Синтез систем управления
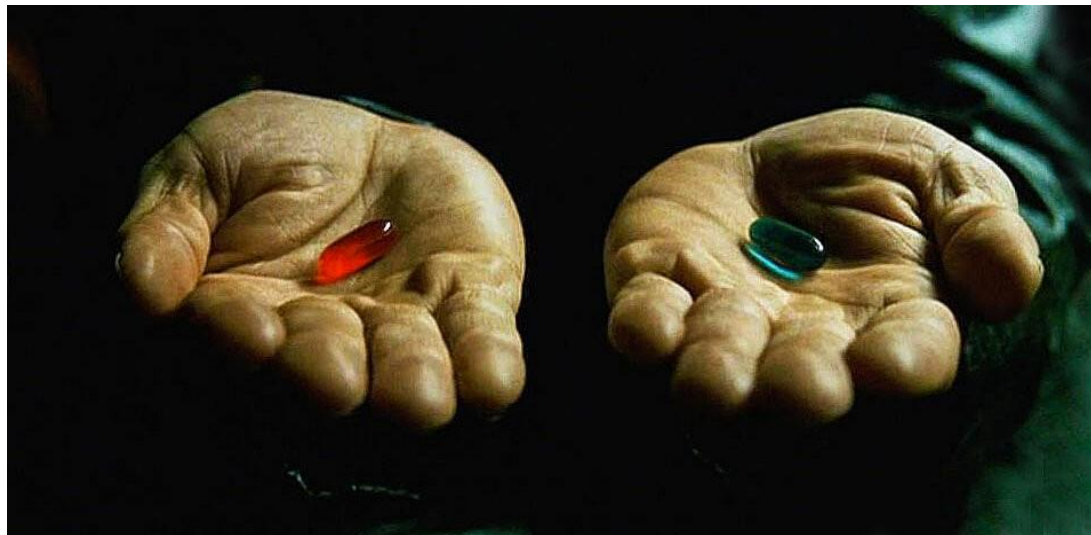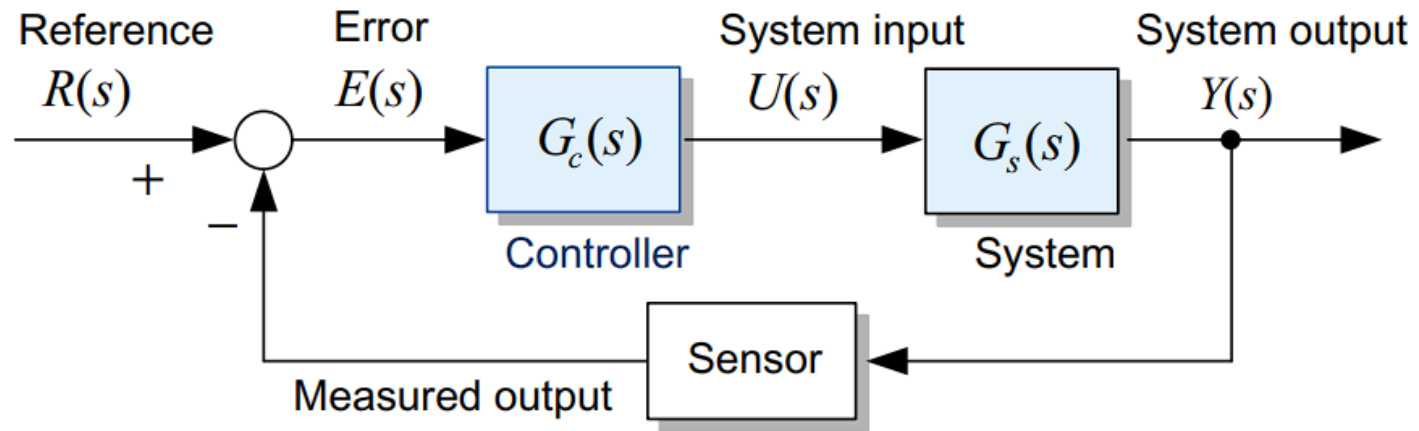
<<Электрический привод>>

