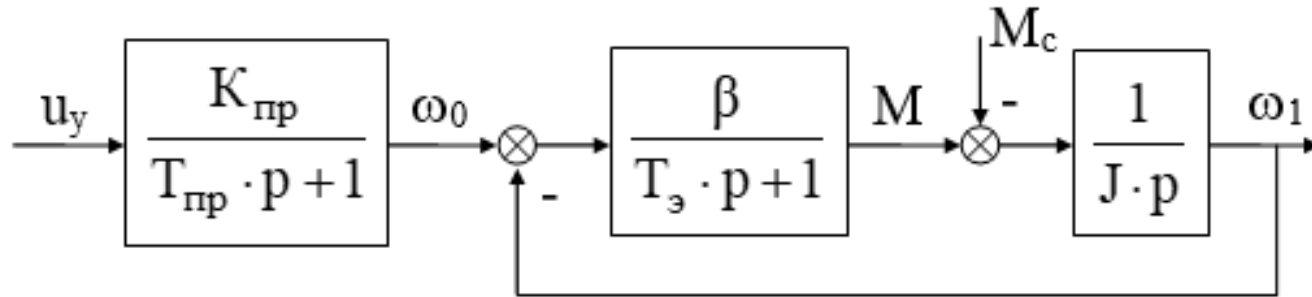


Системы регулирования электромагнитного момента двигателя

Проблемы регулирования момента



Структурная схема разомкнутой электромеханической системы с одномассовым механизмом

$$T_{np} \, d\omega_0/dt = K_{np} \, u_y - \omega_0,$$

$$T_{\varepsilon} \, dM/dt = \beta (\omega_0 - \omega_1) - M,$$

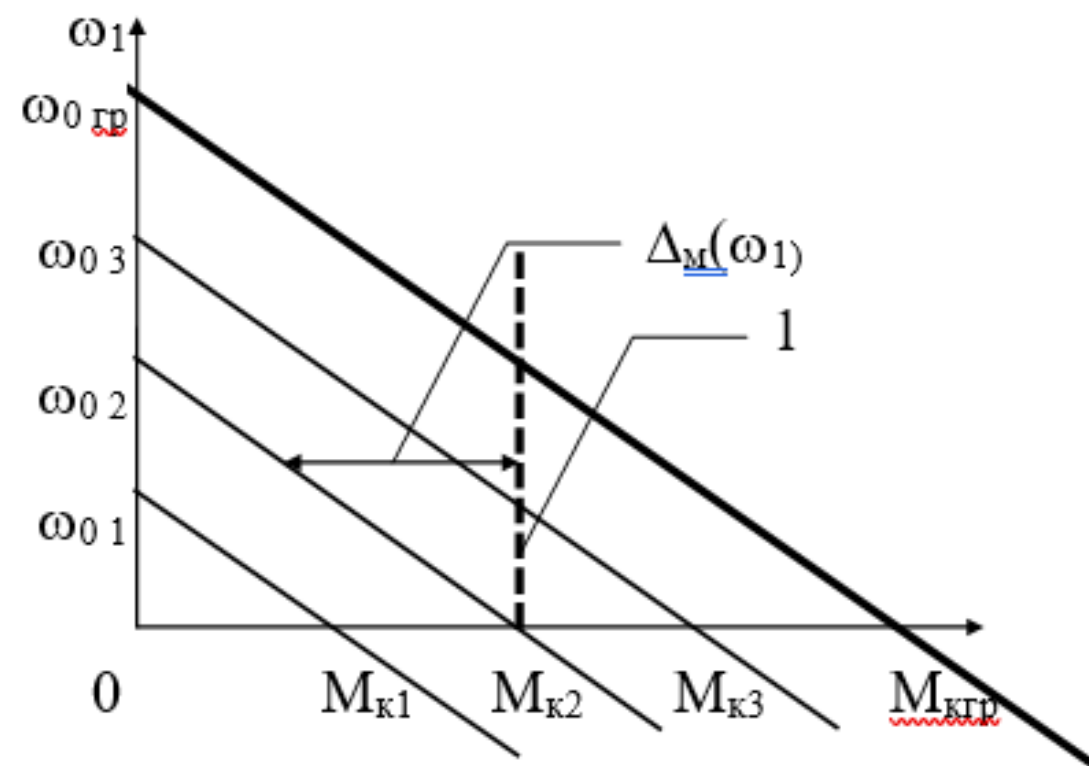
$$J \, d\omega_1/dt = M - M_c.$$

(1)

