



Занятие.  
Молниезащита зданий и  
сооружений.

## 45.1. Термины и определения

**Удар молнии в землю** - электрический разряд атмосферного происхождения между грозовым облаком и землей, состоящий из одного или нескольких импульсов тока.

**Точка поражения** - точка, в которой молния соприкасается с землей, зданием или устройством молниезащиты. Удар молнии может иметь несколько точек поражения.

**Защищаемый объект** - здание или сооружение, их часть или пространство, для которых выполнена молниезащита, отвечающая требованиям настоящего норматива.

**Устройство молниезащиты** - система, позволяющая защитить здание или сооружение от воздействий молнии. Она включает в себя внешние и внутренние устройства. В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства.

**Устройства защиты от прямых ударов молнии (молниеотводы)** - комплекс, состоящий из молниеприемников, токоотводов и заземлителей.

**Устройства защиты от вторичных воздействий молнии** - устройства, ограничивающие воздействия электрического и магнитного полей молнии.

**Молниеприемник** - часть молниеотвода, предназначенная для перехвата молний.

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

**Заземляющее устройство** - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

**Отдельно стоящий молниеотвод** - молниеотвод, молниеприемники и токоотводы которого расположены таким образом, чтобы путь тока молнии не имел контакта с защищаемым объектом.

**Молниеотвод, установленный на защищаемом объекте** - молниеотвод, молниеприемники и токоотводы которого расположены таким образом, что часть тока молнии может растекаться через защищаемый объект или его заземлитель.

**Зона защиты молниеотвода** - пространство в окрестности молниеотвода заданной геометрии, отличающееся тем, что вероятность удара молнии в объект, целиком размещенный в его объеме, не превышает заданной величины.

## 45.2. Конструктивное выполнение молниеотводов

Отдельно стоящие стержневые молниеотводы выполняются железобетонными и металлическими в виде составных решетчатых конструкций.

Рекомендуется молниеотводы выполнять в виде свободностоящих конструкций без растяжек.



Молниеприемники должны выдерживать термические и электрические воздействия тока молнии.

Стержневые и однопроволочные тросовые молниеприемники выполняют сечением 50-100 мм<sup>2</sup>.

Поперечное сечение стальных многопроволочных тросов должно быть не менее 35 мм<sup>2</sup>.

Допустимые минимальные сечения токоотводов указаны в таблице 45.1 с учетом различной степени коррозии внутри и вне сооружения.

Молниеприемники и токоотводы предохраняются от коррозии покраской. Многопроволочные стальные тросы оцинковываются.

Соединения частей токоотводов между собой, а также с молниеприемниками и заземлителями производятся в основном сваркой.

Табл. 45.1

## Минимальные сечения токоотводов

Профиль токоотводов	Место расположения токоотвода		
	внутри со- оружения	снаружи со- оружения	в земле
Круглые и тросы: диаметр, мм	5	6	6
Прямоугольные: сечение, мм <sup>2</sup>	24	48	48
толщина, мм	3	4	4
Угловая сталь: сечение, мм <sup>2</sup>	24	48	48
толщина полок, мм	2	2,5	4
Трубы: толщина стенок, мм	1,5	2,5	3,5

## 45.3. Зоны защиты молниеотводов

В настоящее время нормированы зоны защиты молниеотводов высотой до 150 м.

Высоту отдельно стоящих молниеотводов (рис. 45.1) выбирают из условия:

$$L \leq 8(h - h_x)$$

где  $h$  - высота молниеотвода.  $h_x$  - габарит подстанции ( $h_x = 7$  м для 35 кВ и  $h_x = 11$  м для 110 кВ). Протяженные объекты защищаются тросовыми молниеотводами.

Защитные зоны одиночных стержневых и одиночных тросовых молниеотводов рассчитываются по формулам таблиц 45.2 и 45.3 .

Изображения защитных зон приведены на рис. 45.1. и 45.2.

Расчет защитных зон  
молниеотводов при  $h \leq 150$  м

Табл. 45.2

<p><i>Одиночные стержневые:</i></p> $h = (r_x + 1,63h_x)/1,5$
<p>Зона А: степень надежности защиты <math>\geq 99,5\%</math></p> $h_0 = 0,85h$ $r_0 = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3}h)h$ $r_x = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3}h)(h - 1,2h_x)$
<p>Зона Б: степень надежности защиты 95–99,5%</p> $h_0 = 0,92h$ $r_0 = 1,5h$ $r_x = 1,5(h - 1,1h_x)$

рис. 45.1.

