

## Принципы проектирования наружной молниезащиты

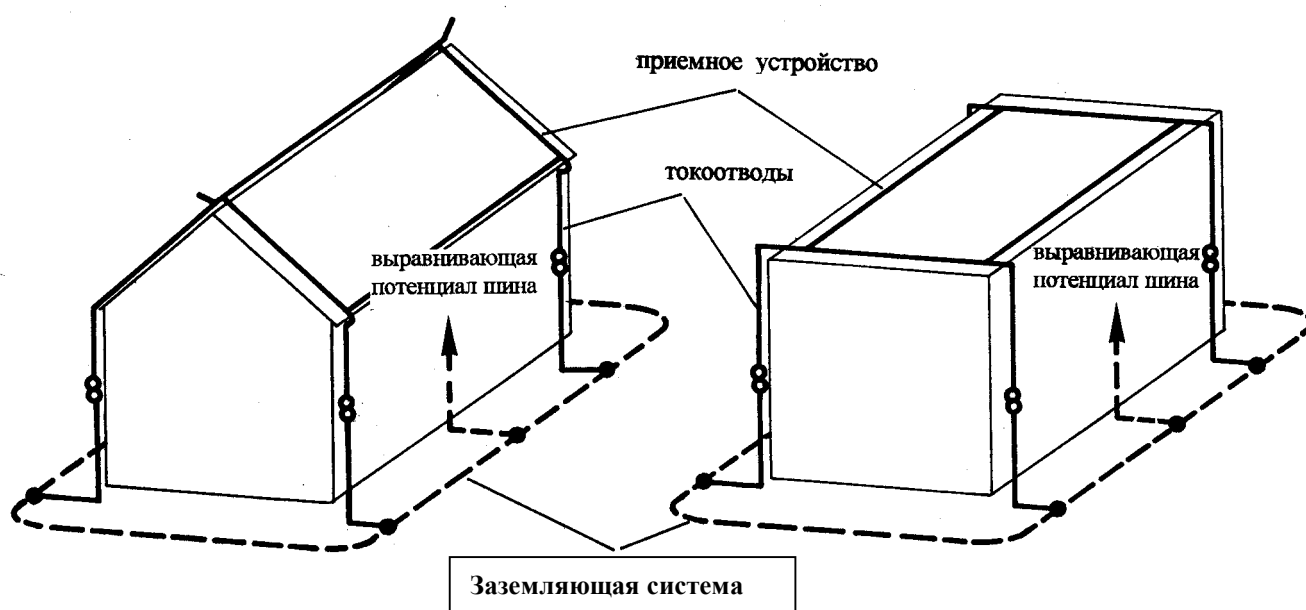


Все необходимые элементы для устройства молниезащиты Вы можете приобрести в предприятии "ИГУР" в Бресте. Тел.: +375 (162) 23 01 74, Факс: +375 (162) 23 08 24

**Наружную молниезащиту** определяет как совокупность всех устройств, установленных и существующих снаружи с целью перехвата и отведения потока молнии к заземляющей системе.

Она состоит из:

- устройства перехвата (приема) молнии
- токоотводов
- заземляющей системы



Фиг. 1: Принцип устройства наружной защиты с эквипотенциальным (выравнивающим потенциалы) связующим проводником для связи с внутренней защитой

### А Приемное устройство

Это совокупность металлических компонентов (приемных проводников), устанавливаемых на защищаемом здании. Она используется в качестве пункта удара молнии.

Фиг. 2. Показывает возможные варианты

- **Замкнутая приемная сетка** (размер петли 10 м x 20 м) устанавливается на поверхности крыши, независимо от высоты здания (Фиг. 2а).

- Для зданий общей высотой до 20 м (включая приемное устройство) могут устанавливаться **приемные проводники или приемные стержни**; они определяют защищаемую зону в 45° (измеренное от вертикали во все стороны) (Фиг. 2б).

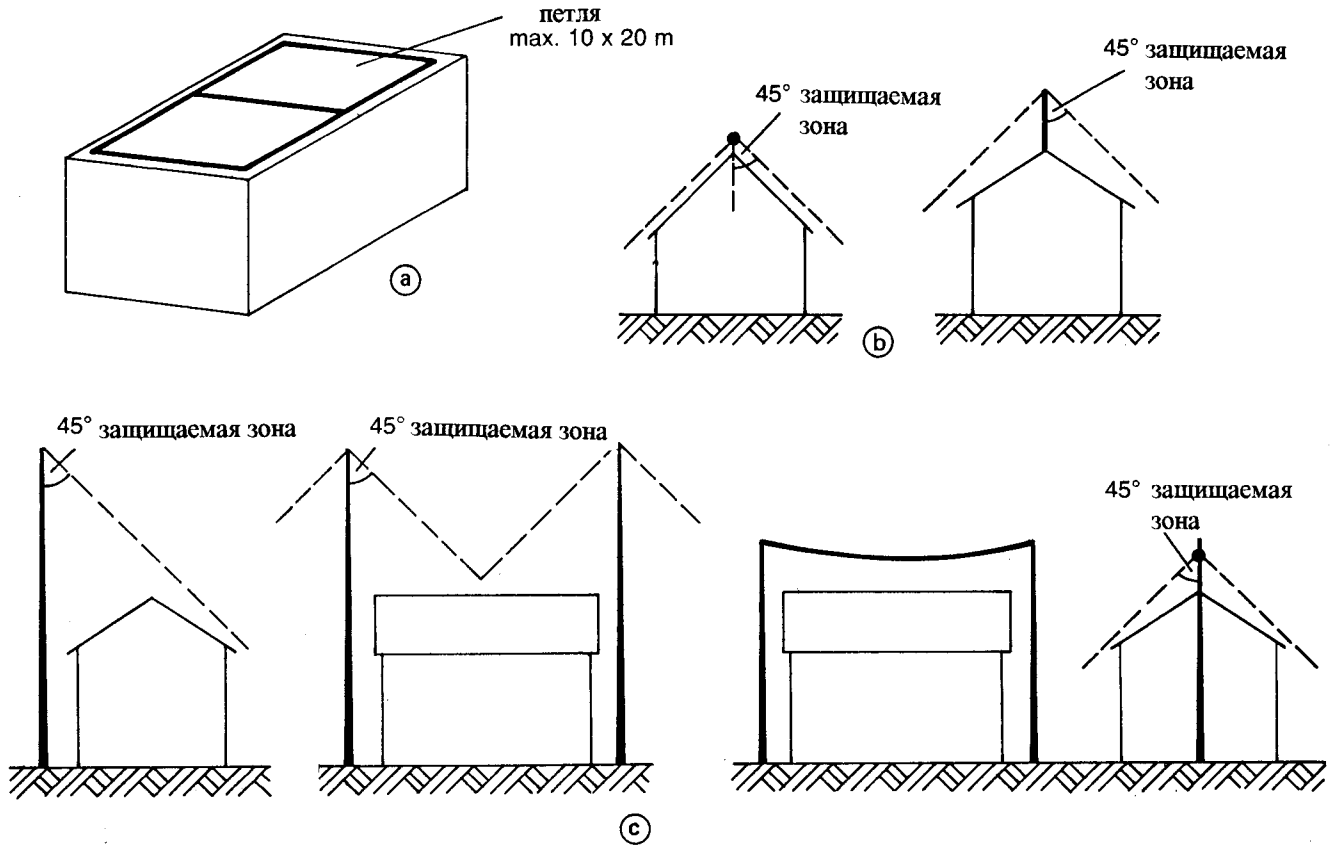
- **Изолированные (отдельно стоящие) молниезащитные системы** могут быть также установлены и подняты над зданием с 45° защищаемой зоной (Фиг. 2с)

### В Токоотводы

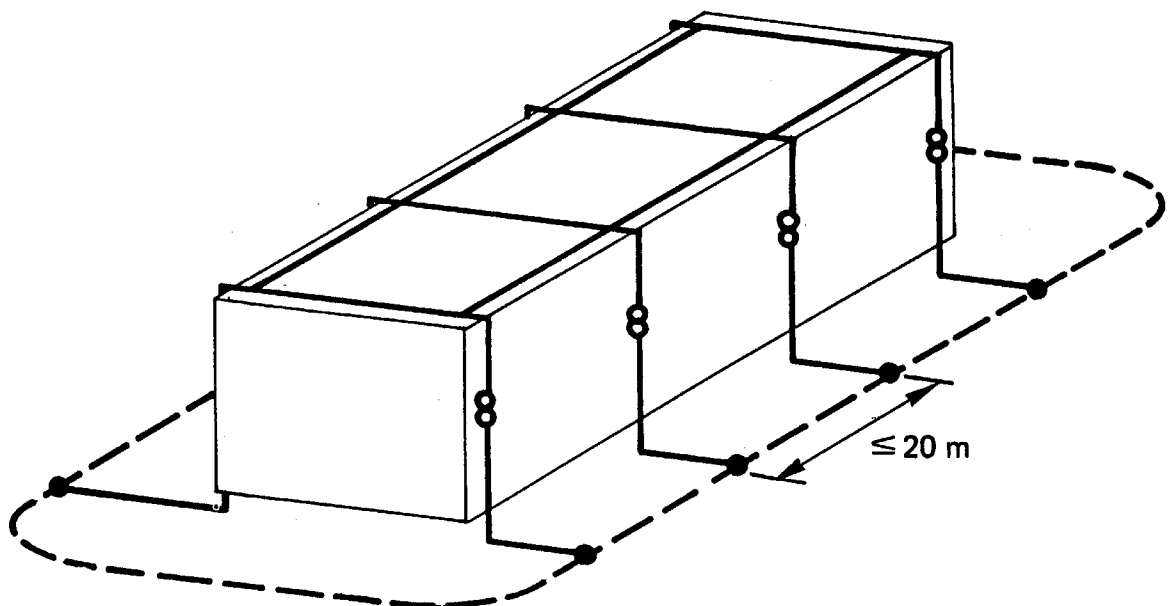
Спускающиеся токоотводы - это электрически проводимая связь между устройством приема молнии и заземляющей системой. Число токоотводов зависит от типа крыши и размеров здания. Один токоотвод - на каждые 20 м наружного периметра крыши (проекция на основание) (Фиг. 3).

