

# Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн

## ТИПЫ АНТЕНН

### *ЛЕКЦИЯ № 17*





# ЛИНЗОВЫЕ АНТЕННЫ

## 17.1. Распределение амплитуд поля в раскрытии.

### I. Замедляющая линза

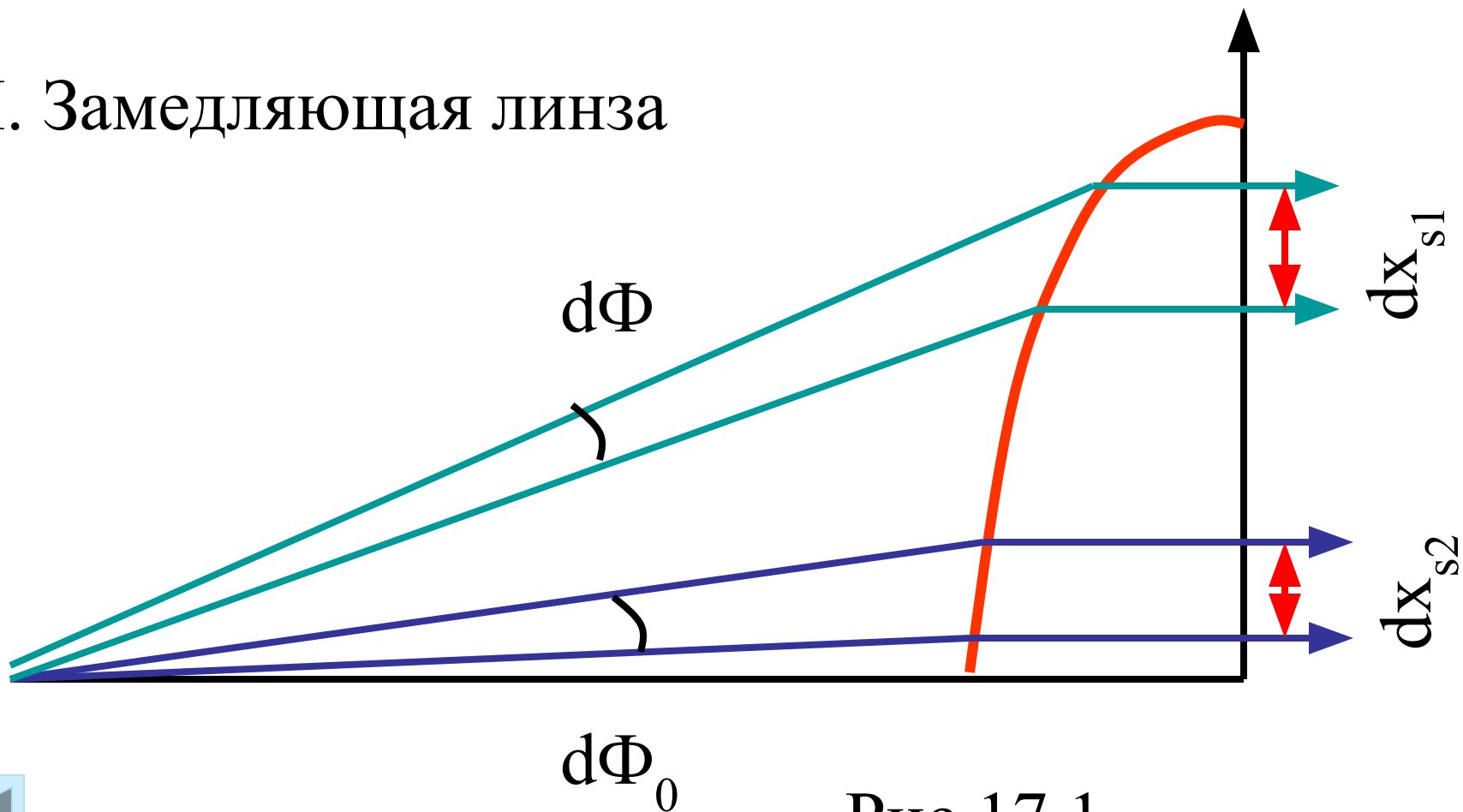
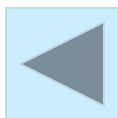