Патрашевский Александр

Основные методы синтеза

- Метод научного тыка
- Настройка на оптимумы

Идея

$$\textcolor{red}{G_{ol}(s)} = G_c(s) \cdot \textcolor{purple}{G_{sys}(s)} \cdot \textcolor{blue}{G_s(s)} \qquad \longrightarrow \qquad G_c(s) = \frac{\textcolor{red}{G_{ol}(s)}}{\textcolor{purple}{G_{sys}(s)} \cdot \textcolor{blue}{G_s}}$$
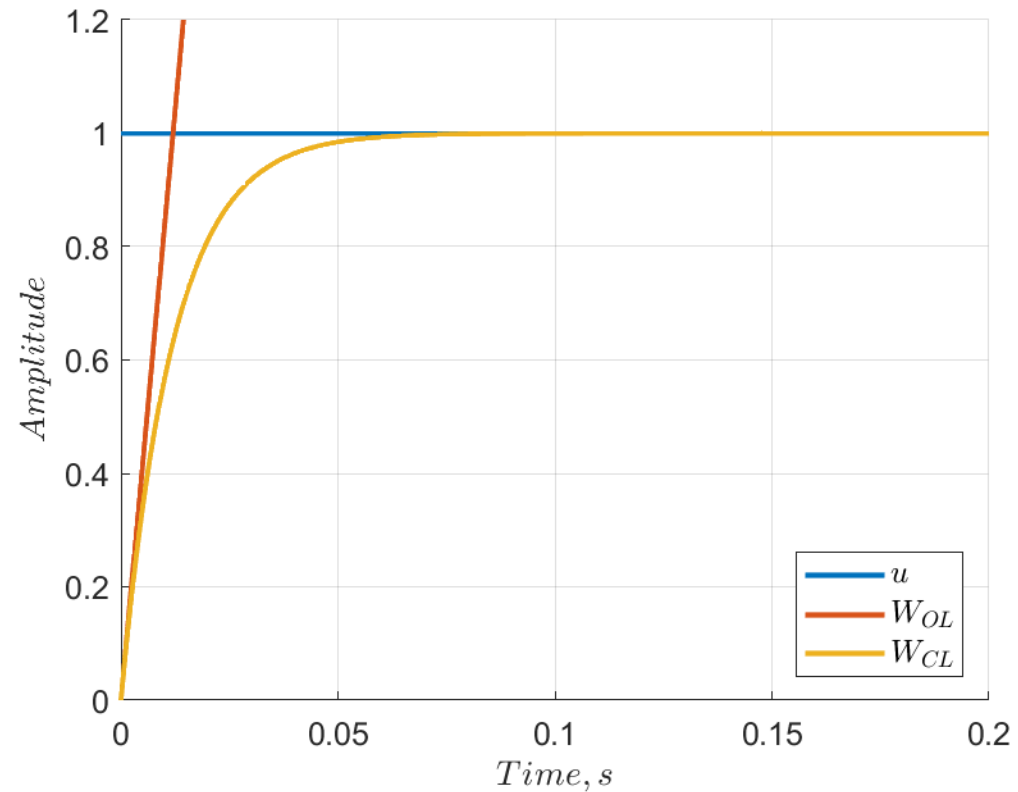
Линейный оптимум