### С Заземляющая система

Используется для проведения потока молнии в грунт. Она обычно включает замкнутое кольцо заземления или одиночные заземлители в специальных случаях.



Фиг. 2 Примеры приемных устройств



Фиг. 3 Расположение токоотводов в приемной сети

### Приемное устройство

Места, благоприятные для удара молнии, такие как конек крыши, дымоходные трубы, края и выступы крыши, фронтоны и края водосточных труб, балюстрады и чердаки, антенны и другие выступающие конструкции крыши обеспечиваются устройствами приема молнии.

Если эти благоприятные для удара молнии точки уже изготовлены из металла, они могут быть использованы в качестве приемного устройства, если они имеют соответствующее поперечное сечение.

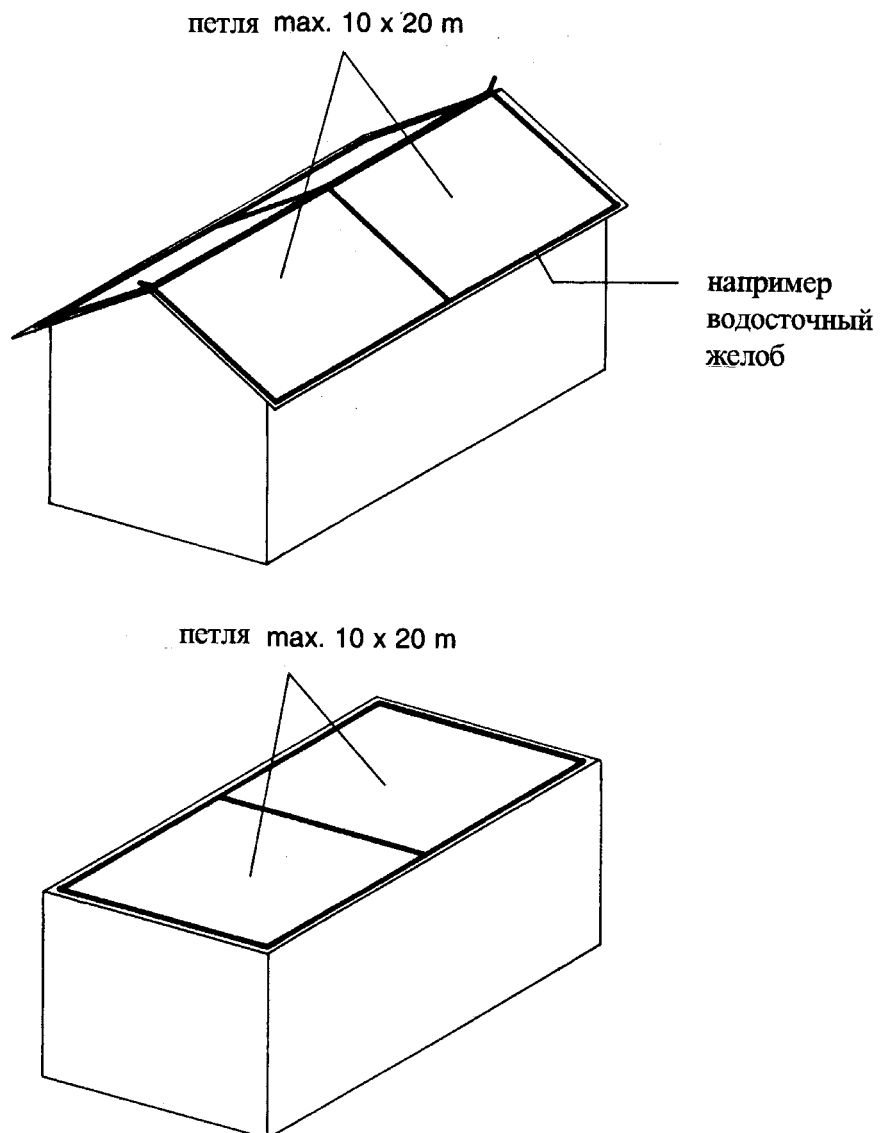
Приемные устройства или металлические компоненты, используемые для приема молнии должны быть голыми (без изоляции). Приемные устройства, покрытые краской, считаются голыми.

Приемные устройства могут быть установлены следующим образом:

#### А Приемные устройства в виде сетки

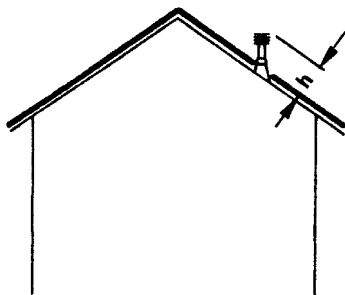
Этот вариант подходит для универсального использования **независимо от высоты здания.**

Петля приемной сетки с максимальным размером ячейки 10 x 20 м устанавливается на покрытии крыши. Положение отдельных петель - при условии, что нет точки на поверхности крыши, удаленной более, чем на 5 м от ближайшего приемного устройства - может быть выбрано, преимущественно используя конек и внешние кромки и металлические компоненты, действующие как приемные устройства (Фиг. 4). Приемные проводники на внешних краях частей здания должны быть установлены по возможности непосредственно на краях.



Фиг. 4

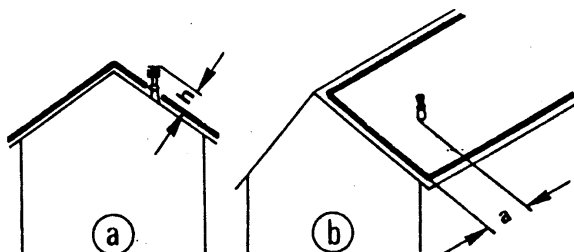
**Отдельные конструкции крыши из электрически непроводящих материалов** считаются достаточно защищены, если они не выступают за плоскость петли более, чем на 0,3 м (Фиг. 5). Если размер  $h$  - более 0,3 м, конструкция обеспечивается приемным устройством и соединяется с ближайшим приемным проводником.



Фиг. 5

**Конструкции крыши из металла** (не связанные с заземляющими компонентами) не нуждаются в соединении с приемным устройством, если выполняются все, ниже перечисленные требования:

- а) Они не выступают за пределы плоскости петли более, чем на 0,3 м (Фиг. 6а),
- б) Они не менее, чем 0,5 м ( $a > 0,5$  м) отстоят от приемного устройства (Фиг. 6б),
- с) Они имеют максимальную окружающую область 1 кв. м (например, окно крыши) или максимальную длину 2 м (например, металлические покрытия). Можно обойтись без соединения, если **все три условия** выполнены. Соединение должно быть выполнено, если хотя бы одно требование не выполнено.



Фиг. 6

### **В Приемные проводники с защищаемой зоной**

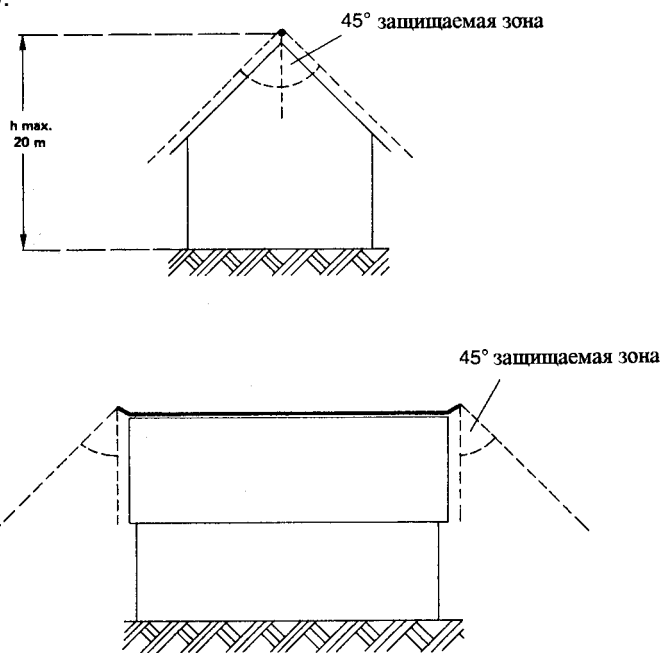
Этот вариант допустим только для **зданий высотой до 20 м** (эта высота является расстоянием между высшей точкой приемного устройства и грунтом). Приемное устройство определяет **45° защищаемую зону** (защищенная зона имеет угол 45° к вертикали, проведенной от приемного проводника) (см. Фиг. 7). Защищаемое здание должно быть расположено внутри этой защищаемой зоны. Этот тип приемного устройства используется только на крутых крышах с соответствующим уклоном. Остающиеся проводники, установленные на поверхности крыши действуют в этом случае только как токоотводы.

