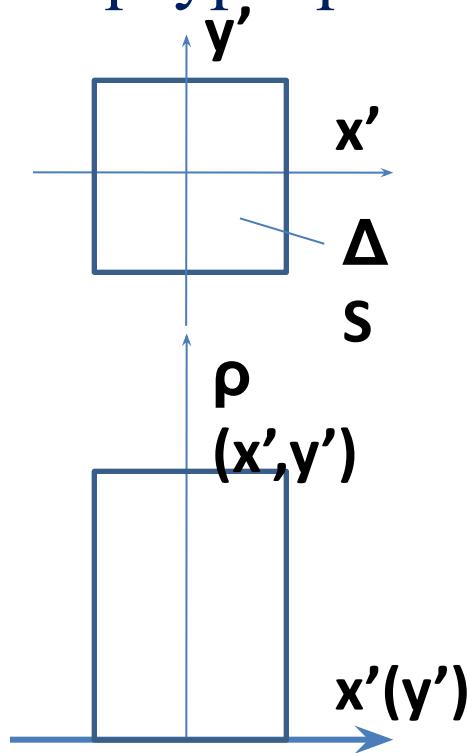


АПЕРТУРНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ

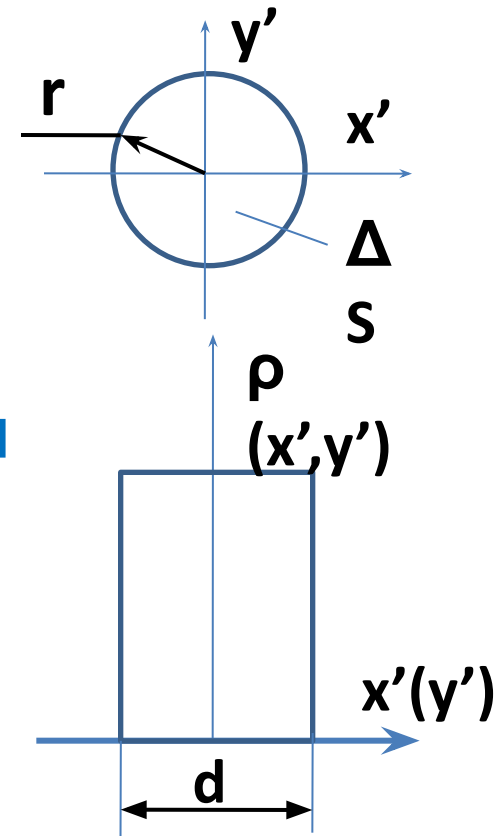
Форма и функция прозрачности развертывающего элемента

- Эффективность преобразования свет-сигнал и сигнал свет зависит от площади и прозрачности апертуры развертывающего элемента.



**Функция
прозрачности**
 $\rho(x', y')|_{\Delta S} = 1$

(диск Нипкова,
ПЗС матрица)



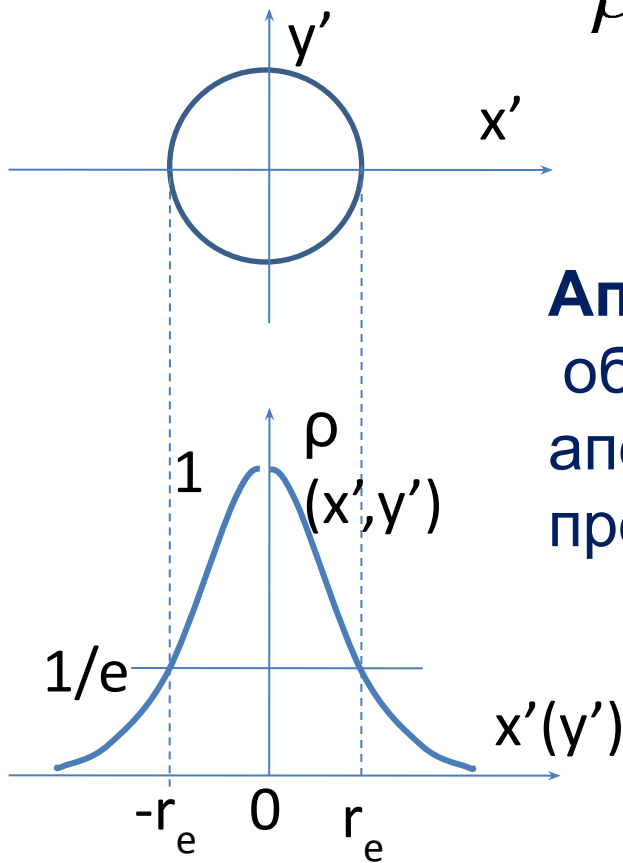
Функция прозрачности для электронно-лучевых ФЭП

