АРХИТЕКТОРАМ

ОБ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ

TRUST ENGINEERING

МОЛНИЕЗАЩИТА

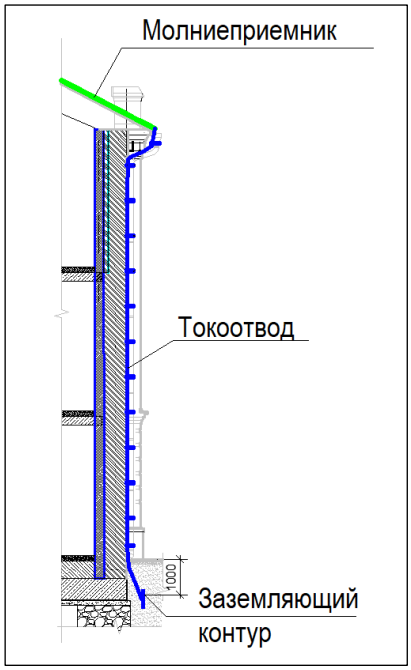
НОМЕР 25/2022

Устройства молниезащиты могут навредить внешнему виду здания, и сегодня мы обсудим, в каком объеме требуют это делать нормативы.

Мы будем ссылаться на следующие нормативы:

- РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений
- СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций

Оба документа действующие, но более современный – СО. Он имеет более жесткие требования, поэтому мы будем опираться в основном, на него.



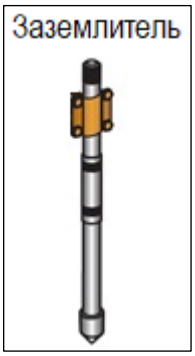
ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Молниеотвод - комплекс, состоящий из молниеприемников, токоотводов и заземлителей. Иначе говоря, это вся система целиком.

Молниеприемник - часть молниеотвода, предназначенная для перехвата молний.

Токоотвод (спуск) - часть молниеотвода, предназначенная для отвода тока молнии от молниеприемника к заземлителю.

Заземлитель - проводник, находящийся в электрическом контакте с землей.



Заземляющий контур - заземляющий проводник в виде замкнутой петли вокруг здания в земле или на ее поверхности. Это один из видов заземлителей

Надежность защиты определяется как единица минус предельно допустимая вероятность удара молнии. Для большинства гражданских зданий надежность защиты составляет 0,9. Не так много, как хотелось бы, правда?
Только для особых объектов надежность доходит до 0,999.

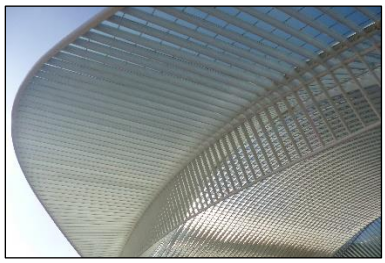
НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Тема	Требование
Естественные молниеприемники	*3.2.1.1. Молниеприемники могут быть специально установленными, … либо их функции выполняют конструктивные элементы защищаемого объекта; в последнем случае они называются естественными молниеприемниками. (СО 153-34.21.122-2003)* **Естественные молниеприемники** *3.2.1.2. Следующие конструктивные элементы зданий и сооружений могут рассматриваться как естественные молниеприемники:* *а) металлические кровли защищаемых объектов…* *б) металлические конструкции крыши (фермы, соединенная между собой стальная арматура);* *в) металлические элементы типа водосточных труб, украшений, ограждений по краю крыши и т. п., если их сечение не меньше значений, предписанных для обычных молниеприемников.*

ООО «Траст Инжиниринг», тел.: (495) 120-20-76, e-mail: ivanov@trusteng.ru

СО 153-34.21.122-2003

Металлическая кровля



Металлические конструкции

Металлические элементы

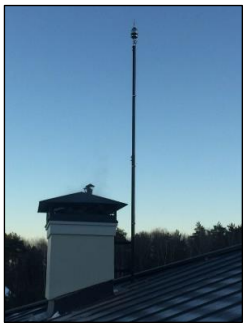
Примечание:
Металлические элементы могут быть естественными молниеприемниками при определенных условиях:

- Металлическая кровля должна быть выполнена из листов толщиной не менее 4,0 мм, и не быть покрыта изоляцией;
- Металлические элементы из стали должны быть сечением не менее 50 мм^2, из алюминия – 70 мм^2, из меди – 35 мм^2.

