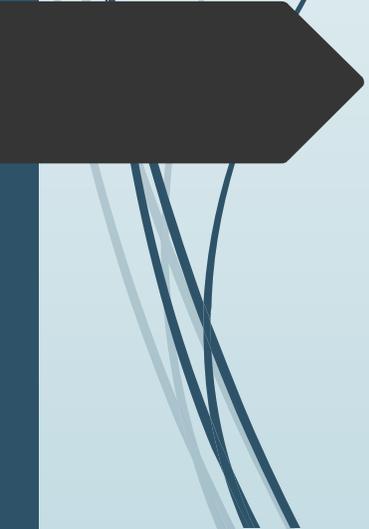


# Теория автоматического управления



Лекция 4. Типовые звенья.

# Определения

- ▣ Типовые звенья систем управления – звенья, передаточные функции которых имеют вид простых множителей или простых дробей, состоящих из полиномов первого и второго порядка, т.е.:

$$W(s) = \frac{as+b}{cs^2+ds+e}$$

- ▣ Типовыми звеньями описываются многие функциональные элементы систем управления.

# Пропорциональное (усилительное или безынерционное) звено

□

ПФ:  $W(s) = k$

ΔУ:  $y(t) = kf(t)$

АФХ:  $W(\omega) = k$

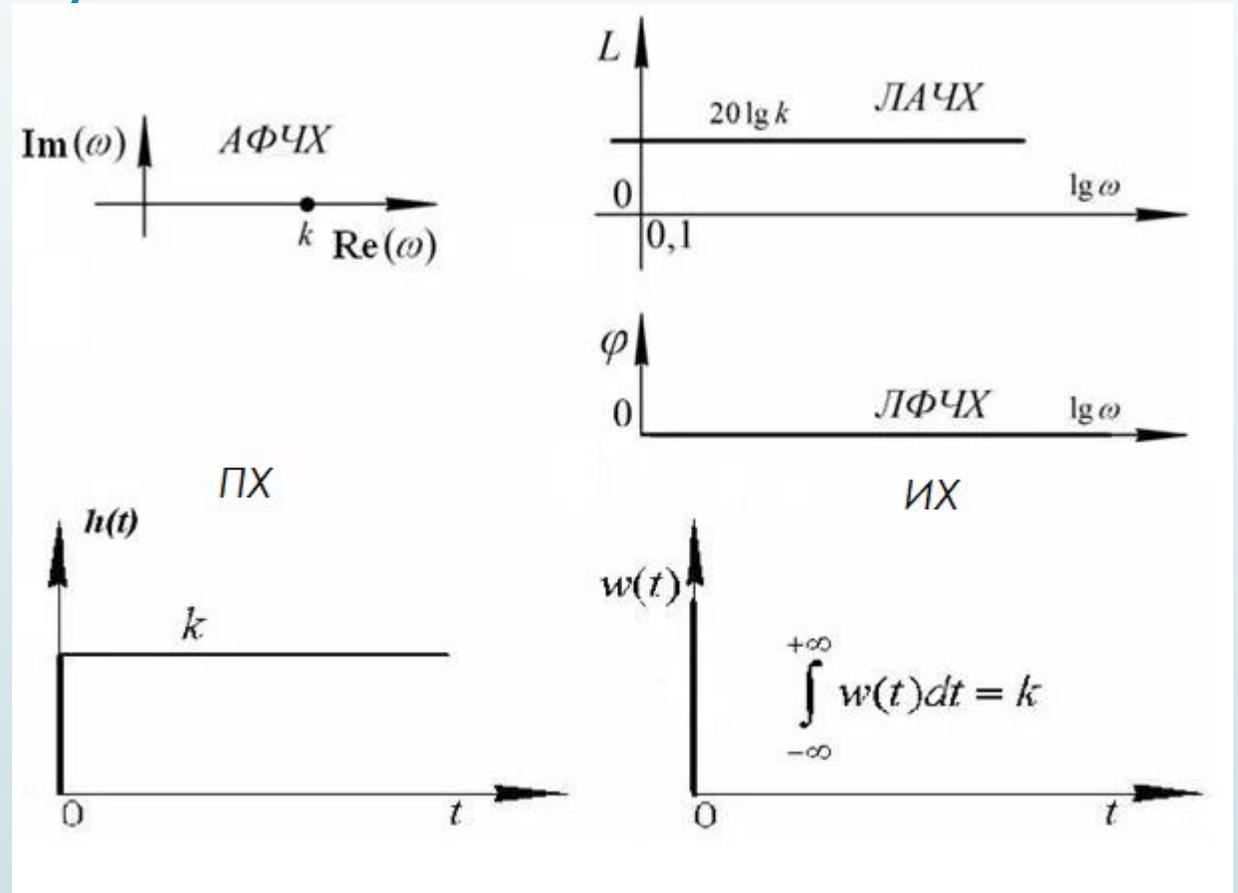
АЧХ:  $H(\omega) = k$

ФЧХ:  $\Theta(\omega) = 0^\circ$

ЛАЧХ:  $L(\omega) = 20 \lg k$

ПХ:  $h(t) = k1(t)$

ИХ:  $w(t) = k\delta(t)$



# Интегрирующее звено

МФ:  $W(s) = \frac{1}{Ts}$

ΔУ:  $y(t) = k \int f(t)$

АФХ:  $W(\omega) = \frac{1}{jT\omega}$

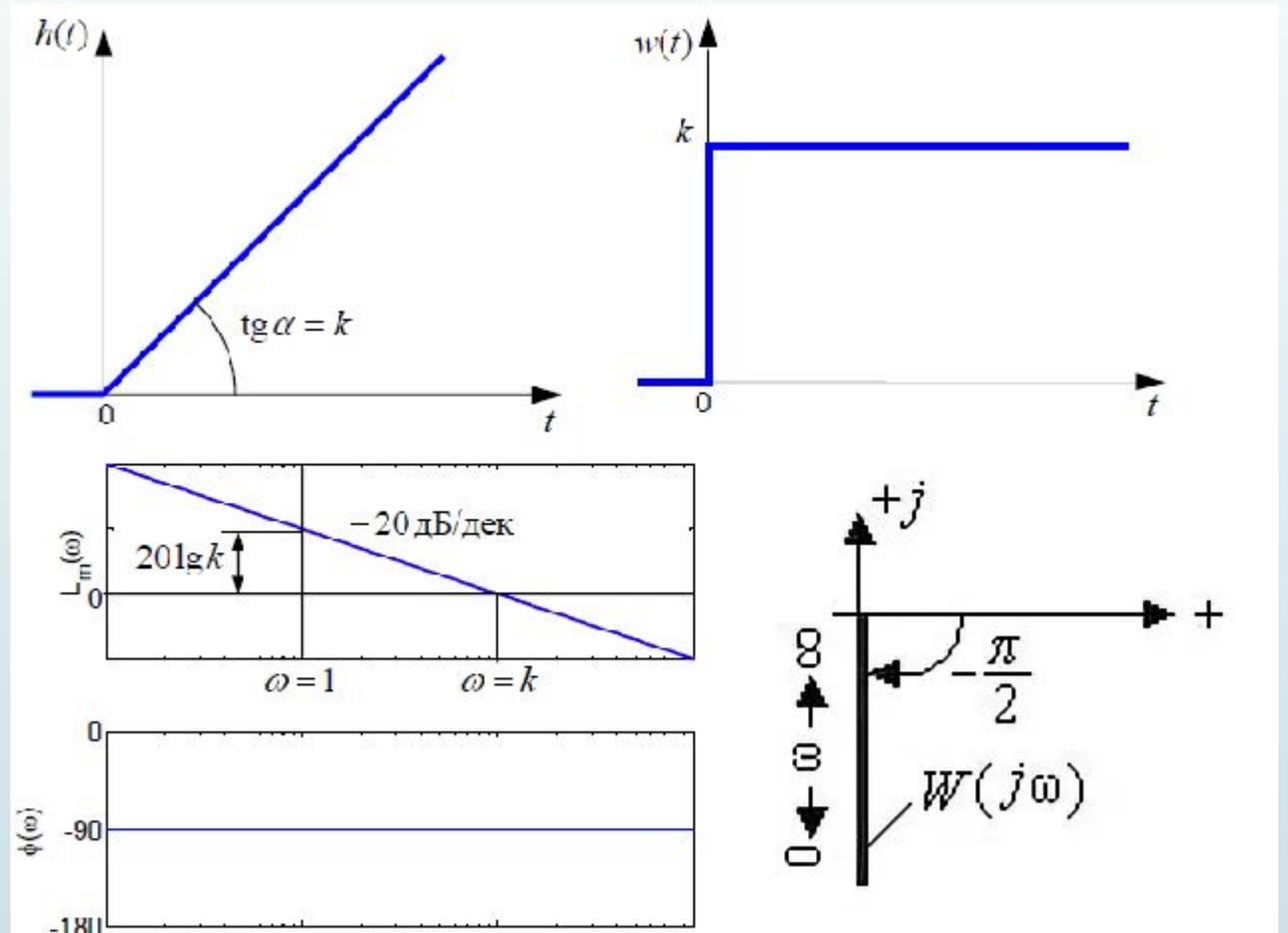
