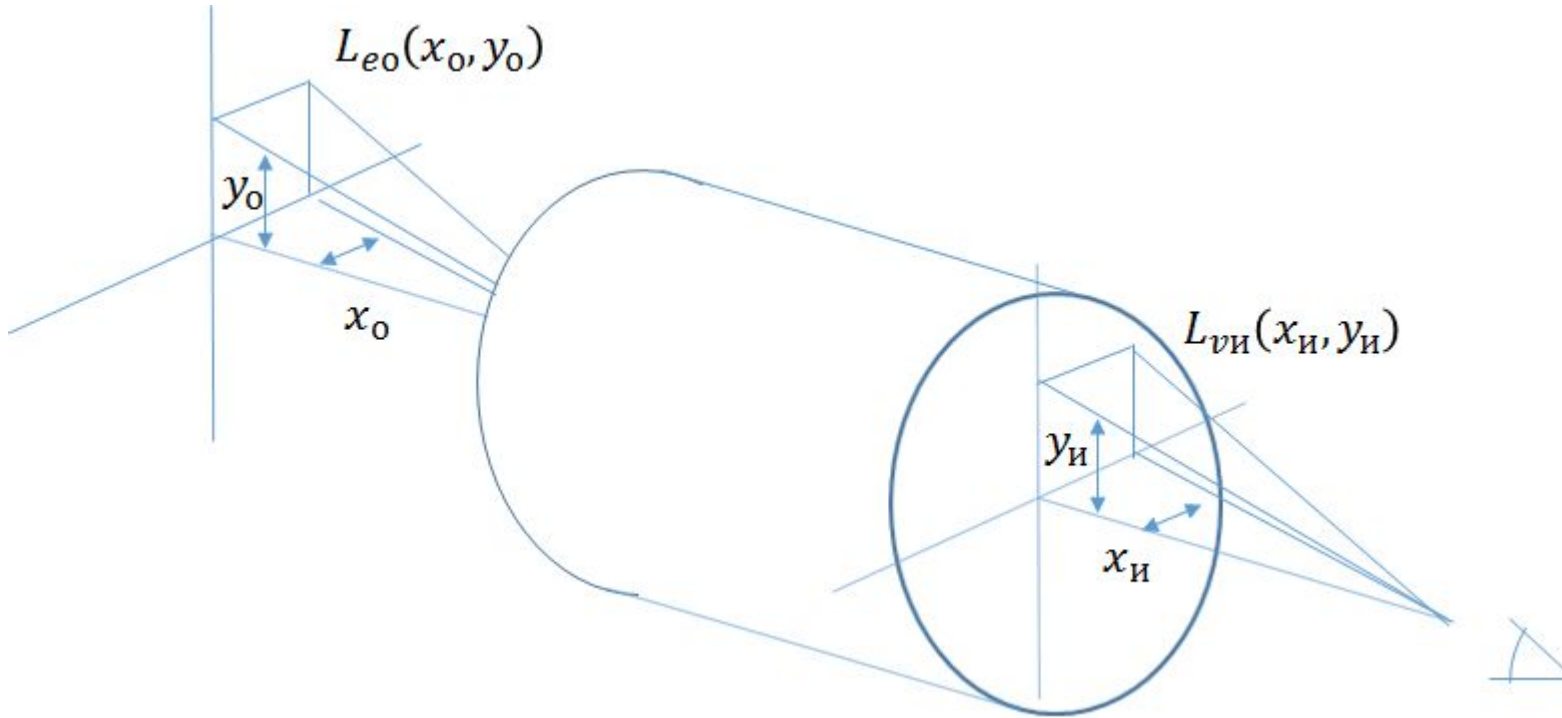


# Формирование изображений в системах видеоэлектроники

Пространственные координаты в плоскости объекта и изображения



$$x_{и} = Mx_0$$

$$y_{и} = My_0$$

$M$  – масштабный множитель

$$L_{vи} = \eta_L L_{eo}$$

$\eta_L$  – коэффициент  
преобразования по  
яркости

Далее принимаем  $M = 1$  и  $\eta_L = 1$

$$L_{vH} = \frac{\Phi_{v\varepsilon 0}}{\pi A_{\varepsilon 0}} = \frac{P\eta_{CB}}{\pi A_{\varepsilon 0 \varepsilon}} = \frac{U i \eta_{CB}}{\pi A_{\varepsilon 0 \varepsilon}} = \frac{U_{\text{ПИ}} K_{\text{УС}} i \eta_{CB}}{\pi A_{\varepsilon 0 \varepsilon}} = \frac{\Phi_e \text{ЭПИ} S K_{\text{УС}} i \eta_{CB}}{\pi A_{\varepsilon 0 \varepsilon}} = \frac{E_e A_{\text{ЭПИ}} S K_{\text{УС}} i \eta_{CB}}{\pi A_{\varepsilon 0 \varepsilon}} = \frac{E_e S K_{\text{УС}} i \eta_{CB}}{\pi M^2} = \eta_L E_e = \frac{\eta_L \pi O^2 \tau_{\text{атм}} \tau_0 L_{e0}}{4}$$

