболочка из полиэтилена, черная	Полиэтилен	5218861
	165 MBG-8	Кровельный держатель проволоки для плоских крыш, полимерная оболочка. Вес наполнения бетоном 1,0 кг. Оболочка из полиэтилена, черная		5218691
	165 R-8-10	Кровельный держатель проволоки для плоских крыш, перерабатываемый. С пластмассовым держателем из полиэтилена, черный. Камень из морозостойкого бетона		5218997

Держатели для черепичной кровли

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	157 F-VA 230	Кровельный держатель проволоки для черепичной кровли, d 8 L=230 мм, нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь	5215552
	157 FK-VA 230	Кровельный держатель проволоки для черепичной кровли, d 8 L=230 мм, нержавеющая сталь, держатель провода из полиамида	Полиамид	5215544
	159 VA-V	Кровельный держатель проволоки для черепичной, шиферной кровли и волнообразной шиферной кровли, d 8, нижняя часть и держатель проводника из нержавеющей стали	Нержавеющая сталь	5217075
	159 K-VA	Кровельный держатель проволоки для черепичной, шиферной кровли и волнообразной шиферной кровли, d 8-10, нижняя часть из нержавеющей стали, держатель проводника из полиамида	Полиамид	5216818
	132 VA	Кровельный держатель проволоки для коньковой черепицы, 185-260 мм, нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь	5202833
	132 K-VA	Кровельный держатель проволоки для коньковой черепицы, 185-260 мм, нижняя часть нержавеющая сталь, держатель провода из полиамида	Полиамид	5202515

Фасадные держатели

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	113 Z8-10	Держатель провода с перемычкой d 8-10 мм цинк. сплав	Литье из цинкового сплава	5229960
	269 8-10	Фальцевая клемма до 10 мм		5317010

Держатели для водосточной системы

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	262 A-DIN FT	Клемма для кровельного водосточного желоба, для борта 15-22 мм	Оцинкованная методом горячего погружения сталь	5316219
	262	Клемма для кровельного водосточного желоба, для любого борта		5316014
	262 ZM	Биметаллическая клемма для кровельного водосточного желоба, для любого борта		5316170
	301 V	Универсальная скоба водосточной трубы, 60-130 мм, оцинкованная сталь	Оцинкование конвейерным методом	5350867
	301 V-VA	Универсальная скоба водосточной трубы, 60-130 мм, нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь	5350905

Универсальные держатели

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	177 20 M8	Универсальный держатель провода Rd 8-10 мм, цоколь 20 мм/M8 серый пластик	Полиамид	5207444
	177 30 M8	Универсальный держатель провода Rd 8-10 мм, цоколь 30 мм/M8 серый пластик		5207460
	177 55 M8	Универсальный держатель провода Rd 8-10 мм, цоколь 55 мм/M8 серый пластик		5207487
	177 20 CU	Универсальный держатель провода Rd 8-10 мм, цоколь 20 мм/M8 цвет меди		5207746
	177 20 VA M6	Безвинтовой держатель провода для Rd 8 мм M6	Нержавеющая сталь	5207339
	177 20 VA-VK M6	Безвинтовой держатель провода для Rd 8 мм M6 омедненная нержавеющая сталь		5207800

СОЕДИНИТЕЛИ

Соединители круглого провода

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	249 8-10 ST	Соединитель быстрого монтажа Vario d 8-10. Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений	Оцинкованная методом горячего погружения сталь	5311500
	249 8-10 VA	Соединитель быстрого монтажа Vario d 8-10. Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений	Нержавеющая сталь	5311551
	249 8-10 ALU	Соединитель быстрого монтажа Vario d 8-10. Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений	Алюминий	5311519
	249 8-10 CU	Соединитель быстрого монтажа Vario d 8-10. Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений	Медь	5311527
	249 8-10 ZV	Биметаллический соединитель быстрого монтажа Vario Rd 8-10. Промежуточная пластина из алюминия/меди, верхняя/нижняя часть из алюминия и меди, Для Т-образных, крестообразных и параллельных соединений	Медь-алюминий	5311535

Соединители молниеприемного стержня

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	226 8-10	Универсальная разделительная вставка для пригонки круглых проводников Rd 8-10 к Rd 16 или к плоским проводам FL30	Оцинкование методом горячего погружения	5336007
	226 VA	Универсальная разделительная вставка для пригонки круглых проводников Rd 8-10 к Rd 16 или к плоским проводам FL30	Нержавеющая сталь	5336058

Соединители круглого и плоского провода

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	233 8	Разделительная вставка d 8-10 и FL 30 мм	Оцинкование методом горячего погружения	5336309
	233 VA		Нержавеющая сталь	5336341
	233 A VA			5336457

Компенсатор длины провода

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	172 AR	Компенсатор. Для выравнивания изменений длины. Необходимо для круглых проводников длиной более 20 м. Из круглого провода d 8-Alu	Алюминий	5218926

Магнитная карта регистрации тока молнии с держателем

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	МК-В	Магнитная карта регистрации тока молнии с держателем	Пластик	5091322

ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Стержень заземления

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	219 20 ST FT	Стержень заземления для стандартного применения L=1,5 м 20 мм горячеоцинкованный. Цинковое покрытие 70 мкм С цапфами и отверстием для установки в ряд	Оцинкование методом горячего погружения	5000750

Наконечник

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	1819 20BP	Наконечник для стержня заземления 20 мм	Оцинкованная методом горячего погружения сталь	3041212

Универсальный соединитель

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	2760 20 FT	Соединительная клемма для стержней заземления, универсальная, подходит для подсоединения круглого проводника Rd8-10, или плоского проводника FL40, с промежуточной пластиной, оцинкованная сталь	Оцинкование методом горячего погружения	5001641

Крестовые соединители

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	256 A-DIN 30 FT	Крестовой соединитель для плоских проводников 30 мм	Оцинкованная методом горячего погружения сталь	5314658
	256 A-DIN 40 FT	Крестовой соединитель для плоских проводников 40 мм		5314666

Держатели

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	831 30	Держатель для плоских проводников 30 мм	Оцинкованная методом горячего погружения сталь	5032032
	831 40	Держатель для плоских проводников 40 мм		5032040

Гидроизоляционная лента

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	356 50	Пластичная антикоррозионная лента 50 мм с вазелиновым покрытием	Нетканый материал с химическими волокнами	2360055

Насадки для забивания стержней заземления

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	2536 20	Ударный наконечник для стержня заземления 20 мм для вибромолота с креплением SDS-Max	Сталь	3044904
	1820 20	Ударный наконечник для стержня заземления 20 мм для кувалды		3042200

Заземляющая скоба

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	927 0	Скоба ленты заземления, никелированная для труб d 8-22 мм	Нержавеющая сталь	5057507

Шины уравнивания потенциалов

Фото	Наименование	Описание	Материал	Код заказа
	1801 VDE	Шина уравнивания потенциалов для внутренней области. С клеммной шиной 10×10 мм из меди, никелированная	Латунь	5015650
	1809 M	Шина уравнивания потенциалов, с металлической опорной пластиной 7×25, Rd8-10, FL30	Латунь, с металлической опорой	5015081
	1809	Шина уравнивания потенциалов, с пластмассовой опорной пластиной 7×25, Rd8-10, FL30	Латунь, с пластиковой опорой	5015073



ВНУТРЕННЯЯ МОЛНИЕЗАЩИТА

ИМПУЛЬСНЫЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

ЧТО ТАКОЕ ИМПУЛЬСНОЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ?

Перенапряжение — это любое напряжение, величина которого превышает величину наибольшего рабочего напряжения. На наибольшее рабочее напряжение рассчитана изоляция любой электроустановки, любого электрического аппарата или проводника. Соответственно, основная опасность воздействия перенапряжений — это нарушение целостности изоляции электроустановки, которое может привести к катастрофическим последствиям.

В зависимости от длительности и величины (амплитуды), перенапряжения можно разделить на два типа: длительные и импульсные. Длительные перенапряжения характеризуются сравнительно небольшой амплитудой (несколько сотен вольт) и длительным временем воздействия (от нескольких миллисекунд до нескольких часов). Источником длительных перенапряжений являются различные проблемы в системах электропитания: неисправности трансформаторов напряжения, перерегулирование, обрыв рабочего нуля и т.д. В качестве защиты от данного типа перенапряжений используются стабилизаторы напряжения, реле контроля напряжения, источники бесперебойного питания.