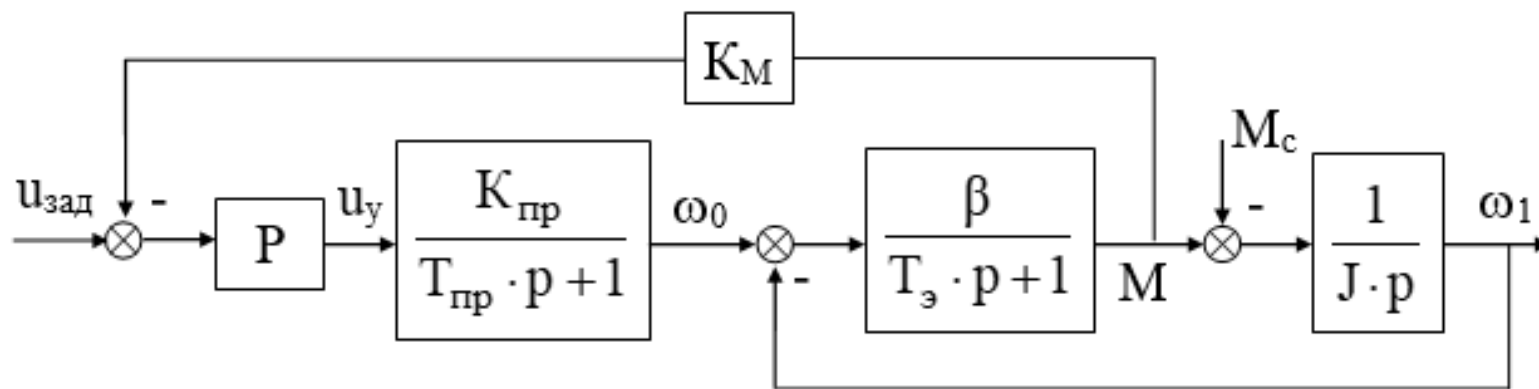
$$\longrightarrow M = K_{np} \, u_y \, \beta - \beta \omega_1$$

$$\downarrow M = M_k - \Delta_M(\omega_1)$$

$M_k = K_{np} \, u_y \, \beta$ момент
короткого
замыкания



Семейство механических характеристик

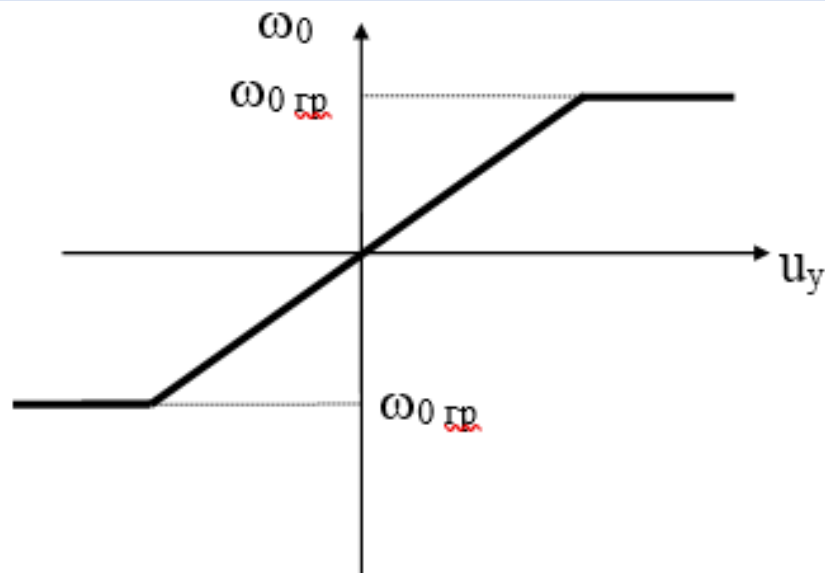


Структурная схема замкнутой электромеханической системы с одномассовым механизмом