Рис.17.1

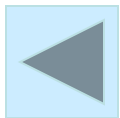




$$P(\Phi)\delta\Phi=\Pi(X_s)\delta X_s, \quad (17.1)$$

$$\Pi(X_s) = P(\Phi) \frac{d\Phi}{dX_s} \quad (17.2)$$

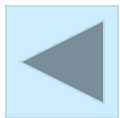
$$X_s = \rho \sin \Phi$$





$$X_s = f(n-1) \frac{\sin \Phi}{n \cos \Phi - 1} \quad (17.3)$$

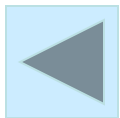
$$\frac{d\Phi}{dX_s} = \frac{(n \cos \Phi - 1)^2}{f(n-1)(n - \cos \Phi)} \quad (17.4)$$





$$\Pi(X_s) = \frac{P(\Phi)(\text{Cos}\Phi - 1)^2}{f(n-1)(n - \text{Cos}\Phi)} \quad (17.4)$$

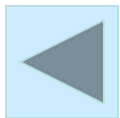
$$F^2(\Phi) = \frac{P(\Phi)}{P_{\max}}$$





$$\Pi(X_s) = \frac{E^2(X_s)}{240\pi}$$

$$\frac{E^2(X_s)}{240\pi} = \frac{F^2(\Phi)P_{\max}(n\cos\Phi - 1)^2}{f(n-1)(n - \cos\Phi)}$$

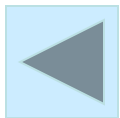




$$E^2(X_s) = F^2(\Phi) P_{\max} 240\pi \frac{(n \cos \Phi - 1)^2}{f(n-1)(n - \cos \Phi)}$$

$$N = \sqrt{\frac{240\pi}{f}}, \quad (17.6)$$

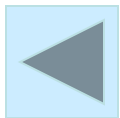
$$A_1(\Phi) = \frac{n \cos \Phi - 1}{\sqrt{(n-1)(n - \cos \Phi)}}$$





$$E(X_s) = F(\Phi) N A_1(\Phi), (17.7)$$

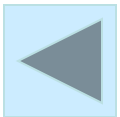
$N$  - постоянный множитель;  
 $A_1(\Phi)$ - характеризует влияние  
линзы на амплитудное  
распределение поля в раскрыве.







$$A_2(\Phi) = \frac{\sqrt{(n \cos \Phi - 1)^3}}{n - 1} \quad (17.8)$$





A

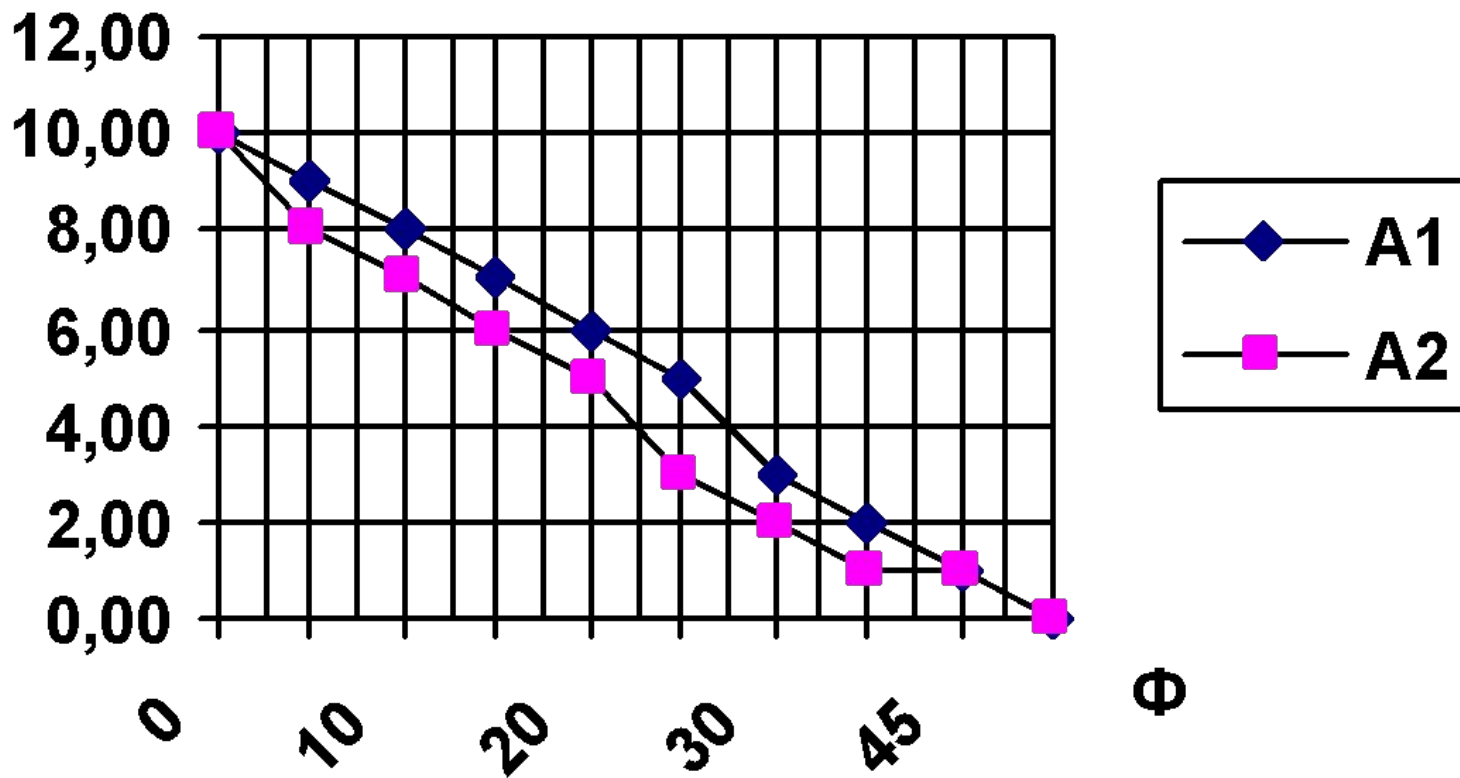
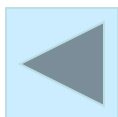


