ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**Теория автоматического управления.**
**Часть №2**

**Лекция № 9**

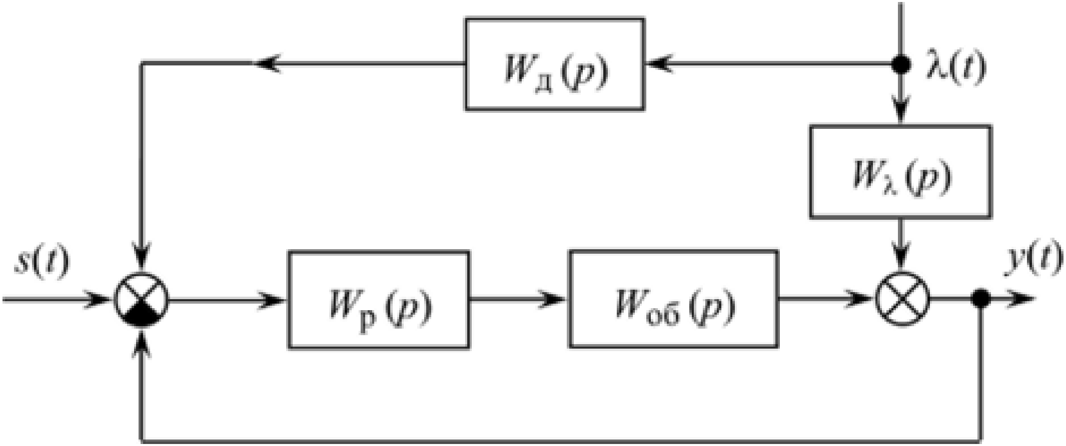
# Системы с компенсацией возмущений

**Томск, 2019**

**Системы с компенсацией возмущений** применяются для управления объектами, подверженными действию **существенных внешних возмущений** в случае, **когда эти возмущения можно измерить**.

Если сами возмущения **поддаются контролю**, то информация о них может подаваться **непосредственно на вход регулятора**.

# Структурная схема системы с компенсацией возмущений



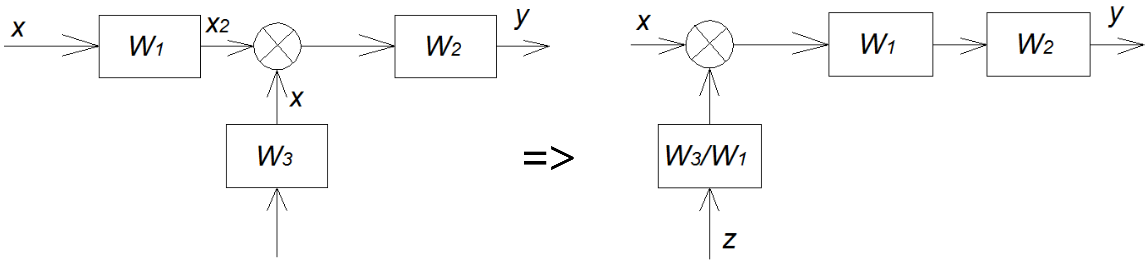
Возмущение λ поддается контролю, тогда информация о λ подается на вход регулятора. Тогда своевременная информация => динамическая точность повышается.

**Система с компенсацией возмущений частный случай – система общего вида с дополнительными информационными каналами.** Новый канал λ-s не образует замкнутого контура (т.е. не возвратимая на прежнее место) => введение дополнительного информационного канала не влияет на устойчивость системы. Поэтому настройку или синтез регулятора можно осуществлять из условий **max (наилучшего) подавления возмущений υ. (υ – возмущения, не поддающиеся контролю)**.

