

Решение задач Линейные динамические системы

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ, ТЕПЛОТЕХНИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

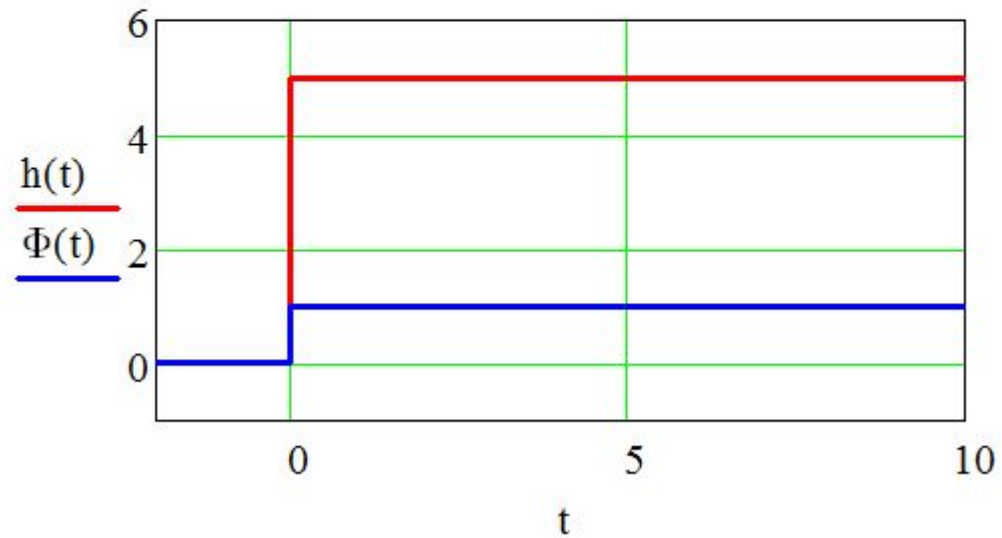
План

1. Элементарные звенья: задачи №1, 2, 3.
2. Дифференциальные уравнения линейных динамических систем: задача №4.
3. Соединения звеньев: задача №5
4. Устойчивость линейных динамических систем: задача №6

Задача №1

$k_p := 5$

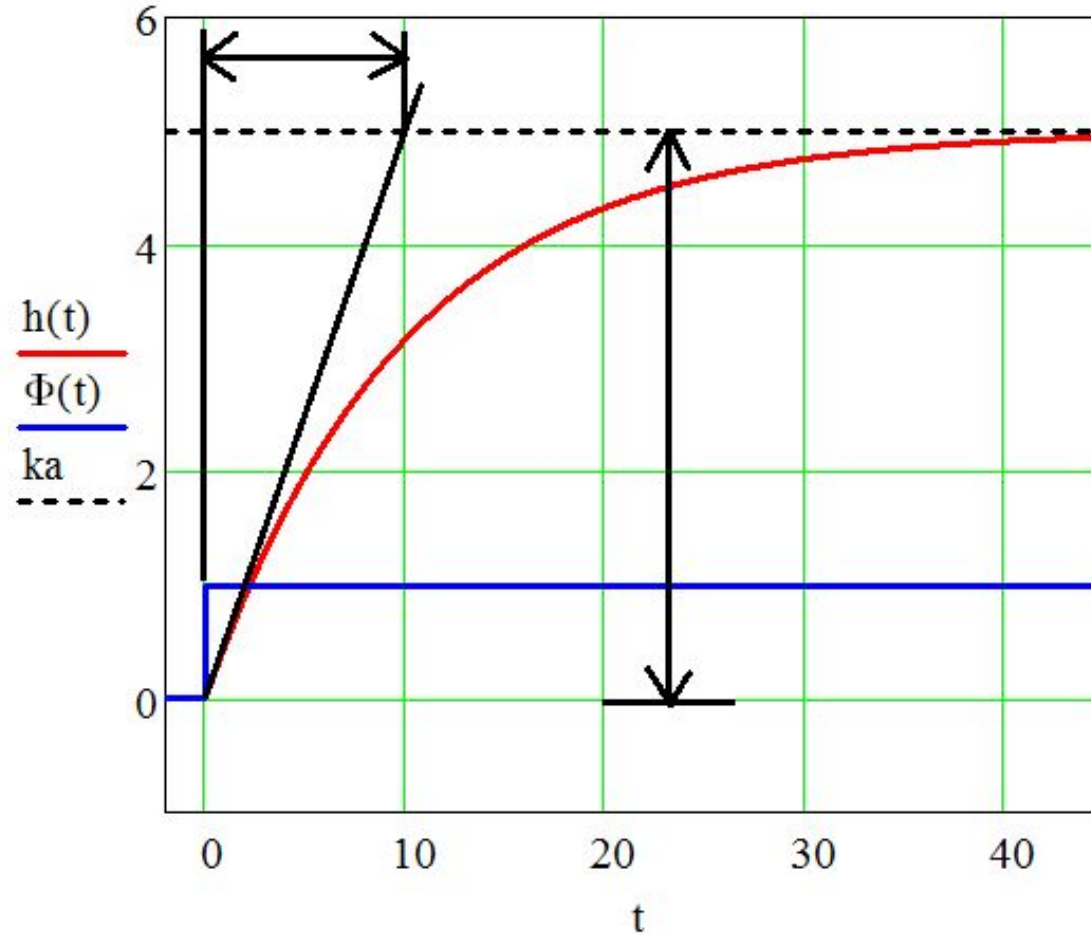
$h(t) := k_p \cdot \Phi(t) \quad t := -2, -1.99 .. 10$



