

# Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн

## ТИПЫ АНТЕНН

### *ЛЕКЦИЯ № 15*





# Апертурные антенны

Рупорные антенны

Линзовые антенны

Зеркальные антенны

Рис. 15.1



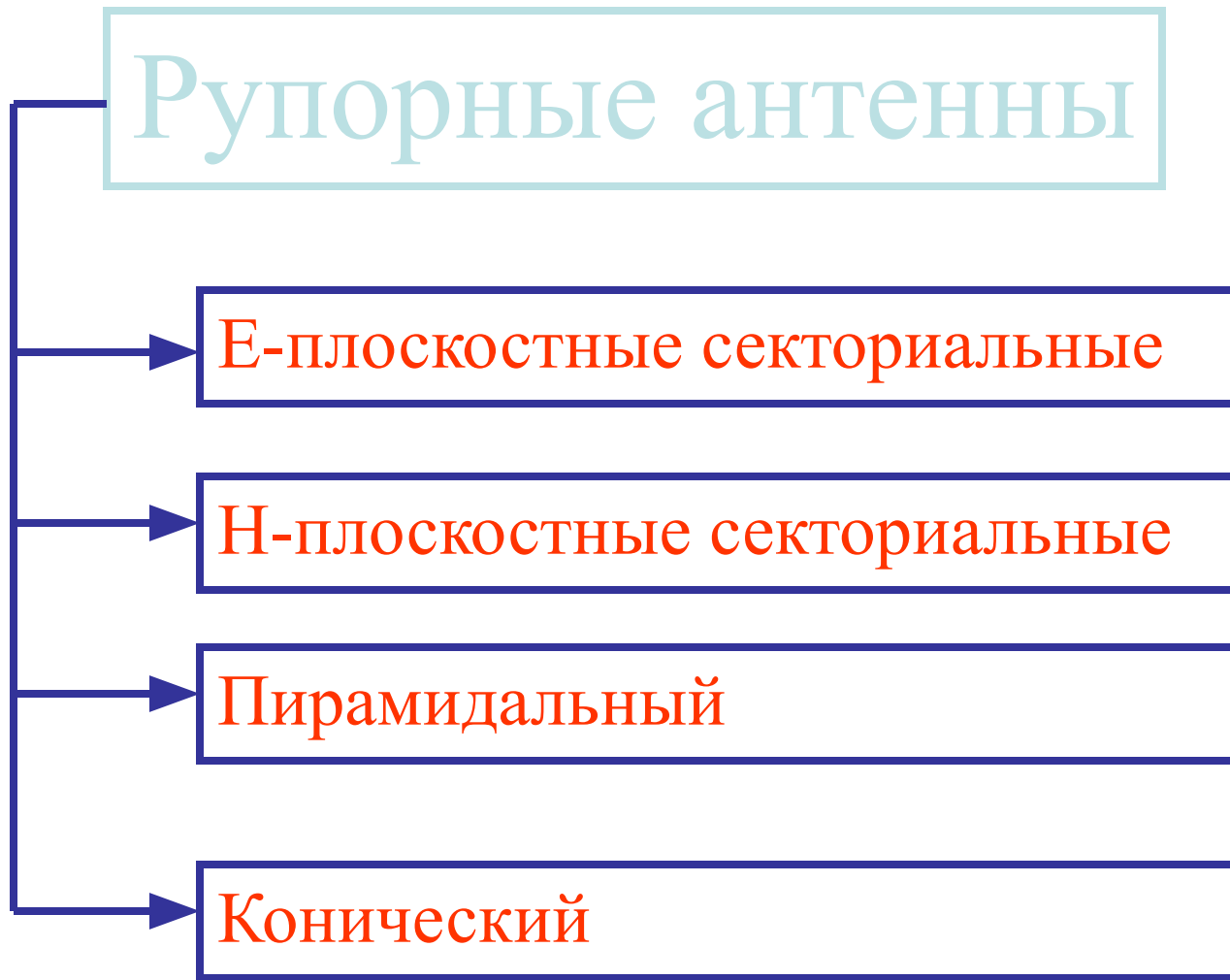
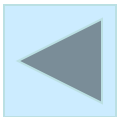


Рис. 15.2



# Н-плоскостные секториальные

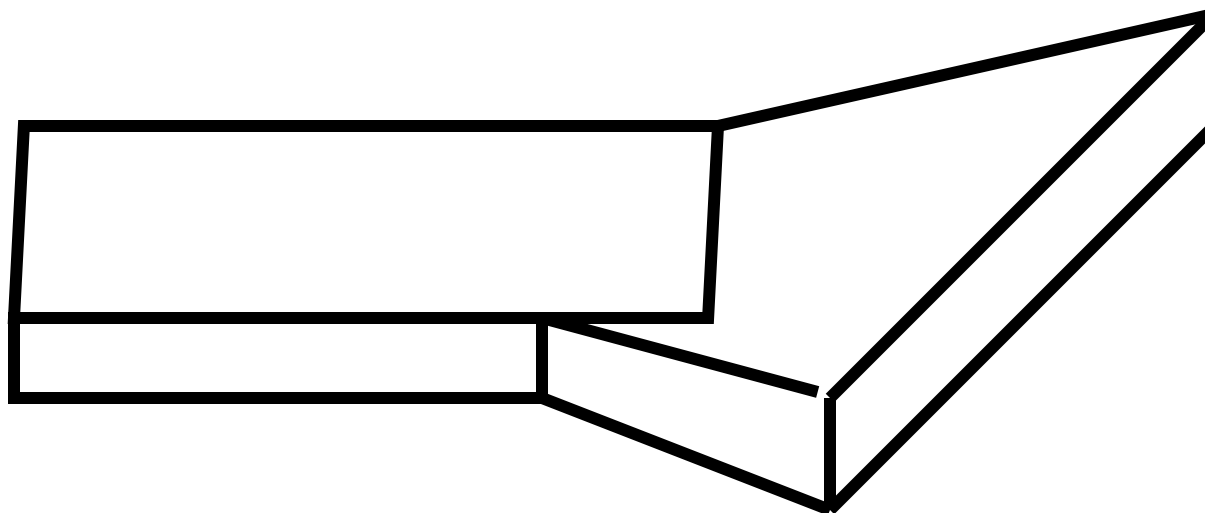
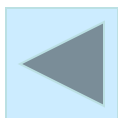