$$G_{ol}(s) = \frac{1}{T_\mu s}$$

$$G_{cl}(s) = \frac{1}{T_\mu s + 1}$$
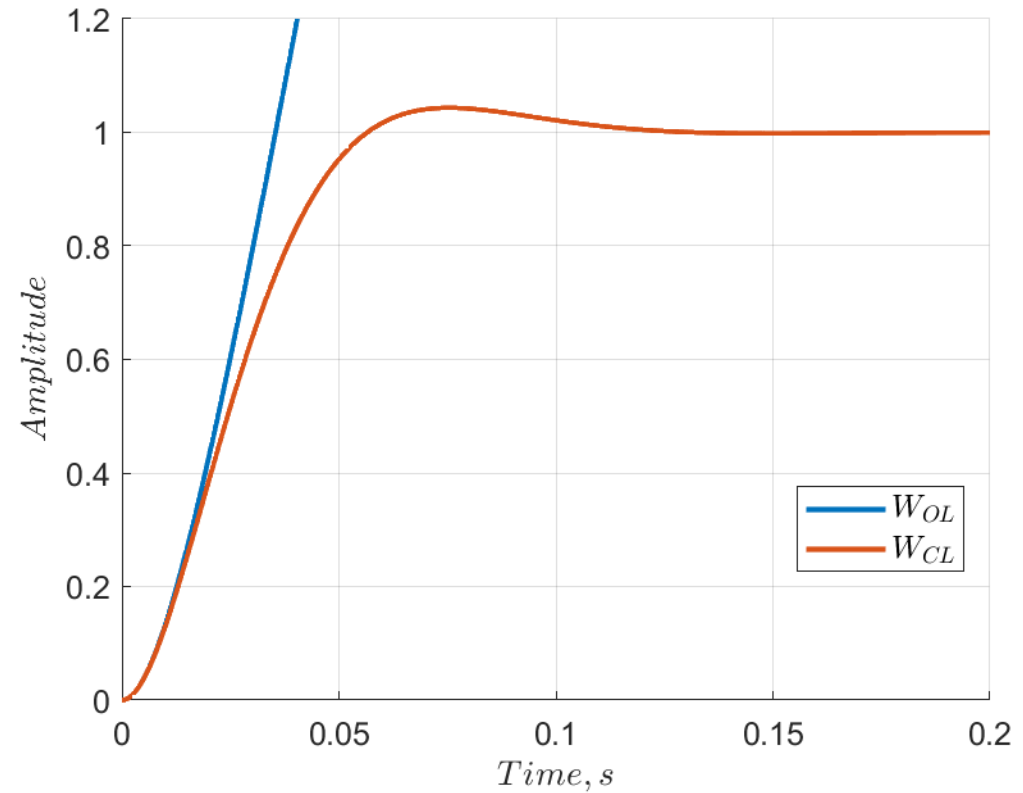
$$\delta_{max} = 0 \%$$