# Формирование изображений в системах видеоэлектроники

## Распределение яркости в пространстве предметов

$$L_e = f(x, y, z, t, \lambda)$$

- $x, y$  – ограничены полем зрения системы
- $z$  – глубина не имеет значения, если это не стереоскопическая система
- $t$  – наблюдение проводится в течение конечного промежутка времени
- $\lambda$  – спектральный диапазон ограничен природой излучателя (вторичного излучателя), средой, спектральной чувствительностью системы

Область определения  $L_e(x, y, z, t, \lambda)$  – ограничена

# Формирование изображений в системах видеоэлектроники

## Описание реакции системы на сигналы

Математический аппарат – теория линейной фильтрации, если выполняется условие

$$Q\{c_1 L_{e1}(x, y) + c_2 L_{e2}(x, y)\} = c_1 Q\{L_{e1}(x, y)\} + c_2 Q\{L_{e2}(x, y)\}$$

$Q\{\cdot\}$  – оператор действия системы видеоэлектроники

$L_e(x, y) = \iint_{-\infty}^{\infty} L_e(\xi, \eta) \delta(x - \xi) \delta(y - \eta) d\xi d\eta$  – формальная запись распределения яркости:  
бесконечная сумма взвешенных дельта-функций

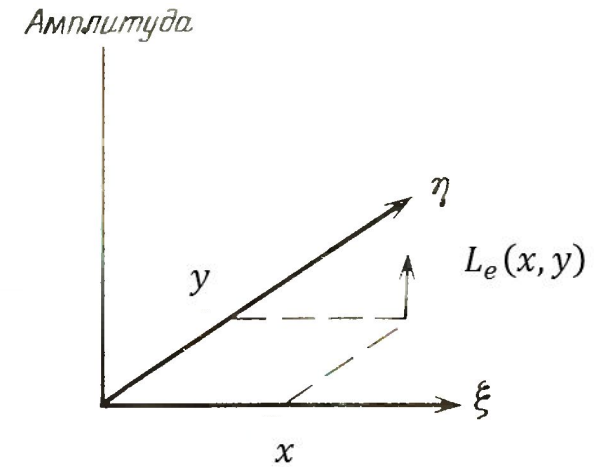
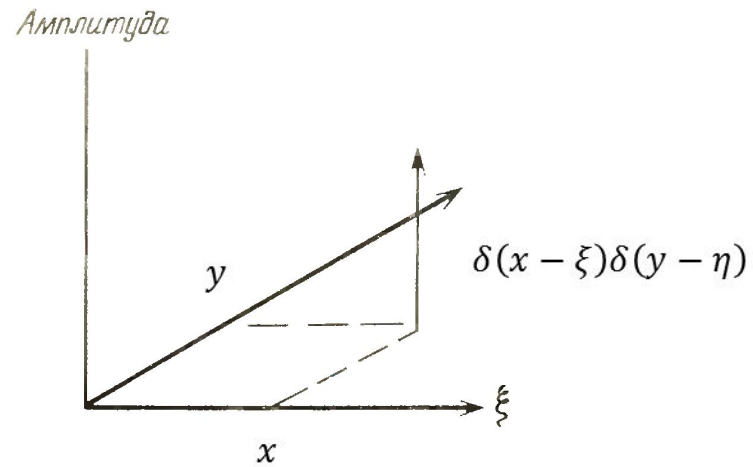
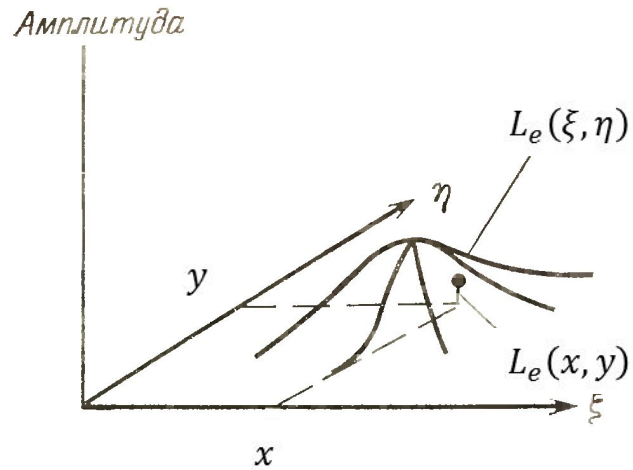
$\delta(x - \xi) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \exp[j\omega(x - \xi)] d\omega$  – дельта-функция Дирака

$\delta(x - \xi) = \begin{cases} \infty, & \text{при } x = \xi \\ 0, & \text{при } x \neq \xi \end{cases}$  – значения дельта-функция Дирака

$\int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} \delta(x) dx = 1$  при  $\varepsilon > 0$

