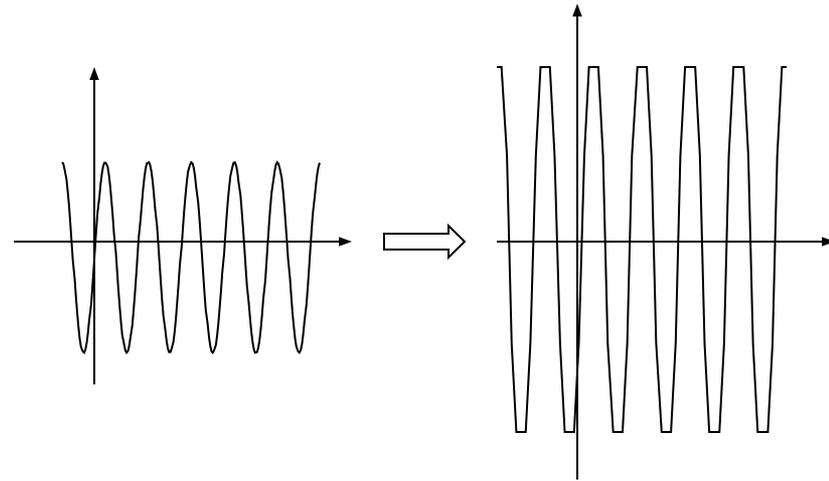
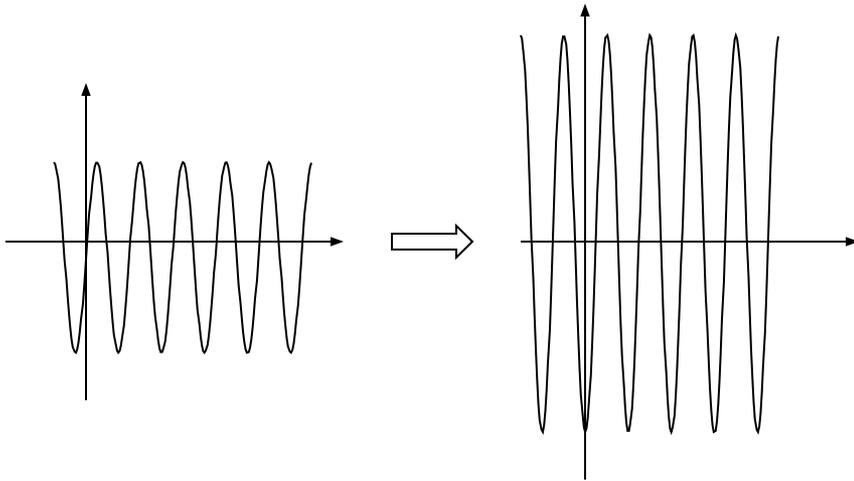


# ***Преобразование сигналов в устройствах***

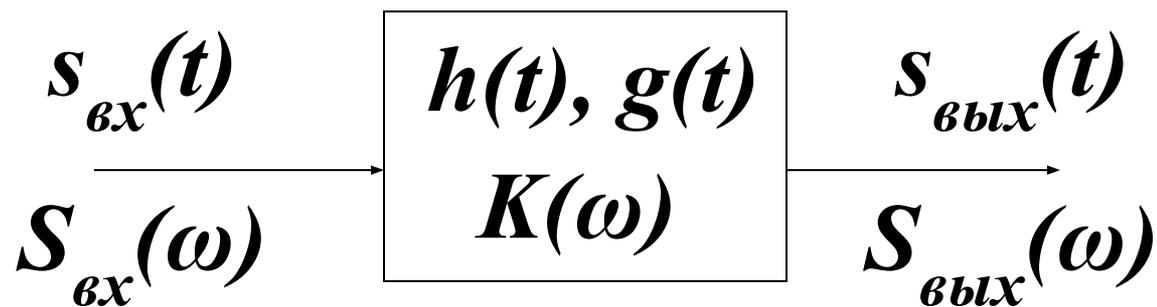
# *Устройства*

Линейные

Нелинейные



# Характеристики устройств



# Частотный коэффициент передачи

$$K(\omega) = \frac{S_{\text{ВЫХ}}(\omega)}{S_{\text{ВХ}}(\omega)}$$

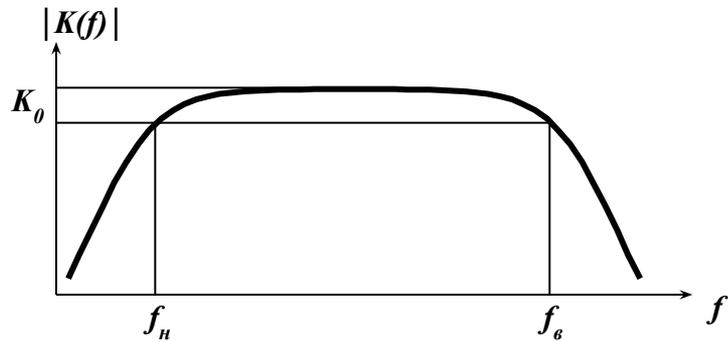
$$K(\omega) = |K(\omega)| e^{j\phi(\omega)}$$