Рис. 15.3



# E-плоскостные секториальные

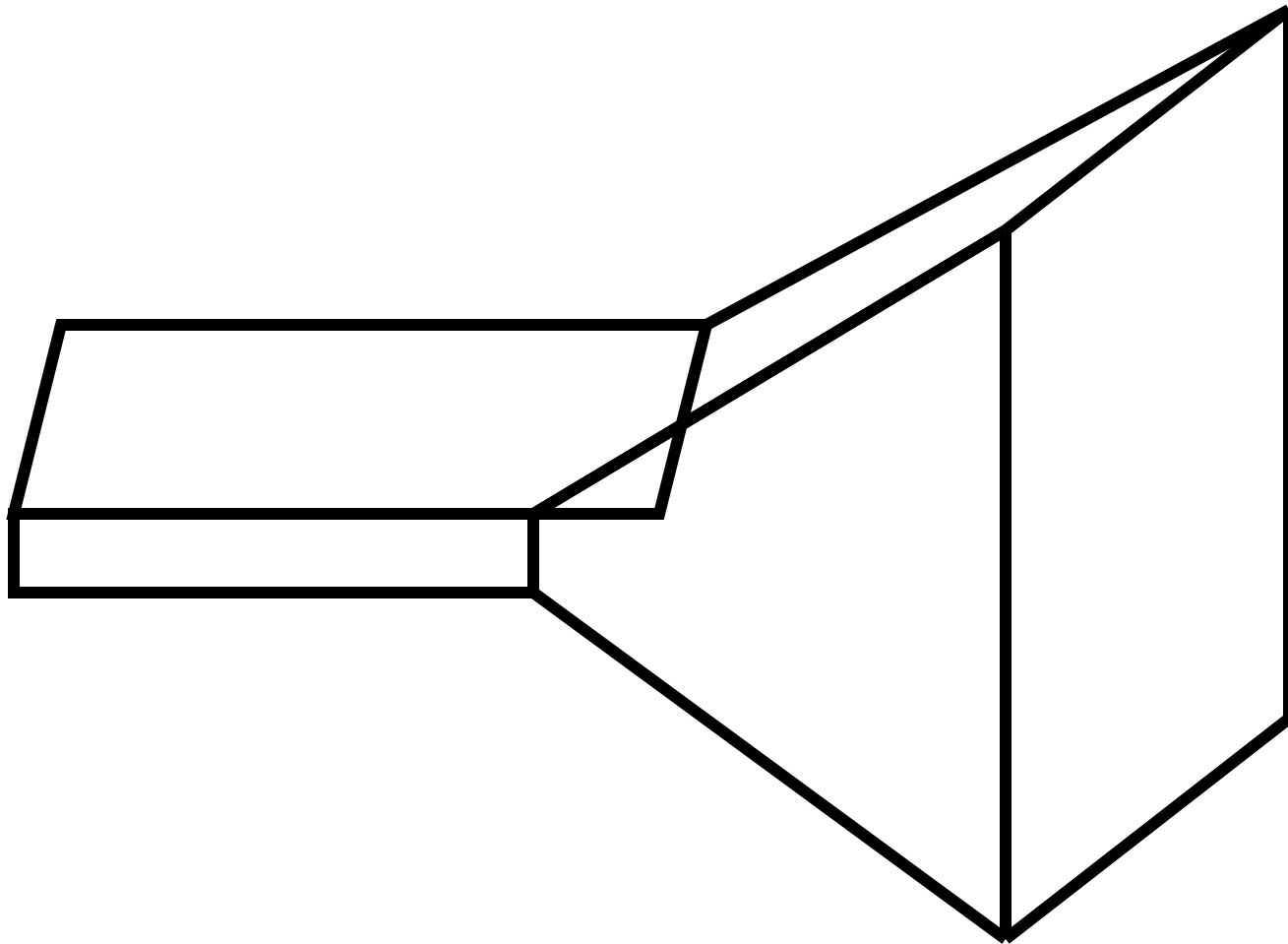
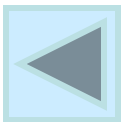


Рис. 15.4



# Пирамидальный рупор

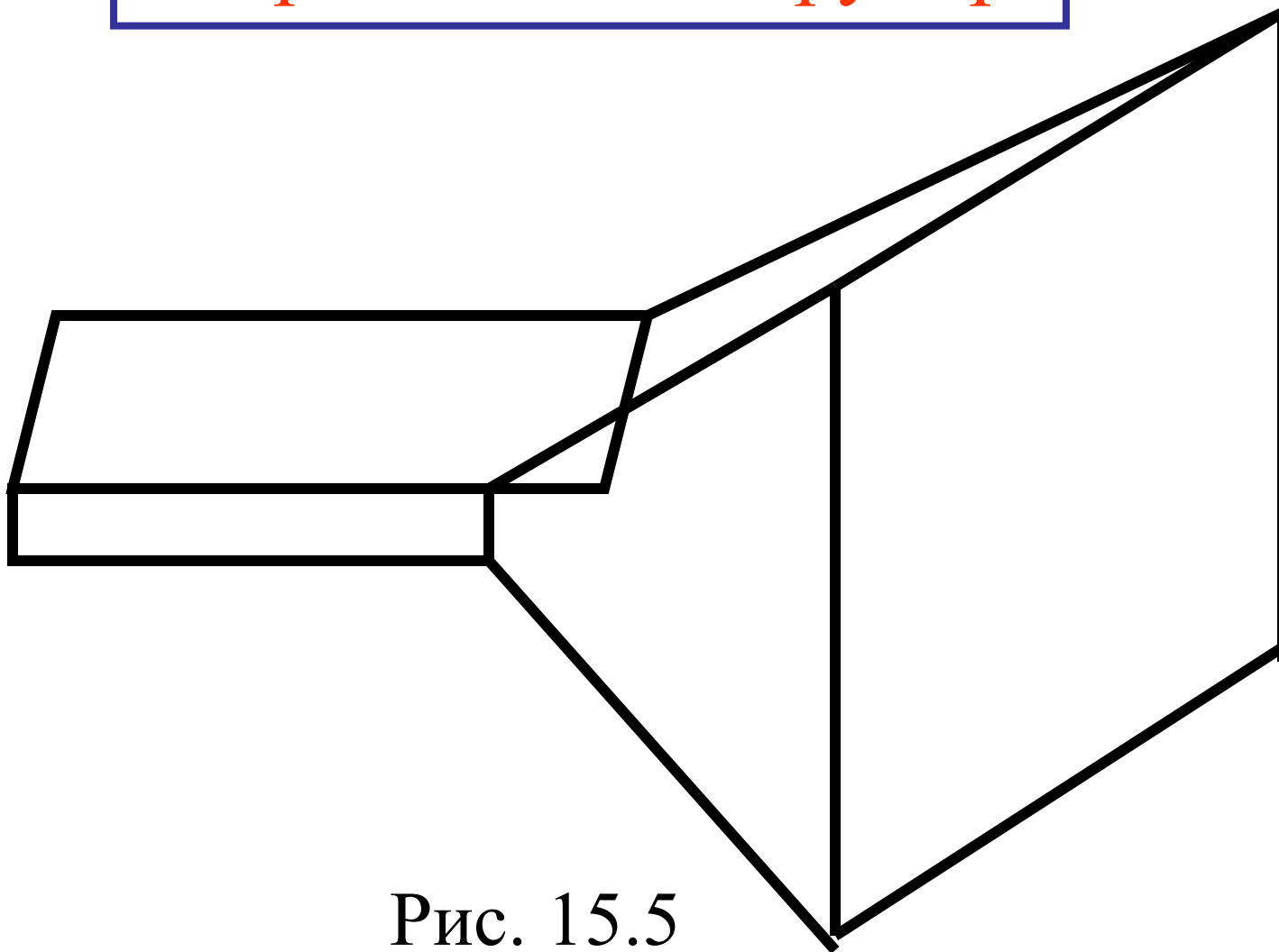
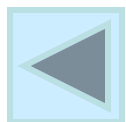