Искусственные молниеприемники

3.2.1.1. Молниеприемники (примечание: искусственные*) могут состоять из произвольной комбинации следующих элементов: стержней, натянутых проводов (тросов), сетчатых проводников (сеток). (СО 153-34.21.122-2003)*

Искусственные молниеприемники:



Стержень (мачта)

Тросы

Сетка

3.2 Внешняя молниезащитная система в общем случае состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей. В случае специального изготовления их материал и сечения должны удовлетворять требованиям табл.:

Материал	*Сечение, мм^2*		
	молниеприемника	*токоотвода*	*заземлителя*
Сталь	*50*	*50*	*80*
Алюминий	*70*	*25*	*Не применяется*
Медь	*35*	*16*	*50*

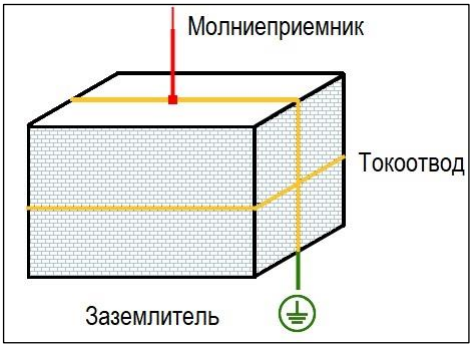
СО 153-34.21.122-2003

Примечание:
Нормативы требуют, чтобы каждый искусственный молниеприемник имел определенное сечение, не важно, стержень это, сетка или трос. Если они выполнены из стали, то диаметр должен составить 8 мм (что и равно 50 мм^2).

Токоотводы

3.2.2.1. В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы между точкой поражения и землей:
а) ток растекался по нескольким параллельным путям;
б) длина этих путей была ограничена до минимума.
Примечание:
Токоотводы должны быть максимально короткими, их нельзя пускать «окольными» путями.

3.2.2.3. Токоотводы располагаются по периметру защищаемого объекта таким образом, чтобы среднее расстояние между ними было не меньше значений, приведенных в табл. 3.3. (примечание: в таблице для обычных зданий указано значение 20 метров*). Токоотводы соединяются горизонтальными поясами вблизи поверхности земли и через каждые 20 м по высоте здания.*



3.2.2.5 … В прокладке горизонтальных поясов нет необходимости, если металлические каркасы здания или стальная арматура железобетона используются как токоотводы.
Металлическая арматура железобетонных строений считается обеспечивающей электрическую непрерывность, если она удовлетворяет следующим условиям:

- *примерно 50 % соединений вертикальных и горизонтальных стержней выполнены сваркой или имеют жесткую связь (болтовое крепление, вязка проволокой);*
- *электрическая непрерывность обеспечена между стальной арматурой различных заранее заготовленных бетонных блоков и арматурой бетонных блоков, подготовленных на месте.*