$$M_{\text{кгр}} = \beta \omega_{0\text{гр}}$$

$$M = M_{\text{кгр}} - \beta \omega_1$$

предельная
механическая
характеристика



Статическая характеристика электрического преобразователя

Механические характеристики обобщенной одноконтурной системы регулирования электромагнитного момента с П-регулятором

$$u_y = K_{\Pi}(u_{\text{зад}} - K_M M)$$

$$K_0 = \beta K_{\text{пр}} K_{\Pi} K_M$$

$$M_{\text{зад}} = u_{\text{зад}} / K_M$$

$$M = \frac{K_0 M_{\text{зад}}}{1 + K_0} - \frac{\beta \omega_1}{1 + K_0}$$

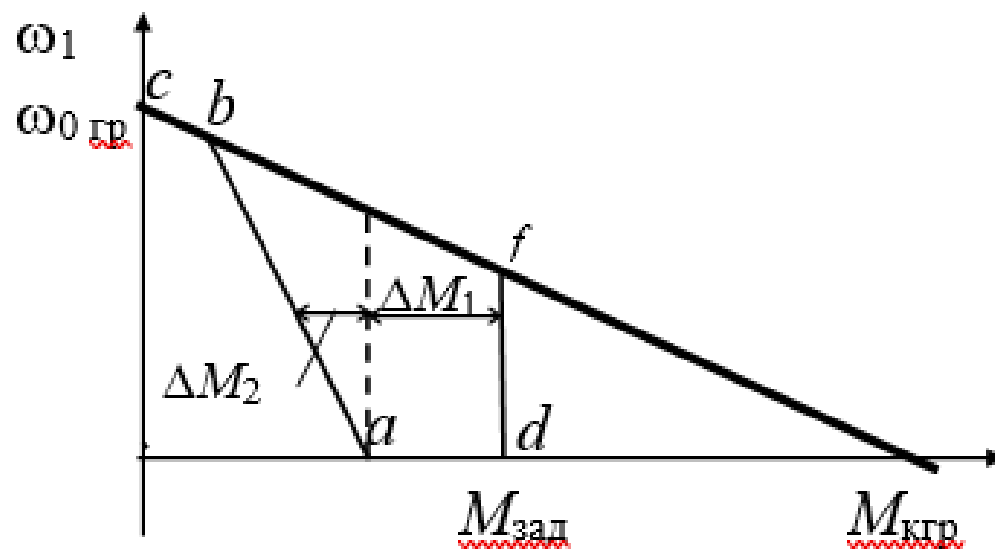
уравнение семейства механических характеристик исследуемой системы

$$\Delta M_{\text{стат}} = \frac{M_{\text{зад}}}{1 + K_0} + \frac{\beta \omega_1}{1 + K_0} = \Delta M_1 + \Delta M_2$$