$$\rho(x', y') = \exp \left\{ - \left[\left(\frac{x'}{r_e} \right)^2 + \left(\frac{y'}{r_e} \right)^2 \right] \right\}$$

r_e – эффективный радиус

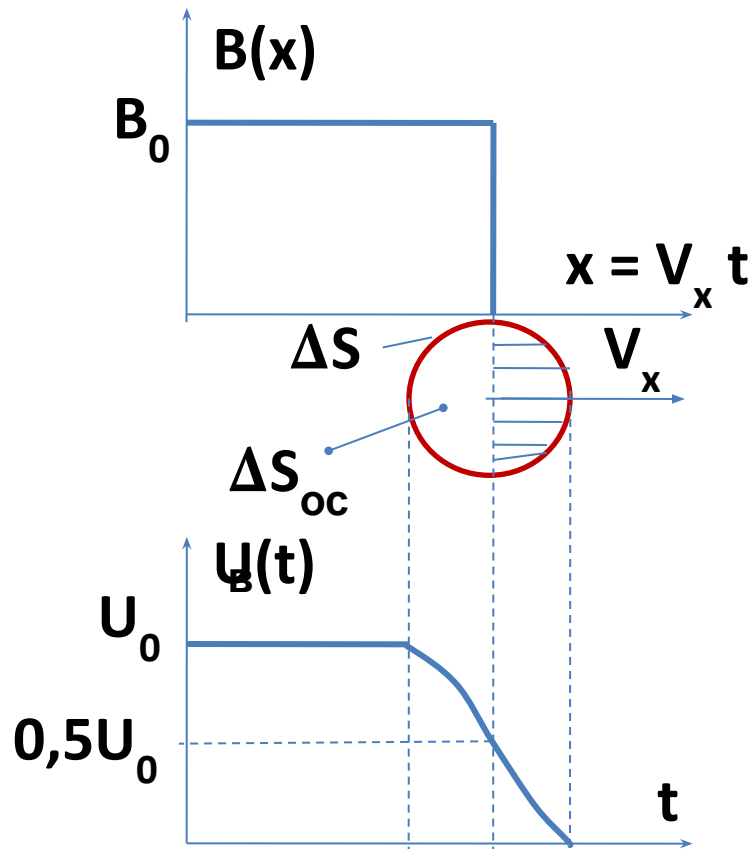
Апертурные искажения – искажения, обусловленные конечными размерами апертуры и формой функции прозрачности.

Различают апертурно-временные и апертурно-частотные искажения.

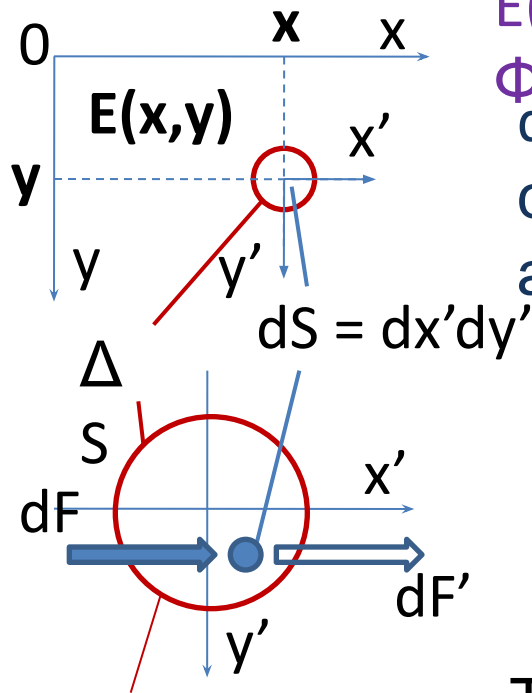


Апертурно-временные искажения.

В процессе преобразования свет-сигнал скачка яркости $V(x)$ за счет движения апертуры (развертки изображения) формируется сигнал $U(t)$ с **пологим склоном**, т.к. сигнал $U(t)$ в каждый момент времени пропорционален «**усредненной**» в пределах апертуры



Апертурно-временная (переходная) характеристика.