Рис. 15.5



# Конический рупор

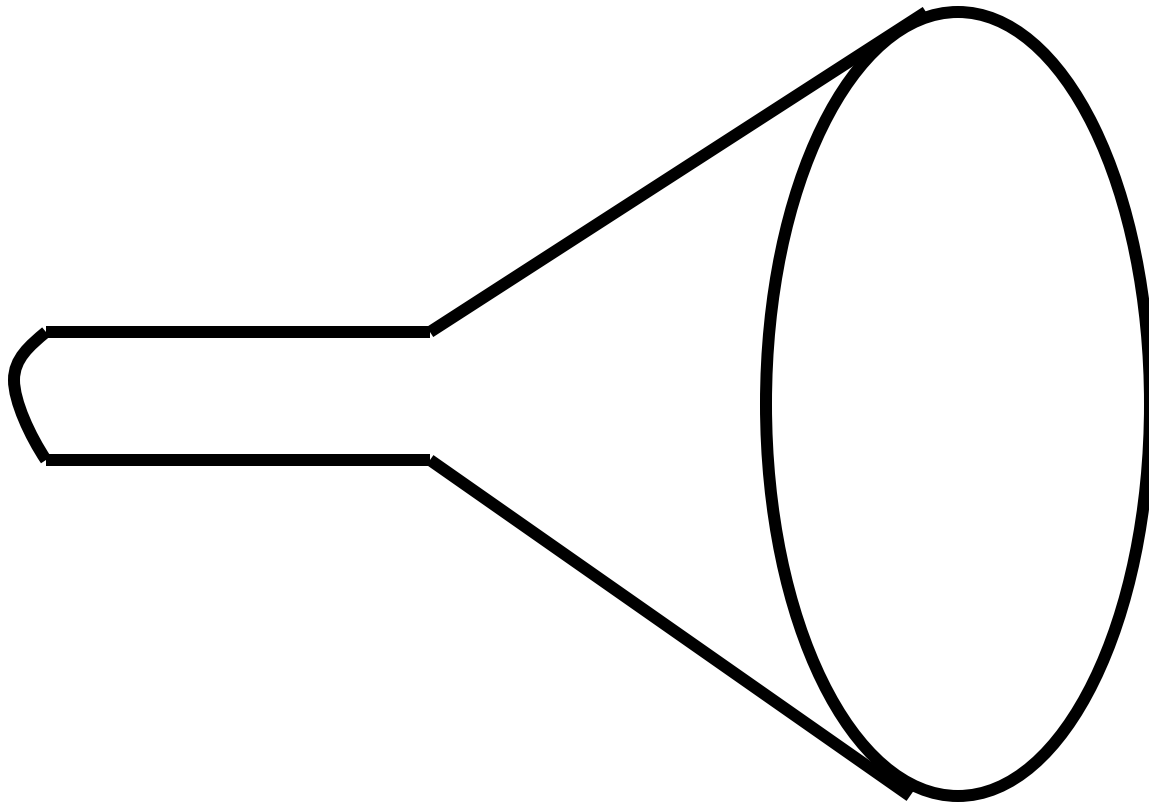


Рис. 15.6

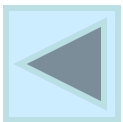
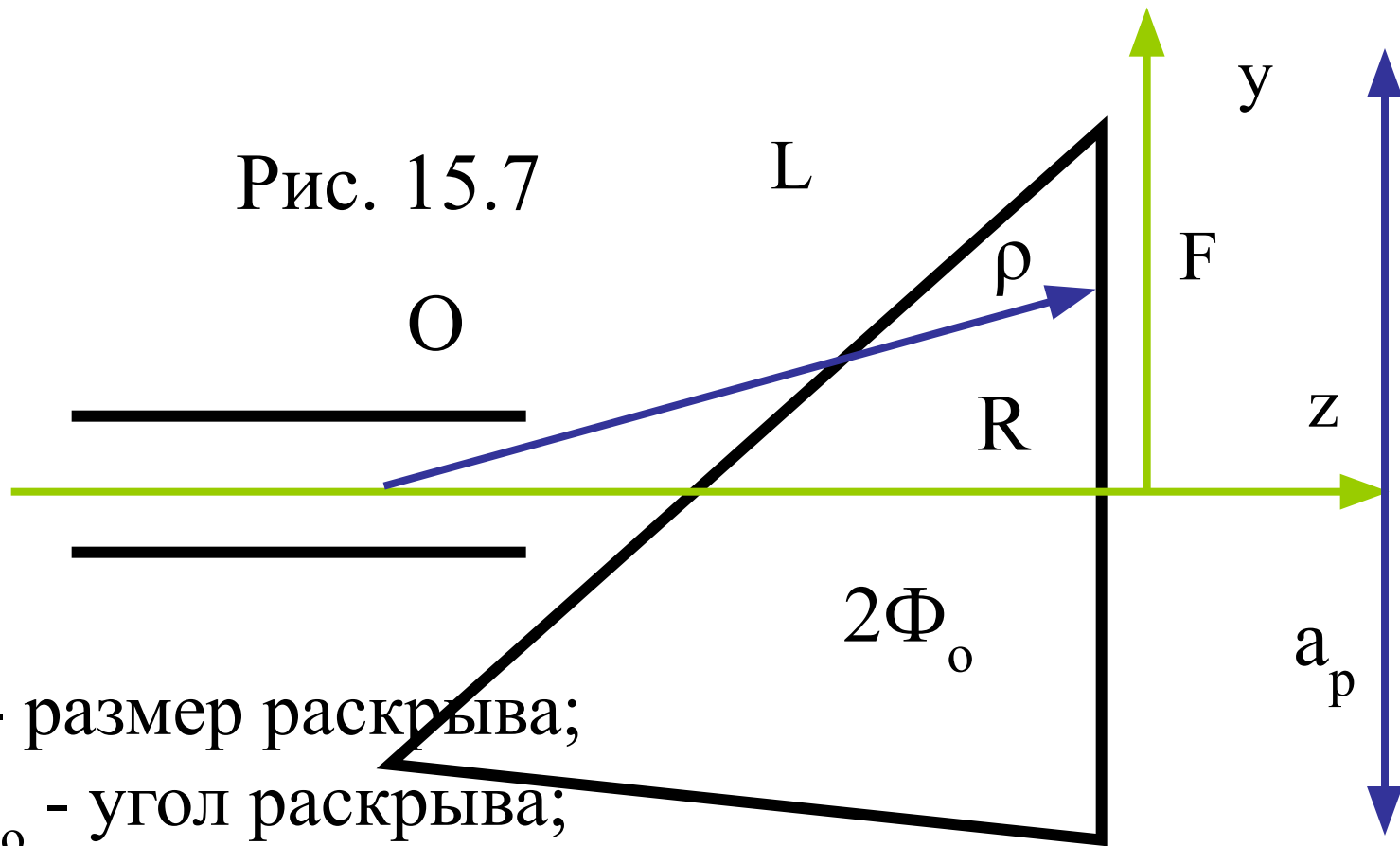


Рис. 15.7



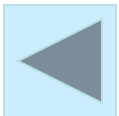
$a_p$  - размер раскрыва;

$2\Phi_0$  - угол раскрыва;

$R$  - длина рупора (от 0 до раскрыва);

$L$  - длина стороны

$\rho$  - расстояние от 0 до произвольной точки на раскрыве





## 15.2. Электромагнитное поле внутри рупора и в его раскрытии

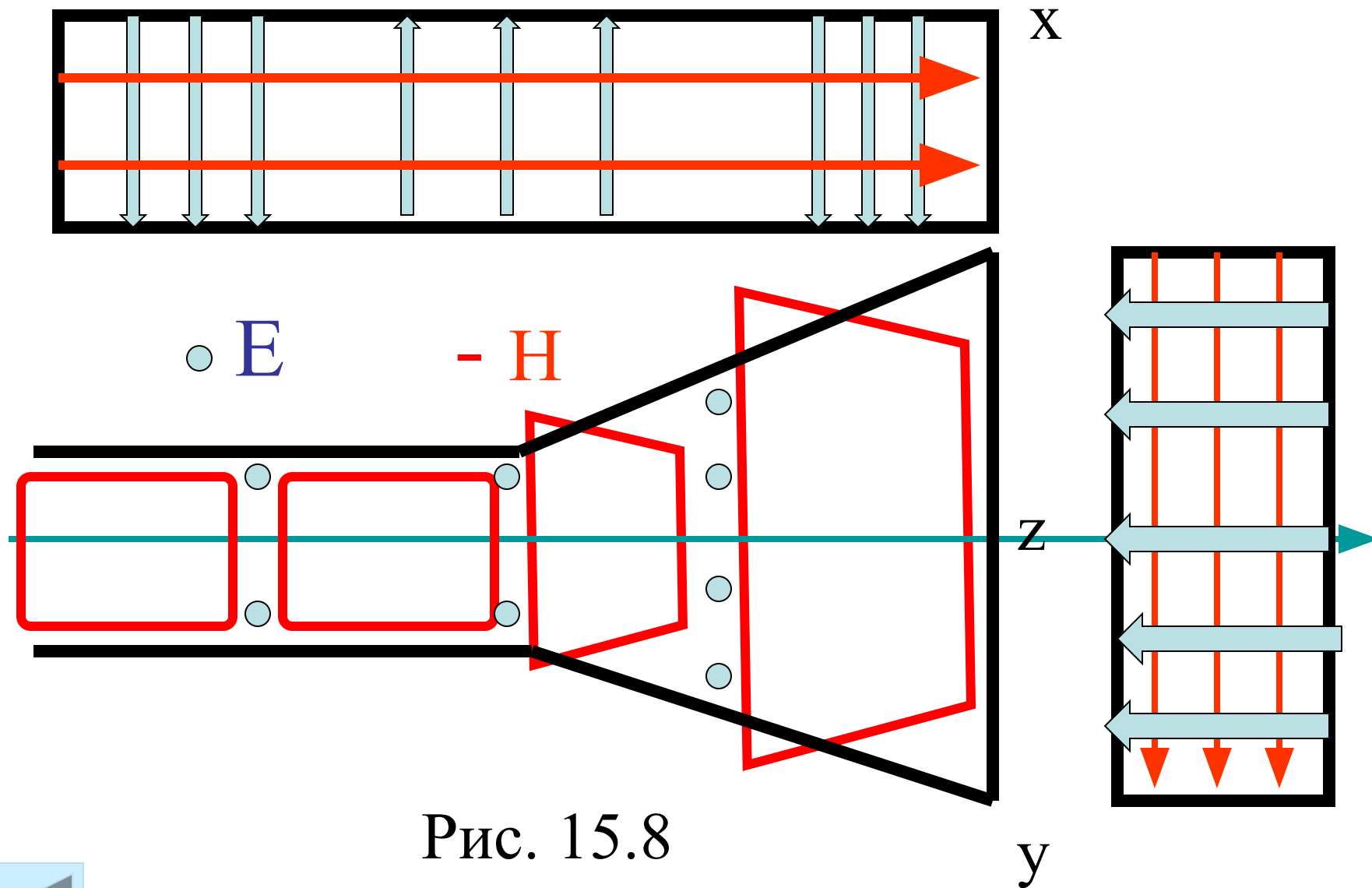
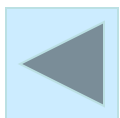