Задача №2

$$ka := 5 \quad Ta := 10$$

$$h(t) := ka \cdot \left(1 - e^{\frac{-t}{Ta}}\right) \cdot \Phi(t) \quad t := -2, -1.99 .. 45$$

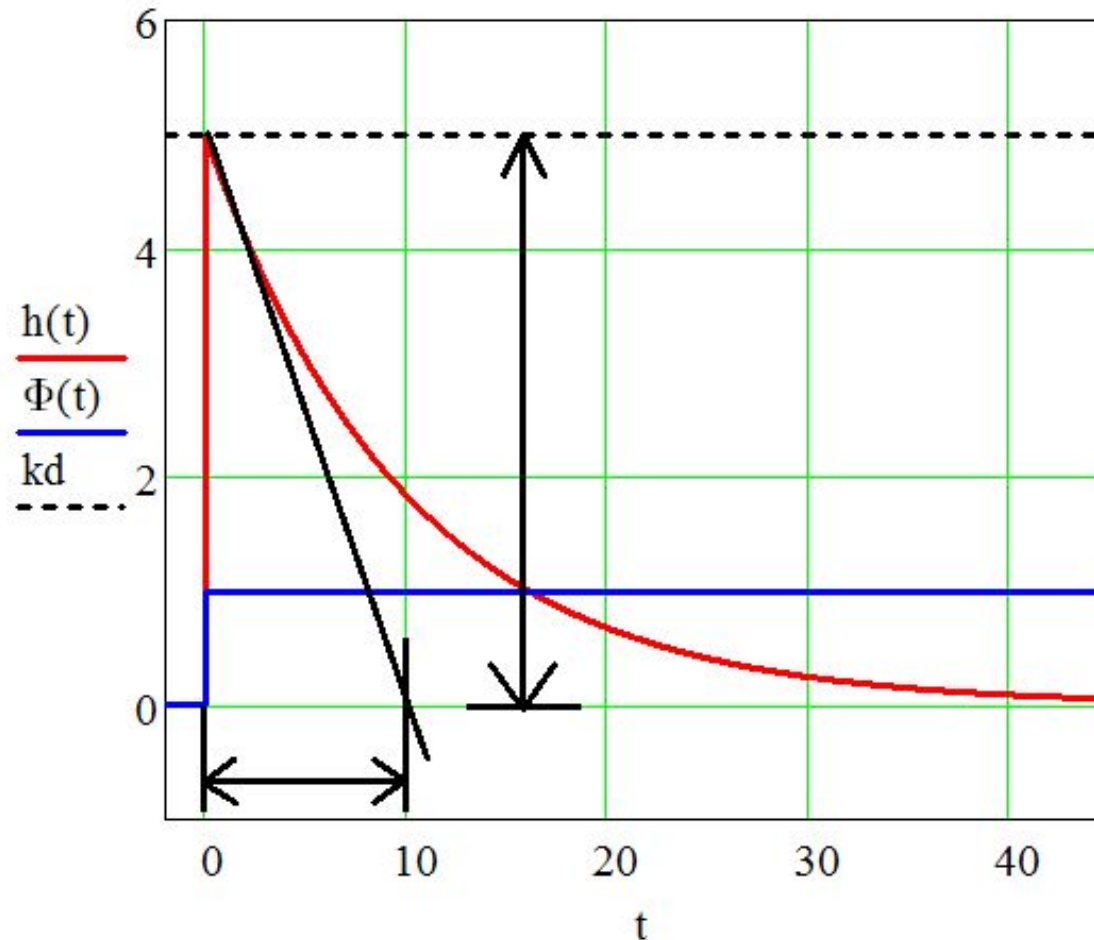


Задача №3

$$k_d := 5 \quad T_d := 10$$

$$h(t) := k_d \cdot e^{-\frac{t}{T_d}} \cdot \Phi(t)$$