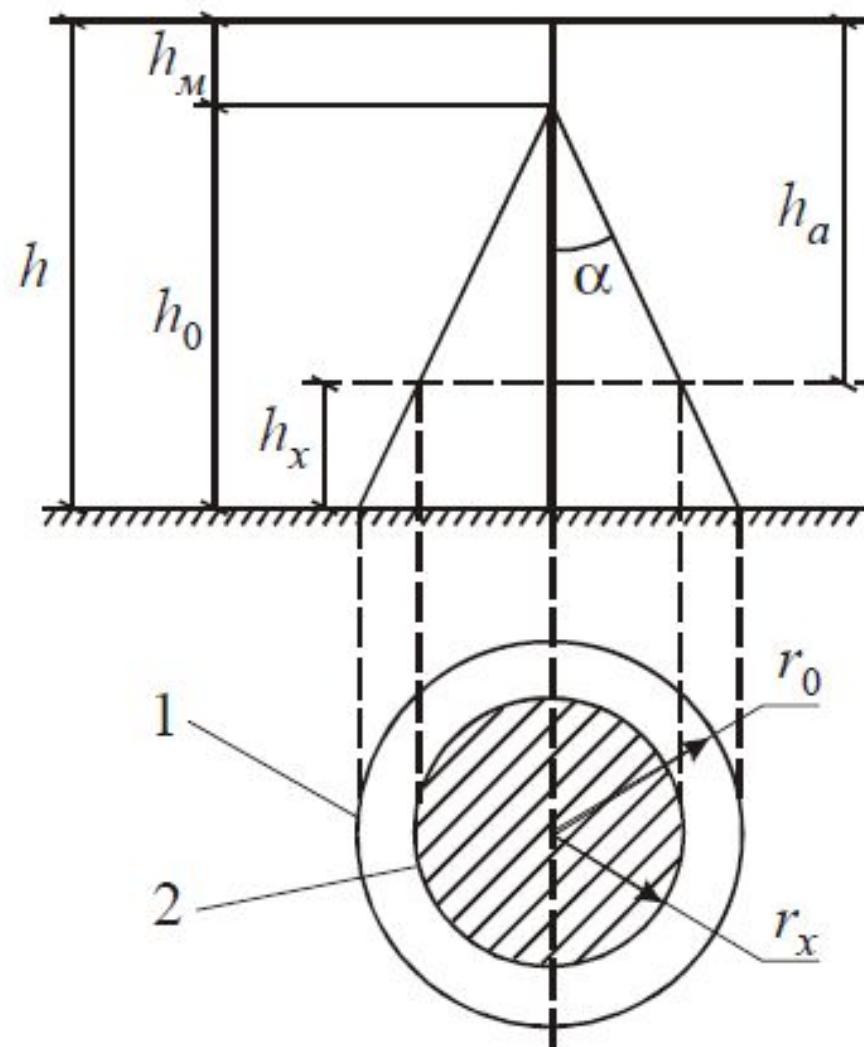


Рис.45.1. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 150 м:

- 1 – граница зоны защиты на уровне земли;
- 2 – то же на уровне  $h_x$ .

Расчет защитных зон  
молниеотводов при  $h \leq 150$  м

Табл. 45.3

<p><i>Одиночные тросовые:</i></p> $h = (r_x + 1,85h_x)/1,7$
<p>Зона А: степень надежности защиты <math>\geq 99,5\%</math></p> $h_0 = 0,85h$ $r_0 = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4}h)h$ $r_x = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4}h)(h - 1,2h_x)$
<p>Зона Б: степень надежности защиты 95–99,5%</p> $h_0 = 0,92h$ $r_0 = 1,7h$ $r_x = 1,7(h - 1,1h_x)$



