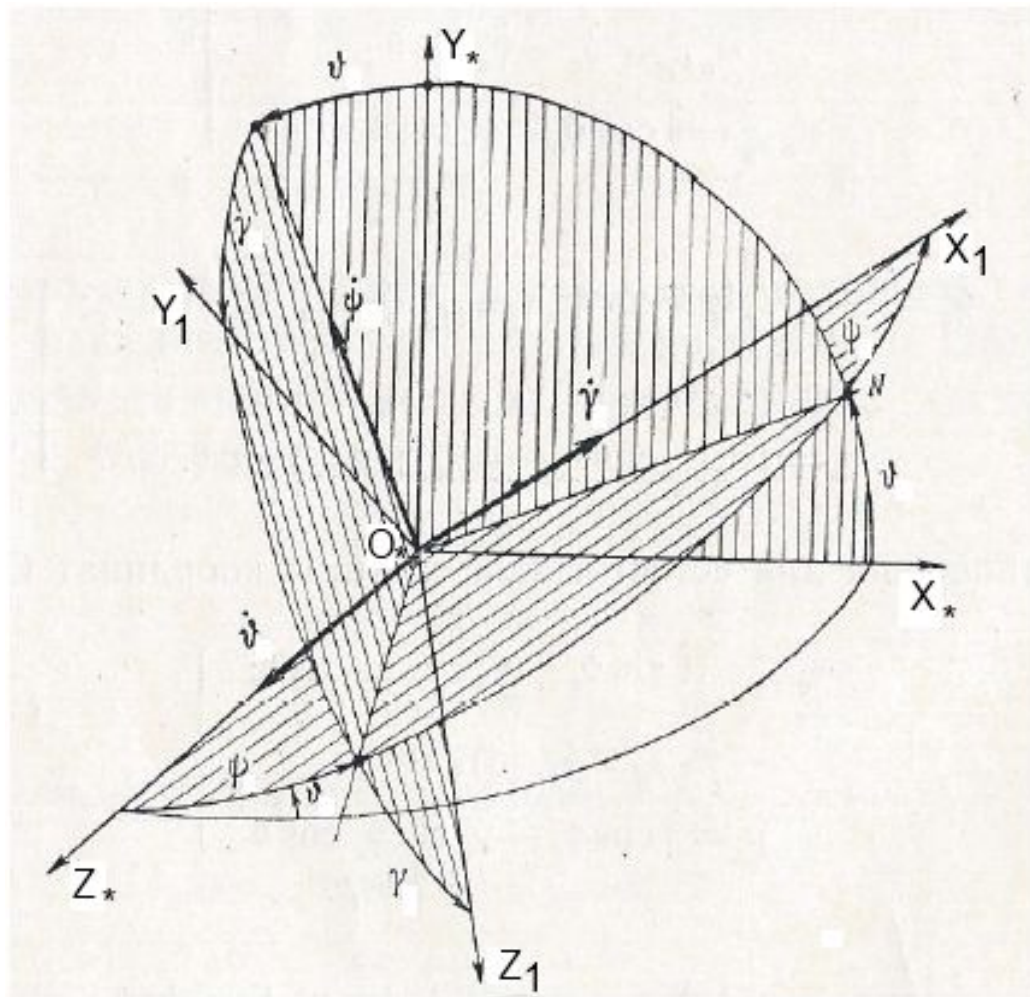


# «Стабилизация угловой скорости тангажа летательного аппарата»

Выполнил студент группы АК4-81

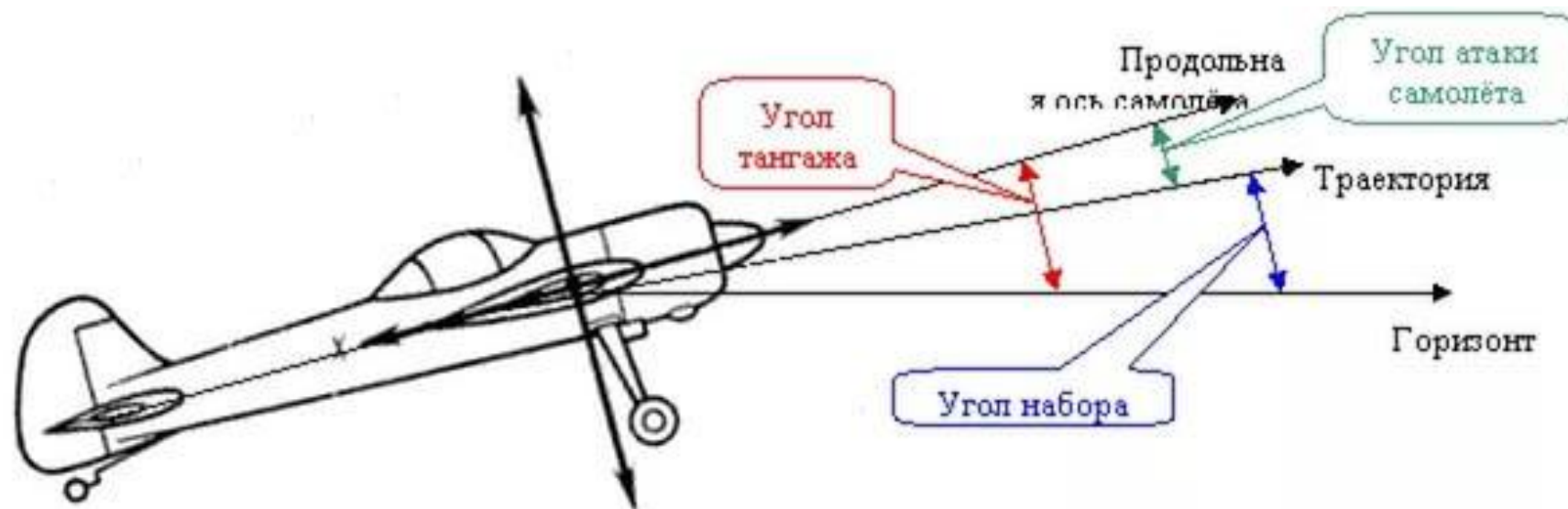
Болотских Алексей

# Углы Эйлера



Вращение связанной системы координат  $OX_1Y_1Z_1$  относительно сопровождающей системы координат  $O^*X^*Y^*Z^*$

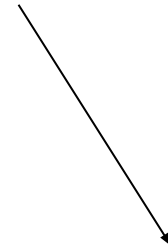
# Угол тангажа



# Системы управления ЛА



Автоматизированные системы ручного управления



Системы автоматического и полуавтоматического управления