АЧХ:  $H(\omega) = \frac{1}{T\omega}$

ФЧХ:  $\theta(\omega) = -90^\circ$

ЛАЧХ:  $L(\omega) = -20 \lg T\omega$

ПХ:  $h(t) = kt$

ИХ:  $w(t) = k1(t)$



# Дифференцирующее звено

ПФ:  $W(s) = Ts$

ΔУ:  $y(t) = kf'(t)$

АФХ:  $W(\omega) = jT\omega$

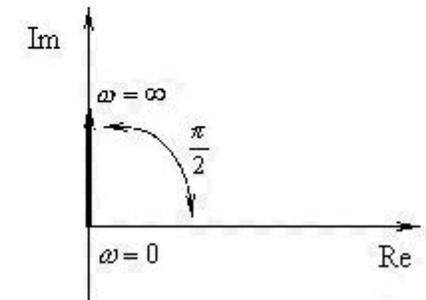
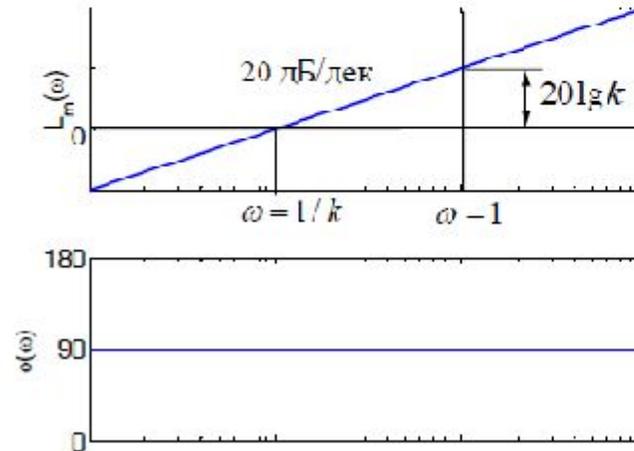
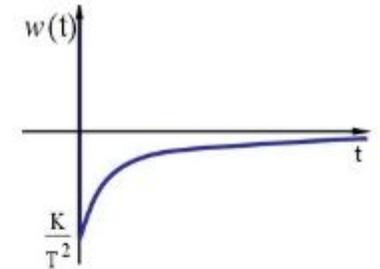
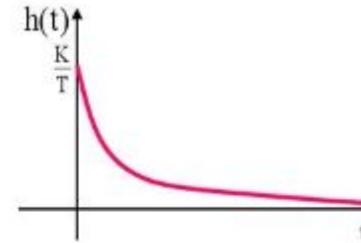
АЧХ:  $H(\omega) = T\omega$