$$t := -2, -1.99 .. 45$$



Задача №4

$$y' + 3y = 4x \quad x(t) = 1(t)$$



$$sY(s) + 3Y(s) = 4X(s)$$

$$Y(s)(s + 3) = 4X(s)$$

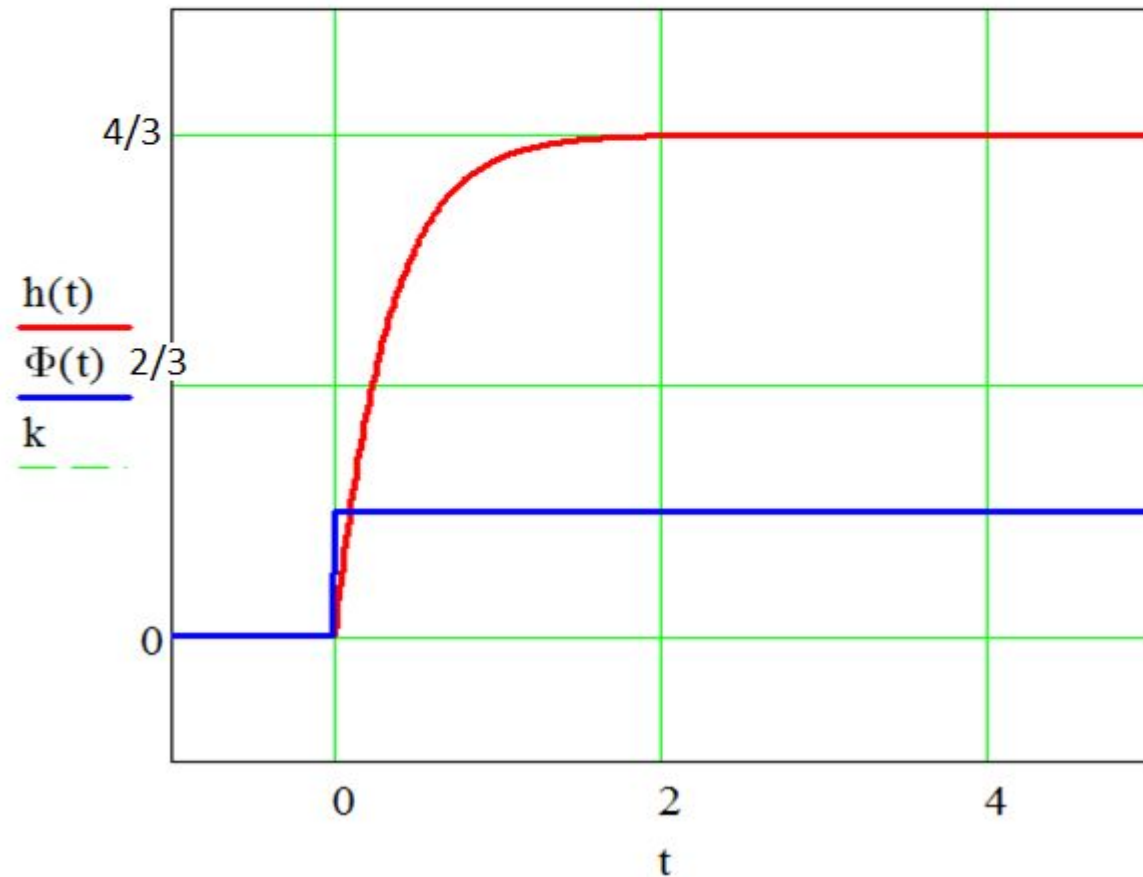


$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{4}{s + 3}$$