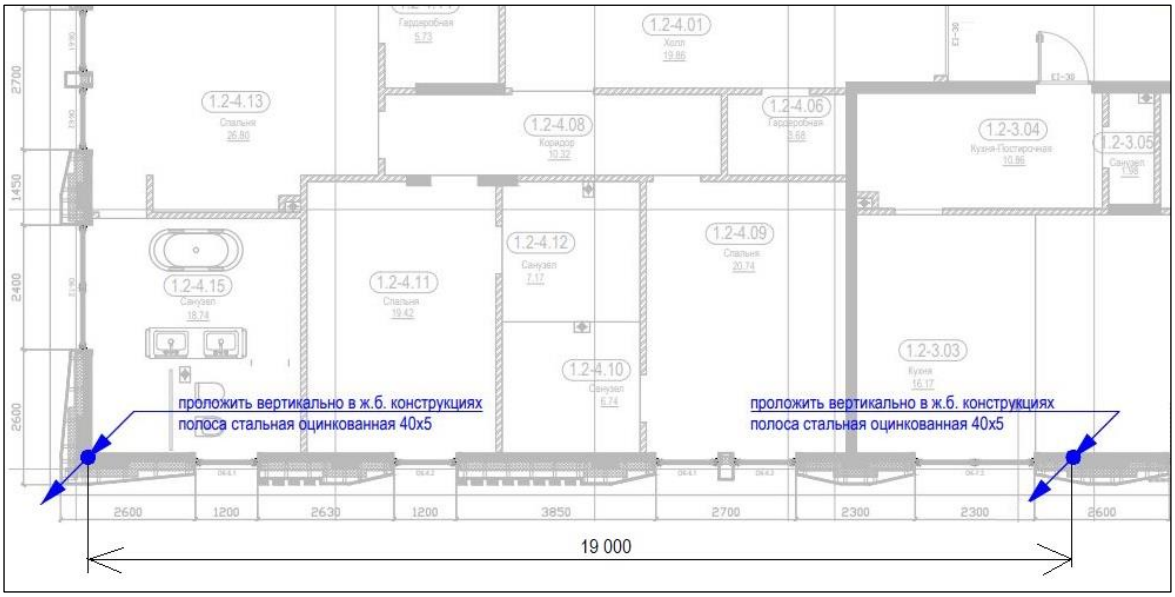
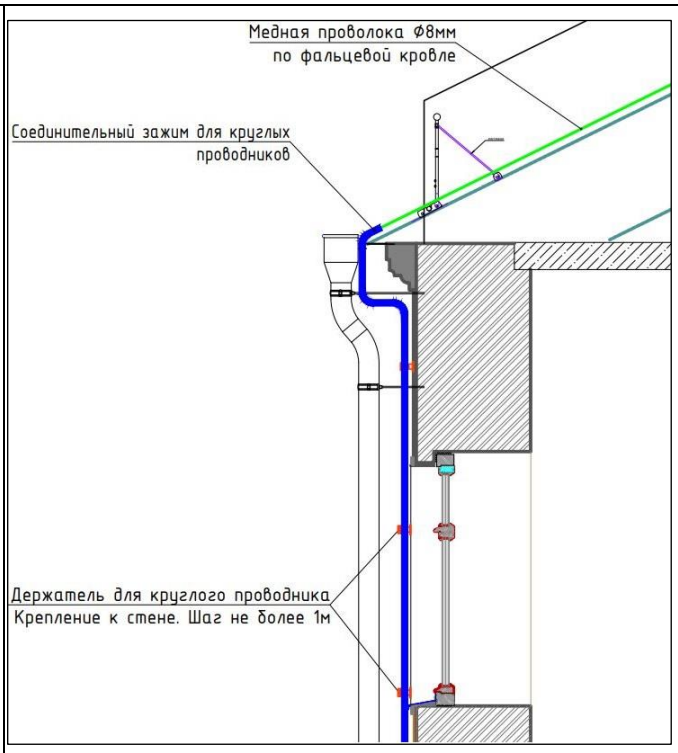


Рис. Токоотводы прокладываются по периметру, через каждые 20 метров и вблизи углов

3.2.2.4. Желательно, чтобы токоотводы равномерно располагались по периметру защищаемого объекта. По возможности они прокладываются вблизи углов зданий.
Не изолированные от защищаемого объекта токоотводы прокладываются следующим образом:

- *если стена выполнена из негорючего материала, токоотводы могут быть закреплены на поверхности стены или проходить в стене;*
- *если стена выполнена из горючего материала, токоотводы могут быть закреплены непосредственно на поверхности стены, так чтобы повышение температуры при протекании тока молнии не представляло опасности для материала стены;*
- *если стена выполнена из горючего материала и повышение температуры токоотводов представляет для него опасность, токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы расстояние между ними и защищаемым объектом всегда превышало 0,1 м.*

… Не следует прокладывать токоотводы в водосточных трубах. Рекомендуется размещать токоотводы на максимально возможных расстояниях от дверей и окон.



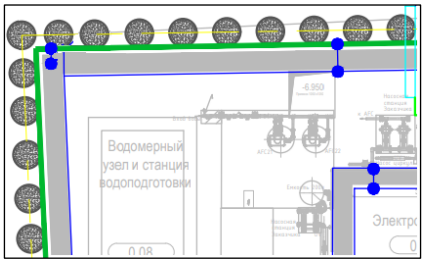
3.2.2.5. Следующие конструктивные элементы зданий могут считаться естественными токоотводами:
а) металлические конструкции (примечание: при некоторых условиях). *Металлические конструкции могут иметь изоляционное покрытие;*
б) металлический каркас здания или сооружения;
в) соединенная между собой стальная арматура здания или сооружения;
г) части фасада, профилированные элементы и опорные металлические конструкции фасада при условии, что их размеры соответствуют указаниям, относящимся к токоотводам, а их толщина составляет не менее 0,5 мм.
СО 153-34.21.122-2003