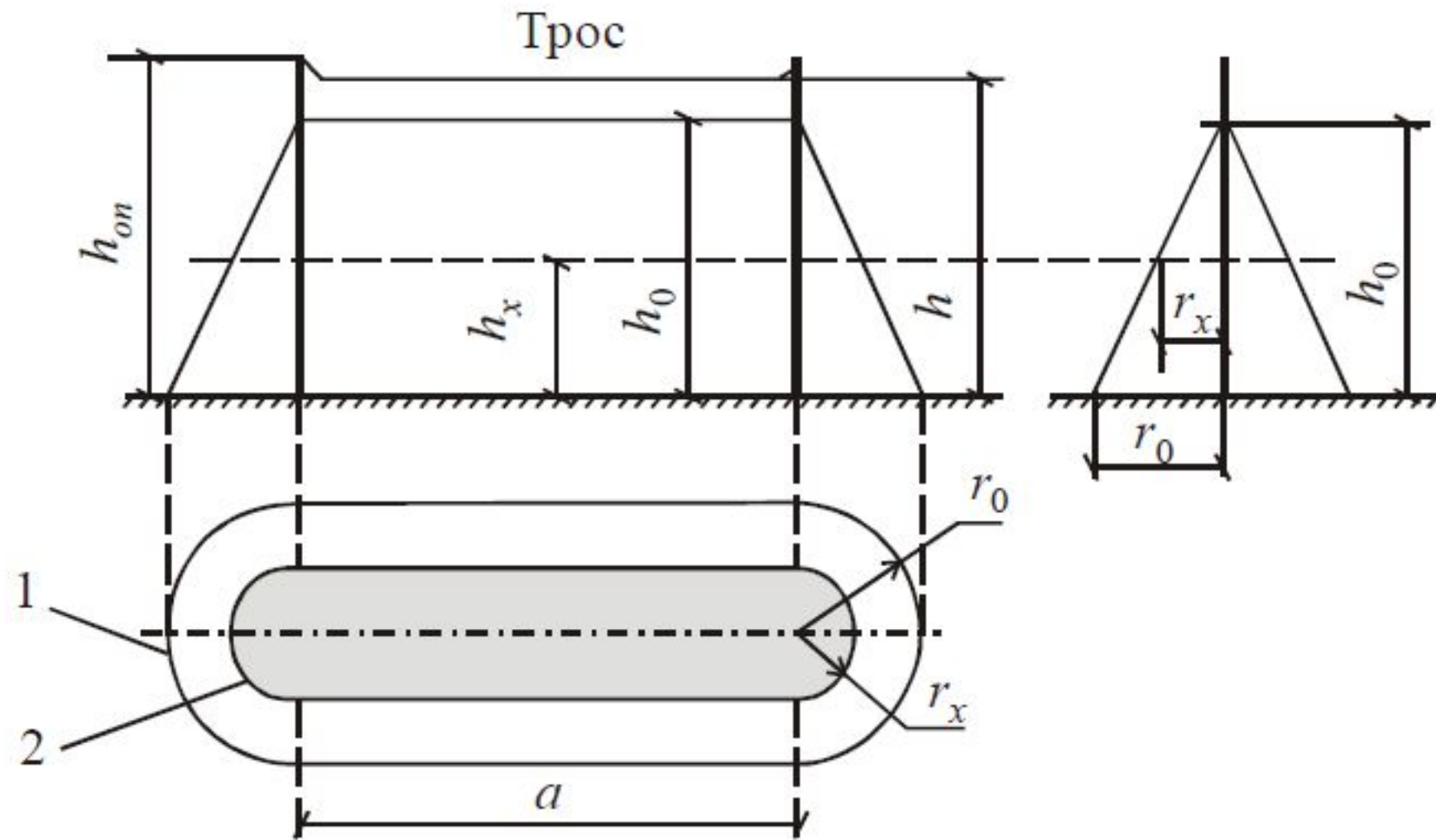


Рис.45.2 Зона защиты одиночного тросового молниеотвода:

1 – граница зоны на уровне земли; 2 – то же на уровне  $h_x$ .

Параметрами молниезащиты являются (все размеры - в метрах):

$h$  — полная высота молниеотвода;

$h_0$  — высота вершины конуса стержневого молниеотвода;

$h_m$  — высота стержневого молниеприемника;

$h_a$  — активная высота молниеотвода;

$h_x$  — высота защищаемого сооружения;

$r_o, r_x$  — радиусы защиты на уровне земли и на высоте защищаемого сооружения;

$h_c$  — высота средней части двойного стержневого молниеотвода;

$2r_c, 2r_x$  — ширина средней части зоны двойного стержневого молниеотвода на уровне земли и на

высоте защищаемого объекта;

$\alpha$  — угол защиты (между вертикалью и образующей), град;

$L$  - расстояние между двумя стержневыми молниеотводами;

$a$  — длина пролета между опорами троса;

$h_{\text{оп}}$  — высота опоры троса;

$r_x + r'_x$  — ширина зоны тросового молниеотвода на уровне защищаемого сооружения;

$a + 2r_{\text{cx}}$  — длина зоны двойного тросового молниеотвода на уровне защищаемого сооружения;

$a + 2r_c$  — длина зоны двойного тросового молниеотвода на уровне земли.

Для одиночного тросового молниеотвода  $h$  — высота троса в середине пролета.