Задача №4

$$k_a := \frac{4}{3} \quad T_a := \frac{1}{3}$$

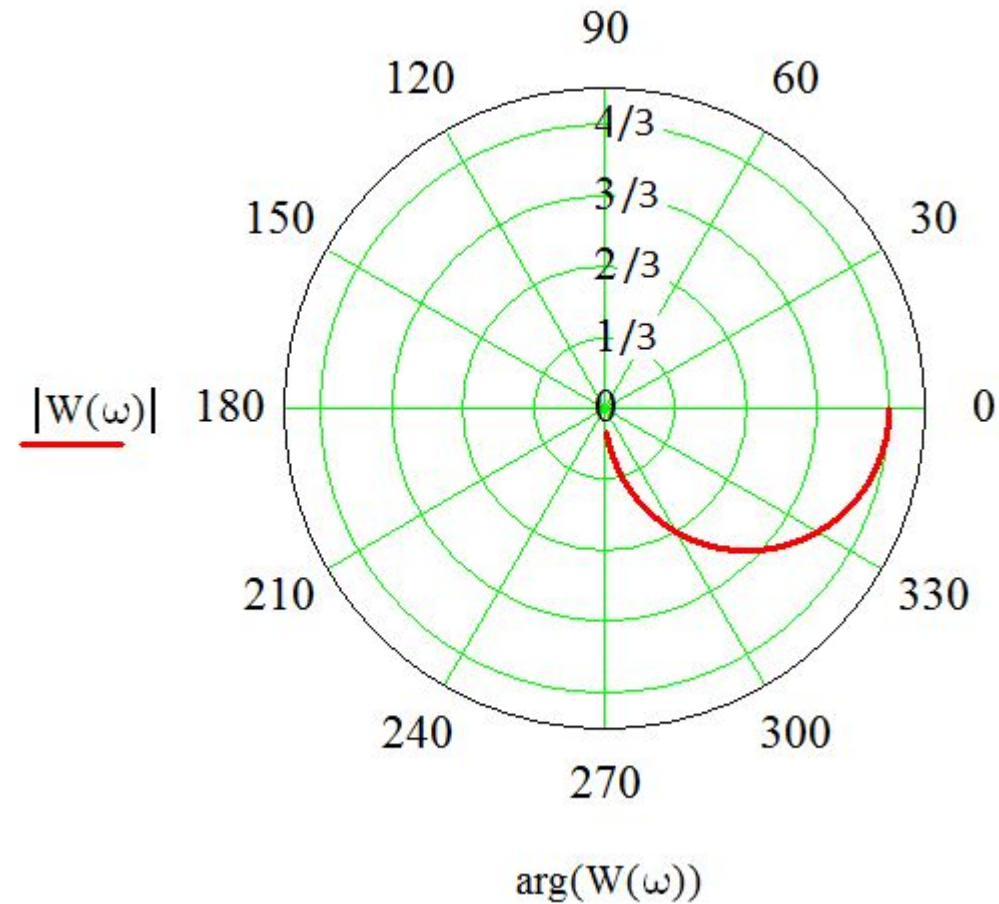
$$h(t) := k_a \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{T_a}}\right) \cdot \Phi(t) \quad t := -2, -1.99 \dots 5$$