Заземлители

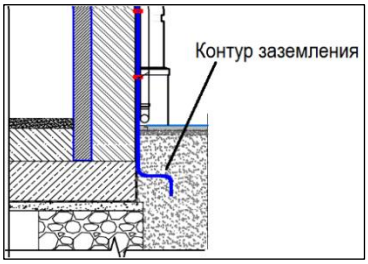
1.8. Железобетонные фундаменты зданий, сооружений, наружных установок, опор молниеотводов следует, как правило, использовать в качестве заземлителей молниезащиты при условии обеспечения непрерывной электрической связи по их арматуре и присоединения ее к закладным деталям с помощью сварки.
2.13. В качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии во всех возможных случаях следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений.
РД 34.21.122-87

Примечание:
Этот нормативный документ настойчиво рекомендует использовать фундамент в качестве заземлителя. Однако, при некоторых условиях, скажем при очень низкой влажности грунта или при уже выполненной мембранной гидроизоляции, необходимо использовать специальные заземлители.

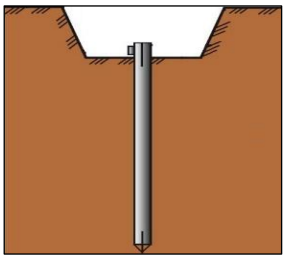
3.2.3.2. Целесообразно использовать следующие типы заземлителей: один или несколько контуров, вертикальные (или наклонные) электроды, радиально расходящиеся электроды или заземляющий контур, уложенный на дне котлована, заземляющие сетки.
Заземлитель в виде наружного контура предпочтительно прокладывать на глубине не менее 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии не менее 1 м от стен.
Заземляющие электроды должны располагаться на глубине не менее 0,5 м за пределами защищаемого объекта и быть как можно более равномерно распределенными; при этом надо стремиться свести к минимуму их взаимное экранирование.
СО 153-34.21.122-2003



В качестве заземлителя может использоваться ограждение котлована…



… заземляющий контур



… заземляющие электроды

РАЗМЕЩЕНИЕ МОЛНИЕПРИЕМНИКОВ

Теперь рассмотрим правила расстановки молниеприемников, которые обычно и вызывают протесты со стороны архитекторов и заказчиков.

Неэксплуатируемая кровля

Самым распространенным решением является установка молниеприемной сетки.

2.11 При уклоне кровли не более 1:8 может быть использована … молниеприемная сетка. Молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм и уложена на кровлю сверху или под несгораемые или трудносгораемые утеплитель или гидроизоляцию. Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) должны быть присоединены к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы — оборудованы дополнительными молниеприемниками, также присоединенными к молниеприемной сетке.

2.25. … в случае использования молниеприемной сетки шаг ее ячеек должен быть не более 12 х 12 м.

РД 34.21.122-87

Сетку размещают над кровлей или под утеплителем и гидроизоляцией. Чаще используется первый вариант

Металлические элементы над кровлей должны быть присоединены к молниеприемной сетке

4.7. Защита оборудования в существующих зданиях. Все возрастающее использование сложного электронного оборудования в уже существующих зданиях требует более надежной защиты от молнии и других электромагнитных помех. (СО 153-34.21.122-2003)

Примечание: Этот пункт в нормативах дает проектировщику право/обязанность позаботиться о любом оборудовании, которое устанавливается на кровле, если есть угроза вывести из строя электронные компоненты. Фактически все инженерное оборудование, даже простые вентиляторы дымоудаления, подключаются к слаботочным сетям и системе диспетчеризации здания, и мы должны исключить всякую возможность вывода из строя их элементов. Традиционно это выполняется с помощью установки стержневых молниеприемников.