С учетом провеса троса сечением 35—50 мм<sup>2</sup> при известной высоте опор  $h_{оп}$  и длине пролета  $a$

высота троса (в метрах) определяется:

$$h = h_{оп} - 2 \text{ — при } a \leq 120 \text{ м,}$$

$$h = h_{оп} - 3 \text{ — при } 120 < a \leq 150 \text{ м.}$$

## 45.4. Расчет молниезащиты

Рассчитать молниезащиту - это значит определить тип защиты, ее зону и параметры

По типу молниезащита может быть:

- одностержневой.
- двухстержневой одинаковой или разной высоты.
- многократной стержневой.
- одиночной тросовой.
- многократной тросовой.

По степени надежности защиты различают два типа зон:

- А - степень надежности защиты  $>99.5\%$ .
- Б - степень надежности защиты  $95 - 99.5\%$ .

Расчет защитных зон молниеотводов выполняется по соотношениям, приведенным в таблице 45.2 и таблице 45.3 а их конфигурация изображена на рис. 45.1 и 45.2.

Параметры молниезащиты перечислены в выше.

Примечание: В указанных таблицах приведены формулы для расчета одиночных стержневых и тросовых молниеотводов.

При расчете молниотводов других конфигураций рекомендуется пользоваться пособием:

**А.В. Кабышев МОЛНИЕЗАЩИТА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.**

"Томский политехнический университет« 2006 г

Пример:

Задание:

Для одиночного стержневого молниеотвода  
высотой

$h = 50 \text{ м}$  определить параметры зон защиты,  
длину защищаемого объекта при высоте  $h_x = 20 \text{ м}$  и  
ширине  $B = 20 \text{ м}$ . Изобразить зоны защиты.

Решение:

1. По выражениям таблицы 45.2 для одиночного стержневого молниеотвода определяем параметры молниезащиты для зоны А и зоны Б.

Зона А:

$$\begin{aligned}h_0 &= 0,85h = 0,85 \cdot 50 = 42,5 \text{ м}; \\r_0 &= (1,1 - 2 \cdot 10^{-3}h)h = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 50) \cdot 50 = 50 \text{ м}; \\r_x &= (1,1 - 2 \cdot 10^{-3}h)(h - 1,2h_x) = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 50) \cdot (50 - 1,2 \cdot 50) = 26 \text{ м}; \\h_M &= h - h_0 = 50 - 42,5 = 7,5 \text{ м}; \\h_a &= h - h_x = 50 - 20 = 30 \text{ м}; \\\alpha^{(A)} &= \operatorname{arctg} \frac{r_0}{h_0} = \operatorname{arctg} \frac{50}{42,5} = 49,6^\circ.\end{aligned}$$



Зона Б:

$$h_0 = 0,92h = 0,92 \cdot 50 = 46 \text{ м};$$

$$r_0 = 1,5h = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ м};$$

$$r_x = 1,5(h - 1,1h_x) = 1,5 \cdot (50 - 1,1 \cdot 20) = 42 \text{ м};$$

$$h_M = h - h_0 = 50 - 46 = 4 \text{ м};$$

$$h_a = h - h_x = 50 - 20 = 30 \text{ м};$$

$$\alpha^{(Б)} = \operatorname{arctg} \frac{r_0}{h_0} = \operatorname{arctg} \frac{75}{46} = 58^\circ.$$

Где:  $h_0$  — высота вершины конуса стержневого молниеотвода:

$h$  — полная высота молниеотвода;

$r_0$  — радиусы защиты на уровне земли

$r_x$  — радиусы защиты на высоте защищаемого сооружения;

$h_x$  — высота защищаемого сооружения;

$h_m$  — высота стержневого молниеприемника;

$h_a$  — активная высота молниеотвода;

2. В масштабе изображаем зоны А и Б (рис.45.3)