**Отдельные конструкции крыши из электрически непроводящих материалов** считаются достаточно защищены, если они не выступают за защищаемую зону более, чем на 0,3 м (Фиг. 8). Если размер  $h$  - более 0,3 м, конструкция обеспечивается приемным устройством и соединяется с приемным проводником или спускающимся токоотводом.

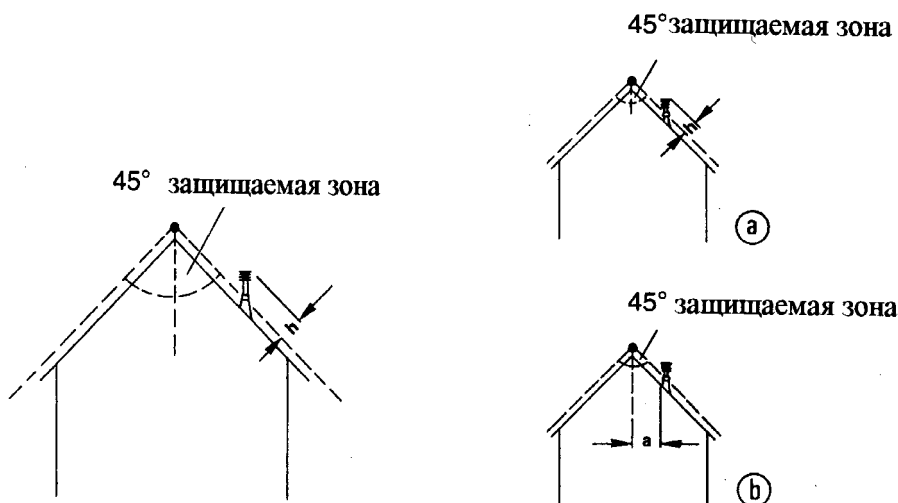
**Конструкции крыши из металла** (не связанные с заземляющими компонентами) не нуждаются в соединении с приемным устройством, если выполняются **все**, ниже перечисленные требования (см. Фиг. 9):

- а) Они не выступают за пределы защищаемой зоны более, чем на 0,3 м ( $h < 0,3$  м) (Фиг. 9а),
- б) Они не менее, чем 0,5 м ( $a > 0,5$  м) отстоят от приемного проводника (Фиг. 9б),
- с) Они имеют максимальную окружающую область 1 кв. м (например, окно крыши) или максимальную длину 2 м (например, металлические покрытия). Можно обойтись без соединения

если **все три условия** выполнены. Соединение должно быть выполнено, если хотя бы одно требование не выполнено.



Фиг. 7



Фиг. 8

Фиг. 9

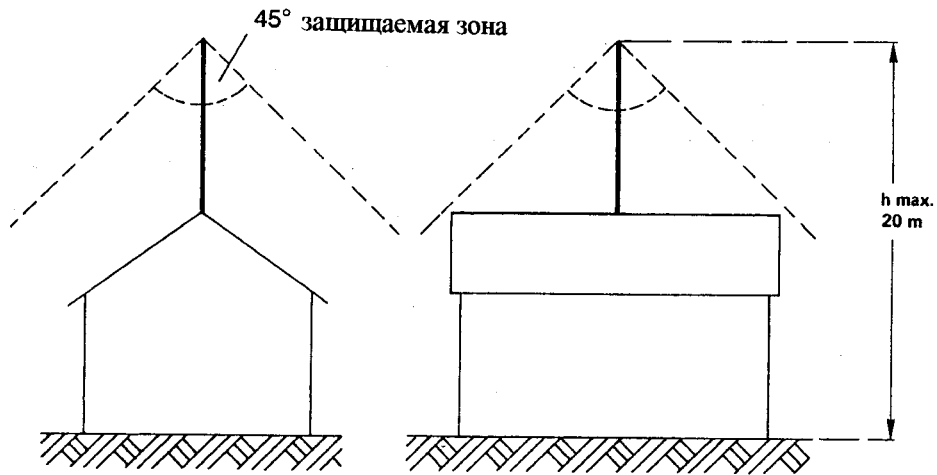
### С Приемный стержень с защищаемой зоной

#### 1. Один приемный стержень

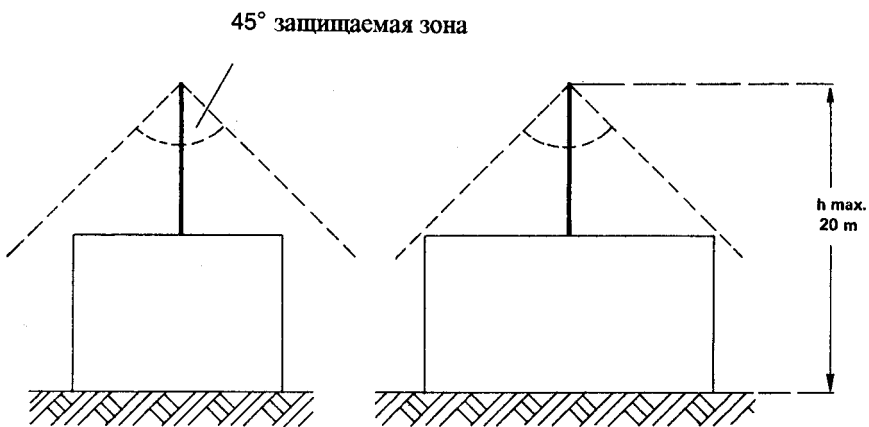
Этот вариант допустим только для **зданий высотой до 20 м** (эта высота является расстоянием между высшей точкой приемного стержня и грунтом). Приемный стержень определяет **45° защищаемую зону** (защищенная зона имеет угол 45° к вертикали, проведенной через приемный стержень во все стороны). Защищаемое здание должно быть расположено внутри этой защищаемой зоны (см. Фиг. 10 и 11).

Остальные проводники, установленные на поверхности крыши действуют в этом случае только как токоотводы.

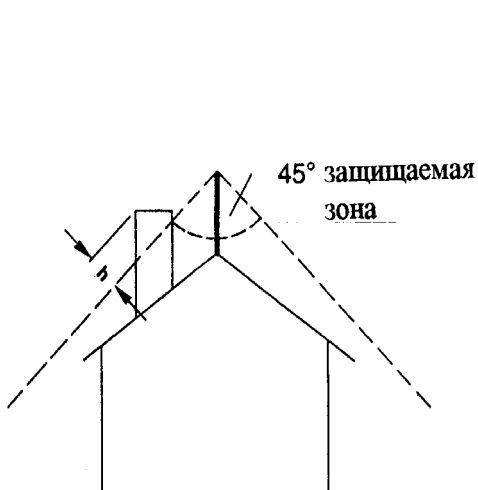
**Отдельные конструкции крыши из электрически непроводящих материалов** считаются достаточно защищены, если они не выступают за защищаемую зону более, чем на 0,3 м (Фиг.12). Если размер  $h$  - более 0,3 м, конструкция обеспечивается приемным устройством и соединяется с приемным стержнем или токоотводом.



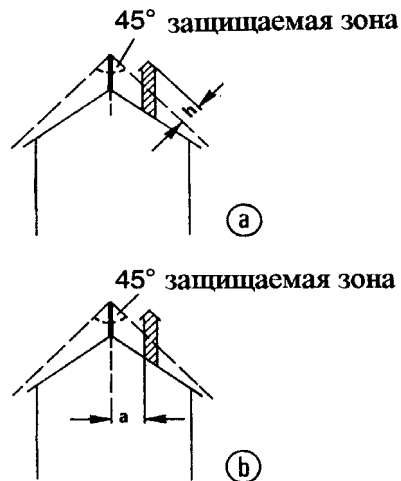
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

**Конструкции крыши из металла** (не связанные с заземляющими компонентами) не нуждаются в соединении с приемным устройством, если выполняются все, ниже перечисленные требования (см. Фиг. 13):

- а) Они не выступают за пределы защищаемой зоны более, чем на 0,3 м ( $h < 0,3$  м) (Фиг. 13а),
- б) Они не менее, чем 0,5 м ( $a > 0,5$  м) отстоят от приемного проводника (Фиг. 13б),
- с) Они имеют максимальную окружающую область 1 кв. м (например, окно крыши) или максимальную длину 2 м (например, металлические покрытия). Можно обойтись без соединения если **все три условия** выполнены. Соединение должно быть выполнено, если хотя бы одно требование не выполнено.

2. Несколько приемных стержней

Этот вариант также допустим только для зданий высотой до 20 м (эта высота является расстоянием между высшей точкой приемного стержня и грунтом). Приемный стержень определяет **45° защищаемую зону** (защищенная зона имеет угол 45° к вертикали, проведенной через каждый приемный стержень во все стороны). Защищаемое здание должно быть расположено внутри этой защищаемой зоны. Защищаемая зона определяется удалением между отдельными приемными стержнями.