Рис. 15.8

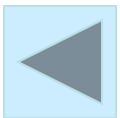


$$E_x(\rho) = \frac{B}{\sqrt{\rho}} \operatorname{Cos}\left(\frac{\pi}{2\Phi_0} \Phi\right) \exp(-ik\rho) \quad (15.1)$$

$\frac{\exp(-ik\rho)}{\sqrt{\rho}}$  -цилиндрическая волна

$B$  - постоянная величина, характеризующая амплитуду поля,

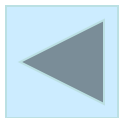
$\rho$ - расстояние от вершины до произвольной точки  $M$ , в которой определяется поле;



$1/\sqrt{\rho}$ - характерен для цилиндрической волны.

$\text{Cos}(\pi\Phi/2\Phi_0)$  обеспечивает равенство нулю тангенциальной составляющей электрического поля у узких стенок рупора при  $\Phi=\Phi_0$  (обеспечивает граничные условия);

$\exp(-ik\rho)$ - показывает, что волна распространяется вдоль рупора с  $V_\Phi = c$ .

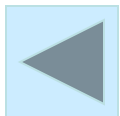


$$\rho = (R^2 + y^2)^{1/2}$$

если  $2\Phi_0 < 60^\circ$  то  $\Phi_0 = \text{tg}\Phi_0 = a_p / (2R)$

$$\Phi = \text{tg}\Phi = x/R,$$

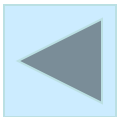
считая что  $y \ll R$ ,  $\rho = R + y^2 / (2R)$ ,



Поле внутри рупора (15.2)

$$E_x(y) = E_0 \cos\left(\frac{\pi y}{a_p}\right) \exp\left(-\frac{iky^2}{2R}\right)$$

где  $E_0$  - амплитуда поля в центре раскрыва

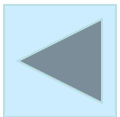


$$\exp\left(-\frac{iky^2}{2R}\right)$$

- показывает, что  
распределение поля в  
раскрыве рупора не  
синфазное

причем фаза изменяется по  
квадратическому закону:

$$\delta\psi = \frac{ky^2}{2R} = \frac{1}{2}kR\Phi^2$$



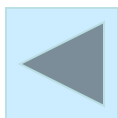
## E – секторный рупор

$$E_y(x) = E_0 \cos\left(\frac{\pi y}{a_p}\right) \exp\left(-\frac{ik' x^2}{2R}\right) \quad (15.4)$$

**Амплитуда** изменяется по косинусоидальному закону

**Фаза** изменяется по квадратическому закону

где  $k' = 2\pi/\lambda$ ,  $\lambda$  - длина волны в рупоре.



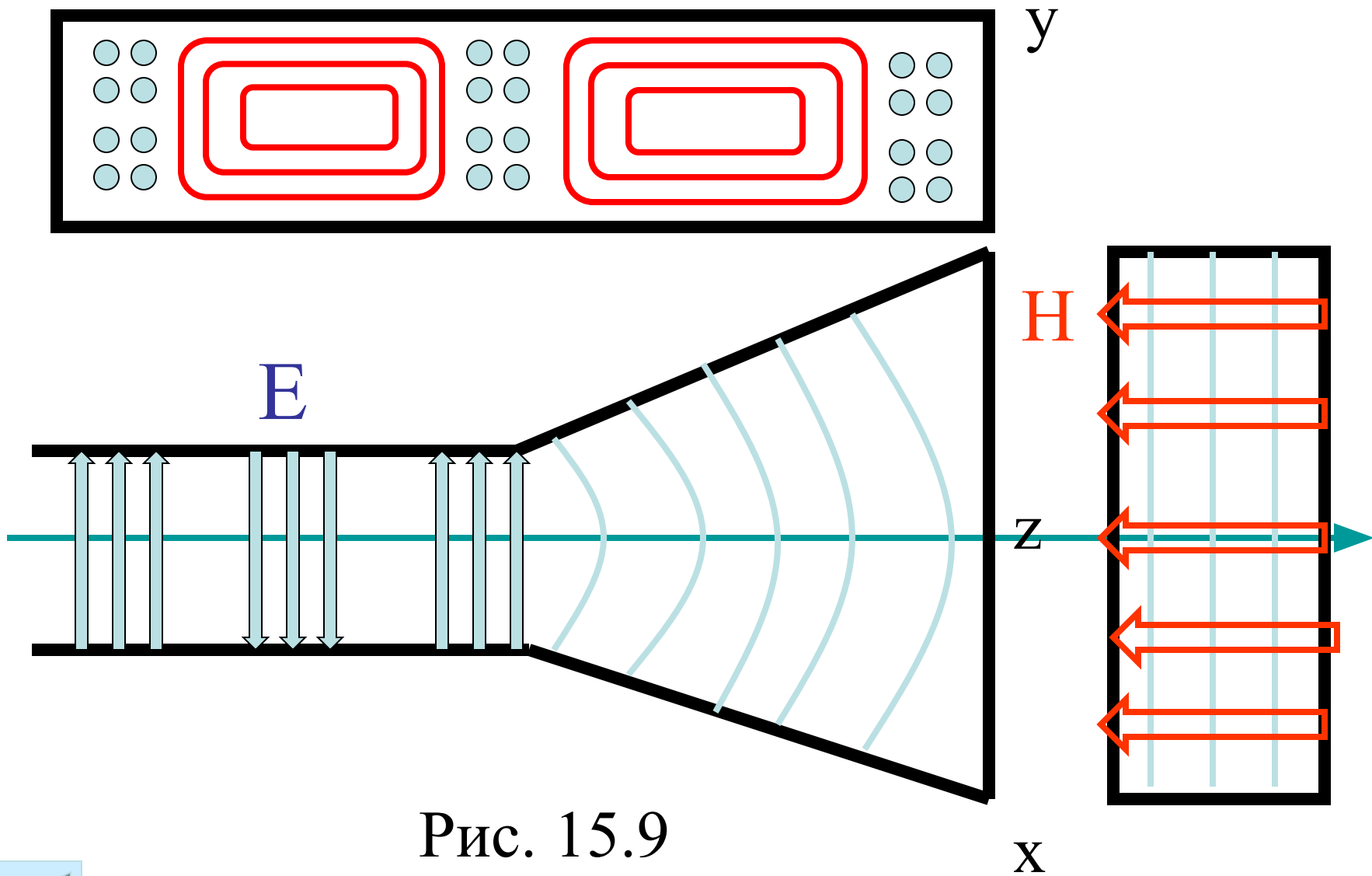
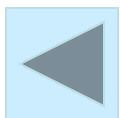


Рис. 15.9

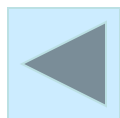




для пирамидального рупора

$$E_x(x, y) = E_o \text{Cos} \left( \frac{\pi y}{a_p} \right) \cdot \exp \left( -\frac{ikx^2}{2R_E} \right) \exp \left( -\frac{iky^2}{2R_H} \right)$$

(15.5)