Амплитуда импульсных перенапряжений может достигать нескольких десятков, а иногда и сотен киловольт, а длительность

намного меньше одного полупериода (0,01с) — десятки и сотни микросекунд. Существуют также электростатические перенапряжения, с длительностью импульса измеряемого наносекундами и амплитудой в несколько киловольт. Однако электростатические разряды обладают небольшой энергией и данная проблема решается в основном организационными мероприятиями: поддержание влажности на определенном уровне, применением токопроводящих напольных покрытий, спецодежды и т.д.

Существует два основных источника импульсных перенапряжений — переходные процессы в электрических сетях при коммутации оборудования и атмосферные грозовые разряды — молнии.

Токи, которые возникают вследствие появления данных перенапряжений, являются импульсными токами высокой частоты — от нескольких десятков до сотен килогерц при коммутационных перенапряжениях и порядка мегагерц при атмосферных. Таким образом, помимо нарушения изоляции электроустановок, импульсные перенапряжения создают высокочастотные электромагнитные помехи, которые могут вызвать сбой и нарушения в информационных и управляющих системах.

Отсутствие, неправильный выбор или ошибки установки средств защиты от импульсных перенапряжений приводят к выгоранию электронных элементов и плат, аппаратов и оборудования, установленных в силовых и распределительных щитах. Электродинамические усилия, возникающие при разрядах молнии, вырывают электрическую проводку из стен. Кроме явного влияния импульсных перенапряжений, вызывающего разрушение оборудования, существует также скрытое влияние — электронные схемы, постоянно подвергающиеся воздействию относительно малых импульсов перенапряжений, в итоге перегружаются и вызывают различные помехи. При этом сокращается срок службы и самих электронных элементов и, соответственно, приборов и оборудования, в котором они установлены.

Импульсные перенапряжения имеют отрицательное воздействие не только на электронную аппаратуру, но и на изоляцию кабелей и проводов систем электроснабжения. Высокоамплитудный импульс может вызвать пробой изоляции между проводами. Такой пробой вызывает местное повреждение изоляции, не приводящее к короткому



замыканию. Таким образом, линия питания остается в работе, но в месте повреждения начинают протекать токи утечки небольшой величины, на которые не реагирует дифференциальная защита, особенно если повреждение возникло между фазными проводами. При этом в месте повреждения изоляция нагревается и ускоряется процесс ее старения, что опять же приводит к сокращению срока службы электроустановки. В технической литературе описаны сотни случаев возникновения аварийных ситуаций и проблем в промышленности и коммерческом секторе, вызванных импульсными перенапряжениями. Причем, чаще всего, финансовые потери из-за остановки производства, утраты данных и информации намного превосходят урон, нанесенный непосредственно самому оборудованию. Так, например, в одном из европейских банков при удаленном ударе молнии были выведены из строя более 50 персональных компьютеров, работа учреждения была остановлена на несколько дней. В результате банк понес многомиллионные убытки. В аэропорту Франкфурта-на-Майне в результате воздействия импульсного перенапряжения ложно сработала система пожаротушения в башне управления полетами, в результате более 200 самолетов пришлось в аварийном порядке отправлять на другие аэродромы. Ущерб составил несколько десятков миллионов долларов, при том, что затраты на систему защиты от импульсных перенапряжений составили бы порядка 1,5-2 тыс. долларов. Почему же проблема импульсных перенапряжений становится с каждым годом все острее и острее? Ведь в принципе гроз

ИМПУЛЬСНЫЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ: ТИПЫ И ОПАСНОСТЬ

Коммутационные перенапряжения возникают при отключении аппаратами защиты коротких замыканий, включения или отключения индуктивных нагрузок — пуска или остановки двигателей или отключения понижающих трансформаторов на подстанциях, при присоединении емкостных нагрузок — конденсаторных батарей.

Так, например, короткое замыкание на стороне высокого напряжения может вызвать импульс перенапряжения на низкой стороне амплитудой до 15кВ и более.

В принципе, все приборы и аппараты, имеющие в своем составе катушку индуктивности, конденсатор или трансформатор на входе

и соответственно, молний больше не становится (хотя исследования американских ученых показали, что при увеличении загрязнения окружающей среды происходит существенное увеличение количества молний, а атмосфера Земли с каждым годом чище не становится). Все дело в том, что применение микропроцессорной и электронной техники, как в промышленности, так и в быту, становится все более массовым. Без компьютера, принтера, музыкального центра, микроволновой печи уже трудно себе представить офис компании или квартиру, а без программируемых логических контроллеров, частотных преобразователей и различных реле контроля и управления невозможно организовать современное производство. А именно электронная, микропроцессорная техника наиболее подвержена влиянию импульсных перенапряжений и высокочастотных помех. Так что проблема импульсных перенапряжений — это своего рода «дань» техническому прогрессу.

В Европе применение устройств защиты от импульсных перенапряжений, как устройств защитного отключения, уже достаточно давно стало обязательным. В принципе никто напрямую не заставляет использовать УЗИП, но ни одна европейская страховая компания не возьмется страховать объект без данного вида защиты. И как показывает европейская статистика, начиная с начала этого столетия, после начала массового применения УЗИП количество страховых случаев повреждения и разрушения, вызванных ударами молнии снизилось в десятки раз.

могут быть источниками коммутационных перенапряжений, за счет высвобождения энергии запасенной в реактивных элементах при коммутации. А так как такие элементы есть практически во всем бытовом и промышленном оборудовании, то получается, что коммутационные импульсные перенапряжения регулярно воздействуют на наши сети и оборудование. Однако надо понимать, что элементы небольшой мощности могут быть причиной возникновения незначительных электромагнитных помех и небольших по амплитуде перенапряжений, к которым устойчива изоляция данного оборудования.

Наиболее опасным и разрушительным видом импульсных перенапряжений являются атмосферные перенапряжения — удары молнии. Величина тока при разряде молнии может достигать значений до 400кА. В условиях Восточной Европы в 90% случаев грозовых разрядов средняя величина достигает 50-70кА и в 1% — до 100кА.

Удары молнии могут быть прямыми, то есть непосредственно в здание или сооружение. Степень опасности при этом зависит от наличия или отсутствия системы внешней молниезащиты. Если такой системы нет, то вследствие воздействия молнии возможны повреждения строительных конструкций и их воспламенение, поскольку температура канала молнии достигает 25000 °С. Возникающие при этом перенапряжения, вызовут нарушения и разрушения электрических приборов и электропроводки.

При наличии внешней молниезащиты, разряд молнии будет отведен на землю, при этом никаких повреждений строительных конструкций не произойдет. Но от заноса высокого потенциала в систему электроснабжения и электромагнитных помех внешняя молниезащита технику не уберет, хотя грамотно построенная система значительно снизит величину импульса и вероятность серьезных последствий. Удары молнии в линии электропередач высокого и низкого



напряжения, линии связи, телекоммуникационные сети вызывают импульсные перенапряжения большой амплитуды. Поэтому возможно возникновение таких ситуаций, когда грозовой фронт еще далеко, а импульсные перенапряжения уже вывели из строя электронную технику. Распространение таких волн перенапряжений по сети возможно на расстояние до 20 километров от места попадания молнии.