$|K(\omega)|$  - амплитудно-частотная характеристика (АЧХ)

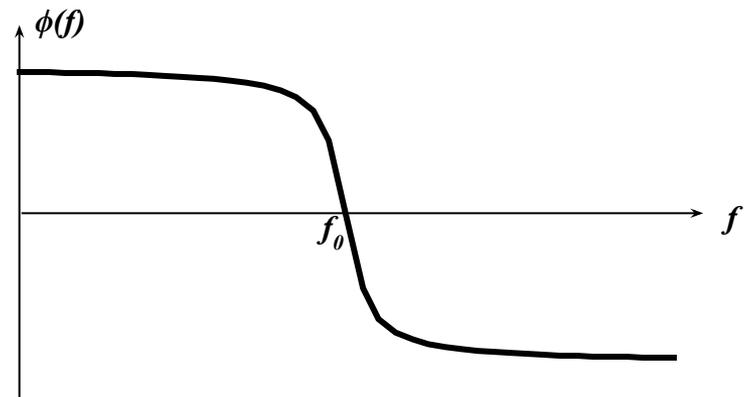
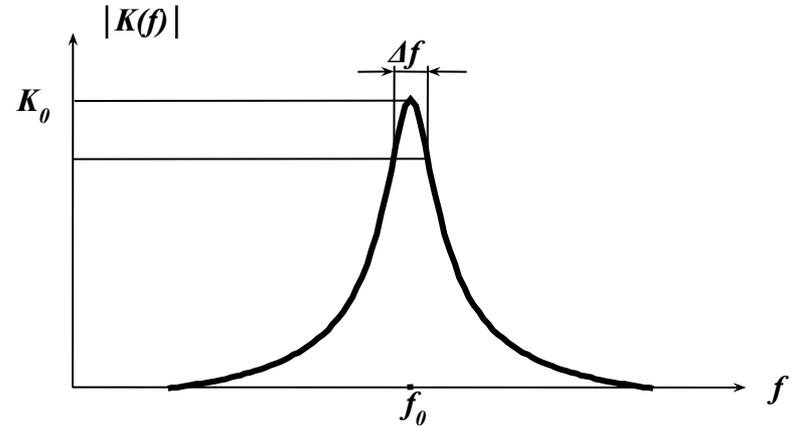
$\phi(\omega)$  - фазо-частотной характеристикой (ФЧХ)

$$K(-\omega) = K^*(\omega)$$

# Типовые АЧХ и ФЧХ



Широкополосное устройство



Узкополосное устройство

## СВОЙСТВА $K(\omega)$

$$K(\omega) = \frac{a_m (j\omega)^m + a_{m-1} (j\omega)^{m-1} + \dots + a_1 (j\omega) + a_0}{b_n (j\omega)^n + b_{n-1} (j\omega)^{n-1} + \dots + b_1 (j\omega) + b_0}$$

а)  $m \leq n$

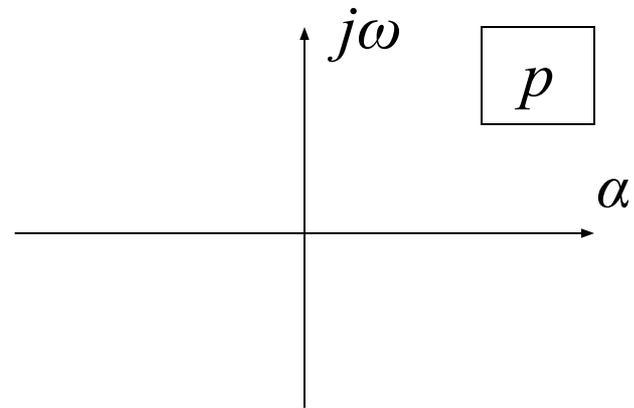
б) Нули числителя  $\omega_{01}, \omega_{02}, \dots, \omega_{0m}$  - нули передачи