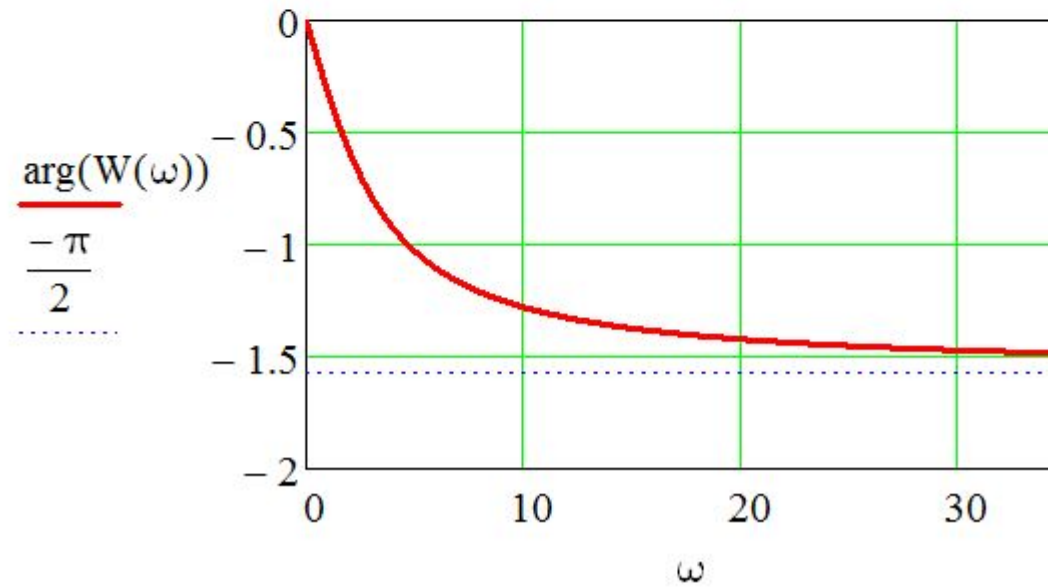
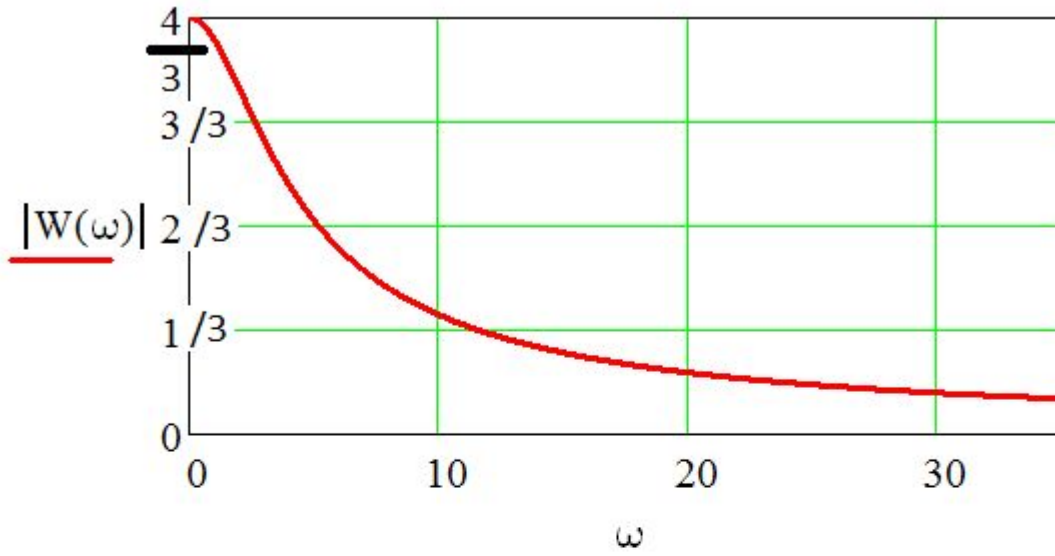
Задача №4

$$j := \sqrt{-1}$$

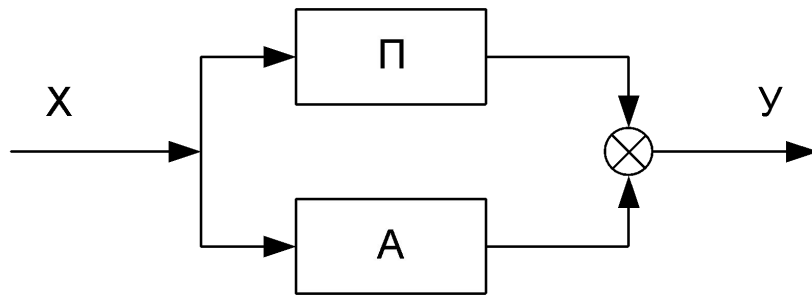
$$W(\omega) := \frac{ka}{Ta \cdot j \cdot \omega + 1} \quad \omega := 0, 0.0001 \dots 35$$