$$t_{tp} = 3T_\mu$$

Технический оптимум

$$G_{ol}(s) = \frac{1}{2T_\mu s(T_\mu s + 1)}$$

$$G_{cl}(s) = \frac{1}{2T_\mu^2 s^2 + 2T_\mu s + 1}$$

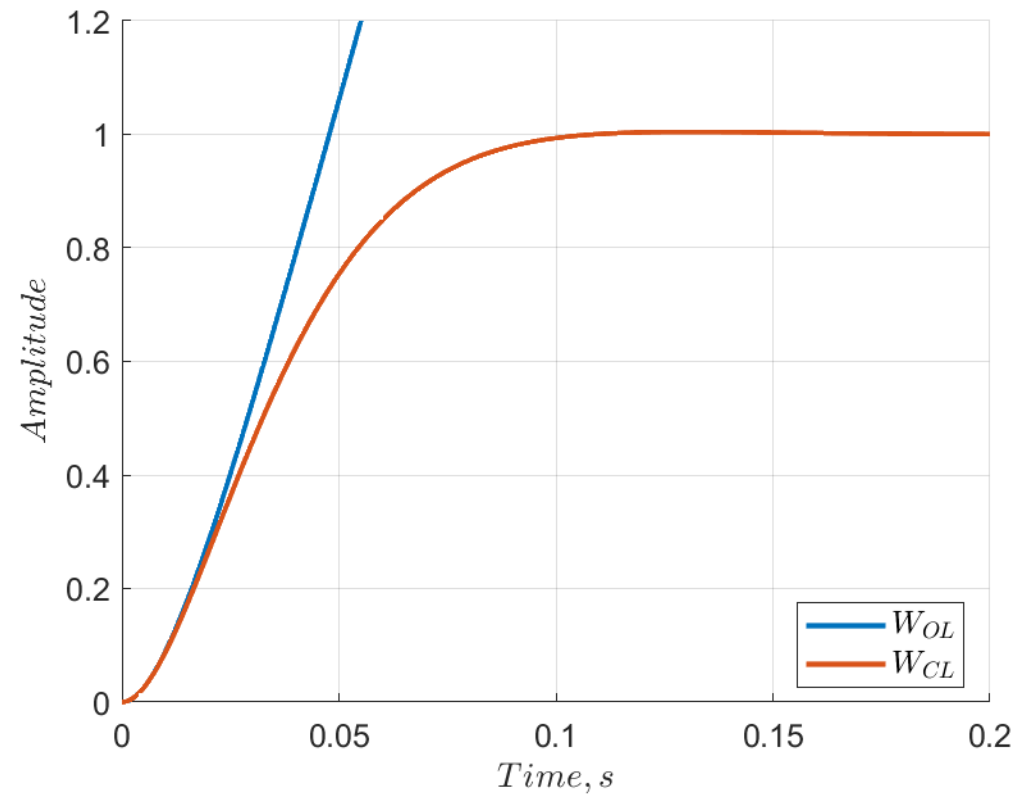$$\delta_{max} = 4.3\ \%$$

$$t_{tp} = 4.1 T_\mu$$

Биноминальный оптимум

$$G_{ol}(s) = \frac{1}{3T_\mu s(T_\mu s + 1)}$$

$$G_{cl}(s) = \frac{1}{3T_\mu{}^2 s^2 + 3T_\mu s + 1}$$

$$\delta_{max} = 0.43\ \%$$

$$t_{tp} = 6.6T_\mu$$
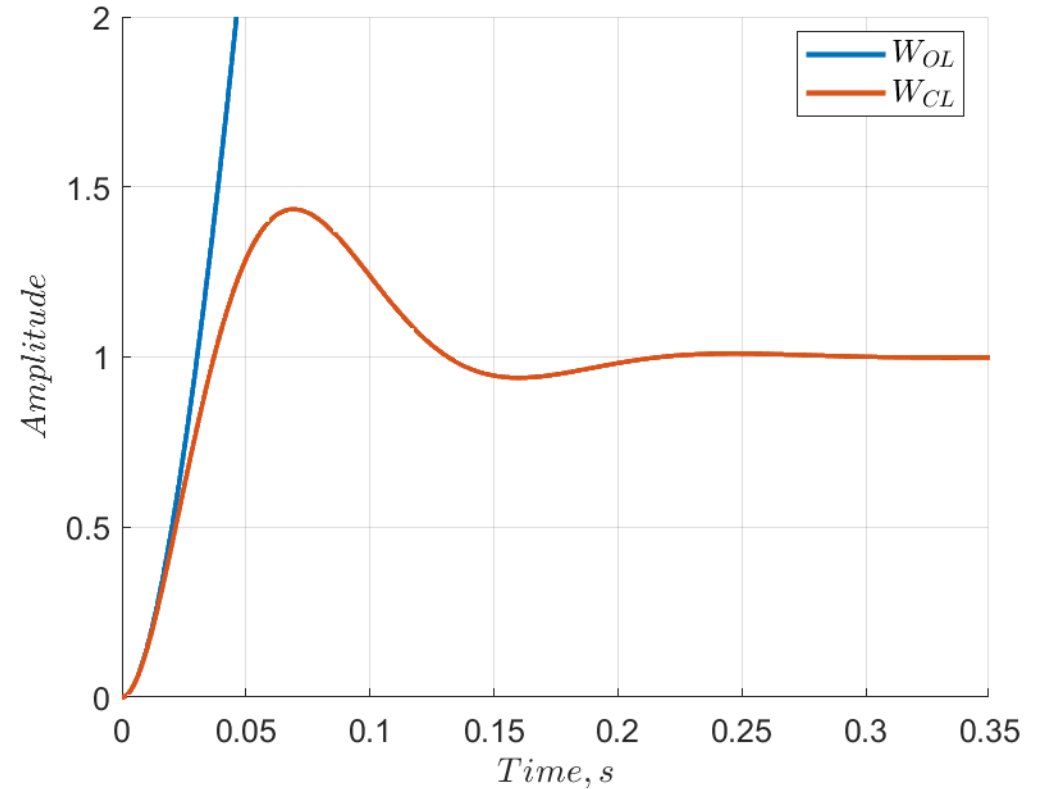
Симметричный оптимум

$$G_{ol}(s) = \frac{4T_\mu s + 1}{8T_\mu{}^2 s^2 (T_\mu s + 1)}$$

$$G_{cl}(s) = \frac{4T_\mu s + 1}{8T_\mu{}^3 s^3 + 8T_\mu{}^2 s^2 + 4T_\mu s + 1}$$

$$\delta_{max} = 43\ \%$$

$$t_{tp} = 14.7 T_\mu$$

Пример настройки регулятора

$$\begin{cases} L\dfrac{di}{dt} = u - Ri - C_e\omega \\ J\dfrac{d\omega}{dt} = C_m i \end{cases}$$