# Формирование изображений в системах видеоэлектроники

## Описание реакции системы на сигналы



# Формирование изображений в системах видеоэлектроники

## Описание реакции системы на сигналы

Распределение яркости в выходном изображении для линейной

$$L_{\text{вн}}(x_{\text{н}}, y_{\text{н}}) = Q\{L_{e_0}(x_0, y_0)\} = Q \left\{ \iint_{-\infty}^{\infty} L_{e_0}(\xi, \eta) \delta(x_0 - \xi) \delta(y_0 - \eta) d\xi d\eta \right\} = \iint_{-\infty}^{\infty} L_{e_0}(\xi, \eta) Q\{\delta(x_0 - \xi) \delta(y_0 - \eta)\} d\xi d\eta$$

$Q\{\delta(x_0 - \xi) \delta(y_0 - \eta)\}$  – функция рассеяния точки или импульсная реакция системы

$$L_{\text{вн}}(x_{\text{н}}, y_{\text{н}}, t_{\text{н}}) = \iiint_{-\infty}^{\infty} L_{e_0}(\xi, \eta, \tau) Q\{\delta(x_0 - \xi) \delta(y_0 - \eta) \delta(t_0 - \tau)\} d\xi d\eta d\tau$$
 – обобщенный случай с учетом времени

# Формирование изображений в системах видеоэлектроники

## Описание реакции системы на сигналы

Свертка

а

$Q\{\delta(x_o - \xi)\delta(y_o - \eta)\delta(t_o - \tau)\} = p(x_{и} - \xi, y_{и} - \eta, t_{и} - \tau)$  – импульсная реакция для линейной системы,  
инвариантной к сдвигу

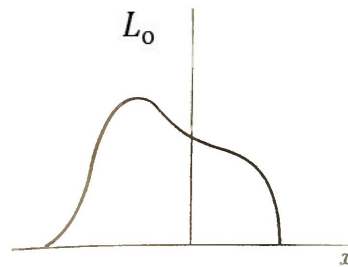
$L_{ви}(x_{и}, y_{и}, t_{и}) = \iiint_{-\infty}^{\infty} L_{eo}(\xi, \eta, \tau)p(x_{и} - \xi, y_{и} - \eta, t_{и} - \tau)d\xi d\eta d\tau$  – интеграл свертки

$L_{и}(x, y, t) = L_{o}(x, y, t) *** p(x, y, t)$  – краткая запись свертки по 3-м переменным

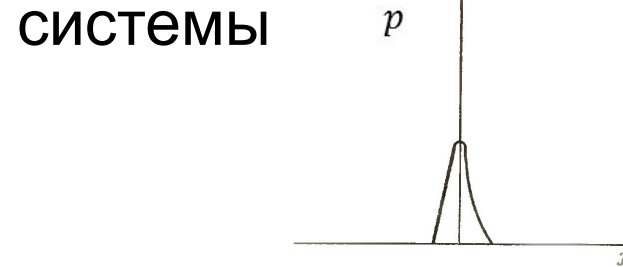
# Формирование изображений в системах видеоэлектроники

## Описание реакции системы на сигналы

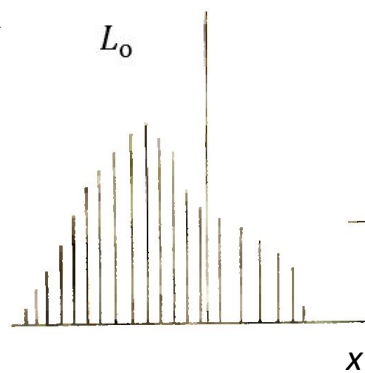
Распределение яркости в выходном изображении для линейной системы



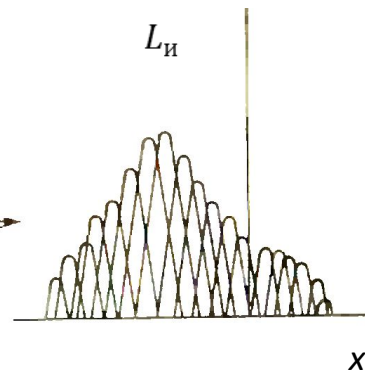
Распределение яркости  
объекта



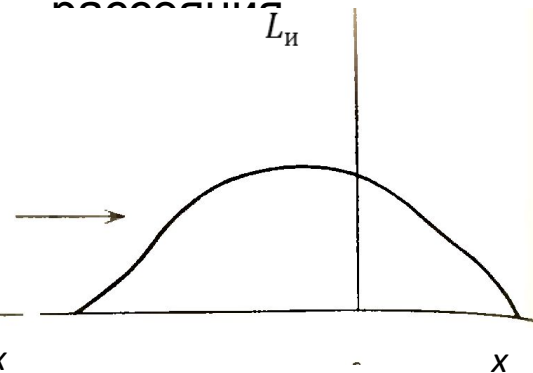
Функция  
рассеяния



Разложение  
распределения яркости  
объекта на дельта-  
функции



Замена дельта-  
функций на  
функции  
рассеяния



Суммирование