# Законы отклонения стабилизатора от балансировочного положения:

- При жесткой обратной связи:

$$\delta_B = k_B^{\vartheta}(\vartheta - \vartheta_3) + k_B^{\omega_z} \omega_z;$$

- При скоростной обратной связи:

$$\dot{\delta}_B = k_B^{\vartheta}(\vartheta - \vartheta_3) + k_B^{\omega_z} \omega_z + k_B^{\dot{\omega}_z} \dot{\omega}_z;$$

- При изодромной обратной связи:

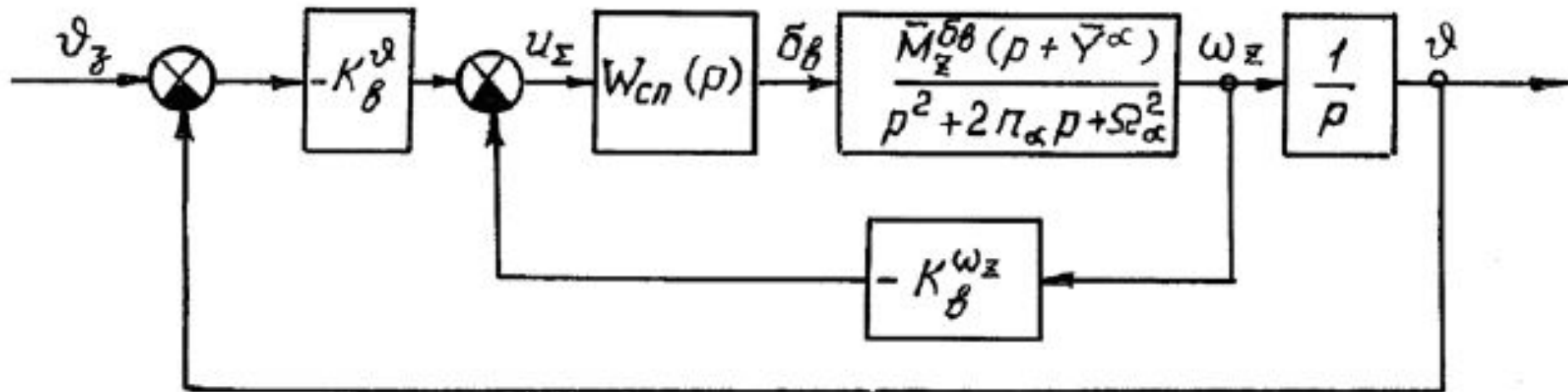
$$\delta_B = \frac{T_u p + 1}{T_u p} \left( k_B^{\vartheta}(\vartheta - \vartheta_3) + k_B^{\omega_z} \omega_z \right).$$