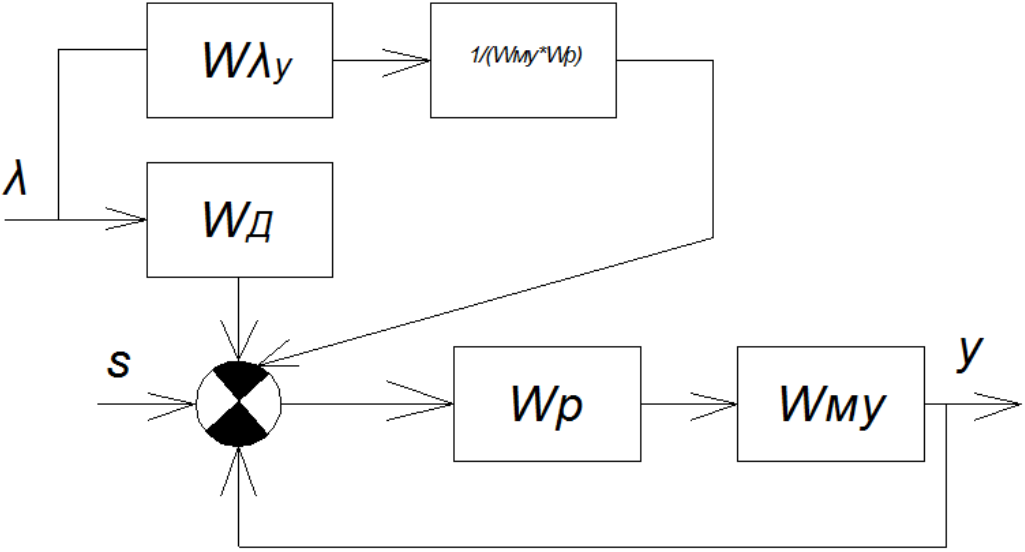
Рассмотрим порядок синтеза устройства компенсации $W_Д$, полагая, что характеристики и параметры регулятора определены. Получим передаточную функцию системы по каналу λ-y.

Если $\Phi_{\lambda y}=0$, то по каналу $\lambda$-y разрыв и возмущения $\lambda$ не проходят на выход системы. Т.е. надо такой $W_Д$, чтобы $\Phi_{\lambda y} \to 0$.

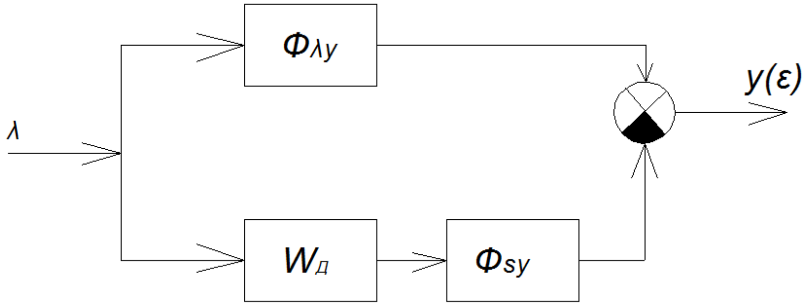
Переносим (·) 1 на вход системы.



Тогда получим:



Тогда:




(**)

Где Φsy – передаточная функция по каналу s-y $= \dfrac{W_p \cdot W_{\mu y}}{1 + W_p \cdot W_{\mu y}}$

$$\Phi_{\lambda y} = \frac{W_{\lambda y} \cdot \dfrac{1}{W_p W_{\mu y}} \cdot W_p \cdot W_{\mu y}}{1 + W_p \cdot W_{\mu y}} = \frac{W_{\lambda y}}{1 + W_p \cdot W_{\mu y}}$$

Если возмущение λ, то y и есть ошибка ε.

Тогда ошибка регулятора: $\varepsilon(\mathrm{P}) = \left[ \Phi_{\lambda y} - W_{Д} \cdot \Phi_{sy} \right] \cdot \lambda(P)$

Ошибка должна быть равна нулю. Тогда для идеального преобразователя $W_{Д}^{ид}$

$$W_{Д}^{ид} = \frac{\Phi_{\lambda y}}{\Phi_{sy}} = \frac{W_{\lambda y}}{W_{p} \cdot W_{\mu y}}$$ - передаточная функция идеального преобразователя.

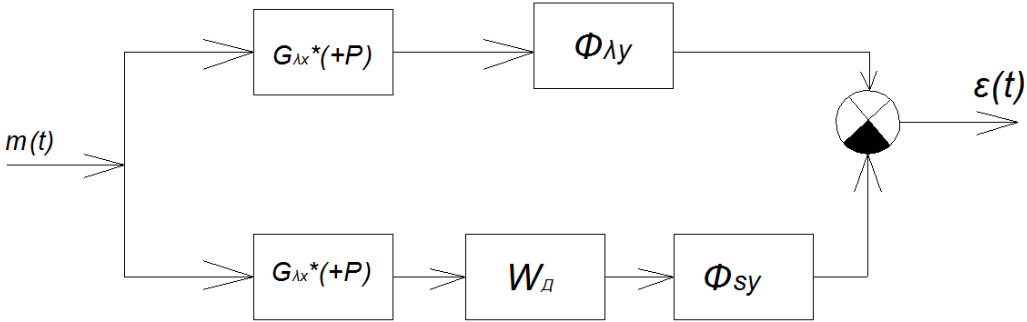
На объектах промышленности преобразователь с $W_{Д}^{ид}$ оказывается физически не реализуемым. Тогда нужно синтезировать при выполнении $\tau_{\lambda y} \prec \tau_{\mu y}$ оптимального физически регулятора.