ФЧХ:  $\Theta(\omega) = 90^\circ$

ЛАЧХ:  $L(\omega) = 20 \lg T\omega$

ПХ:  $h(t) = \frac{k}{T} e^{-t/T} 1(t)$

ИХ:  $w(t) = \frac{k}{T} \delta(t) - \frac{k}{T^2} e^{-t/T} 1(t)$



# Апериодическое звено 1-го порядка

ПФ:  $W(s) = \frac{k}{Ts+1}$

ДУ:  $Ty'(t) + y(t) = kf(t)$

АФХ:  $W(\omega) = \frac{k}{1+jT\omega}$

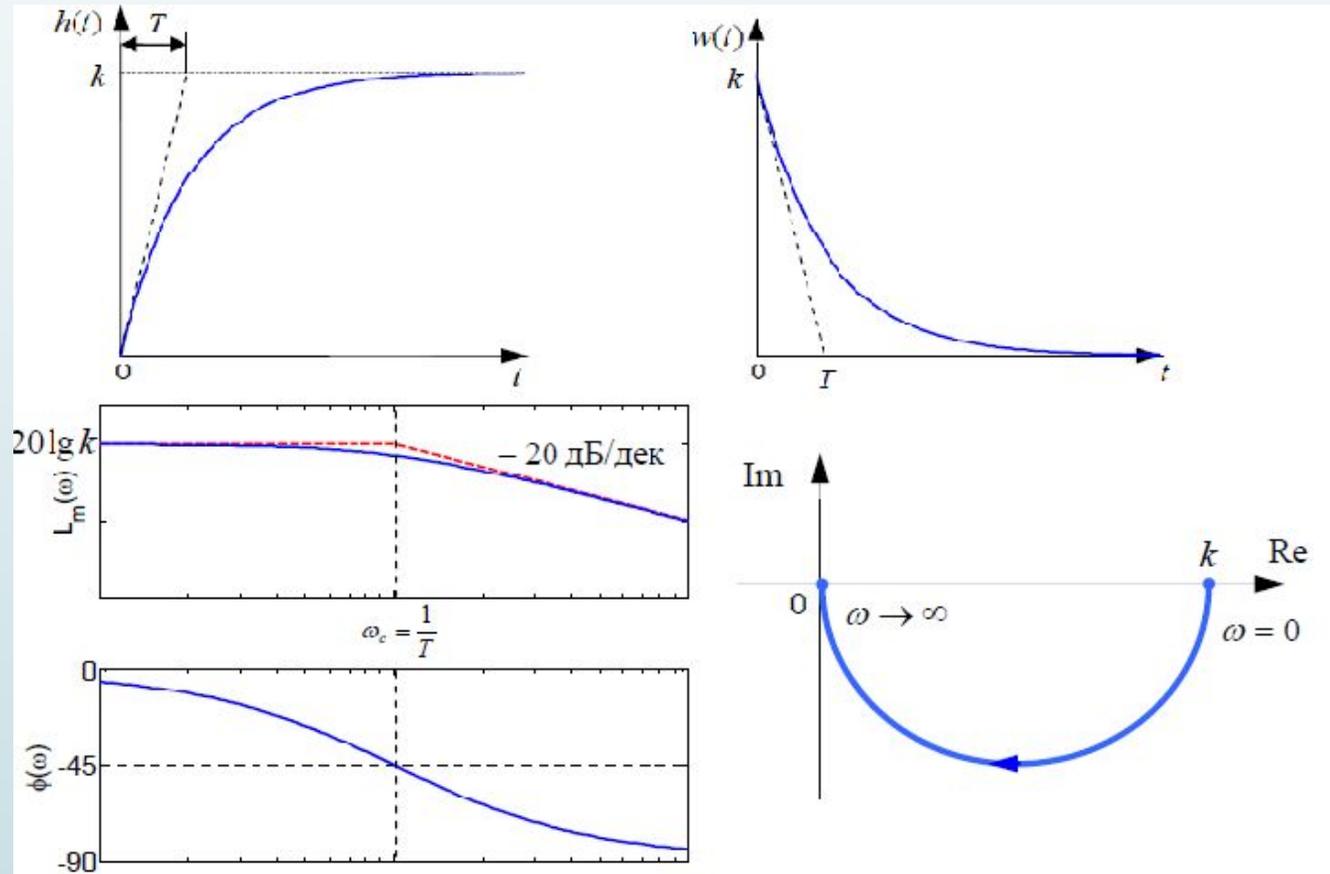
АЧХ:  $H(\omega) = \frac{k}{\sqrt{1+jT\omega}}$

ФЧХ:  $\Theta(\omega) = -\arctg(T\omega)$

ЛАЧХ:  $L(\omega) = 20\lg k - 20\lg T\omega$

ПХ:  $h(t) = k(1 - e^{-t/T})$

ИХ:  $w(t) = \frac{k}{T}e^{-t/T}$



# Апериодическое звено 2-го порядка

ПФ:  $W(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi T s + 1}$

ДУ:  $T^2 y''(t) + 2\xi T y'(t) + y(t) = k f(t)$

АФХ:  $W(\omega) = \frac{k}{2\xi T j\omega - T^2 \omega^2 + 1}$

АЧХ:  $H(\omega) = \frac{k}{\sqrt{(1 - T^2 \omega^2)^2 + (2\xi T \omega)^2}}$

ФЧХ:  $\Theta(\omega) = \begin{cases} -\arctg \frac{2\xi T \omega}{1 - T^2 \omega^2} & \text{при } \omega \leq \frac{1}{T} \\ -\pi + \arctg \frac{2\xi T \omega}{1 - T^2 \omega^2} & \text{при } \omega \geq \frac{1}{T} \end{cases}$

ЛАЧХ:  $L(\omega) = 20 \lg k - 20 \lg \sqrt{(1 - T^2 \omega^2)^2 + (2\xi T \omega)^2}$