$\longrightarrow$

$$\begin{cases} W_e(s) = \dfrac{1/R}{\left(\dfrac{L}{R}\right)s + 1} \\ W_m(s) = \dfrac{C_m}{Js} \end{cases}$$

$\longrightarrow$

$$\begin{cases} W_{ob}(s) = \dfrac{C_e}{JRC_e s^2 + JRs + C_m C_e} \\ W_{ob}(s) = \dfrac{1/C_e}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} W_{ol}(s) = \dfrac{1}{2T_\mu s(T_\mu s + 1)} \\ T_2 \gg T_1 \end{cases}$$

$\longrightarrow$

$$W_{reg}(s) = \dfrac{W_{ol}(s)}{W_{ob}(s)} = \dfrac{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}{2T_\mu s(T_\mu s + 1)\left(\dfrac{1}{C_m}\right)} = \dfrac{C_e T_2 s + C_e}{2T_1 s}$$

T_2 - большая компенсируемая постоянная времени $\rightarrow T_\mu = T_1$
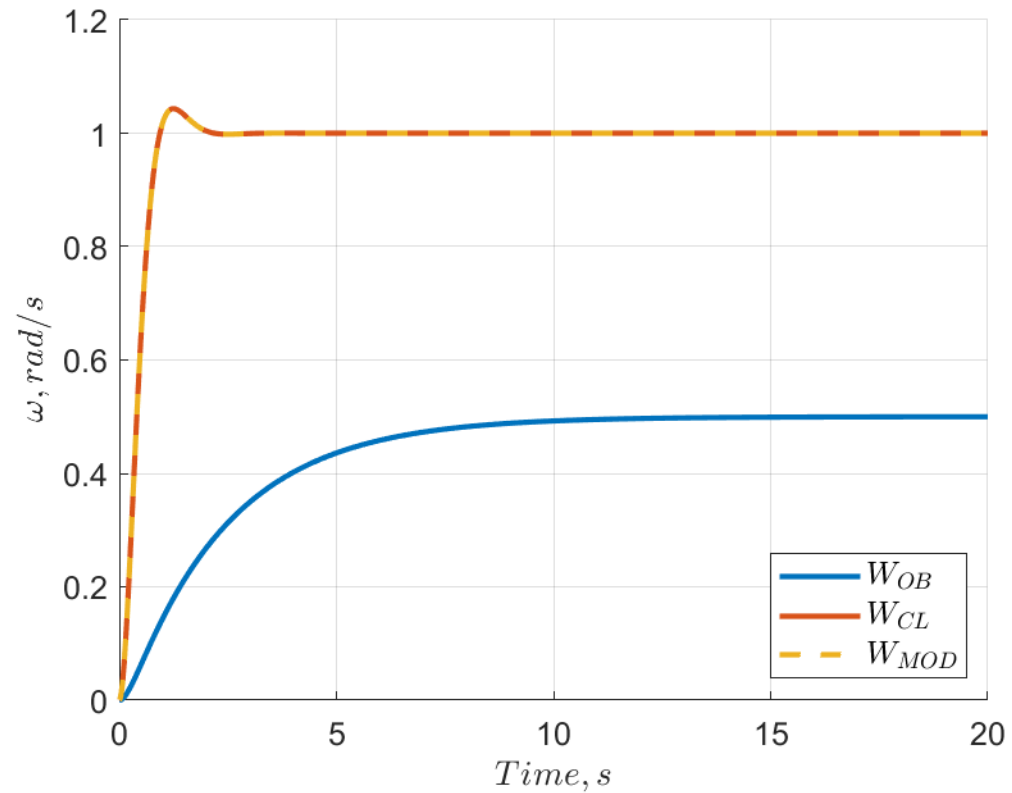
Пример настройки регулятора