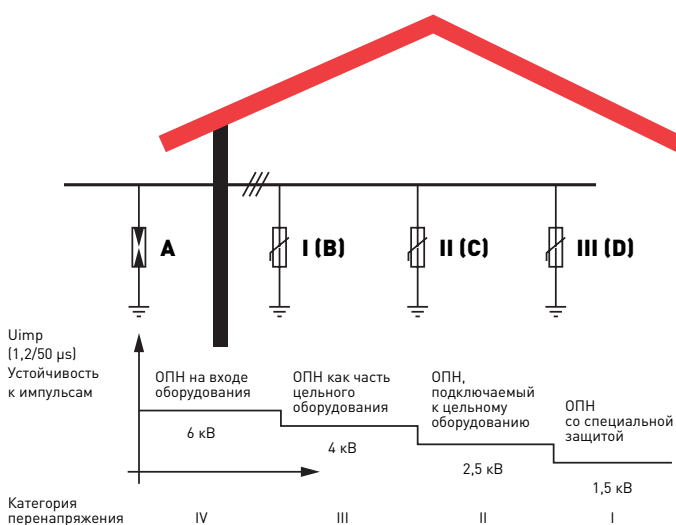
Возможны также повреждения оборудования и техники при не прямых ударах молнии. Например, при ударе молнии в отдельно стоящее дерево, возможно возникновение

ЗАЩИТА ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Для защиты от импульсных перенапряжений служит отдельный класс защитных аппаратов — устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Именно этим общим термином УЗИП, в соответствии с европейскими нормативными документами, обозначаются все устройства защиты от импульсных перенапряжений.

Основная функция УЗИП — это снижение импульса перенапряжения до безопасного для изоляции оборудования уровня. Все электрооборудование низкого напряжения в соответствии с европейской нормой IEC 664 подразделяют на четыре категории в соответствии с импульсным выдерживаемым напряжением В соответствии с этим разделением и была разработана зонная концепция внутренней молниезащиты, изложенная в стандарте IEC1312-1. Суть заключается в последовательном снижении импульса перенапряжения при переходе из одной зоны молниезащиты в другую, границы которых определяются импульсной стойкостью изоляции оборудования. Каждая последующая зона выделяется в пределах предыдущей, а на их границах устанавливают УЗИП, ограничивающие импульс перенапряжения до уровня безопасного для оборудования, находящегося в пределах данной зоны защиты.

В соответствии с международной нормой IEC 61643 низковольтные УЗИП разделяются согласно трем классам испытаний I, II, III. Согласно немецкому стандарту E DIN VDE 0675-6



Категория перенапряжения

ЗАЩИТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УЗИП

В основе принципа действия любого УЗИП лежит нелинейная зависимость проводимости защитного элемента от приложенного к его зажимам напряжения. Наиболее

импульсных перенапряжений в системе электроснабжения значительной амплитуды в радиусе полутора, а по некоторым данным, двух километров.

Еще возможно наведение импульса перенапряжения на провода воздушной линии при разрядах молнии между облаками, т.е. без попадания молнии в объект или землю.

Учитывая все вышесказанное, вероятность возникновения и распространения импульсных перенапряжений, со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями, достаточно высока.

устройства защиты от импульсных перенапряжений разделяются на четыре класса — A, B, C, D.

Для разработки, испытания и оценки надежности устройств защиты от импульсных перенапряжений используются моделирующие импульсы двух типов: 10/350мкс и 8/20мкс. Первая цифра в характеристике волны тока обозначает время нарастания импульса до максимальной амплитуды. Вторая цифра определяет время от возникновения импульса до снижения его максимального значения наполовину. Импульс с формой волны 10/350мкс используется для имитации импульса тока при прямом ударе молнии в систему молниезащиты объекта или в воздушную линию электропередачи. УЗИП класса I испытываются именно импульсом 10/350мкс, поскольку они устанавливаются на вводе, в главном распределительном щите или вводно-распределительном устройстве. УЗИП класса II нормируются импульсом тока с формой волны 8/20мкс, которая характерна для удаленных прямых и не прямых ударов молнии, а также коммутационных перенапряжений. УЗИП класса III испытываются комбинированной формой волны — при разомкнутой цепи подается испытательный импульс 1,2/50мкс, а при замкнутой накоротко цепи подается импульс 8/20мкс.

Таким образом, внутри здания, в главном распределительном щите, сразу за вводным устройством, устанавливаются УЗИП класса I (B), которые ограничивают импульс перенапряжения до уровня 4кВ. Данные УЗИП предназначены для защиты питающей электросети и оборудования от прямых ударов молнии в систему внешней молниезащиты здания или воздушную линию электропередач.

В распределительных щитах устанавливаются УЗИП класса II (C), ограничивающие опасный импульс до 2,5кВ. УЗИП класса II предназначены для защиты распределительной сети объекта как второй ступени защиты при ударе молнии, а также коммутационных перенапряжений.

УЗИП класса III (D) устанавливаются для защиты конечных потребителей, электронного и другого чувствительного оборудования со стойкостью изоляции менее 1,5кВ и предназначены для защиты от остаточных бросков напряжения, несимметричных перенапряжений и фильтрации высокочастотных помех.

УЗИП класса A предназначены только для защиты воздушных линий электропередач. Они не способны эффективно защитить оборудование и электрические сети внутри зданий.

УЗИП разных классов отличаются параметрами, типом защитных элементов, схемными решениями, конструктивным исполнением.

распространенными, эффективными и надежными, а также относительно простыми конструктивно, защитными элементами УЗИП являются разрядники с искровым

промежутком, варисторы, супрессорные диоды. Каждый из этих элементов имеет свои достоинства и недостатки, а также особенности применения.

В качестве защиты от импульсных перенапряжений также могут применяться разделительные трансформаторы, которые, с одной стороны, являются идеальной защитой, поскольку трансформатор просто не способен за столь короткое время (микро- и наносекунды) передать высоковольтный импульс во вторичную обмотку. Однако, с другой стороны, при прямом попадании молнии в сеть может нарушиться целостность изоляции первичной обмотки. Также трансформатор сам по себе может являться источником перенапряжений. Кроме того, разделительные трансформаторы относительно дорогие и громоздкие и в настоящее время для защиты от импульсных перенапряжений практически не используются.

Разрядник с искровым промежутком представляет собой два электрода, разделенных воздушным или газонаполненным (инертным газом под низким давлением — аргон, неон) зазором, заключенными в герметичную металлокерамическую оболочку. Один из электродов присоединяется к защищаемой цепи, второй — заземляется. При значении напряжения, не превышающем длительно допустимого напряжения U_c , разрядник по сути является изолятором (токи утечки через разрядники с искровым промежутком не превышают нескольких наноампер, поэтому ими обычно пренебрегают). При достижении, приложенного между двумя электродами, напряжения определенного значения искровой промежуток пробивается — в зазоре появляется тлеющий разряд. При этом ток через разрядник возрастает, а напряжение снижается. При дальнейшем увеличении тока происходит зажигание электрической дуги. После зажигания дуги, напряжение на разряднике перестает зависеть от тока и, в зависимости от типа разрядника, остается в среднем на уровне 20В.

Одним из недостатков УЗИП на базе разрядников с искровым промежутком является такое явление как сопровождающий ток I_f . После прохождения импульса перенапряжения через разрядник начинает протекать ток, который поддерживается источником питания, т.е. самой электросистемой. Другими словами, электрическая дуга при срабатывании разрядника закорачивает не только импульс перенапряжения, но и цепь электропитания — фактически возникает короткое замыкание. Для гашения дуги, возникшей в искровом промежутке разрядника, необходимо снизить ток до уровня тока гашения дуги или снизить напряжение на разряднике.



Условно графическое обозначение УЗИП на основе газонаполненного разрядника

Как правило, ток через разрядник гаснет при прохождении значения напряжения через ноль. Однако если разрядник не сможет погасить сопровождающий ток, то его длительное воздействие может привести к возгоранию. Поэтому значение сопровождающего тока разрядника должно быть больше расчетного тока короткого замыкания в месте установки УЗИП. Для газонаполненных разрядников значение I_f находится в пределах 100-400А и поэтому их нельзя применять для установки между проводниками L и N, PE (PEN). Для защиты УЗИП на базе разрядников с искровым промежутком от токов

короткого замыкания, который сам разрядник, без последствий для себя и всей системы электропитания в целом погасить не в состоянии, последовательно с УЗИП устанавливаются аппараты защиты от сверхтоков — предохранители.

Также одним из недостатков разрядников по сравнению с варисторами является большее время реакции — порядка 100 наносекунд.

Кроме недостатков у разрядников есть также и неоспоримые преимущества: во-первых, большая отводящая способность — разрядник может пропускать через себя токи значительной величины при сравнительно небольшой выделяемой на нем энергии, поскольку она равна произведению тока на остаточное напряжение, которое, как говорилось выше, равно порядка 20В; во-вторых, у разрядников, что также уже упоминалось выше, отсутствуют токи утечки и они не подвержены тепловому старению как варисторы.