Статическая ошибка поддержания заданного момента

$$\beta_{\text{э}} = \frac{\beta}{1 + K_0}$$

эквивалентная жесткость механической характеристики

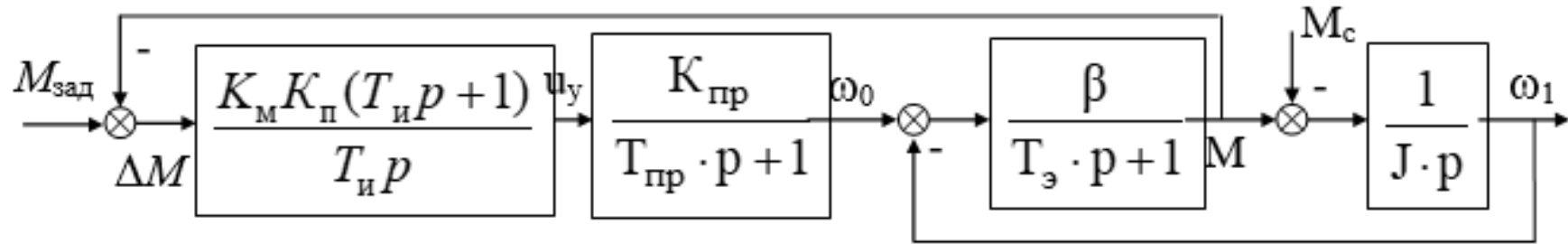


Механические характеристики системы с П-регулятором

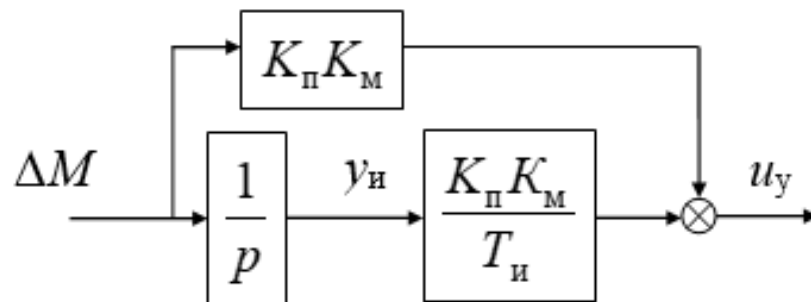
Унифицированный контур регулирования момента

Структурная схема и математическая модель контура

$$M_{\text{зад}} = u_{\text{зад}} / K_M$$



$$\Delta M = M_{\text{зад}} - M$$



$$u_y = K_{\Pi} K_M \Delta M + (K_{\Pi} K_M / T_{\text{И}}) y_{\text{И}}$$

$$dy_{\text{И}}/dt = \Delta M$$

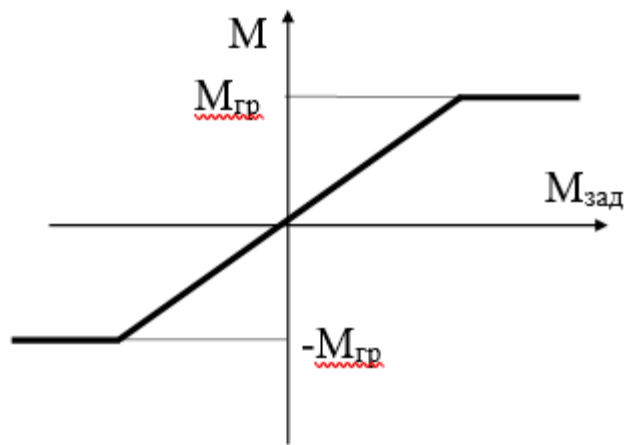
ДСС ПИ-регулятора момента

$$T_{np} d\omega_0/dt = K_{np} K_{\Pi} K_M M_{\text{зад}} - K_{np} K_{\Pi} K_M M + (K_{np} K_{\Pi} K_M / T_{\text{н}}) y_{\text{н}} - \omega_0,$$