Рассмотрим систему (**).

К началу синтеза $\Phi_{\lambda y}$ и $\Phi_{sy}$ известны, неизвестна только Wд.

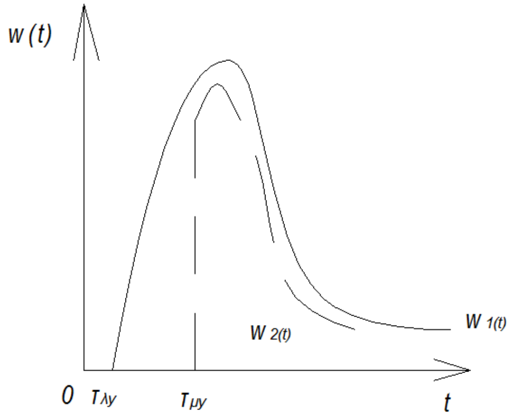
Нужно min $\varsigma_{\varepsilon}^{2}$

Добавим на вход системы фильтр с «белым шумом»:




$$\varsigma_\varepsilon^2 = \int_0^\infty (w_1(t) - w_2(t))^2 dt$$

Чтобы $\varsigma_\varepsilon^2 \to 0$ нужно $w_1(t) \to w_2(t)$, но $\tau_{\mu y} \succ \tau_{\lambda y}$




$$w_2^{onm}(t)=\begin{cases}0, t \prec \tau_{\mu y}\\ w_1(\mathrm{t}), \mathrm{t} \geq \tau_{\mu y}\end{cases}$$

Порядок синтеза:

$$r_{\lambda\lambda}(\tau) \to G_{\lambda}(P) \to G^{*}_{\lambda z}(+P) \to w_1(P) = G^{*}_{\lambda x}(+P)\cdot \mathrm{P}_{\lambda y} \to w_1(t) \to w_2^{onm}(t) \to$$

$$\to w_2(\mathrm{P}) \to W_{Д}$$

Определим динамическую точность системы при исполнении $W_{Д}^{ид}$

$$\varsigma^2_{\varepsilon\min} = \int_{\tau_{\lambda y}}^{\tau_{\mu y}} (w_1(t) - w_2(t))^2 dt + \int_{\tau_{\mu y}}^{\infty} (w_1(t) - w_2(t))^2 dt = \int_{\tau_{\lambda y}}^{\tau_{\mu y}} w_1^2(t) dt$$

Тогда чем $\downarrow \tau_{\lambda y}$, тем $\downarrow \varsigma^2_{\varepsilon\min}$

Рассмотрим задачу определения параметров настройки с целью min $\varsigma^2_{\varepsilon\min}$ преобразователя с заданной заранее структурой (как на предприятиях).

$$\varepsilon(P) = \left[\Phi_{\lambda y}(P) - W_Д \cdot \Phi_{sy}(P)\right] \cdot \lambda(P)$$

Вынесем за скобку $\Phi_{sy}(P)$:

$$\varepsilon(P) = \left[\frac{\Phi_{\lambda y}(P)}{\Phi_{sy}(P)} - W_Д\right] \cdot \lambda(P) \cdot \Phi_{sy}(P)$$

$$\varepsilon(P) = \left[W_Д^{ид}(P) - W_Д(P)\right] \cdot \lambda_Э(P)$$

Нужно определить $W_Д(P)$, зная параметры идеального преобразователя $W_Д^{ид}$.

$$\varsigma_{\varepsilon\min}^2 = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty \left|W_Д^{ид}(iw) - W_Д(iw)\right|^2 \cdot G_{\lambda_э\lambda_э}(w)dw$$

Для обеспечения min дисперсии ошибки необходимо максимальное сближение частотных характеристик идеального и реального преобразования с учетом спектра мощности эквивалентного возмущения.

$\lambda_э(P) = \Phi_{sy}(P)\cdot\lambda(P)$, тогда $\lambda_э$ – возмущение λ, прошедшее через $\Phi_{sy}(P)$.

$$G_{\lambda_э\lambda_э}(w) = \left|\Phi_{sy}(iw)\right|^2 \cdot G_{\lambda\lambda}(w)$$

$\varsigma_\varepsilon^2$ подсчитывается на том частотном диапазоне, где $G_{\lambda_э\lambda_э}(w)$ есть.