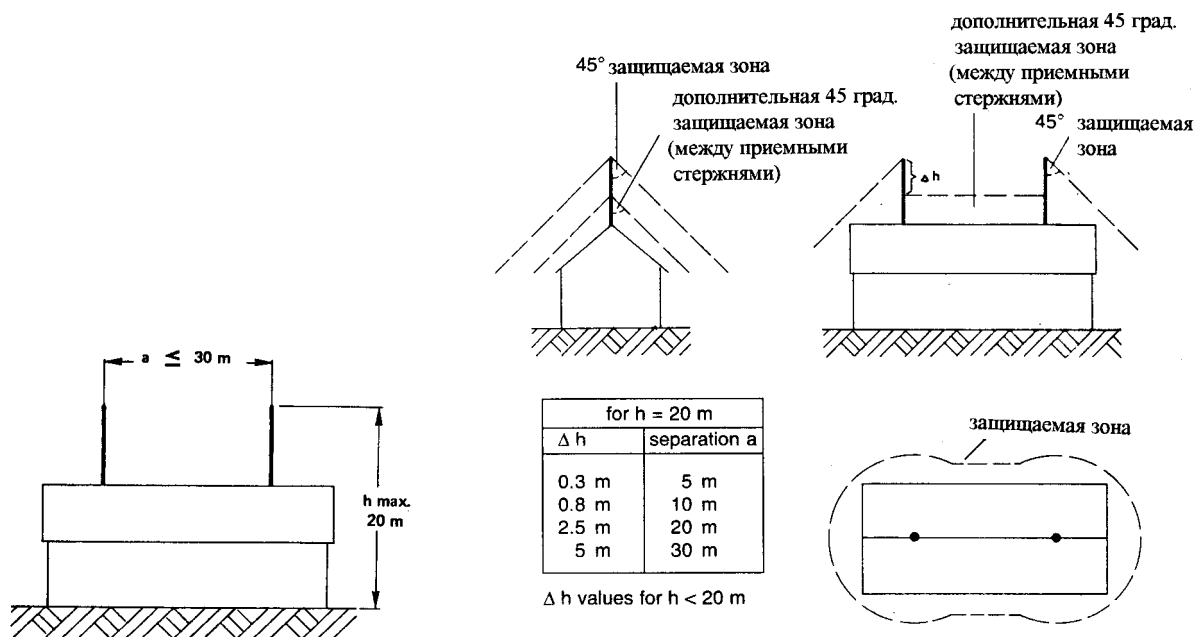
**а) Максимальное удаление между приемными стержнями до 30 м**

Защищаемая зона образуется отдельными приемными стержнями плюс защитная зона, которая формируется воображаемым приемным проводником между приемными стержнями. Отдаление  $h$  этого воображаемого приемного проводника от конца приемного стержня зависит от удаления между приемными стержнями.

Фиг. 14 показывает этот принцип для 2 приемных стержней, который может быть применен аналогично для нескольких стержней.

**б) Удаление между приемными стержнями больше, чем 30 м**

Этот вариант не имеет дополнительной защищаемой зоны благодаря воображаемому приемному проводнику 45°. Защищаемая зона обеспечивается лишь самими приемными стержнями (Фиг. 15).



Фиг. 14а

Фиг. 14 б

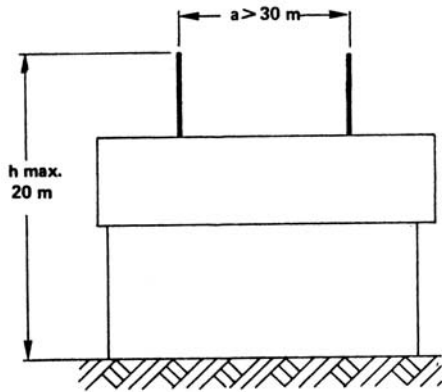
**D Изолированный приемный стержень с защищаемой зоной**

1. Один приемный стержень

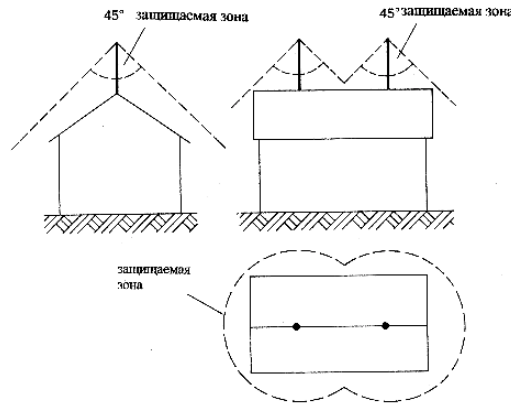
Этот вариант применяется только к приемным стержням максимальной высотой до 20 м (над землей). Приемный стержень образует защищаемую зону 45° к вертикали от конца стержня. Удаление  $d$  между приемным стержнем и зданием должно быть по меньшей мере 2 м. Если заземление приемного стержня не связано с эквипотенциальной (выравнивающей потенциалы) связующей системой здания для защиты, удаление должно быть увеличено в соответствии со след. уравнением:

$$d = 2 + Re / 5, \quad d - \text{в м, } Re - \text{в Ом}$$

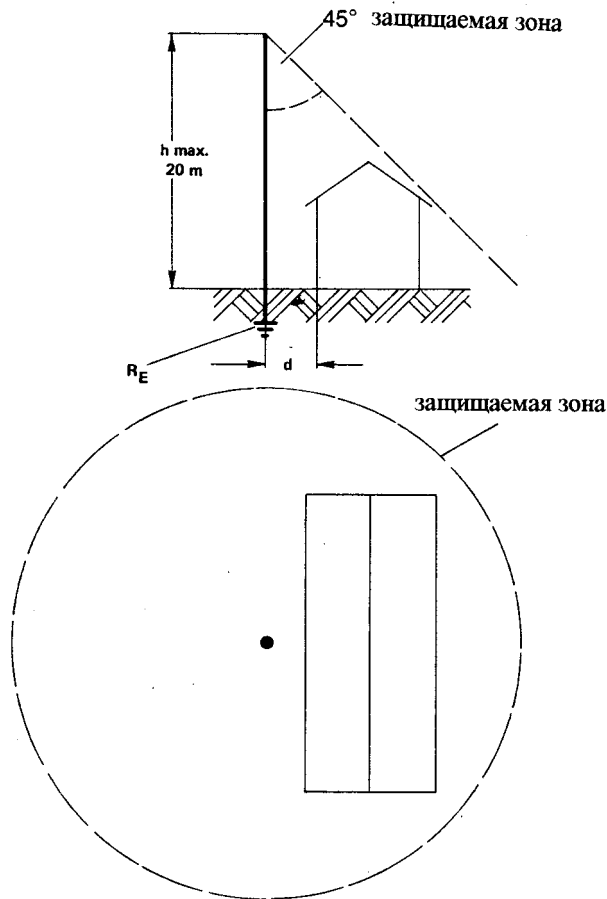
Этот принцип показан на Фиг. 16.



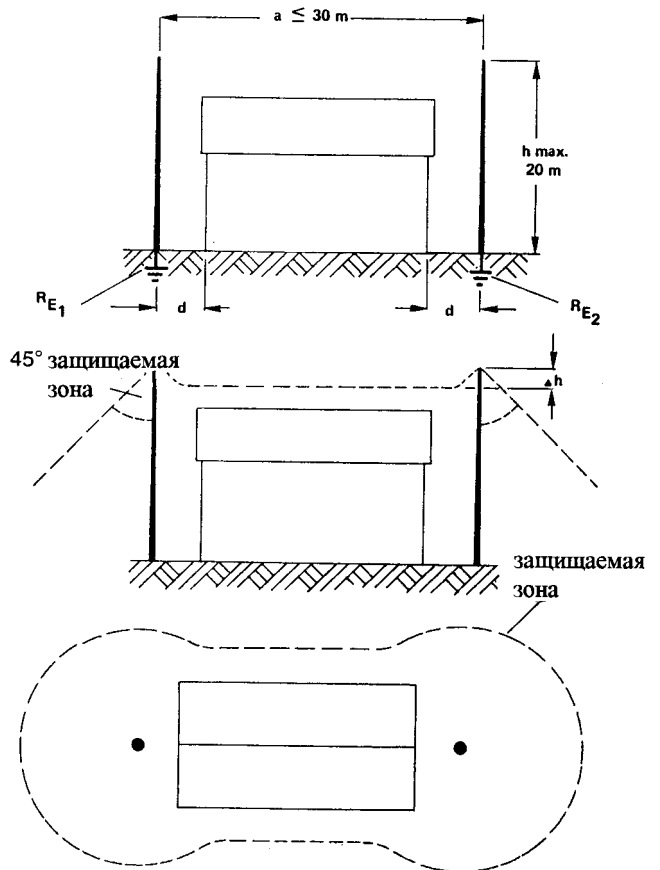
Фиг. 15а



Фиг.15b



Фиг. 16



Фиг. 17

## 2. Два приемных стержня

Высота приемных стержней не должна превышать 20 м. Защищаемая зона - это углообразующее пространство с защищаемым углом 45° вокруг вершины приемного стержня.

### а) Удаление между приемными стержнями максимально 30 м.

Защищаемая зона вокруг приемных стержней увеличивается за счет 45° защищаемой зоны воображаемого приемного проводника между приемными стержнями. Высота этого воображаемого приемного проводника зависит от высоты приемных стержней и отдаления между ними (Фиг. 17).