# Для управления тангажем необходимы:

- Гировертикаль для выдачи сигнала текущего тангажа
- Датчик угловой скорости тангажа
- Суммирующее устройство
- Сервопривод с соответствующим видом обратной связи
- Устройство формирования заданного тангажа
- Орган управления (руль высоты или стабилизатор)



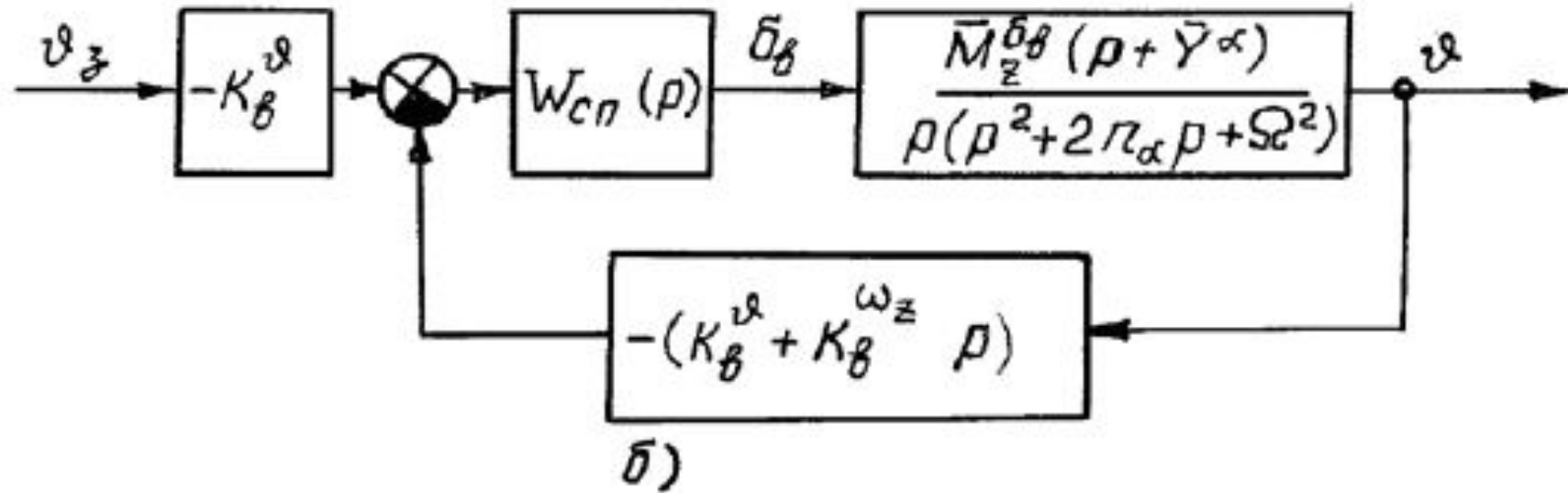
# Внутренний контур «автопилот – самолет» для управления тангажем



a)