Рис.17.2.





## II. Ускоряющая линза

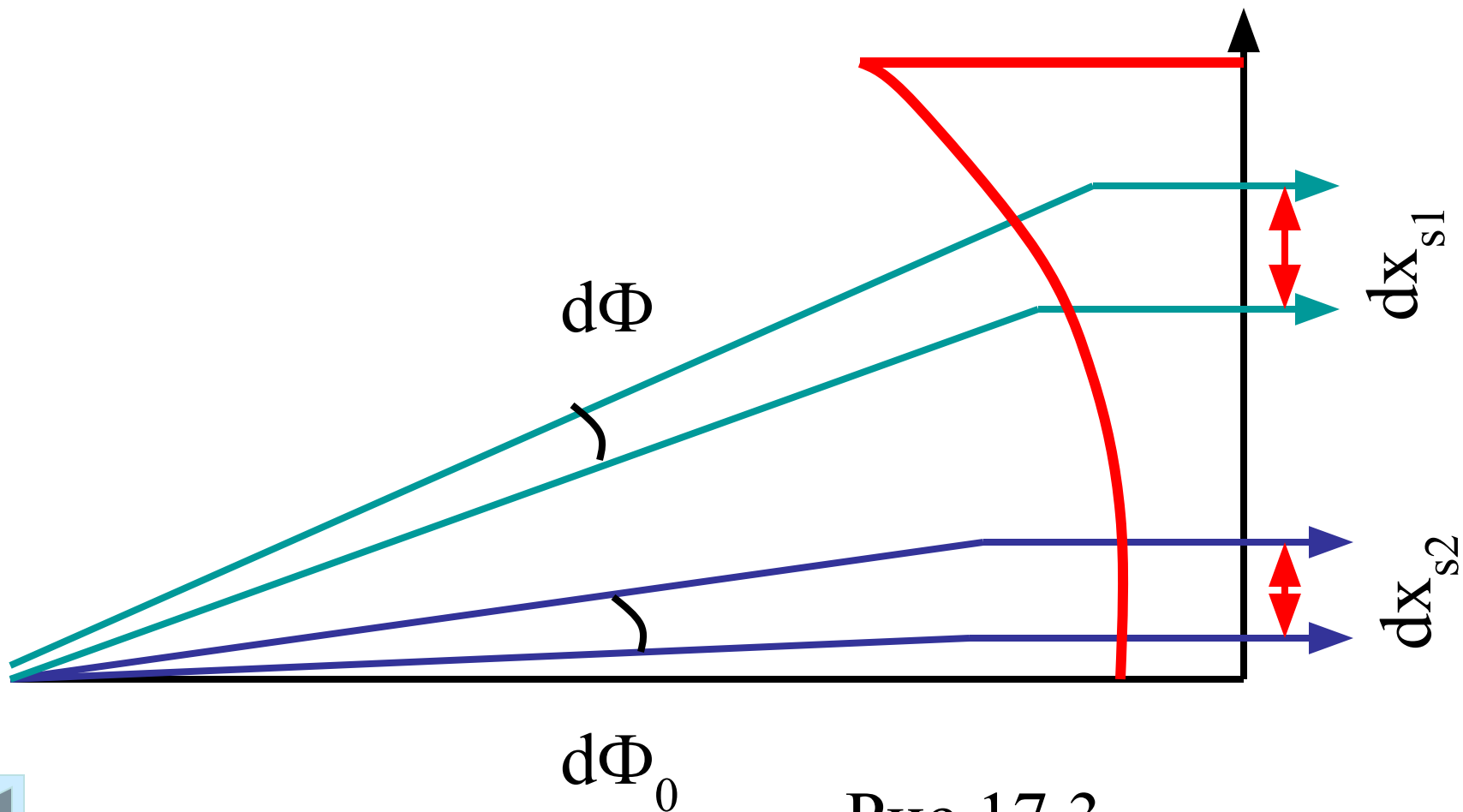
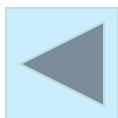