в) Нули знаменателя  $\omega_{p1}, \omega_{p2}, \dots, \omega_{pn}$  - собственные частоты

г)  $t_{gp} = -\frac{d\varphi}{d\omega}$  — групповое время запаздывания (ГВЗ, задержка сигнала)

# Комплексная переменная $p$

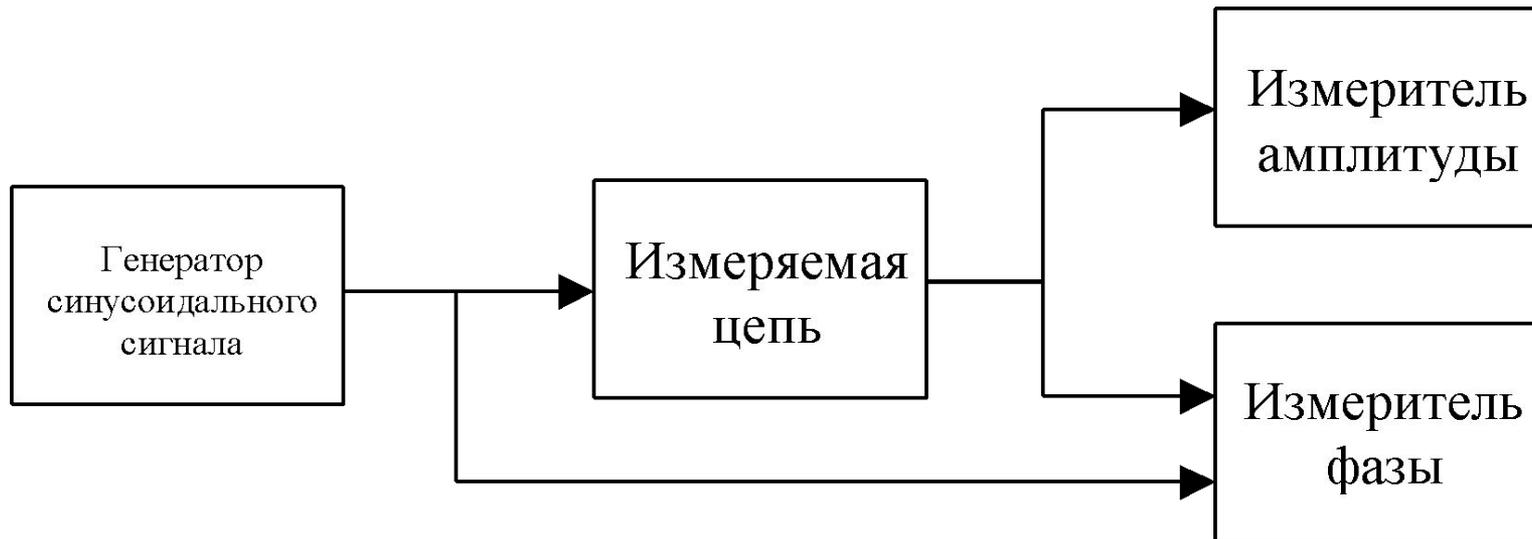
$$p = \alpha + j\omega$$



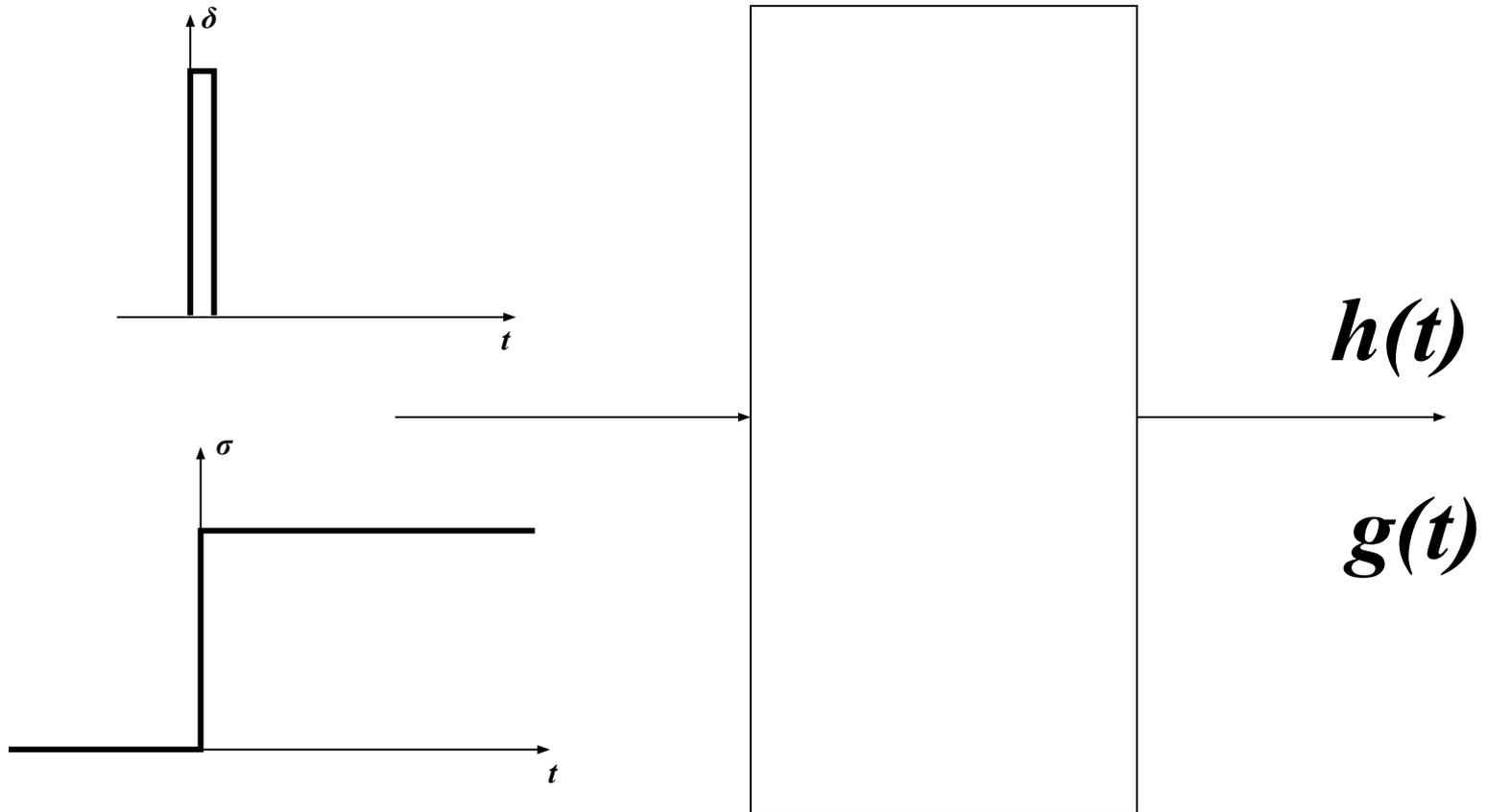
$$K(p) = \frac{a_m p^m + a_{m-1} p^{m-1} + \boxtimes + a_1 p + a_0}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \boxtimes + b_1 p + b_0}$$

$$K(p) = \frac{a_m (p - p_{01})(p - p_{02}) \boxtimes (p - p_{0m})}{b_n (p - p_{p1})(p - p_{p2}) \boxtimes (p - p_{pn})}$$