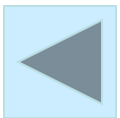


## Излучение Н-плоскостного секториального рупора.

$$E_{\Theta} = \frac{i}{2\lambda r} (1 + \text{Cos}\Theta) \text{Cos}\varphi \int E_x(y) e^{-ikr} dS$$

(15.6)

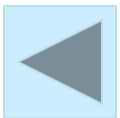
$$E_{\varphi} = \frac{i}{2\lambda r} (1 + \text{Cos}\Theta) \text{Sin}\varphi \int E_x(y) e^{-ikr} dS$$



# Диаграмма направленности в Е плоскости

$$F_{\Theta}(\Theta) = \frac{1 + \text{Cos}\Theta}{2} \frac{\text{Sin}\left(\frac{1}{2} kb_p \text{Sin}\Theta\right)}{\frac{1}{2} kb_p \text{Sin}\Theta}$$

(15.7)



$90^\circ$

$2\Phi_0 = 5^\circ$

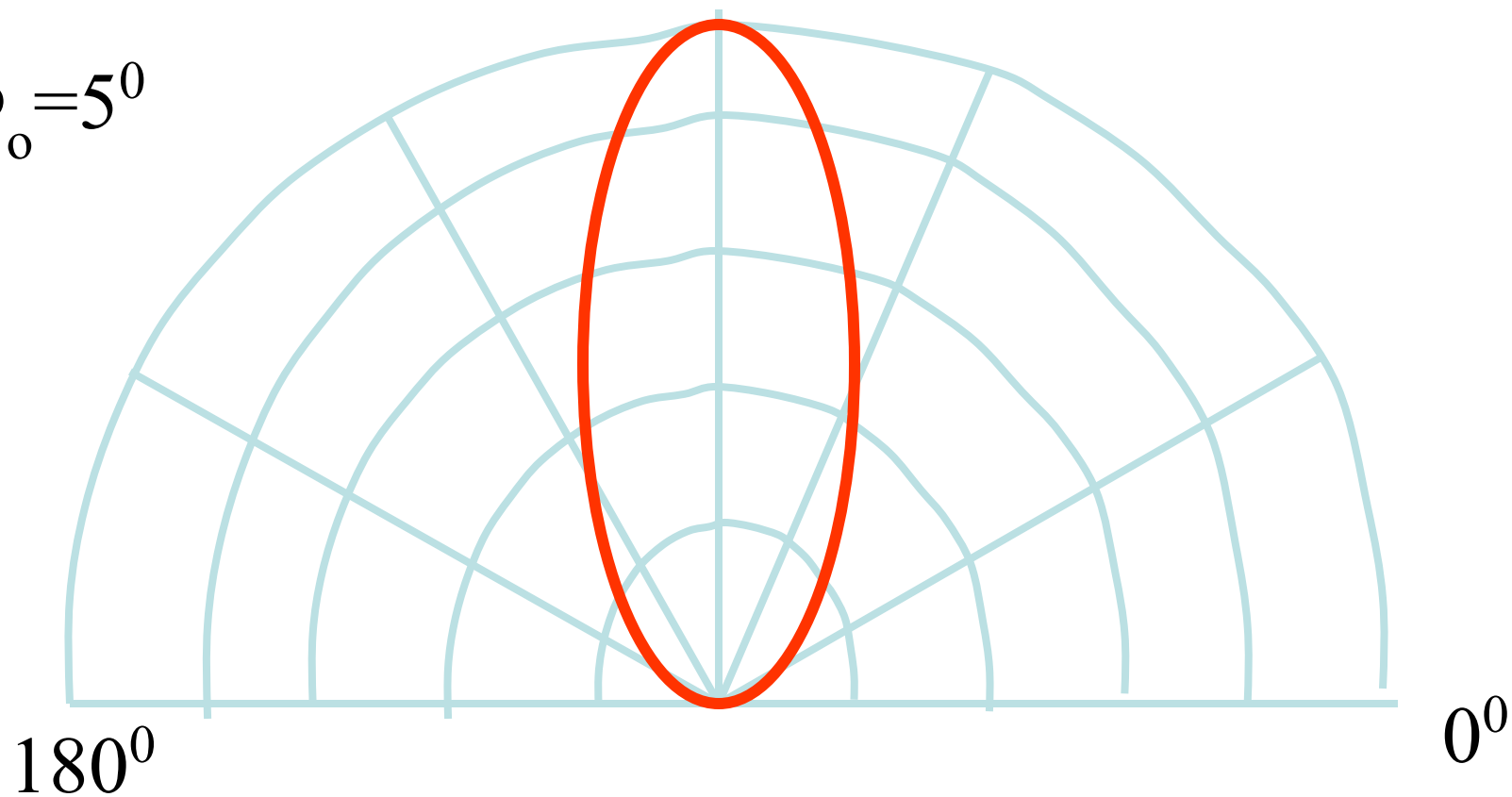
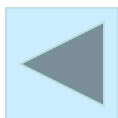


Рис. 15.10



$90^\circ$

$2\Phi_0 = 10^\circ$

$180^\circ$

$0^\circ$

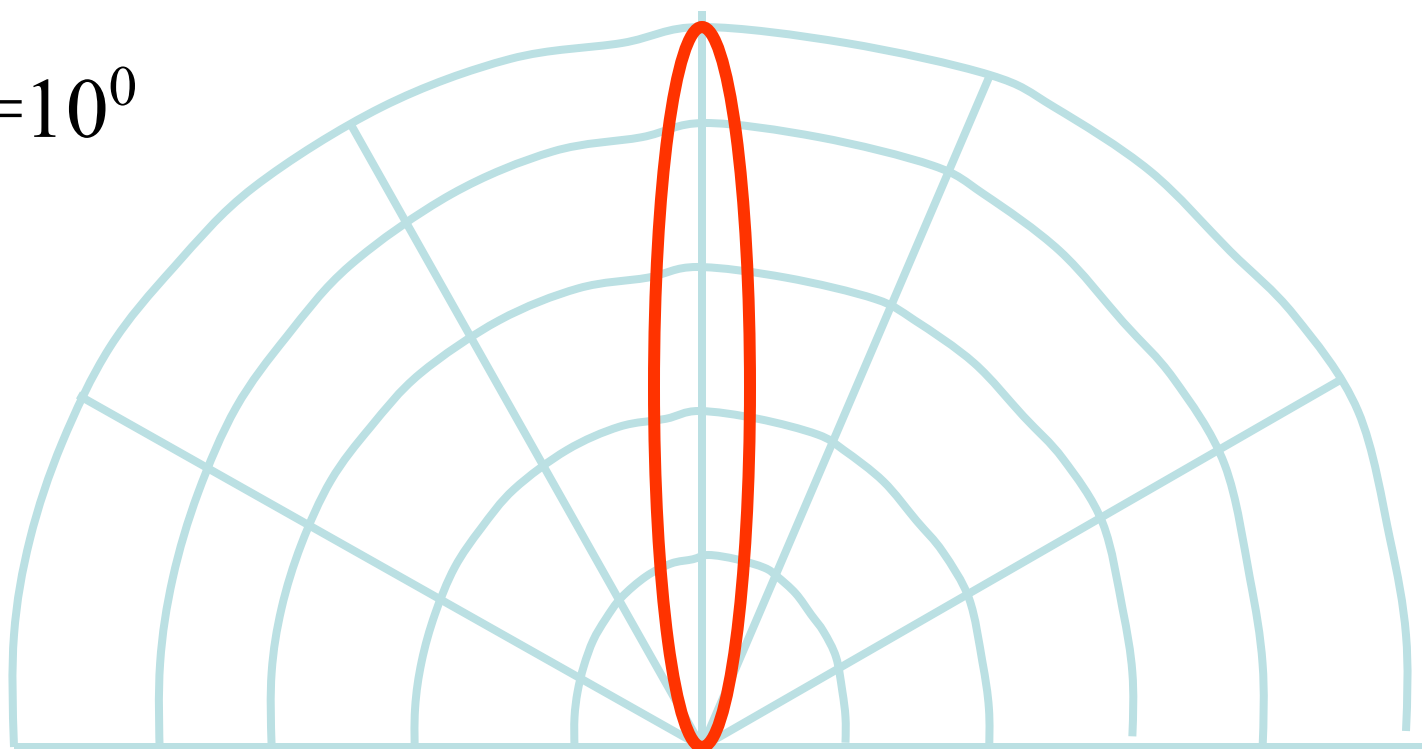
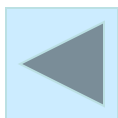