Отдаление  $d$  между приемными стержнями и зданием должно быть по меньшей мере 2 м. Если заземление приемного стержня не связано с эквипотенциальной (выравнивающей потенциалы) связующей системой, отдаление должно быть увеличено в соответствии со след. уравнением:

$$d = 2 + R_{E1} / 5 \quad \text{и} \quad d = 2 + R_{E2} / 5, \quad d - \text{в м, } R_E - \text{в Ом}$$

### **б) Удаление между приемными стержнями больше, чем 30 м**

Защищаемая зона обеспечивается лишь самими приемными стержнями (Фиг. 18).

### **3. Четыре приемных стержня расположенных квадратом**

Следующие требования определяют это расположение:

- Высота  $h$  приемных стержней не должна превышать 30 м.
- Удаление между приемными стержнями не должно превышать 30 м
- Удаление  $d$  между стержнями и защищаемым зданием должно быть по меньшей мере 2 м (или по меньшей мере 4,5 м по диагонали от угла здания).

Защищаемая зона этого стержневого расположения - это в основном воображаемый приемный план (Фиг. 19) между 4 стержнями на удалении  $F_E$  ниже самой высокой вершины стержня ( $F_E$  зависит от удаления приемных стержней).

Удаление $a$	5 м	10 м	20 м	30 м
$F_E$	0,3 м	0,7 м	2,7 м	6,0 м

Если приемные стержни только лишь 20 м высотой, защищаемая зона для двух соседних стержней добавляется к защищаемой зоне "приемного плана" .

Если заземление приемного стержня не связано с эквипотенциальной (выравнивающей потенциалы) связующей системой, отдаление должно быть увеличено:

$$d = 4,5 + R_E / 5, \quad d - \text{в м, } R_E - \text{в Ом}$$

## **Е Изолированный приемный стержень с защищаемой зоной**

### **1. Один приемный проводник**

Высота опор для фиксации приемного проводника - **максимально 20 м**. Удаление между опорами может быть каким угодно, но удаление  $d$  от защищаемого здания должно быть по меньшей мере 2 м.

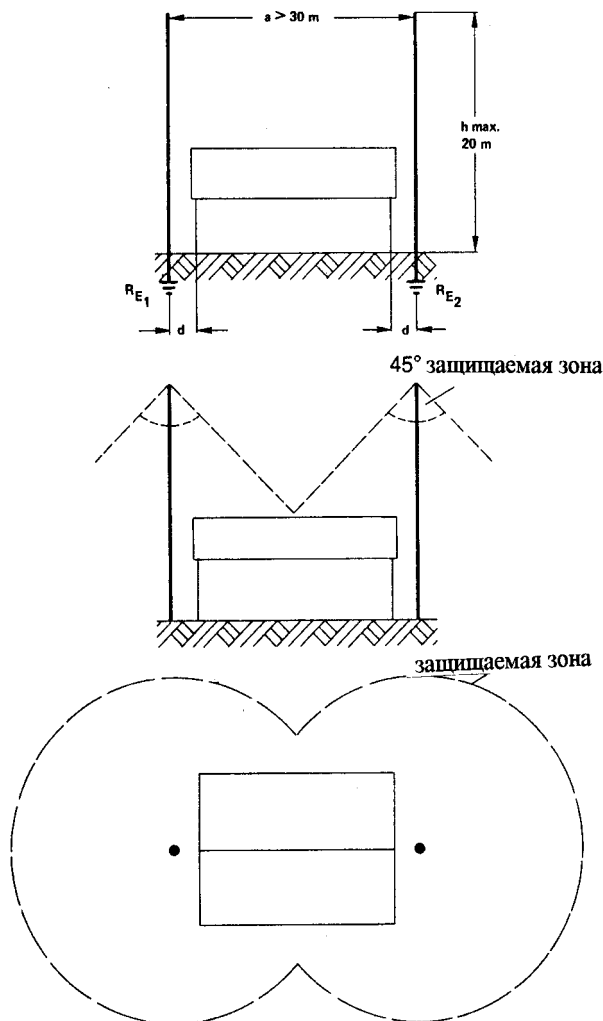
Если заземление опор не связано с эквипотенциальной связующей системой здания, отдаление должно быть увеличено:

$$d = 2 + R_{E\text{общ}} / 5, \quad d - \text{в м, } R_{E\text{общ}} \text{ (рассчитывается из } R_{E1} \text{ и } R_{E2}) - \text{в Ом}$$

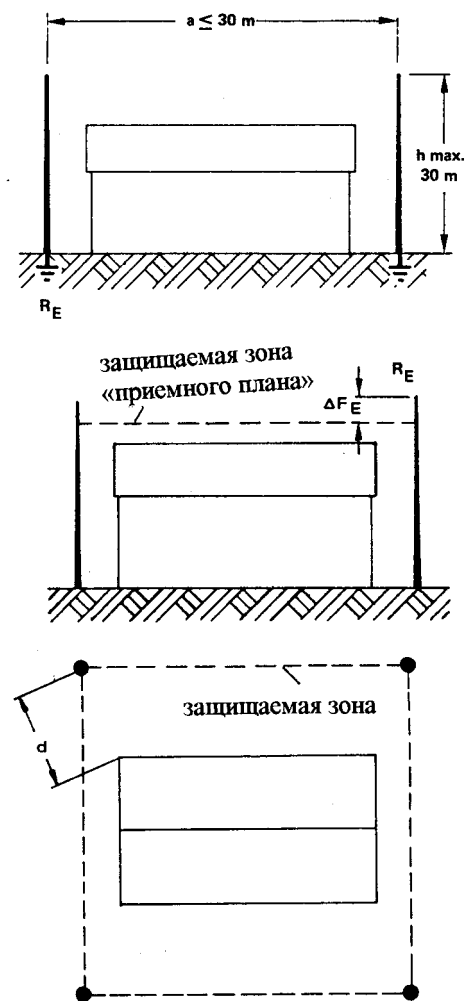
В этом случае учитывается сопротивление заземления **обеих** опор. Удаление  $D$  приемного проводника (измеренное от самой нижней точки, т.е. наименьшее удаление от здания) должно удовлетворять следующим условиям:

$$D > (l/2 + h)14, \quad D, l, h - \text{в м}$$

Защищаемая зона (Фиг. 20) - это тенто-образующее пространство сформированное защищаемым углом  $45^\circ$  с проводником **плюс** угло-образующая защищаемая зона в  $45^\circ$  вокруг вершины опор.



Фиг. 18



Фиг. 19

## 2. Параллельные приемные проводники

Высота  $h$  опор не имеет верхнего предела. Приемные проводники подвешиваются над зданием с общим удалением один от другого максимально 10 м (Фиг. 21).

Удаление  $d$  между опорами и зданием должно быть по меньшей мере 2 м. Если заземление приемного стержня не связано с эквипотенциальной (выравнивающей потенциалы) связующей системой здания, отдаление должно быть увеличено до:

$$d = 2 + R_{E\text{общ}} / 5 \quad d - \text{в м, } R_E - \text{в Ом}$$

В этом случае учитывается общее сопротивление заземления всех опор.

### а) Максимальная высота приемных проводников 20 м

Защищаемая зона - это пространство ниже приемных проводников (Фиг. 22) **плюс**:

- пространство, покрываемое углом  $45^\circ$ , измеренное от внешнего приемного проводника
- пространство вокруг вершины на угол  $45^\circ$ .

### б) Высота приемных проводников больше 20 м, но меньше 40 м

В этом случае наружные приемные проводники устанавливают над внешними кромками здания (удаление  $b > 0$ ).

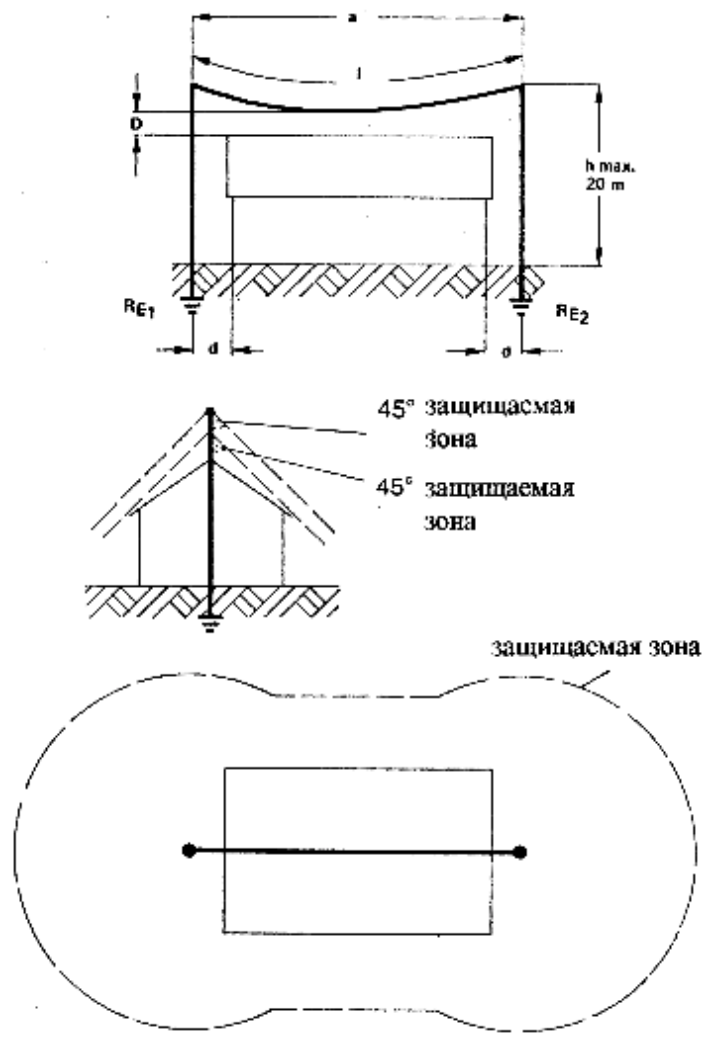
Защищаемая зона - это пространство ниже приемных проводников (Фиг. 23).