# Внутренний контур «автопилот – самолет» для управления тангажем для изолированного продольного движения



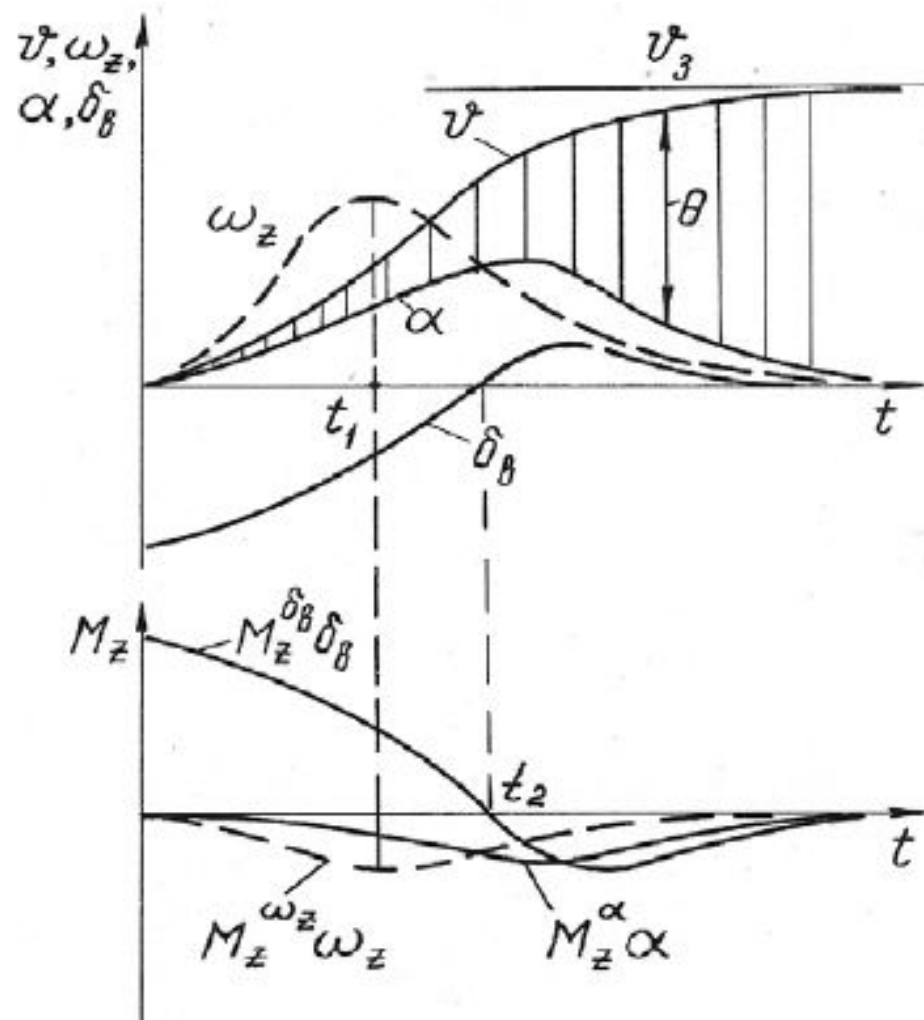
# Дифференциальные уравнения для короткопериодического продольного движения при отсутствии внешних воздействий

$$\begin{cases} \dot{\alpha} = p\alpha = \omega_z - \bar{Y}^{\alpha} \alpha + \bar{F}_{y_B}, \\ \dot{\omega}_z = p^2 \vartheta = \bar{M}_z^{\omega_z} + \bar{M}_z^{\alpha} \alpha + \bar{M}_z^{\dot{\alpha}} p\alpha + \bar{M}_z^{\delta_B} \delta_B + \bar{M}_{z_B}; \\ \dot{\vartheta} = p\vartheta = \omega_z; \\ \Theta = \vartheta - \alpha + \alpha_B \end{cases}$$