Самыми распространенными элементами защиты в УЗИП и не только в них, являются варисторы. Варистор (от англ. variable resistor — переменное сопротивление) — это нелинейный полупроводниковый резистор, обладающий свойством резко уменьшать свое сопротивление с нескольких сотен МОм до десятков Ом при увеличении напряжения на его контактах выше порогового значения (длительно допустимого рабочего напряжения U_c).



Условно графическое обозначение УЗИП на основе варистора с встроенным терморасцепителем

Варисторы изготавливаются спеканием при температуре около 1700°C предварительного прессованного порошкообразного карбида кремния SiC или оксида цинка ZnO. Последний материал является более предпочтительным, поскольку оксид цинка имеет коэффициент нелинейности (отношение статического сопротивления к динамическому) порядка 20-100, в то время как у варисторов на основе карбида кремния — 2-10. Таким образом варисторы на основе ZnO обладают лучшей способностью отводить высокоэнергетические импульсы. При росте напряжения на зажимах оксидно-цинкового варистора в 1,4-1,6 раза ток через него возрастает в 100000 раз.

Общий принцип действия и применение варисторов аналогичны разрядникам с искровым промежутком: варисторы также подключаются параллельно защищаемой цепи и при отсутствии опасных импульсов перенапряжения представляют собой диэлектрик, практически не влияя на нормальную работу системы. При возникновении импульса перенапряжения и превышения напряжения срабатывания, варистор резко меняет свое сопротивление практически до нуля, шунтируя тем самым защищаемую цепь, а поглощенная энергия импульса рассеивается в виде тепла. Мощность рассеяния варистора в основном определяется его геометрическими размерами и конструкцией выводов. Для увеличения мощности рассеивания варистора зачастую применяют массивные выводы, играющие роль своеобразного радиатора. Также, для повышения отводящей способности

варисторы можно подключать параллельно. Варистор практически безынерционный элемент — после срабатывания и пропускания разрядного тока, варистор за очень короткое время возвращается в исходное состояние непроводимости. Таким образом, у варисторов отсутствует явление сопровождающего тока, характерное для разрядников. Еще одним преимуществом варисторов является быстроедействие — время реакции на импульс перенапряжения составляет обычно до 25 наносекунд.

Однако у УЗИП, построенных на основе варисторов, есть и ряд недостатков. Во-первых, у варисторов существует ток утечки даже в нормальном режиме, что накладывает некоторые ограничения на их применение. Например, чисто варисторные УЗИП нельзя устанавливать до счетчика электрической энергии. Во-вторых, варисторные элементы подвержены тепловому старению — со временем ток утечки через варистор в нормальном режиме увеличивается. Поэтому устройства защитного отключения, реагирующие на токи утечки, должны устанавливаться после УЗИП на основе варисторов по ходу электрической энергии. При необходимости установки УЗО до варисторного УЗИП (например, при защите от импульсных перенапряжений конечных потребителей) надо применять более дорогие селективные устройства защитного отключения, имеющие задержку времени на срабатывание при появлении тока утечки. Кроме того, как показывает практика, термическая защита варисторов срабатывает далеко не во всех аварийных ситуациях, поэтому перед УЗИП на основе варисторов необходимо устанавливать аппараты защиты от сверхтоков — предохранители.

Одной из конструктивных особенностей варисторных УЗИП является обязательное наличие термической защиты (терморасцепителя) нелинейного элемента, отключающей варистор от сети при его перегреве, обусловленном длительным протеканием больших токов утечки при старении варистора или превышением реального тока разряда предельно допустимого значения. В отличие от разрядника, напряжение на варисторе при его срабатывании не падает, а растет и тем выше, чем выше ток, протекающий через варистор. Поэтому энергия, выделяемая на варисторе, значительно больше чем на разряднике при отведении импульса перенапряжения одинаковой величины.

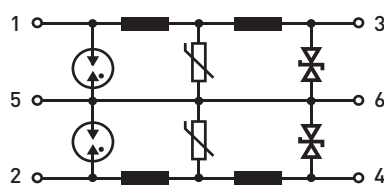
Для устранения недостатков, присущих разрядникам и варисторам, снижения остаточного напряжения и выделяемой на защитных элементах энергии, применяются УЗИП, в которых варистор соединен последовательно с разрядником.



Условно графическое обозначение УЗИП
(варистор + разрядник)

При этом варистор исключает появление сопровождающего тока, а разрядник с искровым промежутком исключает токи утечки. А при прохождении импульса перенапряжения их совместная работа снижает остаточное напряжение и выделяемую энергию.

Практически все УЗИП класса III, предназначенные для «тонкой» защиты конечных потребителей, чувствительного электронного оборудования от импульсных перенапряжений и высокочастотных помех, представляют собой УЗИП с различным набором нелинейных элементов и различными схемными решениями, зависящими от назначения и конкретного типа защищаемого оборудования. Такие УЗИП, могут подключаться не параллельно сети, а последовательно перед защищаемым оборудованием в непосредственной близости от него и могут содержать, помимо варисторов и разрядников, супрессорные диоды, а также другие элементы в различных комбинациях. Супрессорные диоды — это кремниевые диоды, имеющие



Пример схемного решения УЗИП класса III

высокий коэффициент нелинейности и использующие эффект лавинного пробоя p-n переходов при появлении опасного импульса перенапряжения. Супрессорные диоды имеют время срабатывания не превышающее 5 наносекунд и обеспечивают ограничение амплитуды импульса перенапряжения и сглаживание его фронта до безопасного для чувствительного оборудования уровня.

РАБОЧИЕ ПАРАМЕТРЫ УЗИП

Ниже приведены основные рабочие параметры устройств защиты от импульсных перенапряжений, непосредственно влияющих на выбор конкретных аппаратов защиты для конкретных условий применения.

Для УЗИП класса I указывается импульсный ток I_{imp} с формой волны 10/350 мкс, который аппарат выдерживает без потери работоспособности не менее одного раза.

Номинальный разрядный ток I_n — это значение импульса с формой волны 8/20 мкс, которое УЗИП классов I и II должно выдерживать без последствий для своей работоспособности не менее 15 раз.

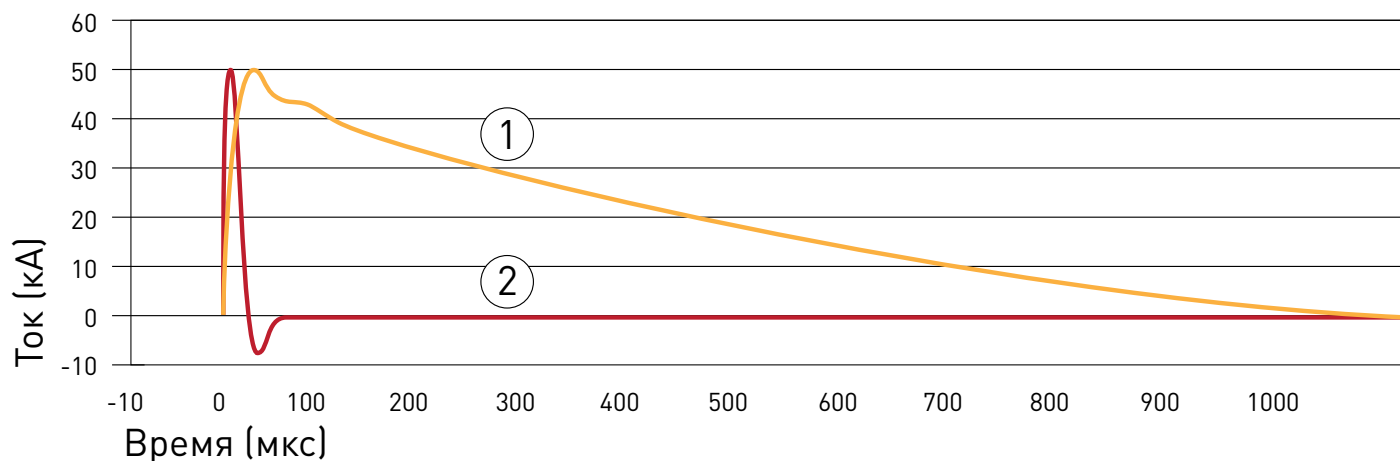
Максимальный разрядный ток I_{max} — это максимальная амплитуда импульса с формой волны 8/20 мкс, которую УЗИП класса II должно выдержать не менее одного раза.