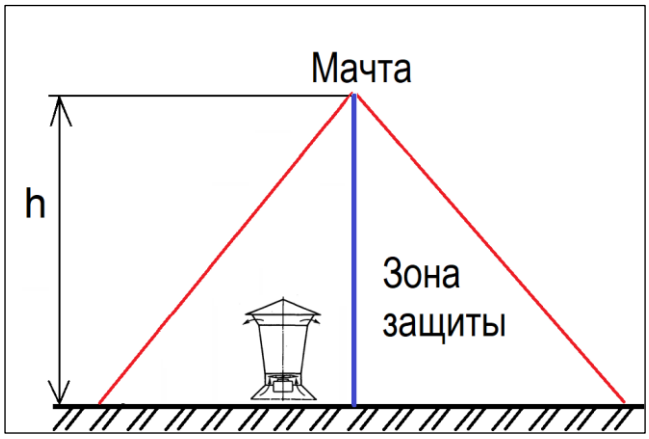


Таблица 3.2 Толщина кровли, трубы или корпуса резервуара, выполняющих функции естественного молниеприемника. Материал – железо. Толщина – не менее 4 мм. (РД 34.21.122-87)

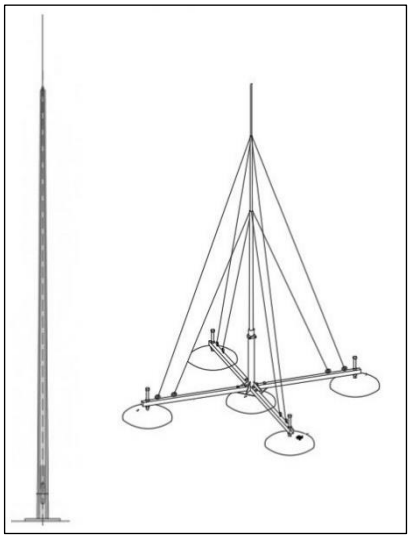
Примечание: Если оборудование выполнено из стальных листов толщиной менее 4 мм, мы не можем его рассматривать как естественный молниеприемник, поэтому и обязаны его защитить искусственным молниеприемником.

Рис. Все оборудование, которое установлено на кровле, должно входить в защитную зону мачт / тросовых молниеприемников. Угол от вертикали составляет 25…45 градусов в зависимости от высоты здания

ООО «Траст Инжиниринг», тел.: (495) 120-20-76, e-mail: ivanov@trusteng.ru

Стержневые молниеприемники выпускаются высотой от 1,0 до 40 метров. Могут как устанавливаться на кровле, так и крепиться к парапету или стене.

Рис.→ Есть два вида конструкций мачт одной и той же высоты: без использования растяжек или с ними



В первом случае мачты отличаются массивностью – большим диаметром у основания с постепенным уменьшением сечения. Во втором случае сама мачта остается тонкой, но появляются растяжки, которые могут проходить в один или два яруса.

Диаметры мачт без растяжек

Высота мачты, устанавливаемой на кровле, м	Примерный диаметр мачты у ее основания, мм
3	16
6	35
12	115
20	300

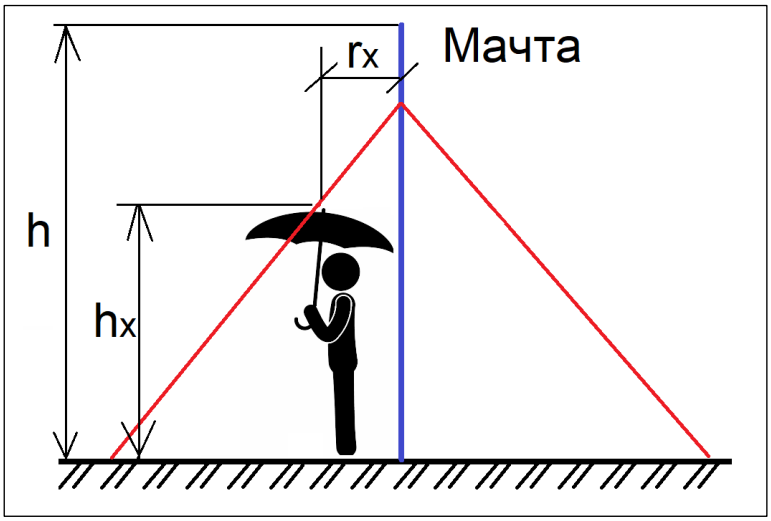
Эксплуатируемая кровля

На эксплуатируемой кровле молниезащитная сетка не поможет защитить людей от удара молний. Размещение сетки под деревянными мостками или использование так называемых грибовидных молниеприемников (грибков) никак не поможет делу защиты людей.