### с) Высота приемных проводников больше 40 м

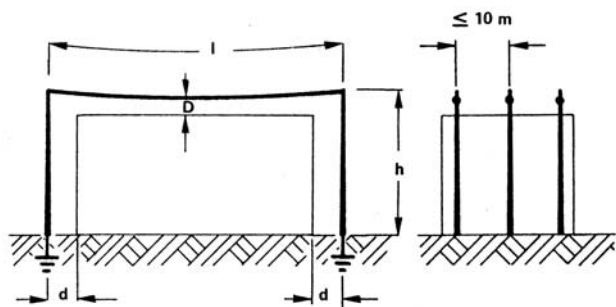
Наружные приемные проводники должны быть установлены дальнейшим образом. Размер  $d$  должен быть сохранен в соответствии с высотой приемного проводника (см. Фиг. 23).

Например,  $b$  в 1 м считается как минимальное для высоты в 50 м и 3 м как минимальное для высоты в 60 м.

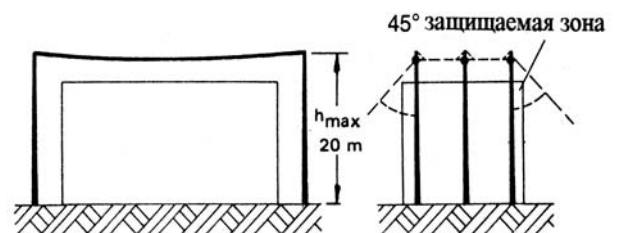
Защищаемая зона здесь - это также пространство ниже приемных проводников.



Фиг. 20



Фиг. 21



Фиг. 22

### Г Изолированная приемная сеть

Приемная сеть устанавливается над зданием (Фиг. 24).

Следующие требования должны быть выполнены:

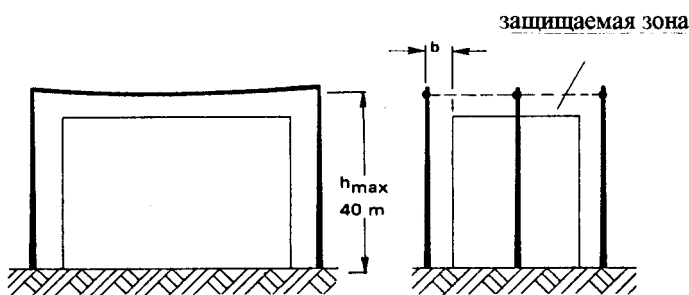
- не существует ограничений на высоту  $h$  опор и размеров  $a$  и  $b$
- максимальный размер петли 10 м x 20 м
- каждый проводник устанавливается на заземленную по обоим концам опору
- проводники соединяются между собой во всех точках пересечения
- удаление  $D$  приемной сети (измеренное у самой нижней точки) должно быть по меньшей мере 1,5 м и удаление  $d$  опор должно быть по меньшей мере 2 м. Если заземление опор и приемной сети не связаны с эквипотенциальной (выравнивающей потенциалы) связывающей системой защищаемого здания, удаление увеличивается на  $R_{\text{Еобщ}} / 5$ .

Защищаемая зона - это:

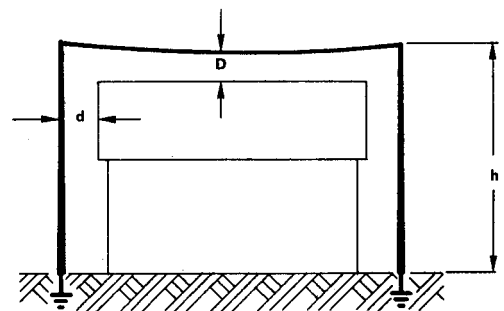
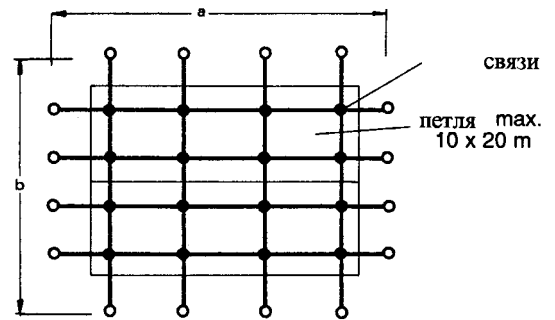
- для опоры высотой до 20 м: пространство ниже приемной сети плюс внешнее пространство с защитным углом  $45^\circ$ .
- высота опор превышает 20 м: только пространство ниже приемной сети.

**Заметка**

Приемная сеть может отличаться от Фиг. 24 и устанавливаться с использованием изолированных опор на защищаемом здании и спускающимися токоотводами у изолированных опор. Токоотводы могут быть присоединены прямо к защищаемому зданию на высоте более 3 м от поверхности земли.



Фиг. 23



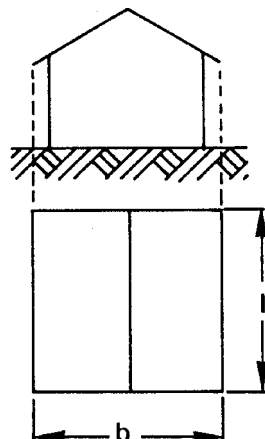
Фиг. 24

**Токоотводы**

Токоотводы - это электрически проводимые связи между приемным устройством и системой заземления. Они должны быть проложены наиболее короткими путями. Число токоотводов зависит от наружного периметра крыши (периметр проекции на землю). Один токоотвод должен быть установлен на каждые 20 м периметра.

**А Подсчет требуемого числа токоотводов**

Требуемое число токоотводов основано на величине наружного периметра крыши, т.е. на проекции крыши (Фиг. 25).



Фиг. 25 Периметр  $U = 2 \times l + 2 \times b$

**1 Здания с наружным периметром крыши до 20 м**

Одного токоотвода достаточно для зданий с такими размерами

**2 Здания с наружным периметром крыши более 20 м**

Один токоотвод устанавливается на каждые 20 м периметра, т.е. число токоотводов изображается:

$$\frac{\text{Внешний периметр крыши в м}}{20}$$

Это число округляется до большего целого числа после 5/10 или до меньшего числа ниже 5/10 (только округляется вниз, если число выше 3). Периметр в 88 м, например, будет давать рассчитанное значение 4,4, которое округляется вниз до 4. Число, определяемое этим путем, представлено к рассмотрению ниже.

**а) Симметричное здание**

Если определяемое число **четное**, оно остается **неизменным**.

Если определяемое число **нечетное**, число токоотводов должно быть увеличено на **один**.

В выше приведенном примере будет в результате требоваться 4 токоотвода.

Такая мера обеспечивает нормальное устройство для системы молниезащиты симметричных зданий.

**в) Ассимметричное здание**

Число определяемых токоотводов остается неизменным

**с) Здания со скатными (коньком) крышами до 12 м шириной или длиной**

Если определяемое число четное, оно остается неизменным.

Если определяемое число нечетное, число токоотводов может быть сокращено на один.

Фиг. 26 показывает таблицу нормального числа токоотводов для различных размеров здания.

внешний периметр крыши	Число проводников для ...		
	симметричных зданий	ассимметричных зданий	двускатной крыши до 12 м шириной или длиной
			 Макс. 12 м
... 20 м	1	1	1
21...49 м	2	2	2
50...69 м	4	3	2
70...89 м	4	4	4
90...109 м	6	5	4
110...129 м	6	6	6
130...149 м	8	7	6

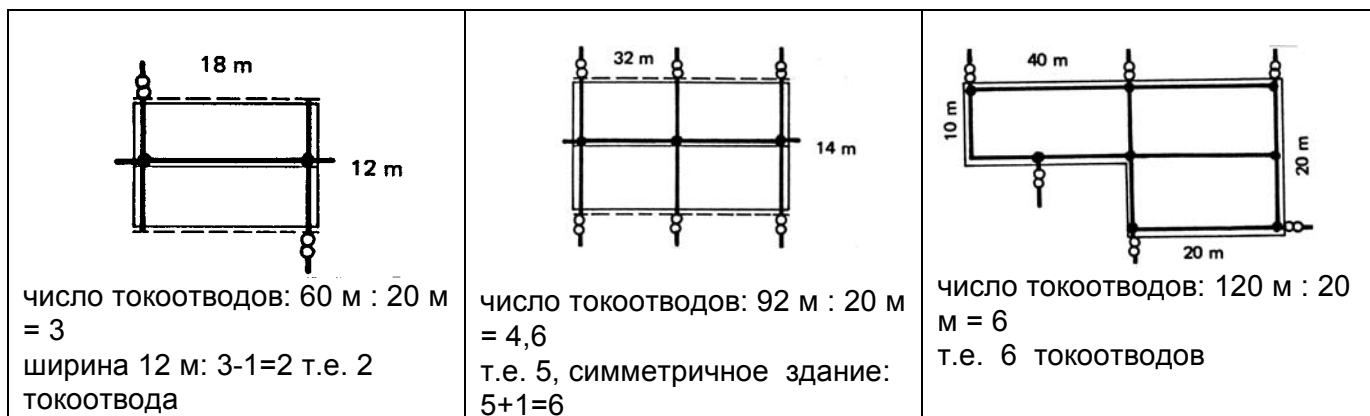
Фиг. 26

**В Расположение токоотводов**

**1. Для приемного устройства в виде петли**

Если использовано приемное устройство в виде петли, токоотвод должен быть устроен если возможно у угла или места соединения петель. Ряд примеров показан на Фиг. 27.