Задача №4



Задача №5

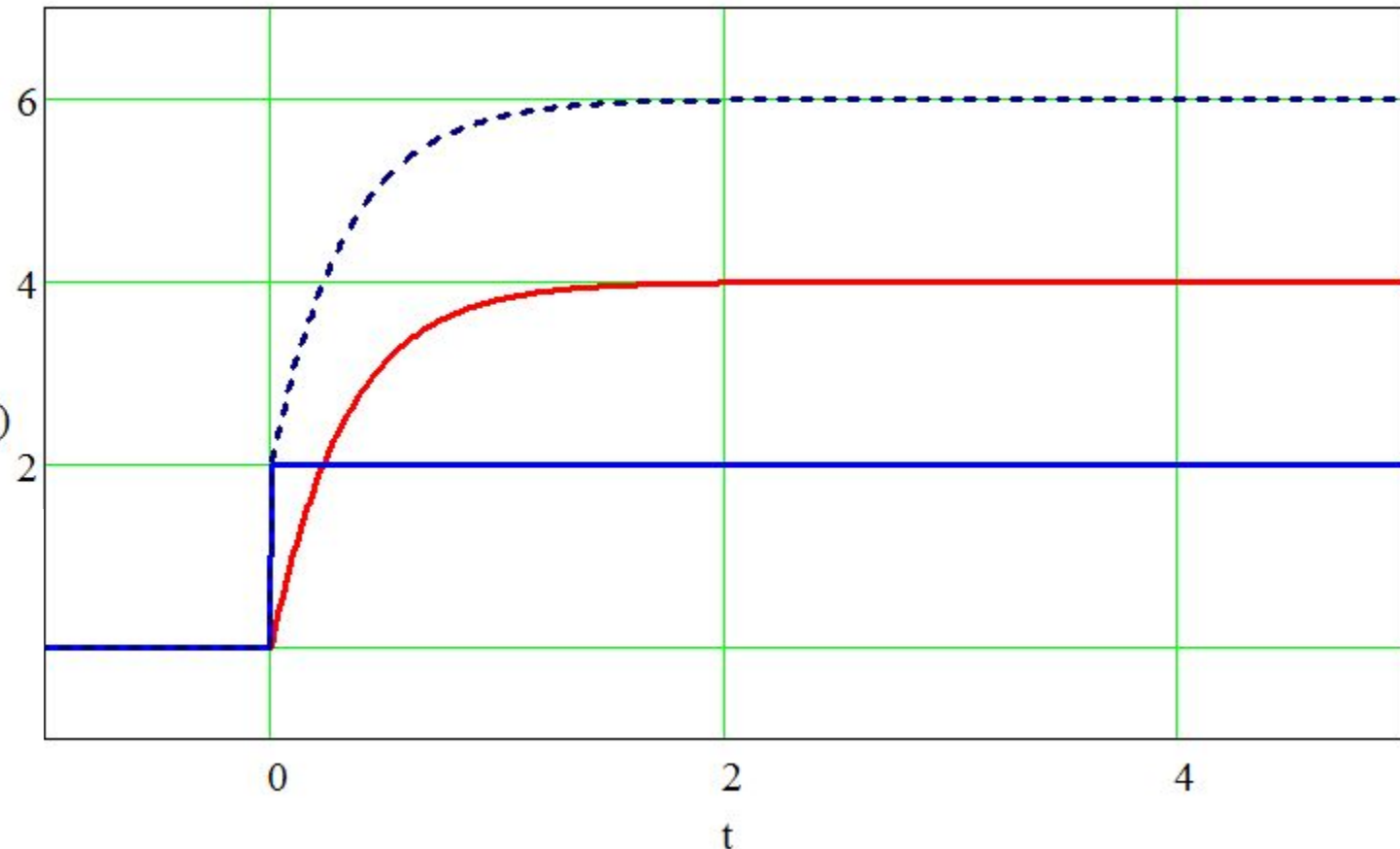


$\frac{h(t)}{2\Phi(t)}$
 $\frac{h(t)+2\Phi(t)}{2\Phi(t)}$

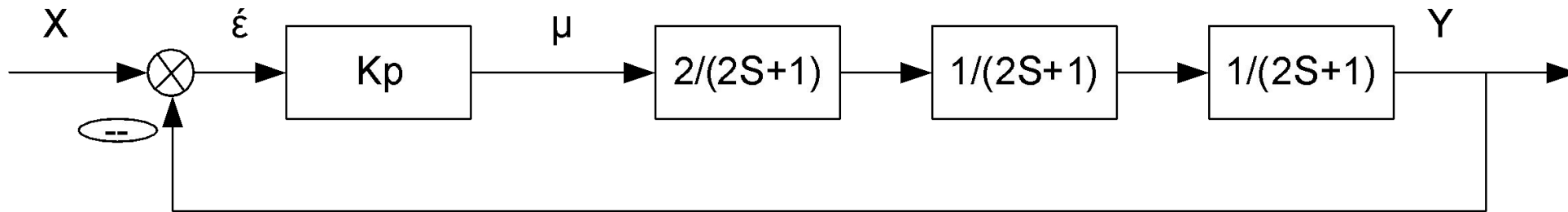
$$k_a := 4 \quad T_a := \frac{1}{3}$$

$$h(t) := k_a \cdot \left(1 - e^{\frac{-t}{T_a}}\right) \cdot \Phi(t)$$

$$t := -2, -1.99 .. 5$$



Задача №6



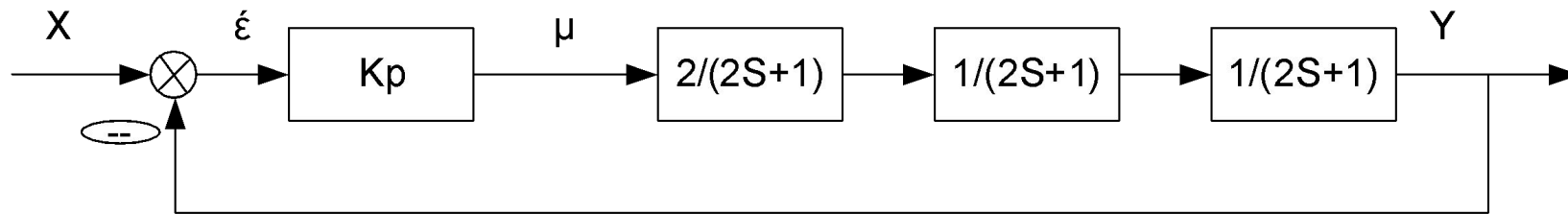
$$A_{pc}(\omega) = 1$$

$$\varphi_{pc}(\omega) = -\pi$$

$$Kp \frac{K}{\sqrt{T^2 \omega^2 + 1}^3} = 1$$

$$0 - 3 \arctg(T\omega) = -\pi$$

Задача №6



$$Kp \frac{K}{\sqrt{T^2 \omega^2 + 1}^3} = 1$$