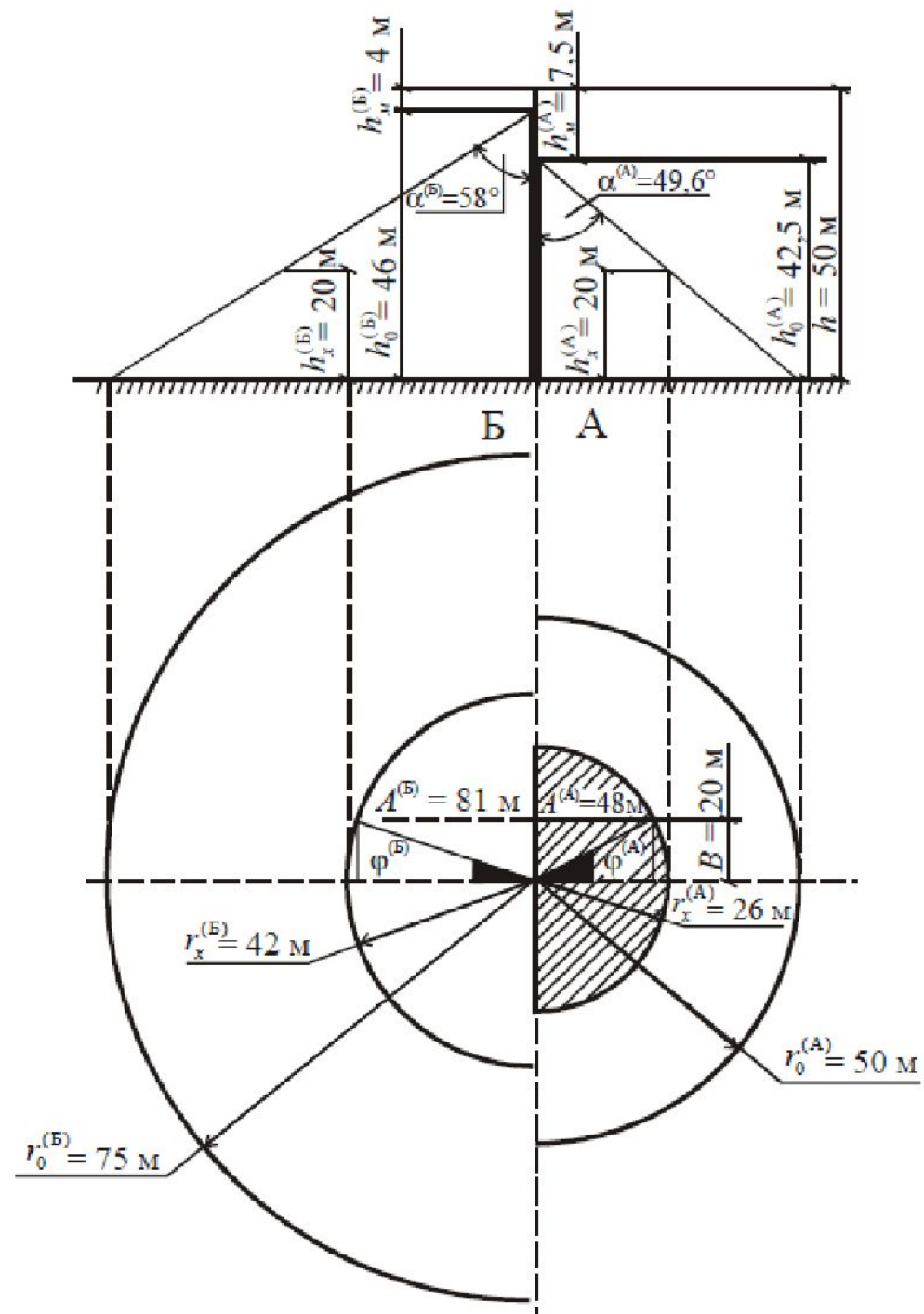


Рис. 45.3. Зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода,  $h = 50$  м.

3. Определяем габаритные размеры защищаемого объекта в каждой зоне молниезащиты.

Для этого на расстоянии  $B/2$  от средней линии параллельно проводится линия до пересечения с окружностью  $r_x$  (рис. 45.3).

Зона А:

$$\varphi^{(A)} = \arcsin \frac{B}{2r_x^{(A)}} = \arcsin \frac{20}{2 \cdot 26} = 22,6^\circ;$$

$$\cos \varphi^{(A)} = \cos 22,6^\circ = 0,92;$$

$$A^{(A)} = 2r_x^{(A)} \cos \varphi^{(A)} = 2 \cdot 26 \cdot 0,92 = 48 \text{ м};$$

$$A \times B \times H = 48 \times 20 \times 20 \text{ м.}$$

Зона Б:

$$\varphi^{(Б)} = \arcsin \frac{B}{2r_x^{(Б)}} = \arcsin \frac{20}{2 \cdot 42} = 13,8^\circ;$$

$$\cos \varphi^{(Б)} = \cos 13,8^\circ = 0,97;$$

$$A^{(Б)} = 2r_x^{(Б)} \cos \varphi^{(Б)} = 2 \cdot 42 \cdot 0,97 = 81,6 \text{ м. Принимается } A = 81 \text{ м;}$$

$$A \times B \times H = 81 \times 20 \times 20 \text{ м.}$$

**Спасибо за внимание**