		
<p>Периметр &lt;20 м: 1 токоотвод</p>	<p>число токоотводов: <math>70 \text{ м} : 20 \text{ м} = 3,5</math> т.е. 4 токоотвода</p>	<p>число токоотводов: <math>80 \text{ м} : 20 \text{ м} = 4</math> т.е. 4 токоотвода</p>

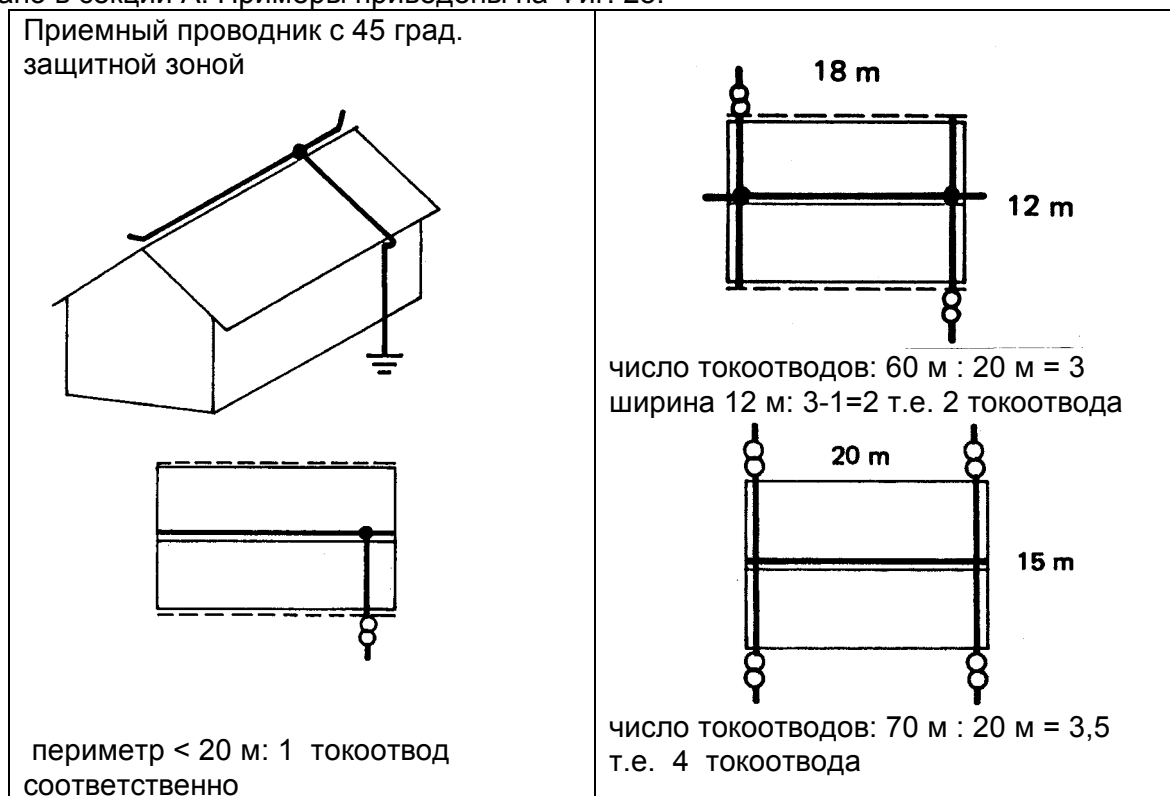


Фиг. 27

### 2. Для приемного проводника с защищаемой зоной

Этот тип приемного устройства используется только для скатных крыш с соответствующим уклоном.

Токоотвод присоединяется к приемному проводнику. Число токоотводов подсчитывается как описано в секции А. Примеры приведены на Фиг. 28.

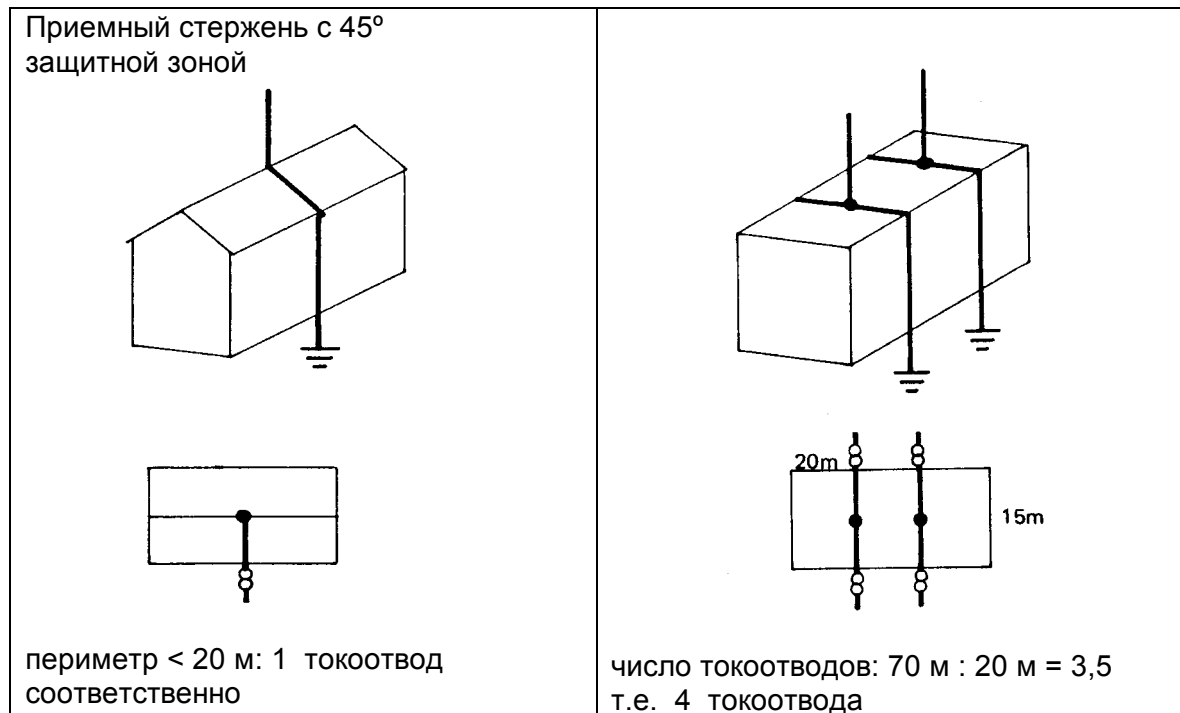


Фиг. 28

Металлические водосточные желоба должны быть присоединены к токоотводам в точках пересечения. Они не нуждаются в соединении если они расположены внутри 45° защищаемого пространства и не пересекаемы токоотводом.

### 3. Для приемного стержня с защищаемой зоной

Для зданий с приемными стержнями на крыше по меньшей мере один токоотвод обеспечивается на каждый приемный стержень. Число требуемых токоотводов (согласно наружному периметру крыши) также сохраняется. Примеры показаны на Фиг. 29.



Фиг. 29

Металлические компоненты (такие как покрытие крыши, водосточные желоба, и т.д.) должны быть связаны с такими токоотводами в точках пересечения. Они не нуждаются в соединении если они расположены внутри 45° защищаемой зоны и не пересекаются токоотводом.

#### 4. Для изолированных приемных устройств

##### а) приемный стержень с защищаемой зоной

Число токоприемников в этом случае уже дано по числу металлических приемных стержней.

##### б) приемный проводник с защищаемой зоной

Токоприемники не требуются если опоры сделаны из металла. Один токоприемник обеспечивается на опору для токо-непроводящих опор.