Номинальное рабочее напряжение U_n — это номинальное

напряжение сети, для работы в которой предназначено УЗИП. Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение U_c — это максимальное действующее значение переменного напряжения, которое может быть длительно, в течение всего срока службы изделия, приложено к его выводам.

Один из наиболее важных параметров УЗИП — уровень защиты U_p . Это параметр, который показывает, на какую величину защитное устройство способно ограничивать появляющийся на его зажимах импульс перенапряжения. Уровень защиты определяется при воздействии номинального разрядного тока I_n .

Номинальный ток нагрузки I_L — это максимальное длительное действующее значение тока в цепи нагрузки, защищаемой УЗИП. Данный параметр важен для УЗИП, подключаемых в сеть последовательно с защищаемым оборудованием.



Виды импульсов и их характеристика:

1 — форма импульса, прямой удар молнии, 10/350 мкс — моделированный импульс молнии,

2 — форма импульса, удаленный удар молнии или коммутационный процесс, 8/20 мкс — моделированный импульс молнии (перенапряжение)

КОМБИНИРОВАННЫЕ УЗИП

В международных нормах устанавливается необходимость координации отдельных уровней в системе защиты от перенапряжений, чтобы защита срабатывала согласованно и своевременно.

Координация срабатывания между отдельными уровнями защиты от перенапряжений для УЗИП классов I (B), II (C), III (D) обеспечивается либо за счет достаточно длинных промежутков сети между отдельными уровнями — не менее 10 метров по кабелю (за счет собственного индуктивного сопротивления), либо специально подобранной катушкой индуктивности (дресселем). Данная индуктивность создает задержку времени для распространения импульса перенапряжения и обеспечивает последовательное срабатывание УЗИП на разных ступенях защиты. Группа «E.NEXT» представляет

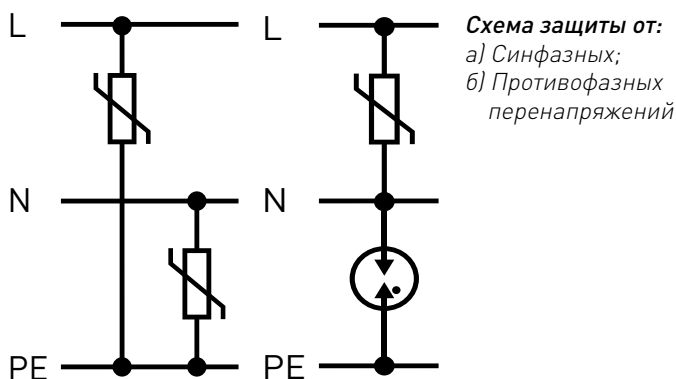
комбинированные устройства защиты от импульсных перенапряжений производства KIWA (Словакия) классов I+II+III (B+C+D) и II+III (C+D), а так же комбинированные разрядники производства OBO Bettermann (Германия) классов I+II (B+C) и II+III (C+D), соответствующих классам испытаний I, II, III; I, II, и II, III. При установке комбинированного УЗИП в распределительный щит, для всего оборудования в данном щите и электрической сети вблизи него (примерно до 5 метров) обеспечивается защита на уровне класса III (D), т.е. исходный импульс перенапряжения ограничивается до уровня ниже 1,5кВ, что в большинстве случаев достаточно для защиты электрической проводки и оборудования (исключая высокочувствительную электронную технику, для защиты которой используются специальные типы УЗИП).

СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ УЗИП

Схемы подключения разрядников зависят от применяемой системы заземления. Различают следующие основные системы: TN-S — система, в которой нейтральный и защитный проводники разделены по всей сети; TN-C — система, в которой нейтральный и защитный проводники объединены в один NPE-проводник по всей сети; TN-C-S — система, в которой нейтральный и защитный

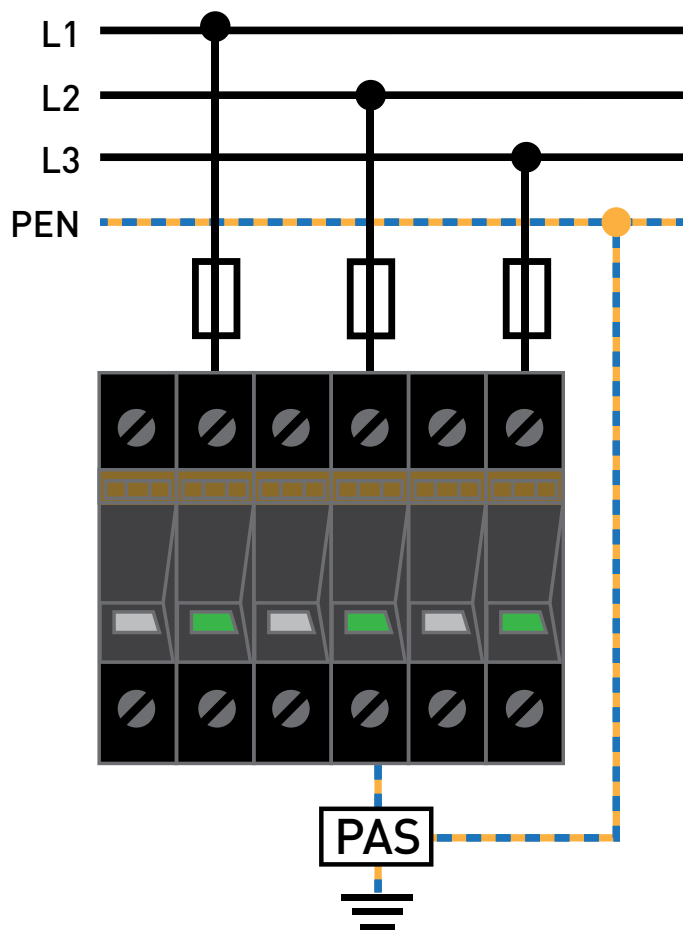
проводники объединены в один NPE-проводник в части сети, начиная от источника питания;

TT — система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземлённой нейтрали источника.