Потому вся территория эксплуатируемой кровли должна находиться под защитой стержневых или тросовых молниеприемников. При этом, защищено должно быть все на уровне 2,5 метра (hx). (см. рис)

Мы понимаем, что искусственные молниеприемники портят внешний вид кровель, особенно в исторической части городов, но других вариантов не существует.

Единственное, что можно сделать – это совместно с инженерами перебирать расположение и высоты мачт, чтобы выбрать приемлемое решение.



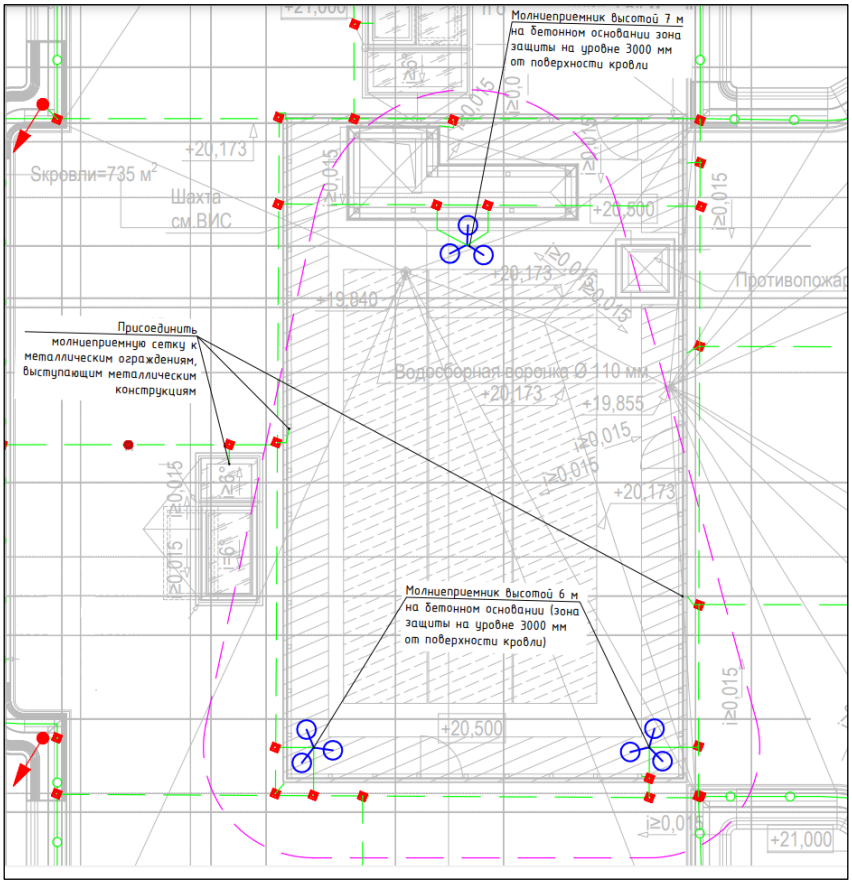


Рис. (↑) Высота и расстановка мачт должны обеспечивать зону защиты, выход за которую недоступен для человека. Несколько молниеприемников, установленных на определенном расстоянии друг от друга, дадут большую зону защиты (↓), чем по отдельности

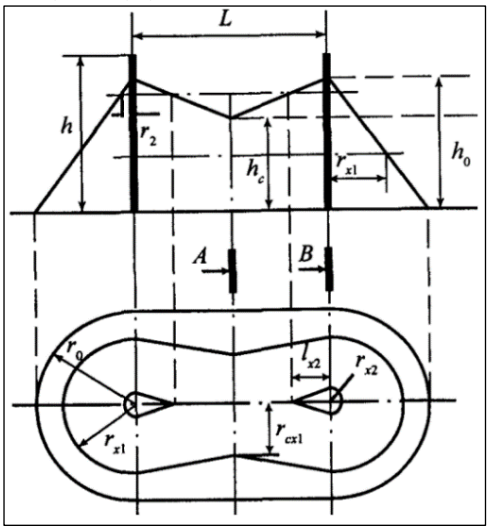


Рис. ← То же касается и защищаемого оборудования. В примере дано примечание: «Молниеприемник высотой 6 м на бетонном основании (зона защиты на уровне 3000 мм от поверхности кровли)»

ООО «Траст Инжиниринг», тел.: (495) 120-20-76, e-mail: ivanov@trusteng.ru