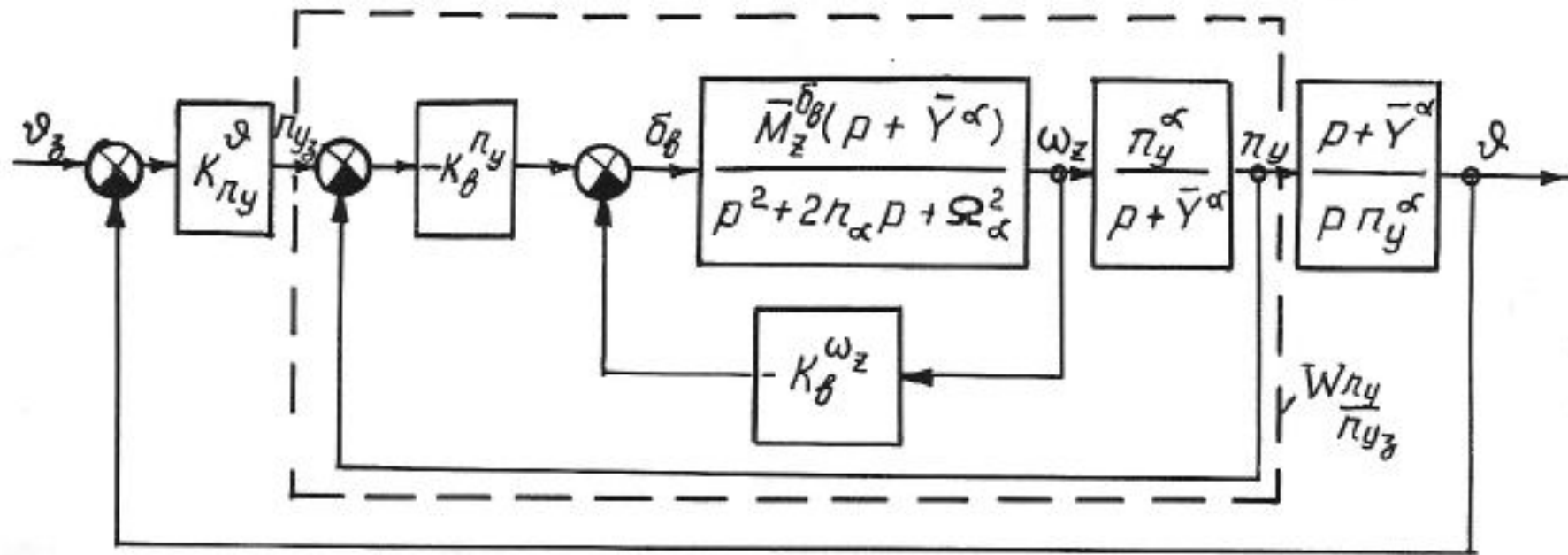
Искомая передаточная функция:

$$\Phi_{\frac{\vartheta}{\delta_B}}(p) = - \frac{k_B^{\vartheta} \bar{M}_z^{\delta_B} (p + \bar{Y}^{\alpha})}{p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0},$$

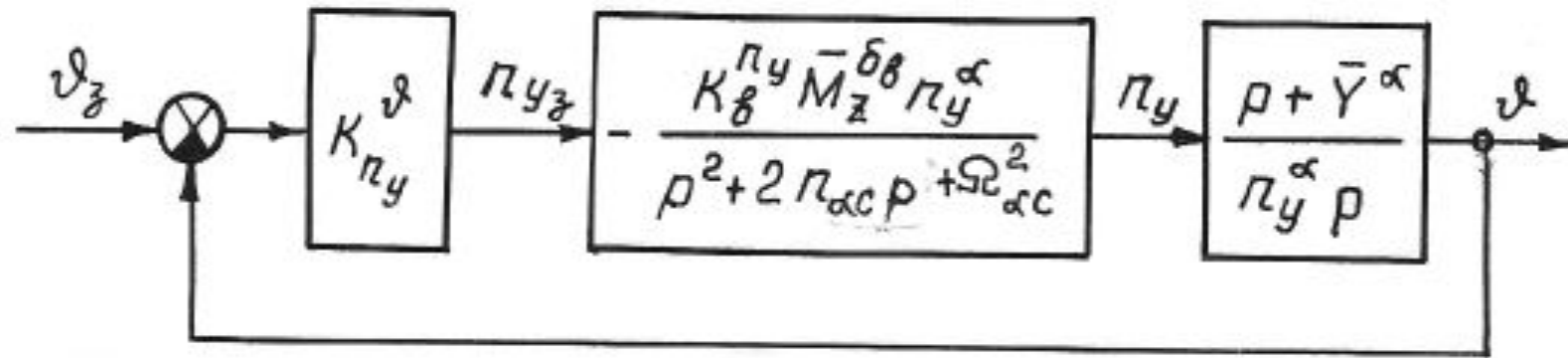
# Процесс перехода от одного тангажа к другому