$\rho(x', y')$ -
прозрачност
апертуры

$E(x, y) = dF/dS$ – освещенность мишени

ФЭП

$dF = E dS = E_{dS}(x+x', y+y') dx' dy'$ –
световой поток, падающий на dS
апертуры.

$dF' = \rho(x', y') dF$ – световой поток,
прошедший через dS апертуры.

Составляющая фототока,
вызванная световым потоком dF' : di
 $= \epsilon dF'$,

Тогда, ток ФЭП определяется

выражением

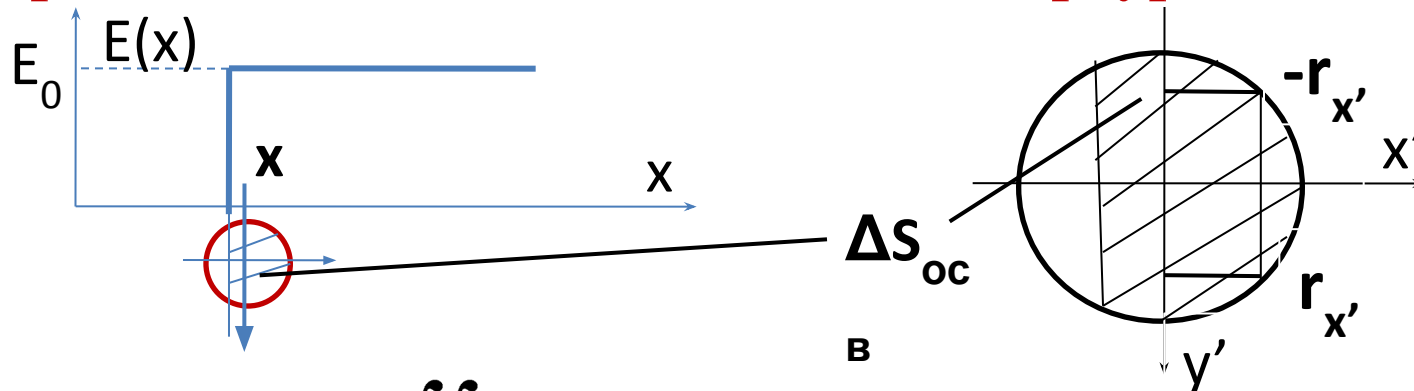
$$i = \epsilon \iint_{\Delta S} E_{dS}(x+x', y+y') \rho(x', y') dx' dy'$$

- Пусть $E = E_0 = \text{const}$ (освещенность постоянна).
Тогда ток на выходе ФЭП также постоянен:

$$i_0 = \varepsilon E_0 \iint_{\Delta S} \rho(x', y') dx' dy' = \varepsilon E_0 P_0$$

P_0 – интегральная прозрачность

- При скачке освещенности в направлении x ток ФЭП определяется освещенной частью апертуры:



$$i(x) = \varepsilon E_0 \iint_{\Delta S_{осв}} \rho(x', y') dx' dy' = \varepsilon E_0 P(x)$$

$P(x)$ – интегральная прозрачность освещенной части апертуры.

- Переходная характеристика:

$$H(x) = i(x)/i_0 = P(x)/P_0$$

- Распределение прозрачности в сечении $x' = \text{const}$

$$R(x') = \int_{-r_{x'}}^{r_{x'}} \rho(x', y') dy'$$

- Тогда

$$P(x) = \int_{-r_{x'}}^r R(x') dx', \quad P_0 = \int_{-r}^r R(x') dx'$$

И учитывая симметрию апертуры получаем:

$$H(x) = P(x) / P_0 = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2}{P_0} \int_0^x R(x') dx' \right]$$

- Для нормальной ТВ системы с квадратной апертурой: $\rho(x', y') = 1$ в пределах квадрата.
- Тогда площадь сечения функции прозрачности $R(x') = d$, а интегральная прозрачность $P_0 = d^2$.