$$W_{ob}(s) = \frac{C_e}{JRC_e s^2 + JRs + C_m C_e}$$

$$W_{reg}(s) = \frac{C_e T_2 s + C_e}{2T_1 s}$$

$$\delta_{max} = 4.3\ \%$$

$$t_{tp} = 4.1 T_\mu$$

Пример настройки регулятора

$$\begin{cases} L\dfrac{di}{dt} = u - Ri - C_e\omega \\ J\dfrac{d\omega}{dt} = C_m i \end{cases} \quad \longrightarrow \quad W_e(s) = W_{ob}(s) = \dfrac{1/R}{T_e s + 1}$$

$$\begin{cases} W_{ol}(s) = \dfrac{1}{T_\mu s} \\ T_e - \text{слишком медленно} \rightarrow T_\mu \ll T_e \end{cases} \quad \longrightarrow \quad W_{reg}(s) = \dfrac{W_{ol}(s)}{W_{ob}(s)} = \dfrac{T_e s + 1}{\dfrac{1}{R}T_\mu s}$$
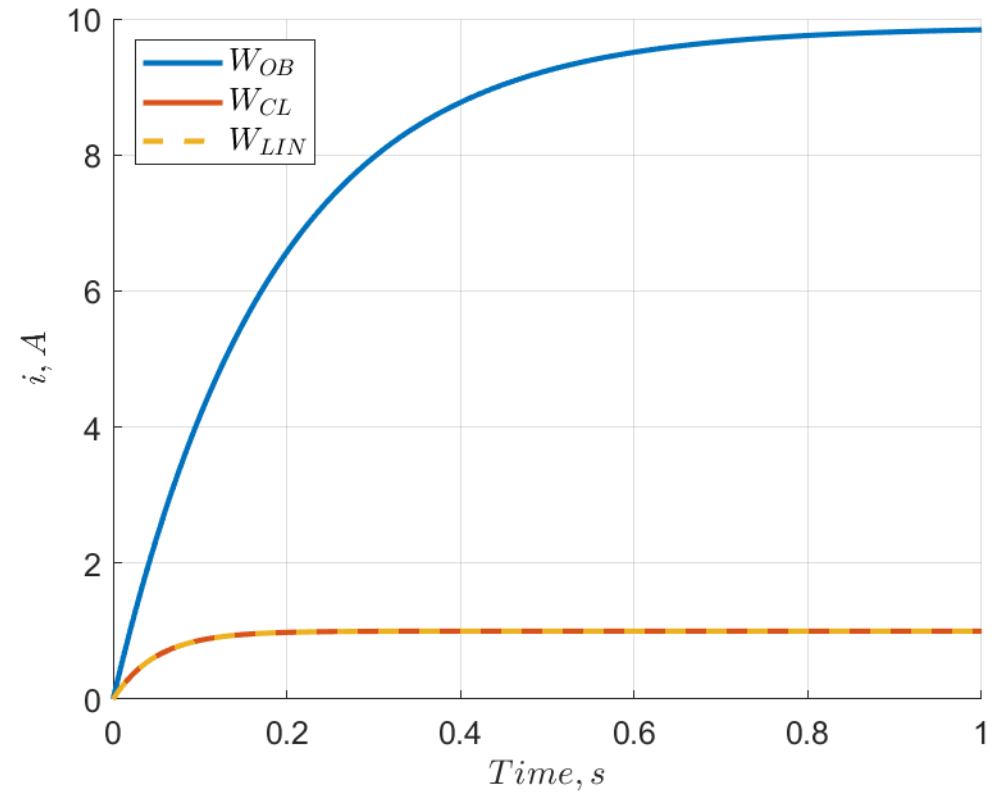
Пример настройки регулятора

$$W_{ob}(s) = \frac{1/R}{T_e s + 1}$$

$$W_{reg}(s) = \frac{W_{ol}(s)}{W_{ob}(s)} = \frac{T_e s + 1}{\frac{1}{R} T_\mu s}$$

$$\delta_{max} = 0\ \%$$

$$t_{tp} = 3T_\mu$$

Спасибо за внимание!