Рис. 15.11



$90^\circ$

$2\Phi_0 = 20^\circ$

$180^\circ$

$0^\circ$

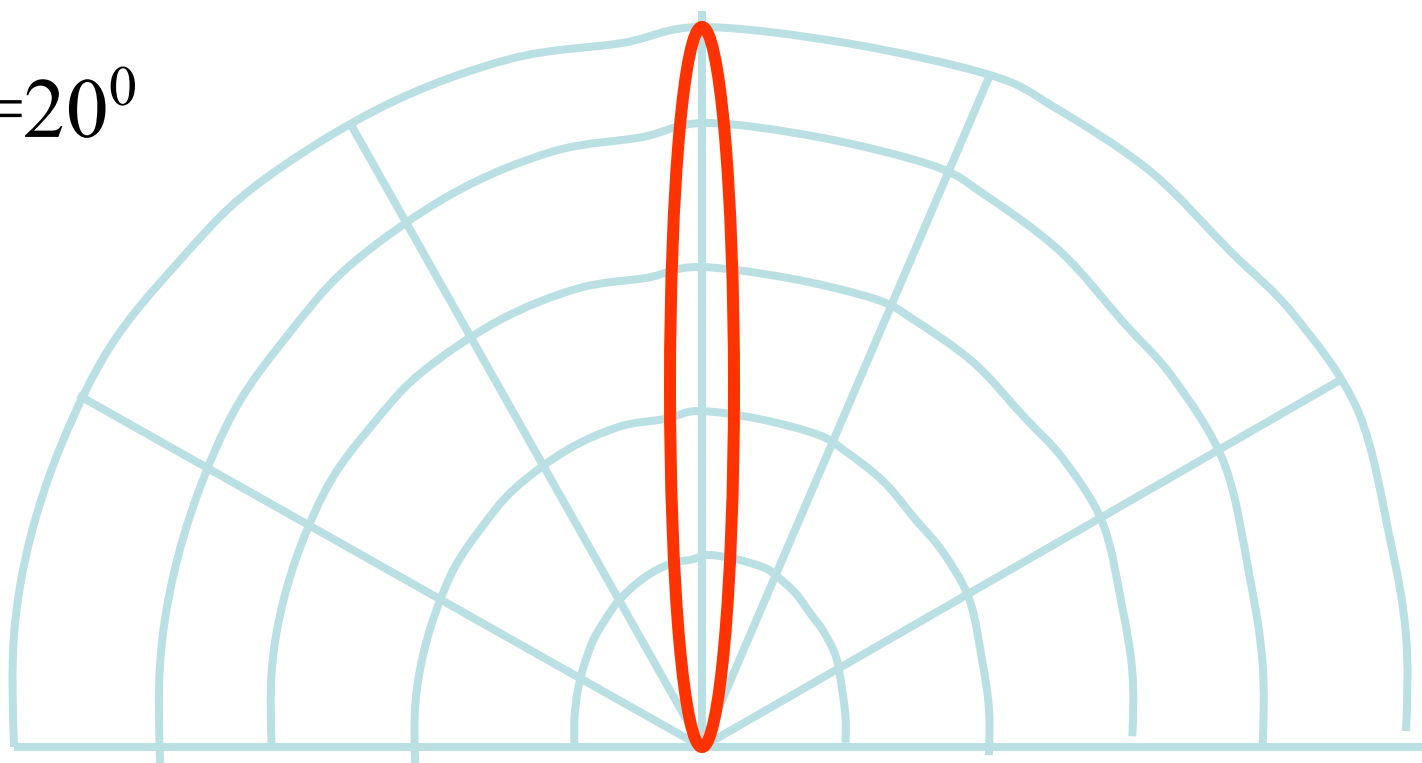
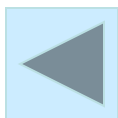


Рис. 15.12



$90^\circ$

$2\Phi_0 = 50^\circ$

$180^\circ$

$0^\circ$

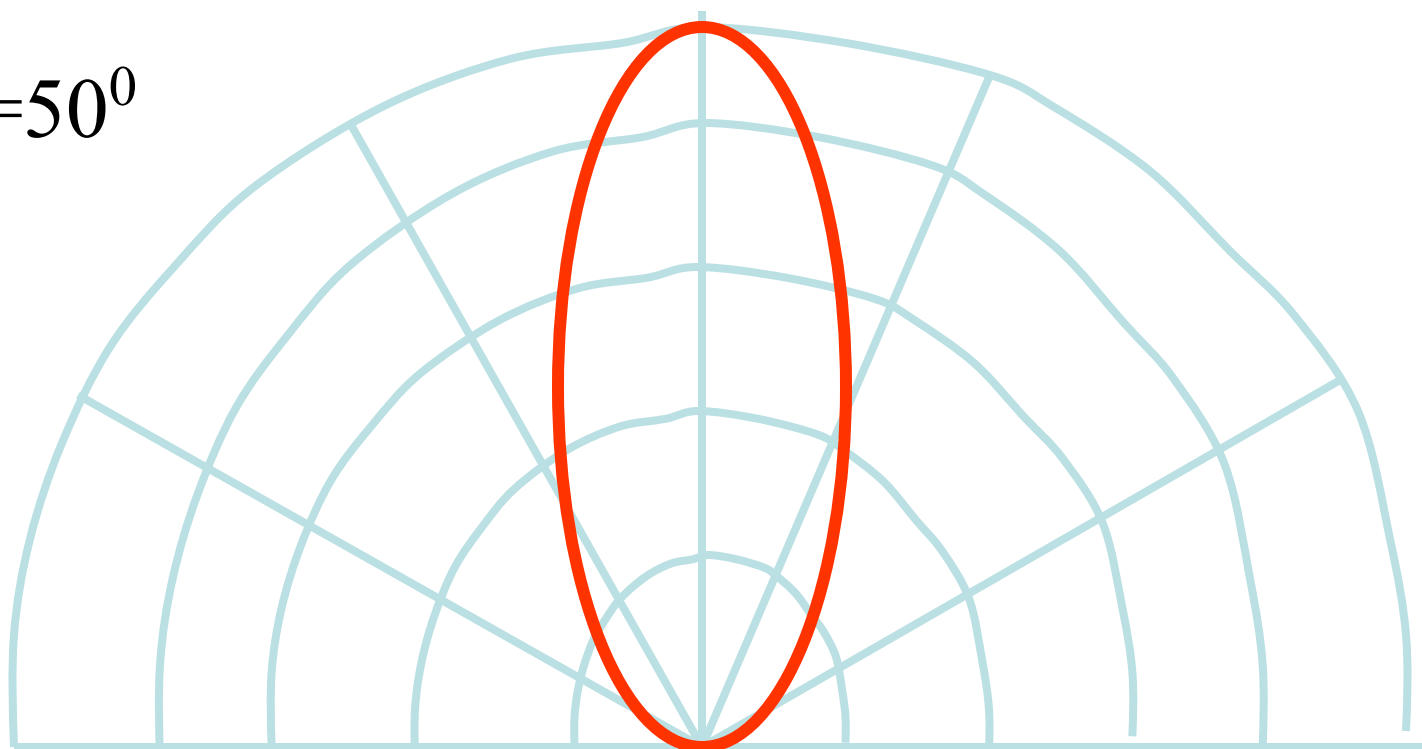
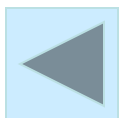


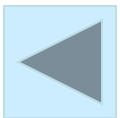
Рис. 15.13



$$\psi_{\max} = \frac{3\pi}{2} \quad \text{для опт. рупора максимальный сдвиг по фазе}$$

Рупор оптимальный если КНД имеет максимум

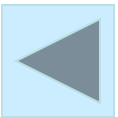
$$\psi_{\max} = k \left\{ \sqrt{R^2 + \left( \frac{a_p}{\lambda} \right)^2} - R^2 \right\}$$