# *Измерение частотного коэффициента передачи*



# *Временные характеристики устройств*



# Свойства временных характеристик устройств

1. 
$$h(t) = \frac{dg(t)}{dt}$$

2. 
$$h(t), g(t) = 0 \text{ для } t < 0$$

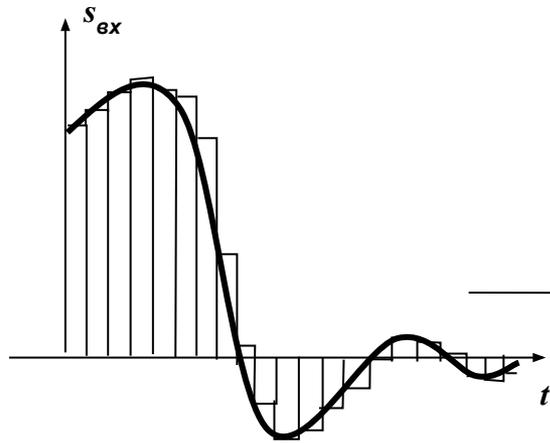
3. 
$$\int_0^{\infty} |h(t)| dt < \infty$$

# Связь между частотными и временными характеристиками устройства

$$K(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) e^{-j\omega t} dt$$

$$h(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

# Расчет сигнала на выходе с помощью импульсной характеристики



$$S_{\text{вых}}(t) = \int_0^t s_{\text{ex}}(t')h(t-t')dt' = \int_0^t s_{\text{ex}}(t-t')h(t')dt'$$

# Расчет сигнала на выходе с помощью переходной характеристики