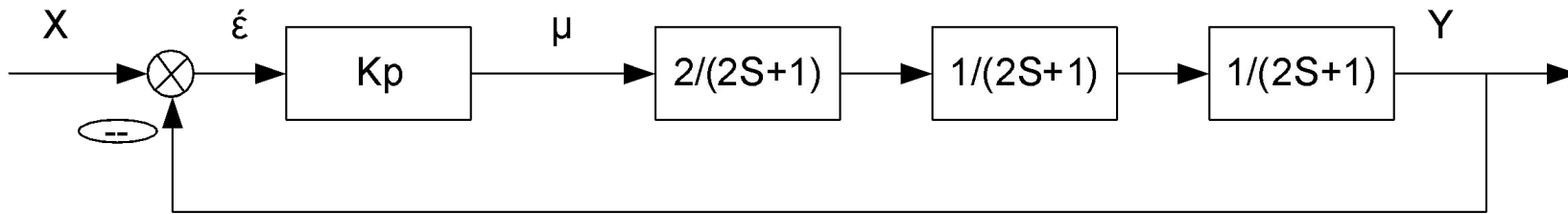
$$0 - 3 \operatorname{arctg}(T\omega) = -\pi$$



$$-3 \operatorname{arctg}(T\omega) = -\pi$$

$$\operatorname{arctg}(T\omega) = \frac{\pi}{3}$$

Задача №6



$$T\omega = \operatorname{tg} \frac{\pi}{3}; \omega = \frac{\operatorname{tg} \frac{\pi}{3}}{T} \quad \longrightarrow \quad \omega = \frac{\operatorname{tg} \frac{\pi}{3}}{T} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$Kp = \frac{\sqrt{T^2\omega^2 + 1}^3}{K} = \frac{\sqrt{2^2 \frac{\sqrt{3}^2}{2^2} + 1}^3}{2} = \frac{\sqrt{4}^3}{2} = 4$$

Задача №6