##### с) приемная сеть

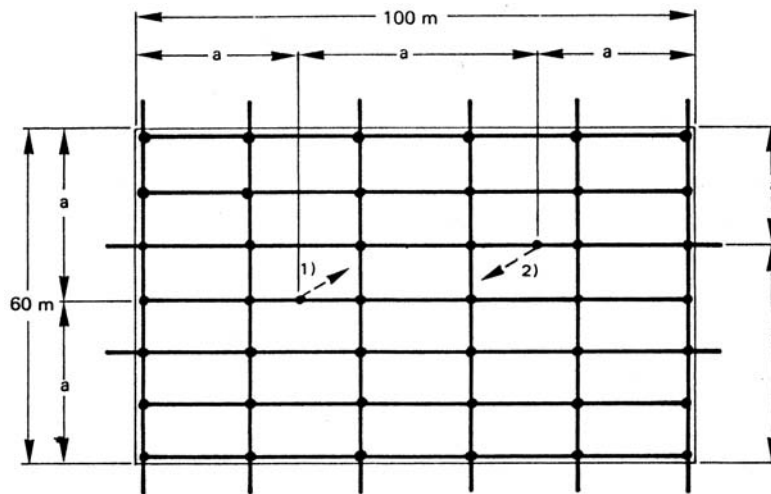
Поступать как в пункте б).

#### С Дополнительные токоприемники

##### 1. Здания с областью фундамента более 40м x 40м

Устанавливаются внутренние токоотводы, если позволяет проект.

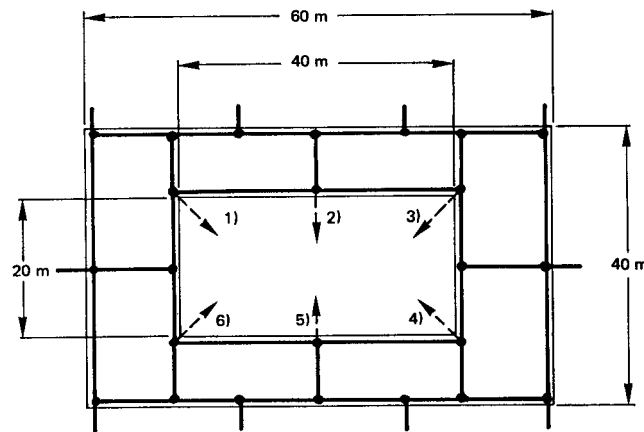
Удаление между внутренними токоотводами не превышает 40 м и удаление от наружных токоотводов не превышает 40 м, одно из двух. Требуемое число внутренних токоотводов рассчитывается исходя из спецификации (см. Фиг. 30). Если устройство внутренних токоотводов не возможно, число наружных токоотводов должно быть увеличено соответственно. Удаление между наружными токоотводами не должно быть меньше 10 м.



Фиг. 30

## 2. Здания с огороженными участками.

Если периметр огороженного участка более 30 м, один дополнительный токоотвод устанавливается на каждые 20 м периметра. Всегда требуется минимум 2 токоотвода (см. Фиг.31).



Периметр внутренней площадки: 120 м, число дополнит. Токоотводов:  $120 \text{ м} : 20 \text{ м} = 6$  токоотводов

Фиг. 31

### D Специальные случаи

Одного токоприемника в основном достаточно для свободно стоящих труб и церковных башен до 20 м высотой. Два токоприемника должны быть обеспечены для высоты более 20 м. Требуемое число токоприемников для охлаждающих башен (градирен) определяется верхним периметром.

### E Заменители для токоприемников

Металлические компоненты **снаружи** зданий такие как рельсы для наружных подъемников и пожарные эвакуационные лестницы могут быть использованы в качестве токоотводов. Стальной каркас действует как токоотвод в **зданиях со стальным каркасом**. Стальные арматурные стержни могут также использоваться как токоотвод в **зданиях из железобетона**, при условии, что существует хорошая токопроводящая связь. Если это не так, должны быть установлены отдельные токоотводы либо в железобетоне, либо снаружи.

**В железобетонных элементах заводского изготовления** армирующие стальные стержни могут заменять токоотводы, если обеспечена продолжительная связь (например, через связывающие участки).

**В металлических стеновых облицовках**, электропроводящие металлические части, которые имеют продолжение в вертикальном направлении (например, сборные листы, опорные конструкции), могут быть использованы как токоотводы.



Если проводящая связь не гарантирована, должны быть установлены отдельные токоотводы и присоединены к отдельным частям металлических стеновых облицовок.

Если листы перекрываются, скользящий контакт обеспечивает соответствующее соединение.

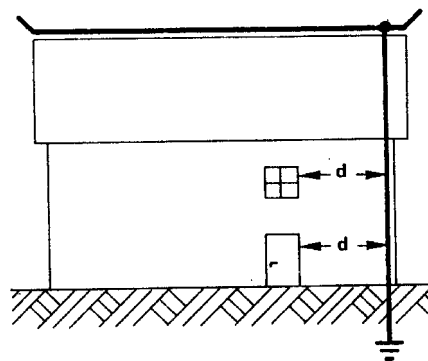
Изолирующие покрытия на металлических облицовках (например, Eloxal, пластик) не нуждаются в удалении.

**Металлические водосточные трубы** могут быть использованы в качестве токоотводов, обеспечивая соединение паянными или соединенными с паянными или клепанными держателями. Они всегда должны быть присоединены снизу к заземляющей системе.

**Никогда не используйте металлические устройства (установки) снаружи здания в качестве токоотводов.** Они должны, однако, быть присоединены снизу к эквипотенциальной связующей системе или к заземляющей системе.

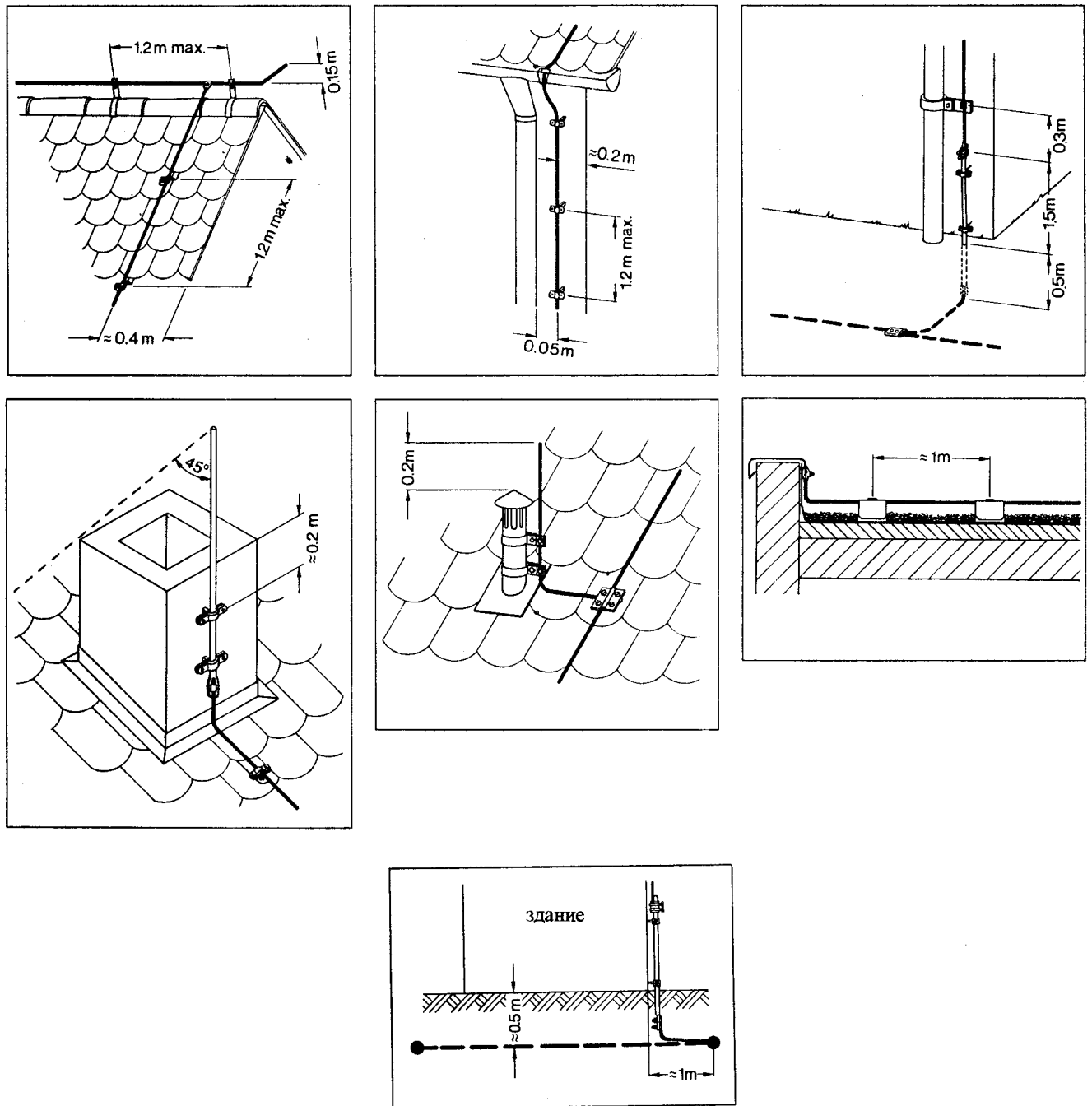
#### **F Инструкции для установки**

Токоотводы должны быть установлены с минимальным удалением  $d$  0,5 м от дверей, окон и других проемов в здании (Фиг. 32)



Фиг. 32

Информация по установке токоотводов (расположение заземляющего ввода, установочные размеры и т.д.) показаны на Фиг. 33 .



Фиг. 33