Рис.17.3

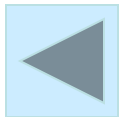




$$E(X_s) = N F(\Phi) B(\Phi) \quad (17.9)$$

$$B(\Phi) = B_1(\Phi) = \frac{1 - n \cos \Phi}{\sqrt{(1 - n)(\cos \Phi - n)}} \quad (17.10)$$

$$B(\Phi) = B_2(\Phi) = \frac{\sqrt{(1 - n \cos \Phi)^3 (\cos \Phi - n)}}{1 - n} \quad (17.11)$$



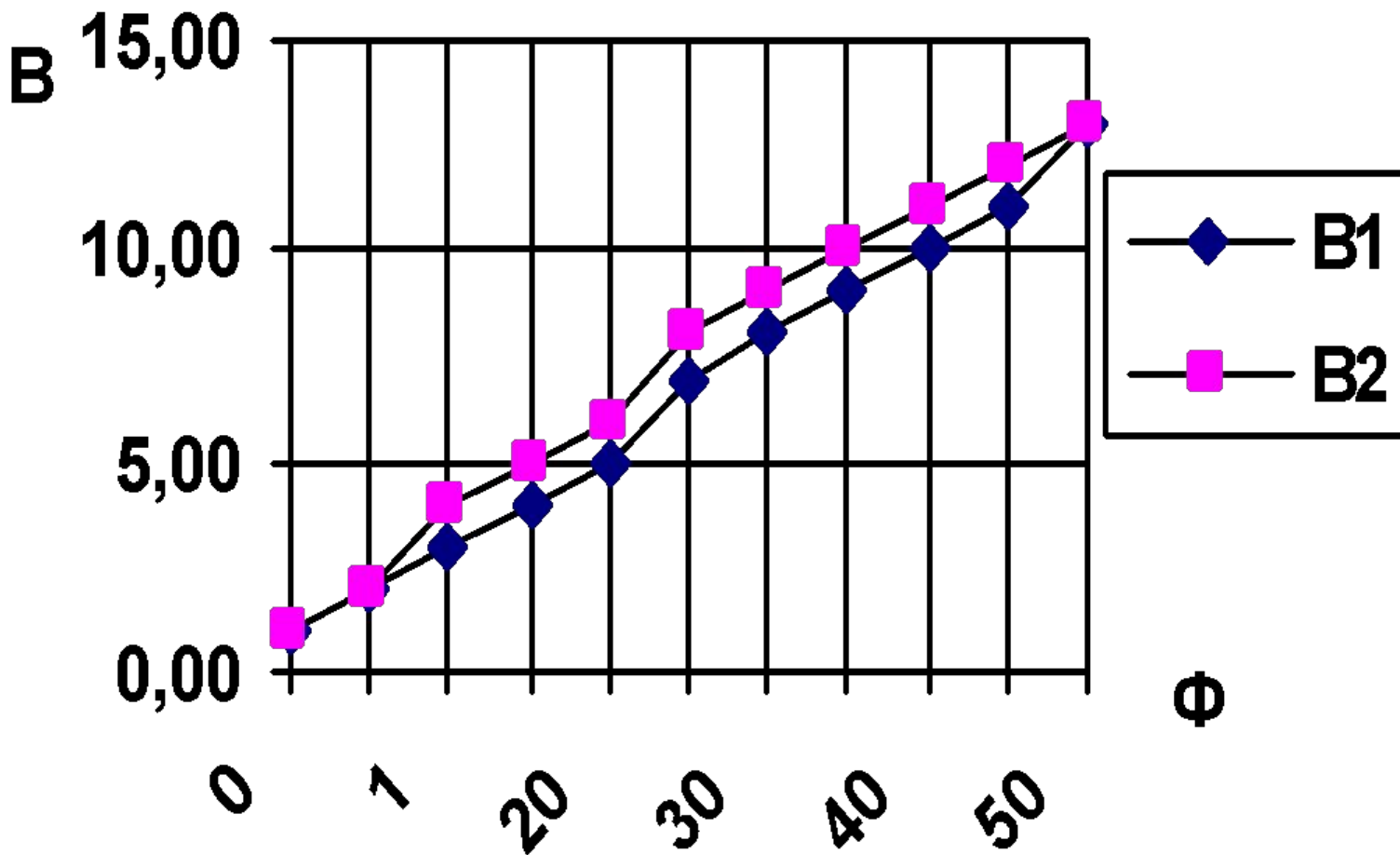
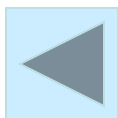