## Определенные размеры опт. рупора

$$\left(\frac{a_p}{\lambda}\right)^2 \ll R^2 \quad R_{opt} = \frac{a_p^2}{3\lambda}$$



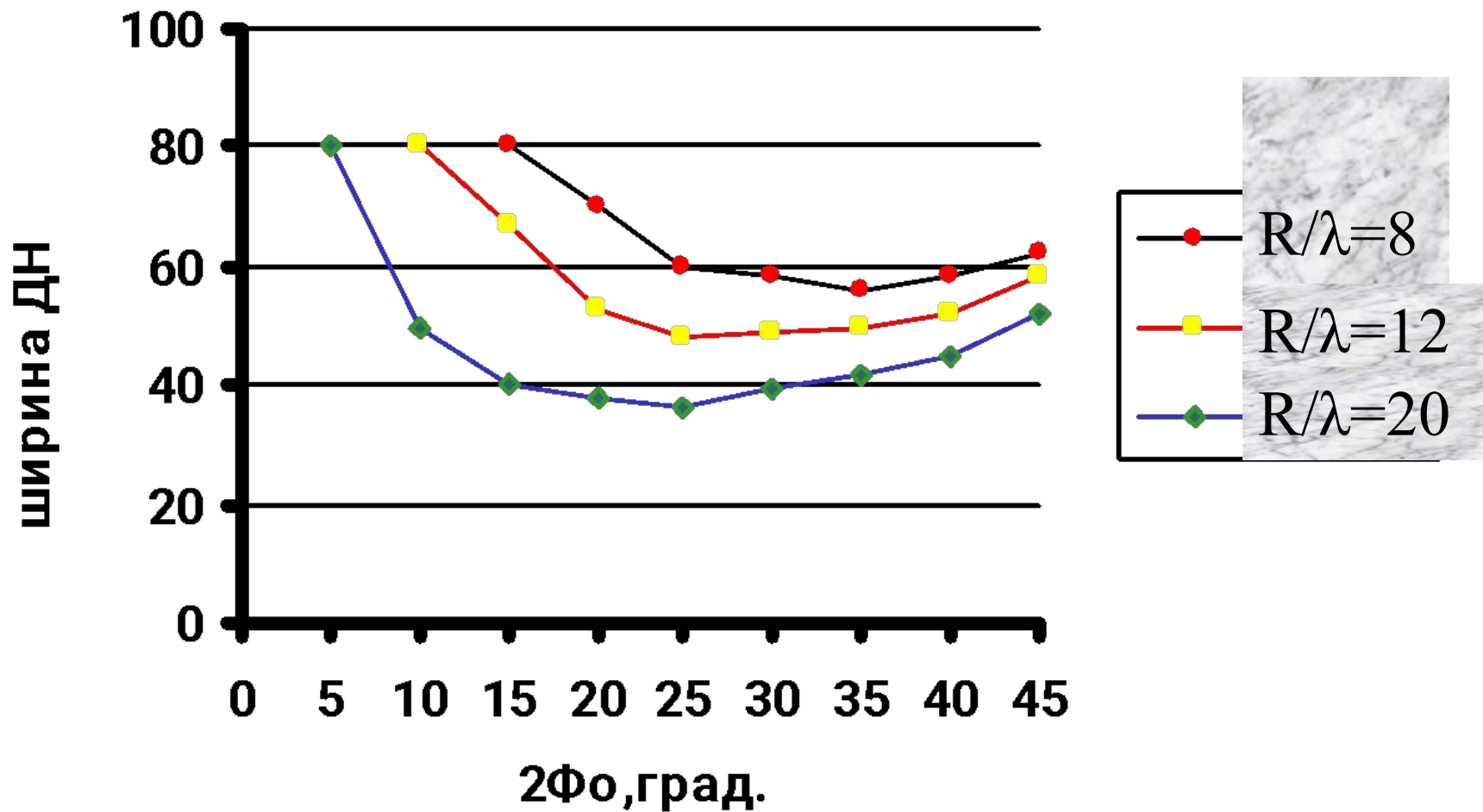
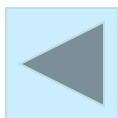
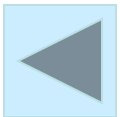


Рис. 15.14



$$2\Theta_{0,5} = 80^{\circ} \frac{\lambda}{a_p}$$

Оптимальная рупорная антенна



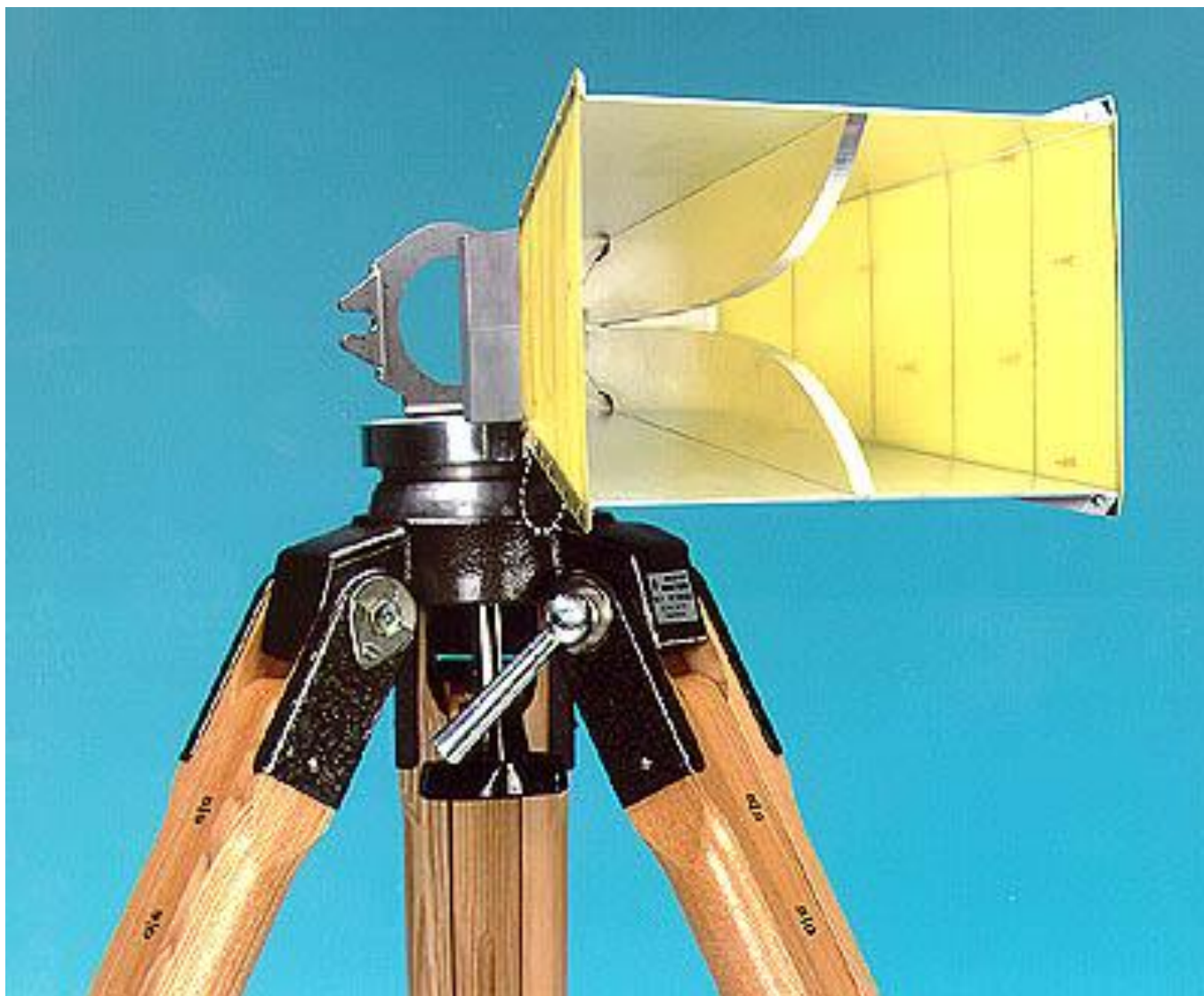
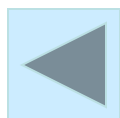