Учитывая, что
$$\int_0^x R(x') dx' = \int_0^x d \cdot dx' = d \cdot x,$$

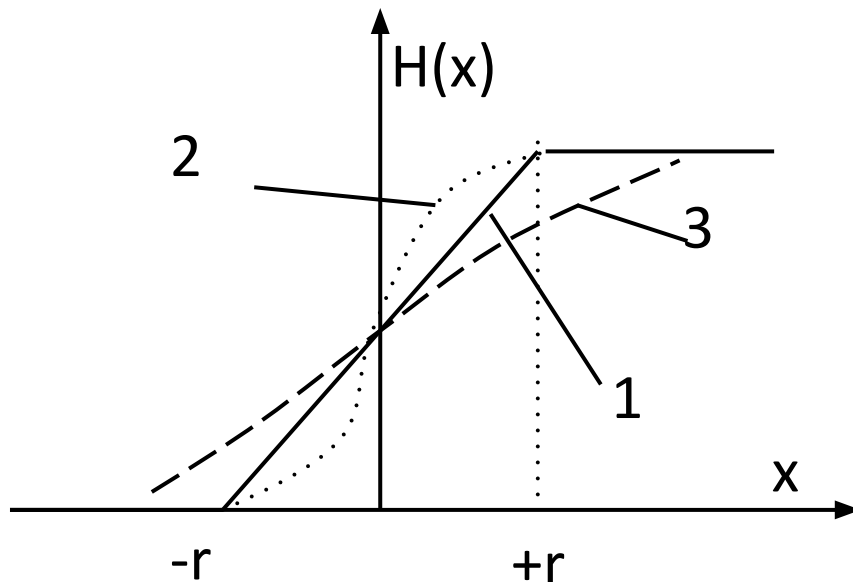
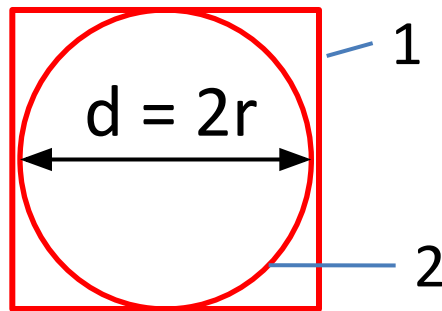
получаем
$$H(x) = \frac{1}{2} \left(1 + 2 \frac{x}{d}\right) \quad (\text{при } -r < x < r)$$

Так как $x = vt$, $d = v\tau$, то

$$h(t) = \frac{1}{2} \left(1 + 2 \frac{t}{\tau}\right) \quad (\text{при } -\tau/2 < t < \tau/2)$$

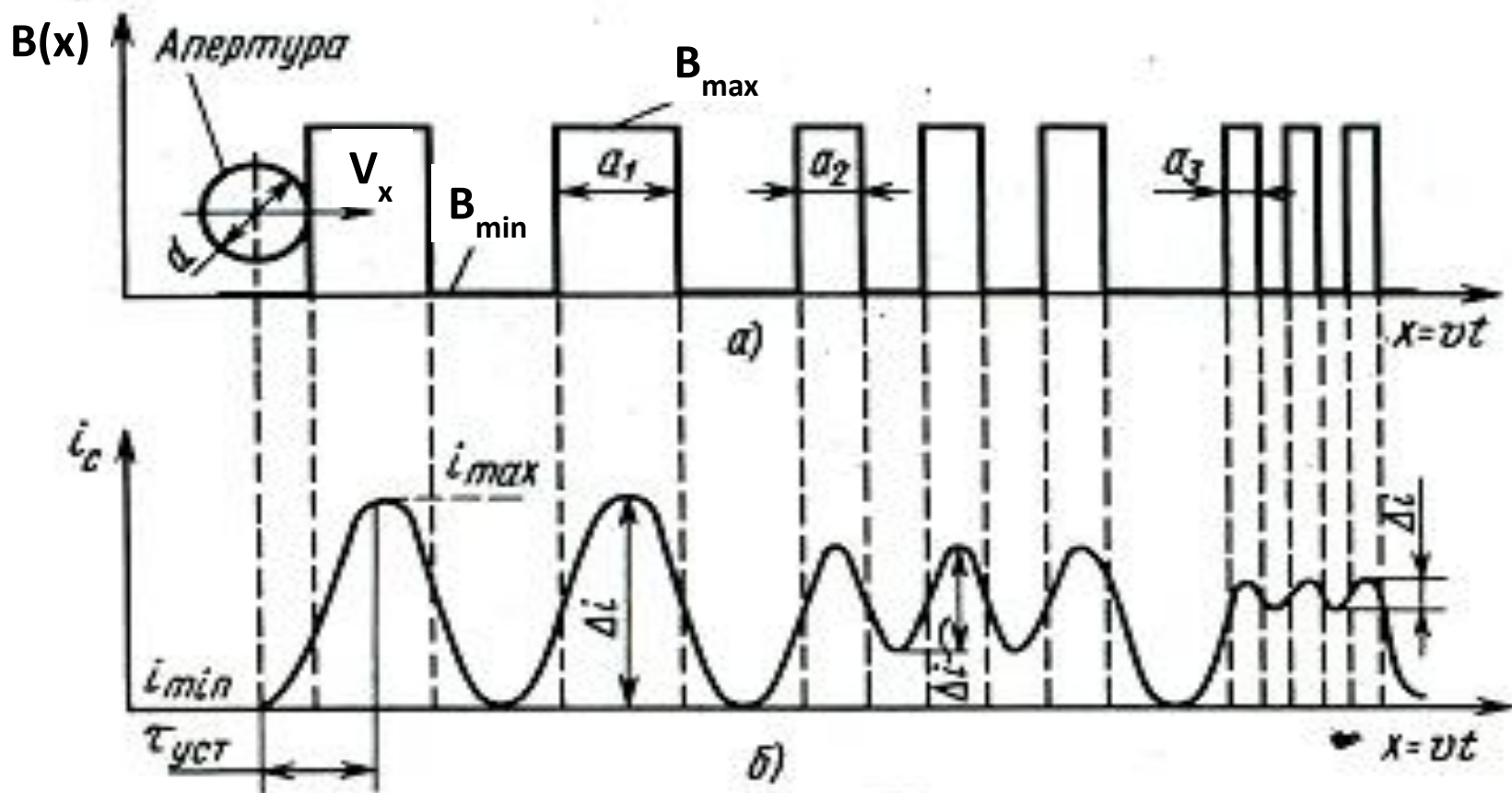
- Крутизна переходной характеристики:

$$S = dh/dt = 1/T \text{ или } S = 1/d$$



- 1 – прямоугольная апертура;
- 2 – цилиндрическая;
- 3 – гауссова.

Апертурно-частотная характеристика ФЭП



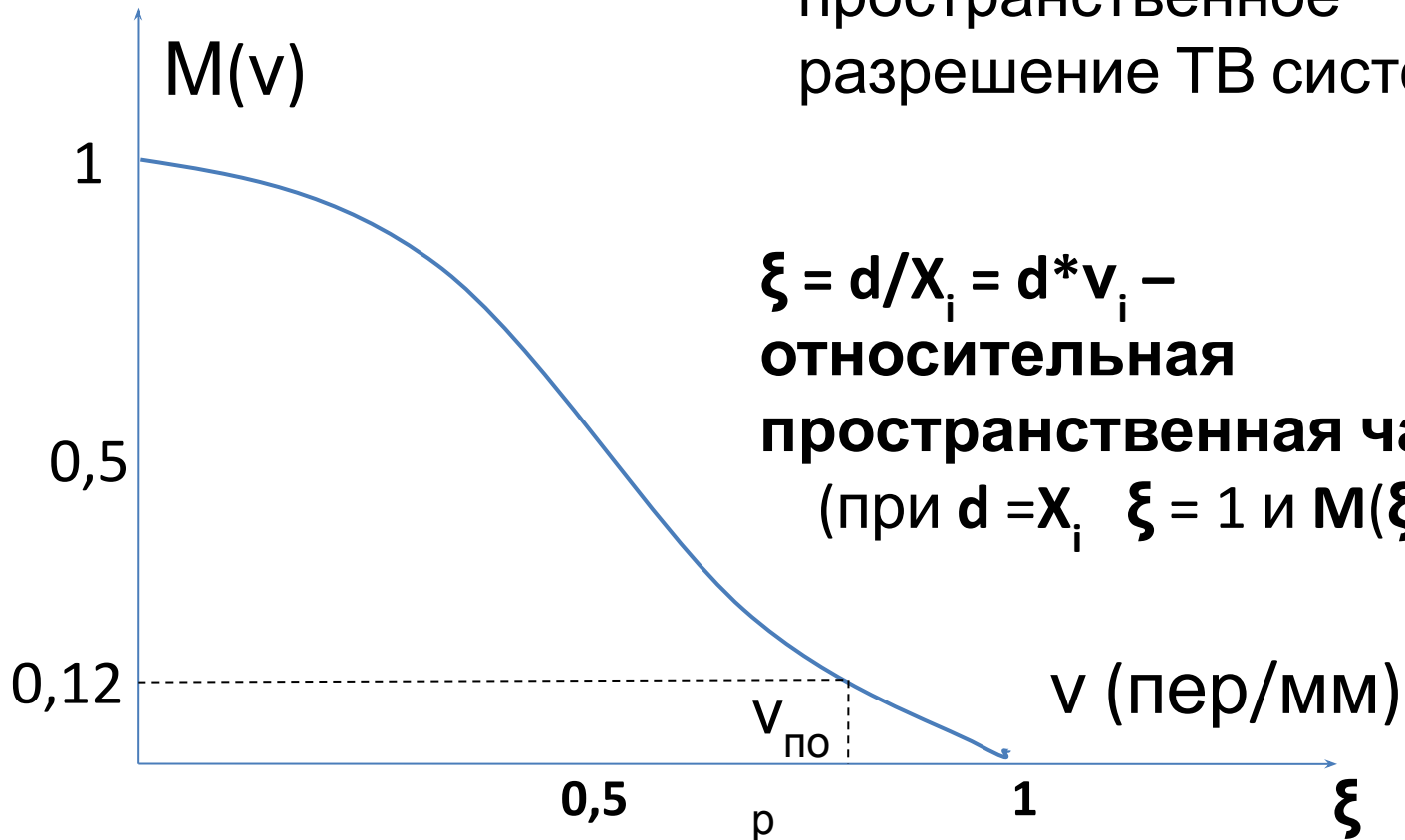
- d – размер развертывающей апертуры;
- $X_i = 2d_i$ – переменный шаг штриховой миры;
- $v_i = 1/X_i$ – пространственная частота миры;
- Глубина модуляции видеосигнала