Рис. 17.4





## 17.2. Зонирование линз.

### 1. Замедляющие линзы.

Оптическая длина лучей на отрезке  $FO_1$  до зонирования.

$$FO_1 = FO_2 + nO_2O_1, \text{ а после зонирования} \\ FO_1 = FO_1.$$

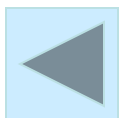
По условию разность хода лучей равна  $\lambda$

$$(FO_2 + nd_3) - FO_1 = \lambda.$$

$d_3 = O_2O_1$  толщина линзы на оптической оси.

$$FO_2 = FO_1 - d_3$$

$$d_3 = \lambda / (n - 1) \quad (17.12.)$$





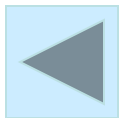
Фокусное расстояние второй зоны  $f_2=FO_2$ ,  
связано с фокусным расстоянием первой зоны  
 $f_1=FO_1$  соотношением

$$f_2=f_1-d_3=f_1-\lambda(n-1).$$

Эту формулу нетрудно обобщить на любое  
число зон. Фокусное расстояние,  $m$ -той зоны  
меньше фокусного расстояния  $f_1$  на величину  
 $(m-1)d_3$ . Тогда:

$$f_m=f_1(m-1)\lambda/(n-1) \quad (17.3)$$

Толщина зонированной линзы не может быть  
меньше толщины одной зоны.