Рис. 15.15



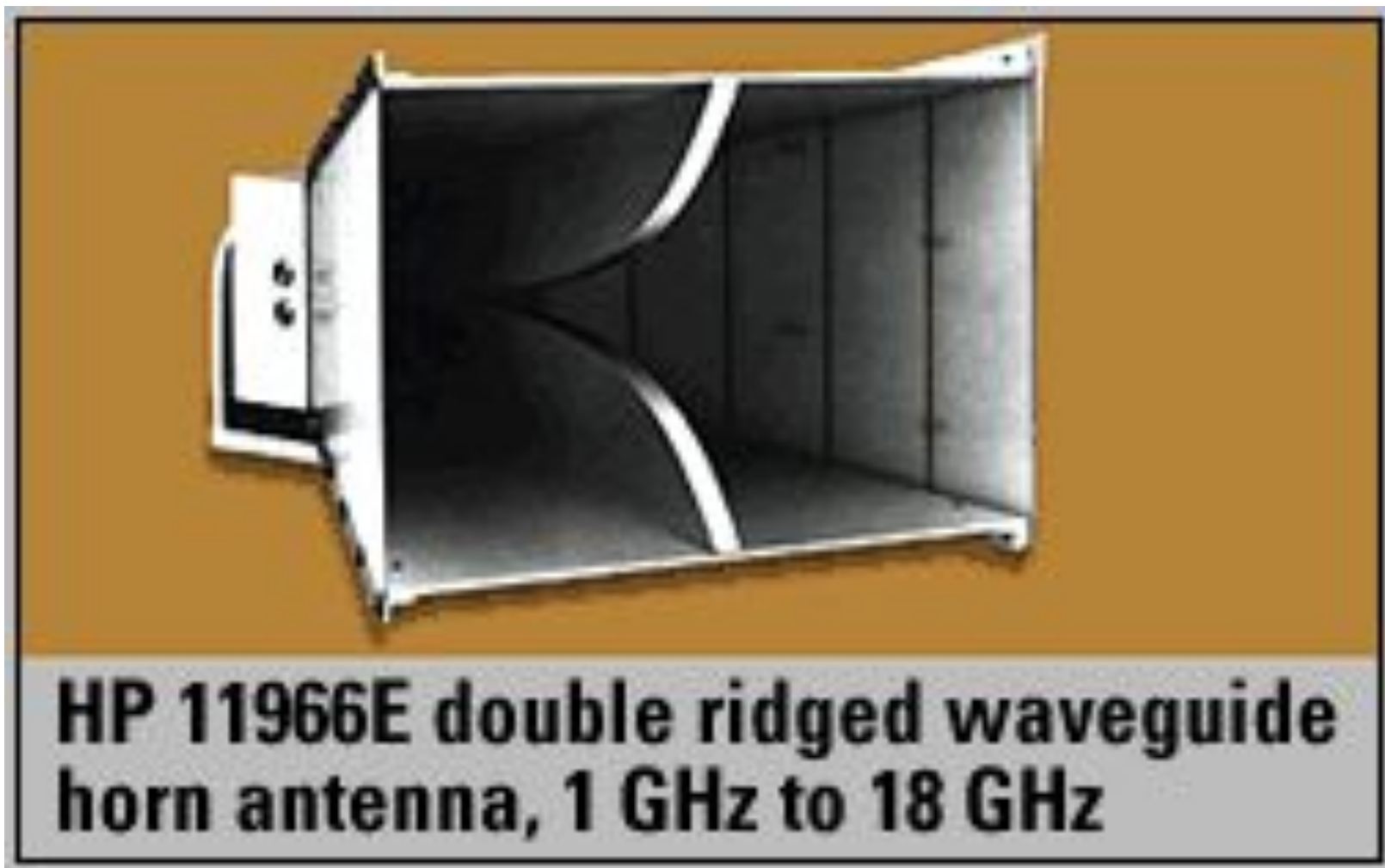


Рис. 15.16

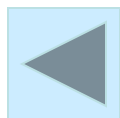
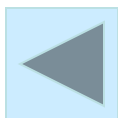




Рис. 15.17



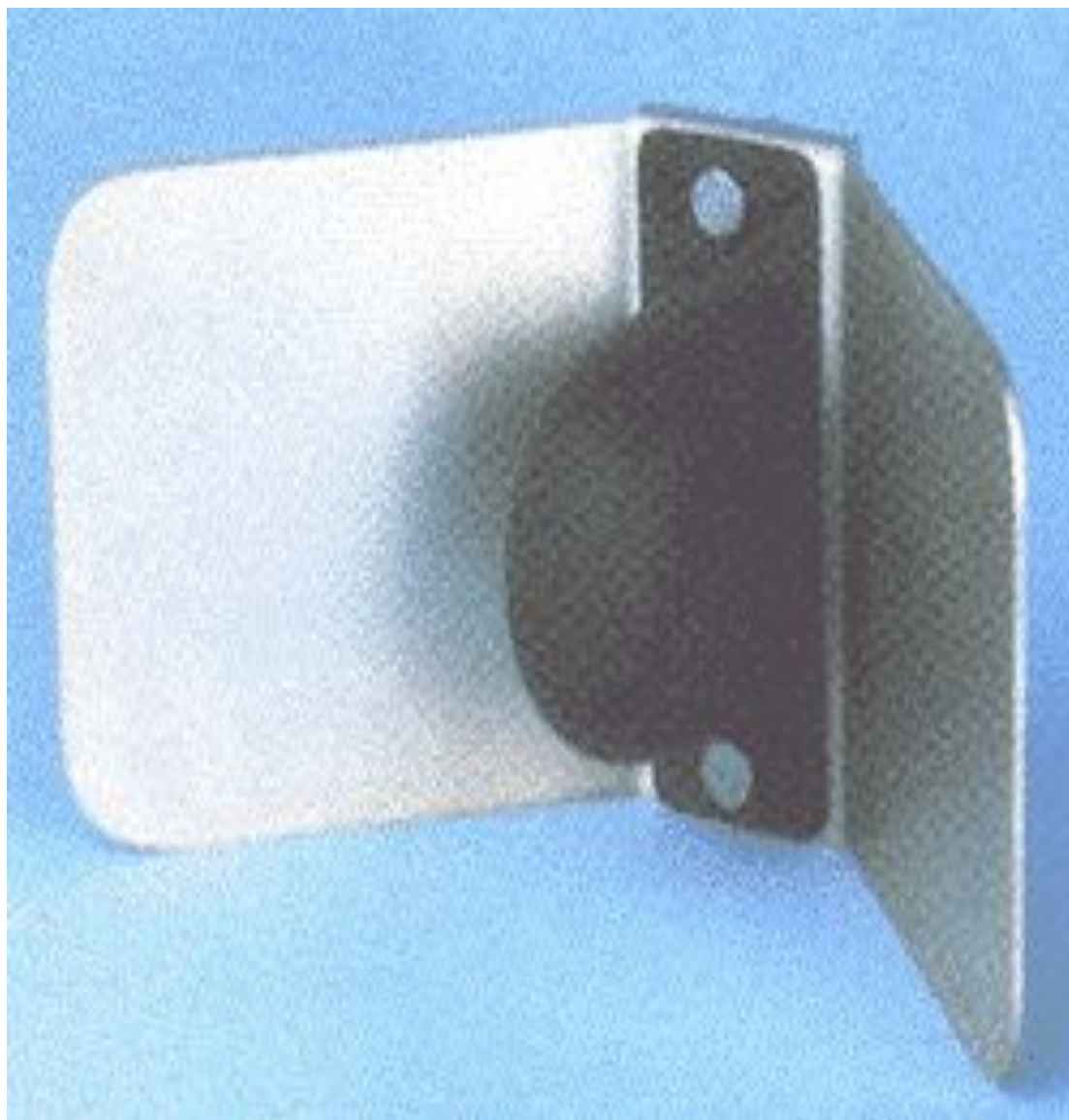


Рис. 15.18

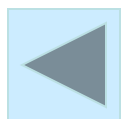




Рис. 15.19

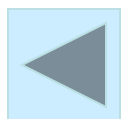






Рис. 15.20