$$M = \frac{i_{\max} - i_{\min}}{i_{\max} + i_{\min}}$$

- Если изображение представляет собой вертикальную штриховую миру с переменным шагом, то при увеличении пространственной частоты миры увеличивается частота сигнала и **уменьшается** глубина модуляции M (при $X_i/2 < d$).

АЧХ ФЭП

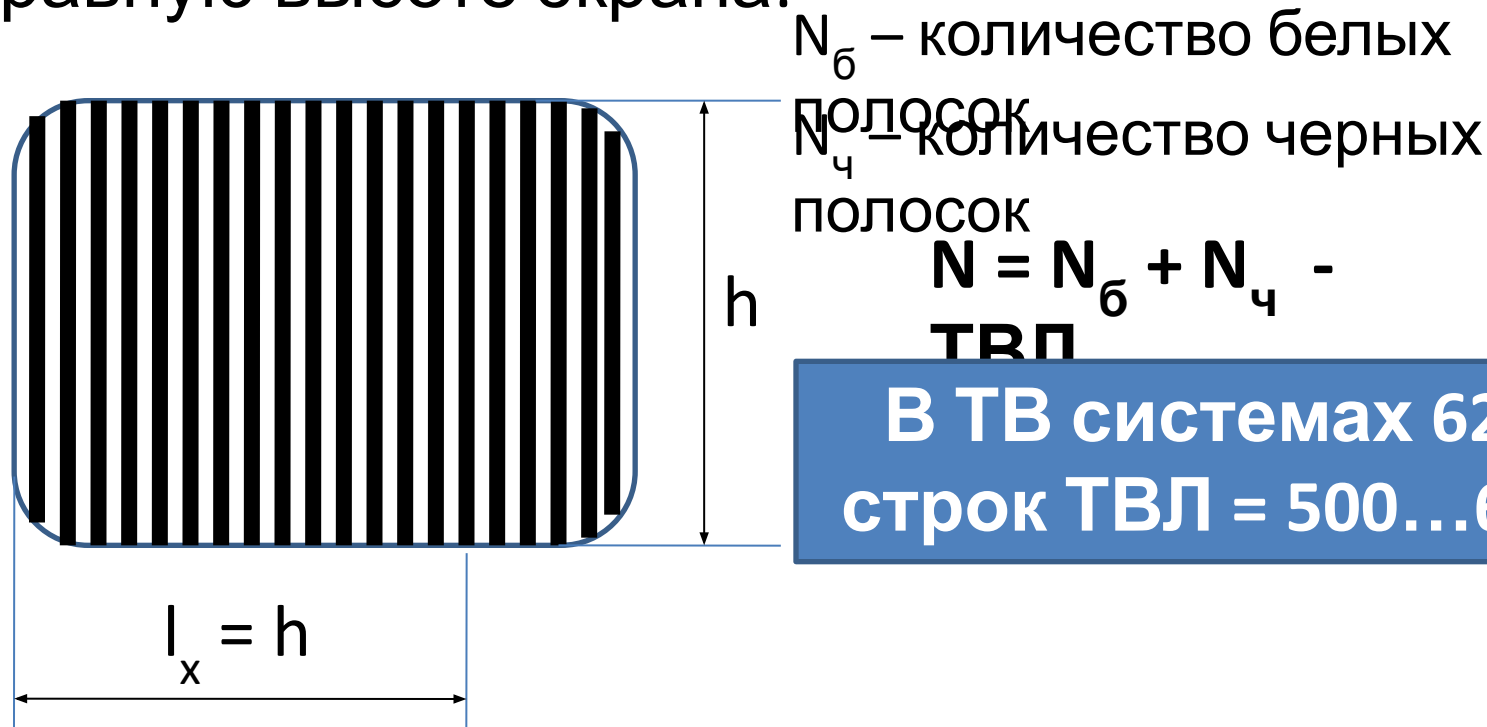
$M = 0,12$ – отчетный уровень – определяет пространственное разрешение ТВ системы