$$t = t' + t'' = \lambda/(n-1) + t'' \quad (17.4)$$



Вредная зона

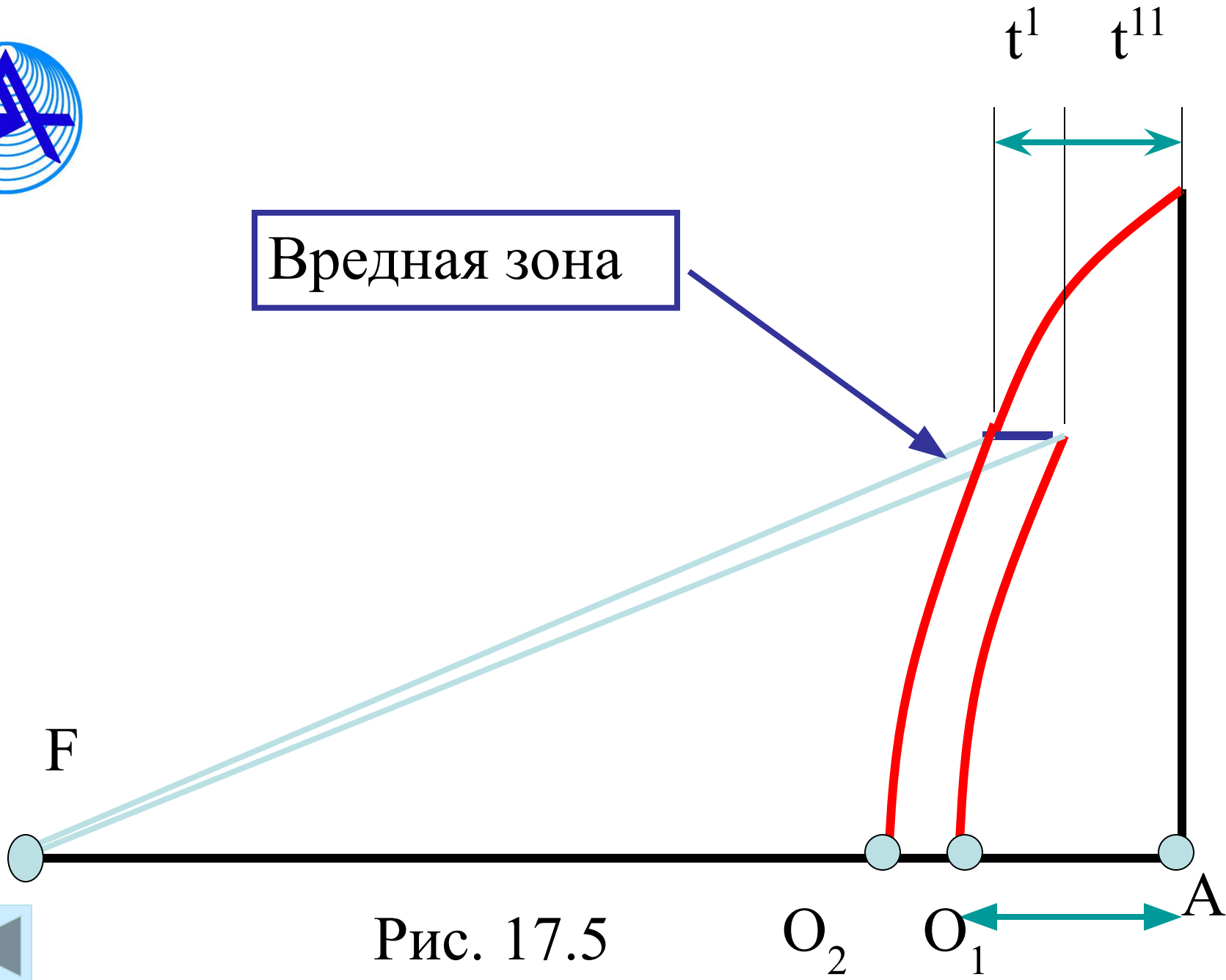
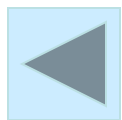


Рис. 17.5







## 2. Ускоряющие линзы.

Исходя из соображений, приведенных выше, можно получить формулы для толщины зоны и фокусного расстояния ускоряющей линзы

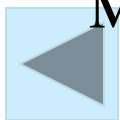
$$d_3 = \lambda / (n - 1)$$

$$f_m = f_1 + (m - 1) \lambda / (1 - n).$$

Толщина ускоряющей зонированной линзы

$$t = t' + t'' = \lambda / (1 - n) + t'', \quad (17.5)$$

$t''$  - определяется из соображений механической прочности.