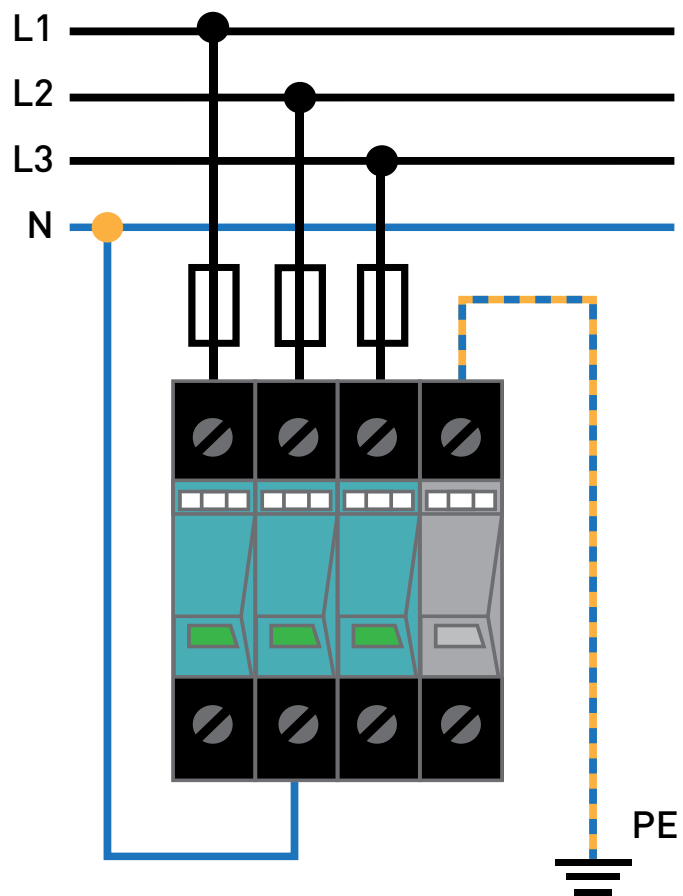


Установка УЗИП в сеть TN-S

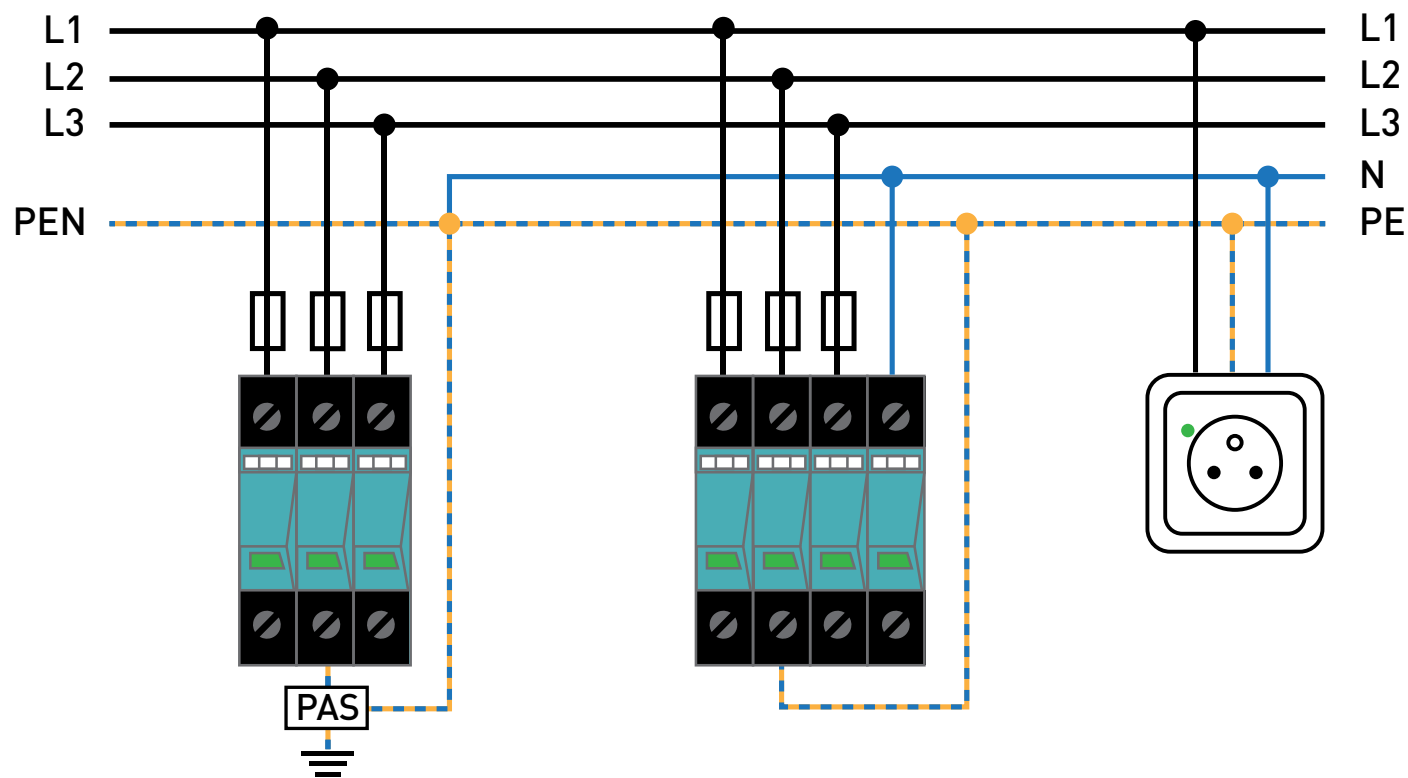
Схема (а) предназначена, в первую очередь, для защиты от синфазных (продольных) перенапряжений (провод-земля), схема (б), соответственно, от противофазных (поперечных) перенапряжений (провод-провод). Полученные в целой серии экспериментов данные, а также результаты статистических исследований, проводимых фирмами — производителями защитных устройств, показали, что более высокую опасность для защищаемого оборудования представляют собой противофазные (поперечные) перенапряжения (на клеммах электроприемников L/N), по сравнению с продольными перенапряжениями (на клеммах электроприемников L/PE и N/PE). При проектировании различных ступеней защиты возможно комбинирование этих схем.



Установка УЗИП в сеть TN-C



Установка УЗИП в сеть TT



Установка УЗИП в сеть TN-C-S

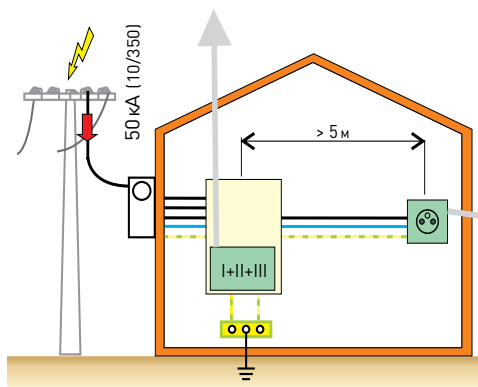
ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЗИП ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

TN-S

e.POI.3+1m 280V/12,5kA
e.POI.4 280V/12,5kA
e.POmI.3+1 LCF 50 280V/12,5kA
e.POmI.4 LCF 50 280V/12,5kA
e.POmI.3+1 LCF 100/25 280V/25kA
e.POmI.4 LCF 100 280V/25kA
e.POmI.3+1 LCF 100/30 280V/30kA
e.POmI.4 LCF 120 280V/30kA

TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/12,5kA
e.POmI.3 LCF 37,5 280V/25kA
e.POmI.3 LCF 75 280V/25kA
e.POmI.3 LCF 90 280V/30kA



LPL III, IV $I_{imp} = 50 \text{ kA}(10/350)$

Здание без громоотвода с воздушным вводом

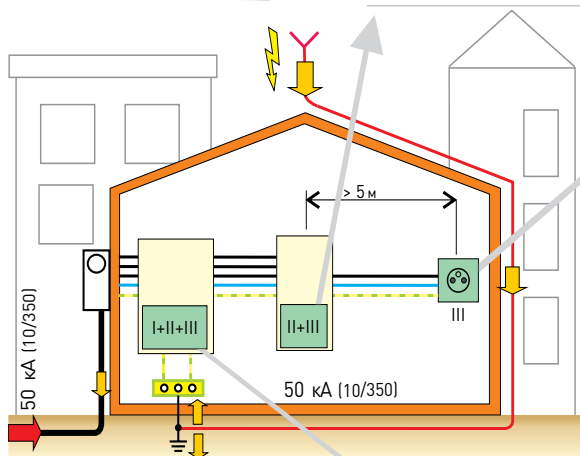


TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/40kA
e.POI.1 280V/40kA

TN-S

e.POI.3+1 280V/40kA
e.POI.4 280V/40kA
e.POI.1+1 280V/40kA
e.POI.2 280V/40kA



LPL III, IV $I_{imp} = 50 \text{ kA}(10/350)$

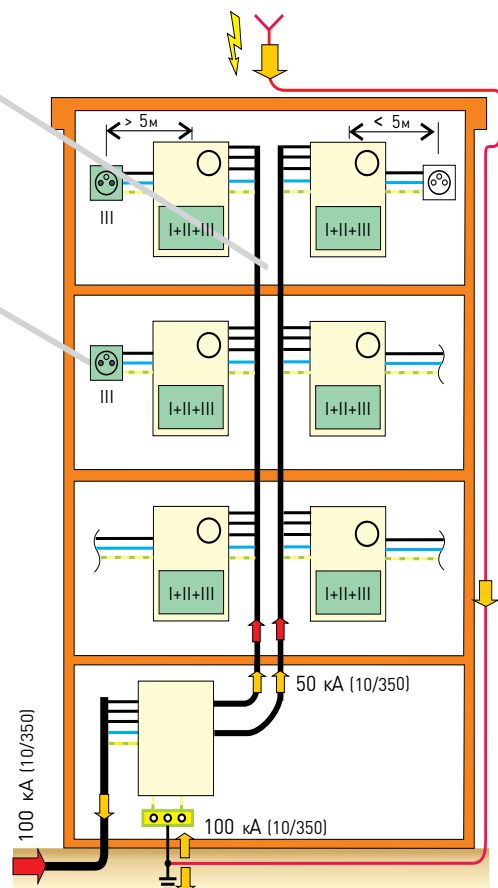
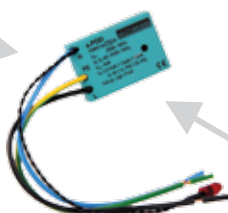
Объект с громоотводом, высота не превышает соседние здания.

TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/12,5kA
e.POmI.3 LCF 37,5 280V/25kA
e.POmI.3 LCF 75 280V/25kA
e.POmI.3 LCF 90 280V/30kA

TN-S

e.POI.3+1m 280V/12,5kA
e.POI.4 280V/12,5kA
e.POmI.3+1 LCF 50 280V/12,5kA
e.POmI.4 LCF 50 280V/12,5kA
e.POmI.3+1 LCF 100/25 280V/25kA
e.POmI.4 LCF 100 280V/25kA
e.POmI.3+1 LCF 100/30 280V/30kA
e.POmI.4 LCF 120 280V/30kA

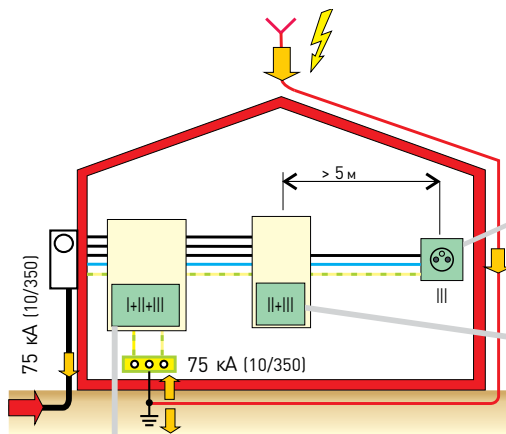


LPL I

$I_{imp} = 100 \text{ kA}(10/350)$

Квартиры в многоквартирных домах, офисы и хозяйственные объекты в административных зданиях без возможности установки УЗИП класса I в ГРЩ.





TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/40kA

e.POI.1 280V/40kA

TN-S

e.POI.3+1 280V/40kA

e.POI.4 280V/40kA

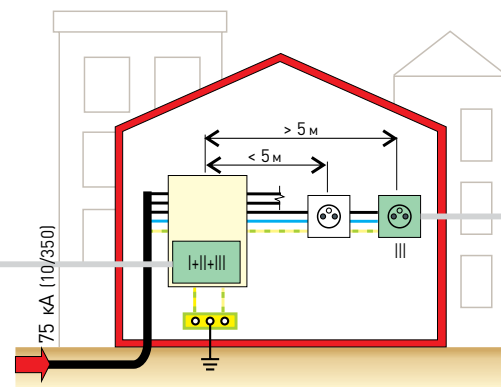
e.POI.1+1 280V/40kA

e.POI.2 280V/40kA

LPL II

$I_{imp} = 75 \text{ kA}(10/350)$

Отдельно стоящие здания с антенной, громоотводом, солнечными панелями и т.д.



LPL II

$I_{imp} = 75 \text{ kA}(10/350)$

Здания с громоотводом или без, в которых, исходя из целевого использования объекта, обязательно соответствие уровню защиты LPL II.

TN-S

e.POI.3+1 LCF 100/25 280V/25kA

e.POI.4 LCF 100 280V/25kA

e.POI.3+1 LCF 100/30 280V/30kA

e.POI.4 LCF 120 280V/30kA

TN-C, TN-C-S

e.POI.3 LCF 75 280V/25kA

e.POI.3 LCF 90 280V/30kA



TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/40kA

e.POI.1 280V/40kA

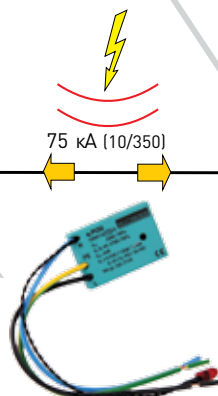
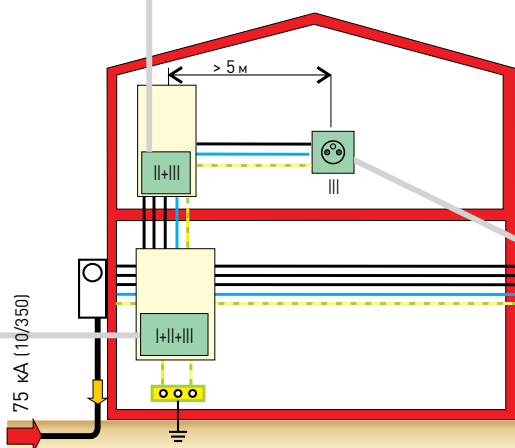
TN-S

e.POI.3+1 280V/40kA

e.POI.4 280V/40kA

e.POI.1+1 280V/40kA

e.POI.2 280V/40kA



LPL II

$I_{imp} = 75 \text{ kA}(10/350)$

Комплекс зданий без громоотвода соединенных воздушной линией.



TN-C, TN-C-S

e.POI.1.1 280V/40kA

TN-S

e.POI.1.1+1 280V/40kA

e.POI.1.2 280V/40kA



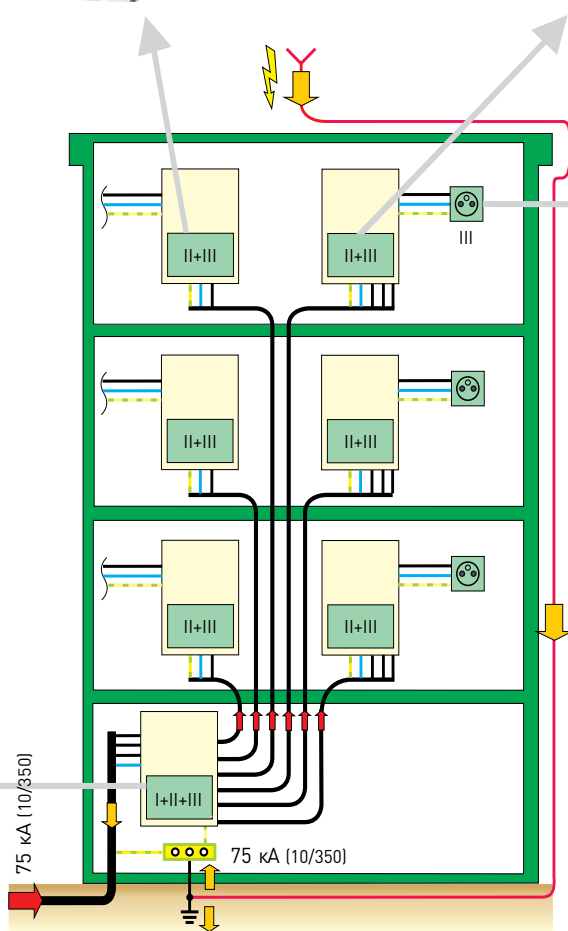
TN-C, TN-C-S

e.POI.3.3 280V/40kA

TN-S

e.POI.3.3+1 280V/40kA

e.POI.4 280V/40kA



LPL II $I_{imp} = 75 \text{ kA}(10/350)$

Квартиры в многоквартирных домах, офисы в административных зданиях с возможностью установки УЗИП класса I.



TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/40kA

e.POI.1 280V/40kA

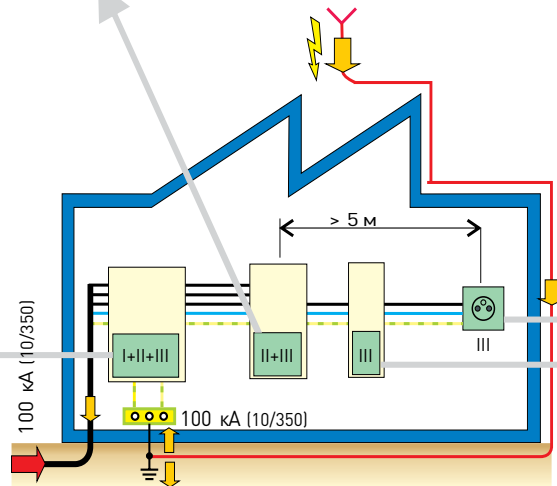
TN-S

e.POI.3+1 280V/40kA

e.POI.4 280V/40kA

e.POI.1+1 280V/40kA

e.POI.2 280V/40kA



LPL I $I_{imp} = 100 \text{ kA}(10/350)$

Объекты, в которых обязательно соответствие уровню защиты LPL I.