$\xi = d/\lambda_i = d \cdot v_i$ – относительная пространственная частота
(при $d = \lambda_i$ $\xi = 1$ и $M(\xi) = 0$)

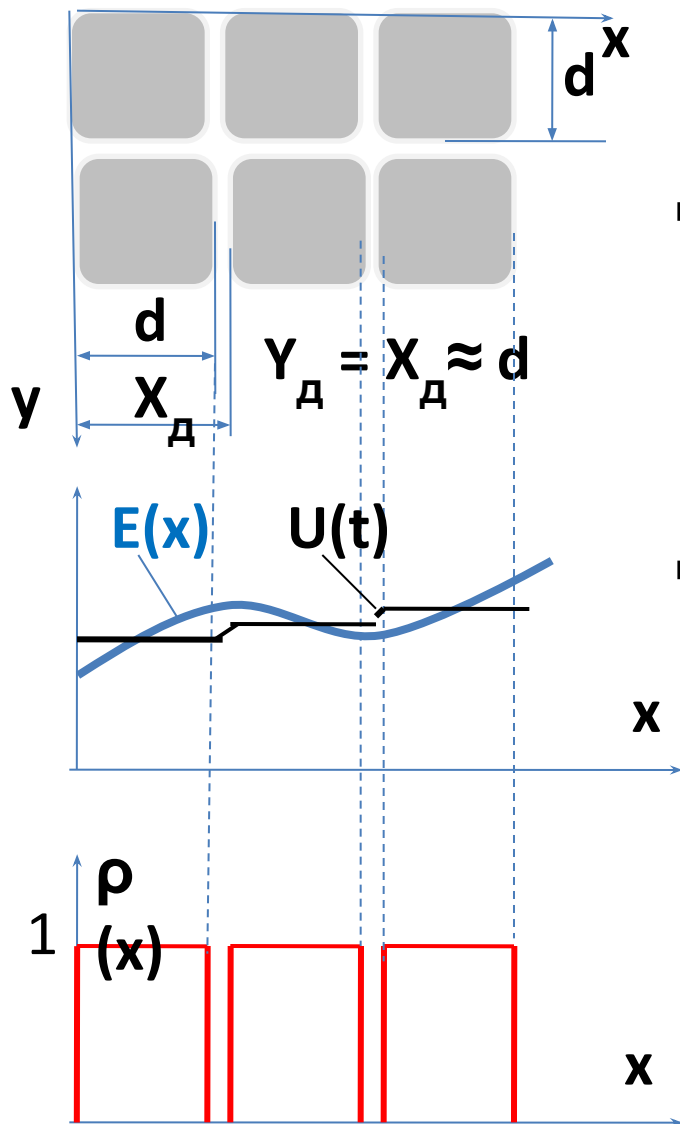
Пространственное разрешение ТВ системы в телевизионных линиях (ТВЛ)

- ТВЛ – количество различаемых черных и белых штрихов штриховой миры, приходящихся на длину строки (вдоль X), равную высоте экрана:



**В ТВ системах 625
строк ТВЛ = 500...650**

Особенности АЧХ ПЗС матрицы



ПЗС матрица производит дискретизацию изображения $E(x, y)$ с шагом X_d (Y_d), что соответствует частоте дискретизации $\nu_d = 1/X_d$.

АЧХ - как при АИМ1