Вредная зона

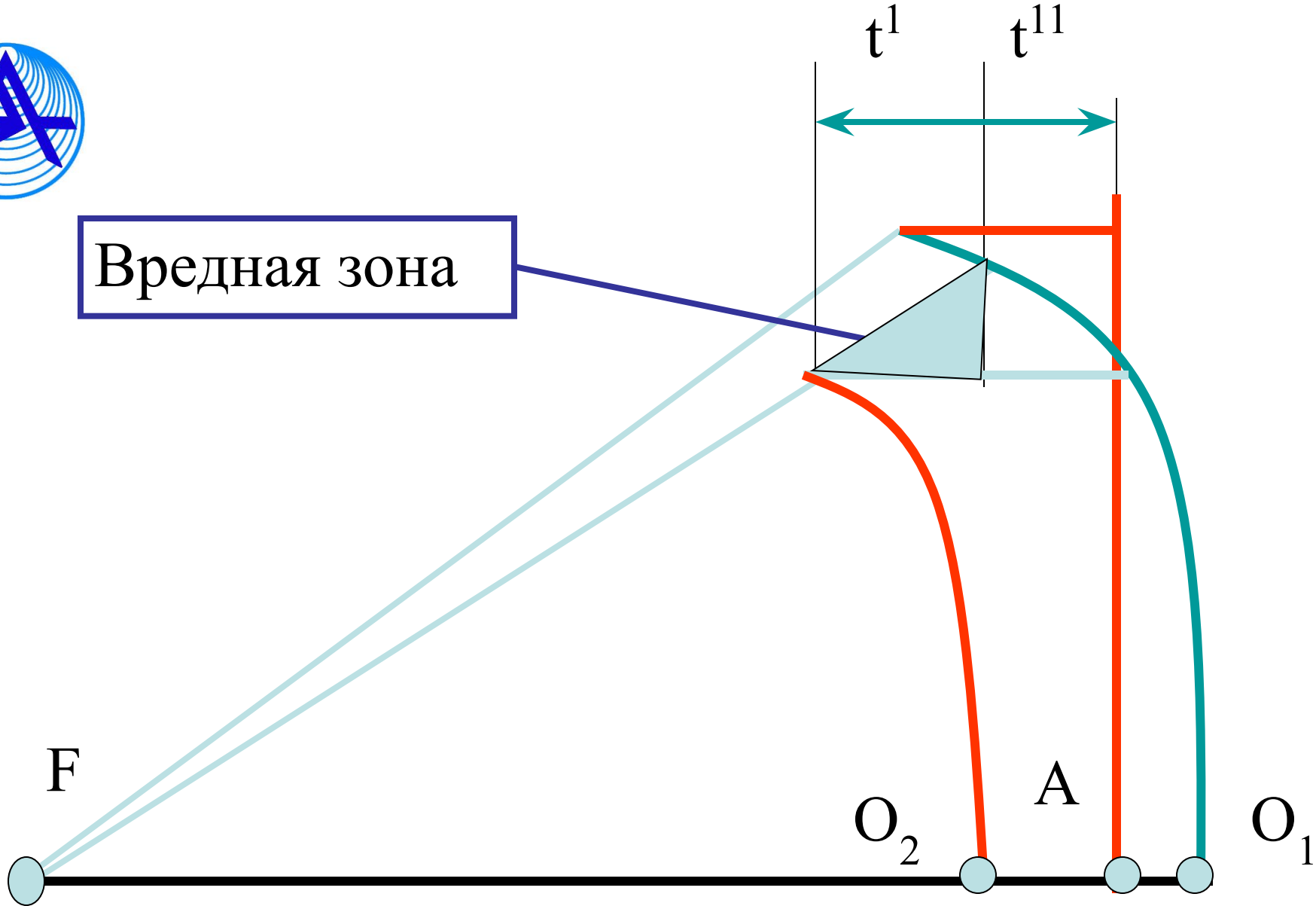
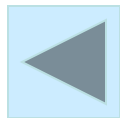


Рис. 17.6





### 17.3. Диэлектрические линзы.

Коэффициент преломления материала линзы определяется через его относительную диэлектрическую проницаемость  $n = \sqrt{\epsilon}$ .

При прохождении энергии через линзу, часть ее поглощается диэлектриком. Считая, что в линзе движется плоская волна, можно приблизительно определить полное затухание в линзе, как затухание лучей равном толщине линзы  $t$ . Тогда

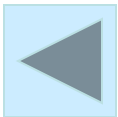
$$\beta t = 27.3 \cdot t / \lambda n t g \delta, (\text{дБ}).$$

$\delta$ - угол потерь в диэлектрике;

$\beta$ - коэффициент затухания;

КПД линзы с учетом потерь

$$\eta = \exp(-2\beta t).$$





Если линза содержит  $m$  зон, а допустимая несинфазность в раскрыве  $\psi_{\text{доп}}$  то относительная полоса рабочих длин волн, в пределах которой несинфазность меньше допустимой

$$2\delta\lambda/\lambda_0 = \psi_{\text{доп}} / \{\pi(m-1)\}.$$

$\delta\lambda$ - допустимое отклонение волны в сторону от среднего значения.





Различают:

- а) металлопластичатые линзы.
- б) металлодиэлектрические линзы.
- в) металловоздушные линзы.
- г) линзы с переменным коэффициентом преломления.