TN-C, TN-C-S

e.POI.1.3 LCF 75 280V/25kA

e.POI.1.3 LCF 90 280V/30kA

TN-S

e.POI.1.3+1 LCF 100/25 280V/25kA

e.POI.1.4 LCF 100 280V/25kA

e.POI.1.3+1 LCF 100/30 280V/30kA

e.POI.1.4 LCF 120 280V/30kA



УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ASCO

Устройства защиты от выбросов (SPD) фирмы ASCO представляют собой высококачественную систему отвода мощных выбросов тока, разработанную для защиты чувствительного электронного оборудования от повреждений, вызываемых переходными процессами и электрическими шумами, присутствующими в сети.

Конструктивное исполнение и технические параметры подавителей PULSAR (США), позволяют перекрыть все классы защиты. Достигается это, прежде всего, высоким быстродействием, менее 0,5нс (превосходит любые аналоги более чем в 40 раз), большой перегрузочной способностью (даже самая маломощная модель способна выдержать ток импульсной помехи в 40 000 А), комплексной защитой (обеспечивается контроль фазных, линейных напряжений, а также потенциала между нейтралью и контуром заземления).

Фото	Наименование	Описание					Код заказа
		Серия	Конфигурация/ Напряжение	Индикация состояния	Время срабатывания, ns	Ток, kA	
	Pulsar 330 50kA	330	Все типы защиты, 3 Phase, 4W+G, 380V	LED/Реле	< 0,5	50	330YB05AWRL2S
	Pulsar 450 65kA	450		LED/Реле/Звуковая сигнализация		65	450230Y40
	Pulsar 450 80kA					80	450230Y80
	Pulsar 510 65kA	510				65	510YB06AWAJ1S
	Pulsar 510 80kA					80	510YB08AWAJ1S

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ KIWA

Используются в системах защиты от импульсных коммутационных и атмосферных перенапряжений.

Фото	Наименование	Количество полюсов	Система заземления	Тип защиты	Код заказа
	e.P0ml.1+1 LCF 50/25	1+N-PE	TN-S, TT	1+2+3 (B+C+D)	81.150
	e.P0ml.3 LCF 90	3	TN-C, TN-C-S		81.132
	e.P0ml.3+1 LCF 100/25	3+N-PE	TN-S, TT		81.142
	e.P0ml.4 LCF 100	4	TN-S		81.128

Фото	Наименование	Количество полюсов	Система заземления	Тип защиты	Код заказа
	e.POI.1 280V/12,5kA	1	TN-C, TN-C-S	1+2+3 (B+C+D)	81.001
	e.POI.3 280V/12,5kA	3	TN-C, TN-C-S		81.003
	e.POI.4 280V/12,5kA	4	TN-S		81.004
	e.POI.3+1m280V/12,5kA	3 + N-PE	TN-S, TT		81.027
	e.POI.1+1m 280V/12,5kA	1 + N-PE	TN-S, TT		81.031
	e.POI.1 e 280V/7kA	1	TN-C, TN-C-S		81.200/05
	e.POI.3 e 280V/7kA	3	TN-C, TN-C-S		81.201/05
	e.POI.4 e 280V/7kA	4	TN-S		81.210/05
	e.POI.3+1 e 280V/7kA	3 + N-PE	TN-S, TT		81.206/05
	e.POI.1+1 e 280V/7kA	1 + N-PE	TN-S, TT		81.204/05

Фото	Наименование	Количество полюсов	Система заземления	Тип защиты	Код заказа
	e.POII.3	3	TN-C	2+3(C+D)	82.003
	e.POII.4	4	TN-S		82.004
	e.POII.3+1	3+N-PE	TN-S, TT		82.018
	e.POII.1+1	1+N- PE			82.017
	e.POII.3 LCF	3	TN-C		82.009
	e.POII.4 LCF	4	TN-S		82.010

Фото	Наименование	Количество полюсов	Система заземления	Тип защиты	Код заказа
	e.POD	1+N-PE	В подрозетник, световая сигнализация срабатывания	3(D)	92.135/95
	e.PODA		В подрозетник, звуковая сигнализация срабатывания		92.133/95
	e.RPOD		Модульный		92.024
	e.RPOD F 16		Модульный+ВЧ фильтр		92.042

УЗИП СЕРИИ E.INDUSTRIAL

УЗИП, класс I (B)

Предназначены для защиты распределительных сетей от грозовых и коммутационных импульсных перенапряжений.

Фото	Наименование	Защитный уровень U_p , кВ	Допустимое максимальное рабочее напряжение U_c , В	Максимальное пиковое значение тока, I_{max} кА (8/20 мкс)	Код заказа
	e.industrial.surge.spb.25.440	2	440	50	i0330001
	e.industrial.surge.spi.35.440		440	70	i0330002
	e.industrial.surge.spi.100.npe		385	100	i0330003

УЗИП, класс II (C)

Фото	Наименование	Количество полюсов	Защитный уровень U_p , кВ	Максимальное допустимое рабочее напряжение U_c , В	Код заказа
	e.industrial.surge.spc.s.20.280.1	1	1,4	280	i0340001
	e.industrial.surge.spc.s.20.280.2	2			i0340002
	e.industrial.surge.spc.s.20.280.3	3			i0340003
	e.industrial.surge.spc.s.20.280.4	4			i0340004
	e.industrial.surge.spc.s.20.385.1	1	1,7	385	i0340005
	e.industrial.surge.spc.s.20.385.2	2			i0340006
	e.industrial.surge.spc.s.20.385.3	3			i0340007
	e.industrial.surge.spc.s.20.385.4	4			i0340008
	e.industrial.surge.spc.s.3.1	3+1	1,2	260	i0340009

УЗИП, класс III (D)

Фото	Наименование	Количество полюсов	Защитный уровень U_p , кВ	Код заказа
	e.industrial.surge.spd.s.ln	1	1,0	i0340012
	e.industrial.surge.spd.s.npe	1	0,9	i0340011
	e.industrial.surge.spd.s.1.1	1+1	Разрядник в одном корпусе имеет 2 модуля (e.industrial.surge.spd.s.ln+e.industrial.surge.spd.s.npe)	i0340010

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ОВО BETTERMANN

УЗИП для защиты крупных промышленных предприятий

Фото	Наименование	Количество полюсов	Система заземления	Тип защиты	Код заказа
	MCD 125-B NPE	N-PE	TN-S, TT	1 (B)	5096865
	MCD 50-B	1	TN-C, TN-S, TN-C-S, TT		5096849
	MCD 50-B 3	3	TN-C, TN-C-S		5096877
	MCD 50-B 3+1	3+N-PE	TN-S, TT		5096879

УЗИП общего применения

Фото	Наименование	Количество полюсов	Система заземления	Тип защиты	Код заказа
	V50-B+C 0-280	0	TN-C, TN-S, TN-C-S, TT	I+II (B+C)	5093724
	V50-B+C 1+NPE	1+N-PE	TN-S, TT		5093653
	V50-B+C 3+NPE	3+N-PE			5093654
	V50-B+C 3-280	3	TN-C, TN-C-S		5093627
	V25-B+C 1-280	1	TN-C, TN-S, TN-C-S, TT		5094418
	V25-B+C 3-280	3	TN-C, TN-C-S		5094423
	V20-C 3+NPE-280	3+N-PE	TN-S, TN-C-S, TT	II (C)	5094656
	V10 COMPACT 255			II+III (C+D)	5093380

Устройство защиты для спутникового и кабельного многопозиционного подключения

Фото	Наименование	Количество полюсов	Код заказа
	TV 4+1	4+1	5083400

Система для защиты от перенапряжений высокоскоростных сетей

Фото	Наименование	Количество полюсов	Код заказа
	ND-CAT6A/EA	8	5081800