# Система управления тангажем через контур перегрузки



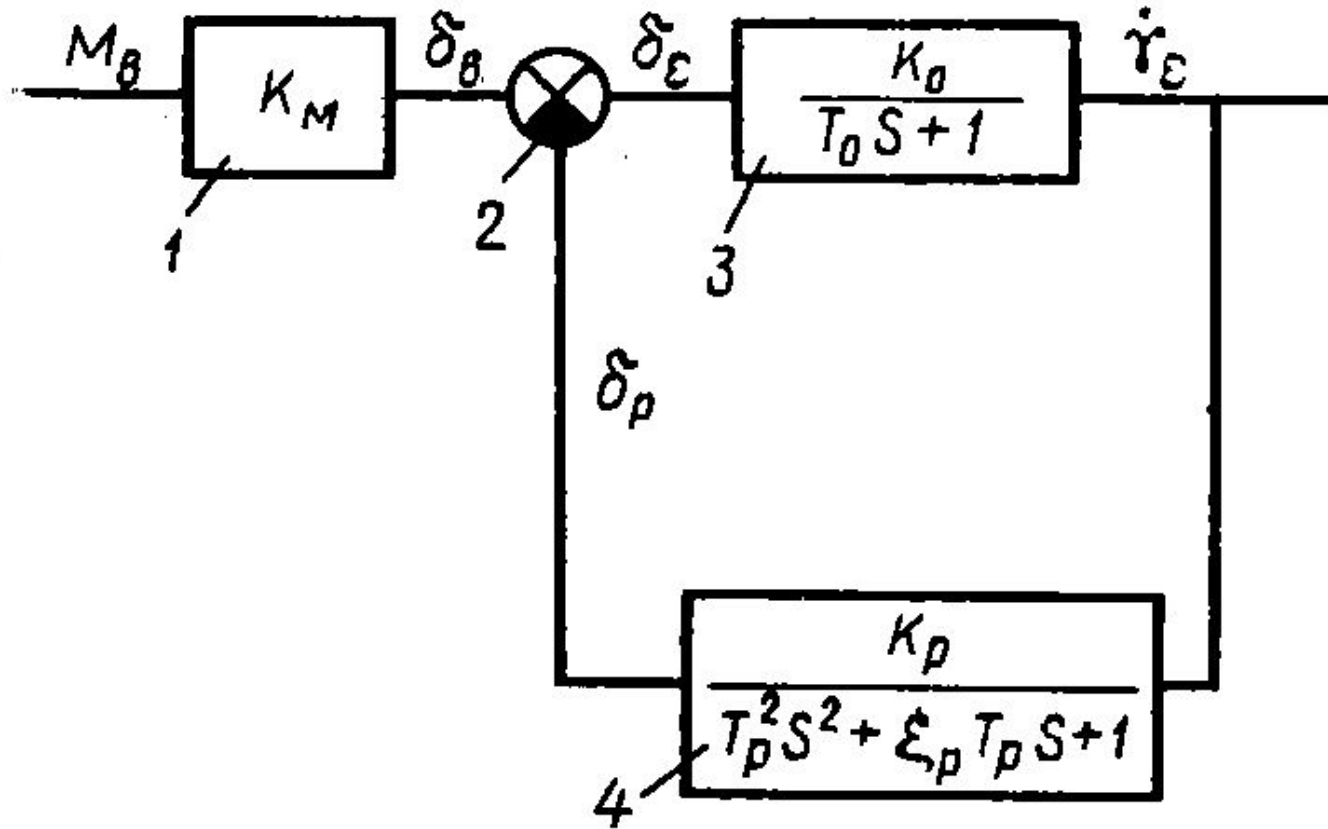
# Система управления тангажем через контур перегрузки без автоматов статической управляемости



## Передаточная функция управления тангажем

$$\Phi_{\frac{\vartheta}{\vartheta_z}}(p) = - \frac{k_{ny}^g k_B^{ny} \bar{M}_z^{\delta B} (p + \bar{Y}^\alpha)}{p^3 + A_2 p^2 + A_1 p + A_0},$$

# Структурная схема канала стабилизации по угловой скорости



# Передаточные функции

$$W_0(S) = -K_0/(T_0S + 1);$$

$$W_p(S) = K_p/(T_p^2 S^2 + 2\xi_p T_p S + 1),$$

**ИЛИ**

$$W_p(S) = \delta_p(S)/[S \gamma(S)] = d_1/(S^2 + d_3S + d_2).$$