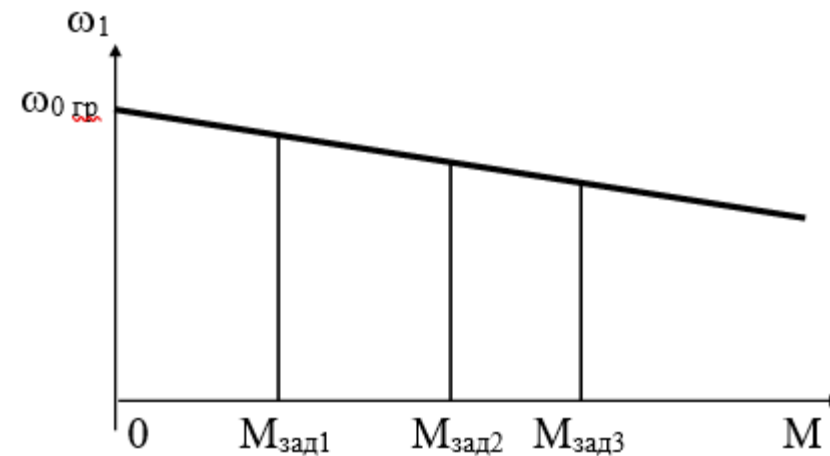
$$T_3 dM/dt = \beta(\omega_0 - \omega_1) - M,$$

$$J d\omega_1/dt = M - M_c,$$

$$dy_{\text{н}}/dt = M_{\text{зад}} - M.$$



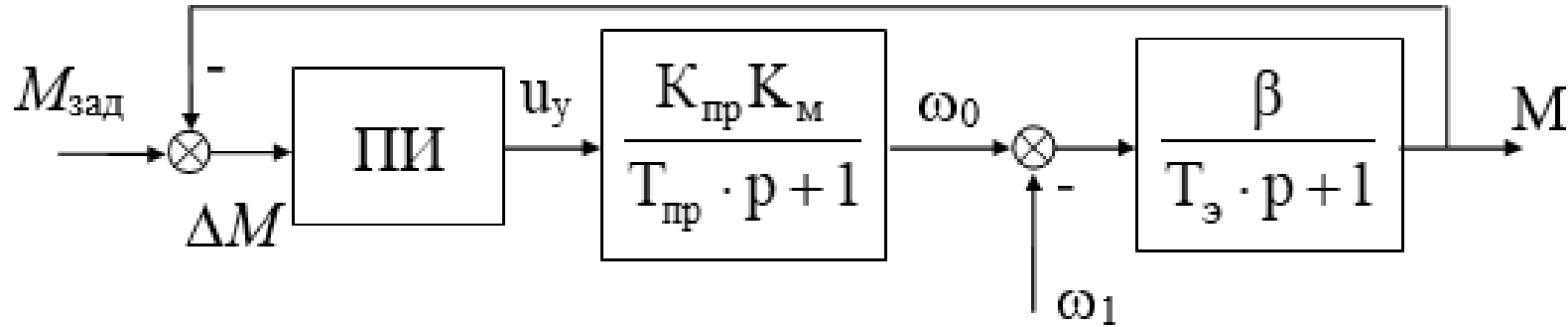
Регулировочные
характеристики



Механические
характеристики

*Оптимизация контура регулирования момента и его
динамические характеристики*

$$f(t) = \omega_1(t)$$



$$W_{p1}(p) = \frac{K_{np} \beta}{T_{np} p + 1} \cdot \frac{K_n K_m}{T_{\varepsilon} p}$$



$$2T_{np} = T_{\varepsilon} / (K_{np} K_n K_m \beta) \rightarrow K_n = T_{\varepsilon} / (2T_{np} K_{np} K_m \beta)$$

$$\frac{M(p)}{M_{зад}(p)} = \frac{1}{2T_{np}^2 p^2 + 2T_{np} p + 1}$$



$$\frac{M(p)}{M_{зад}(p)} = \frac{1}{2T_{np} p + 1}$$

$$W_{\varepsilon}(p) = \frac{M(p)}{\omega_1(p)} = \frac{W_{3\varepsilon}(p)}{W_R(p)W_{np}(p)} = \frac{T_{\varepsilon}p}{K_n(T_{\varepsilon}p + 1)} \cdot \frac{T_{np}p + 1}{K_{np}} \cdot \frac{1/K_M}{2T_{np}^2p^2 + 2T_{np}p + 1}$$

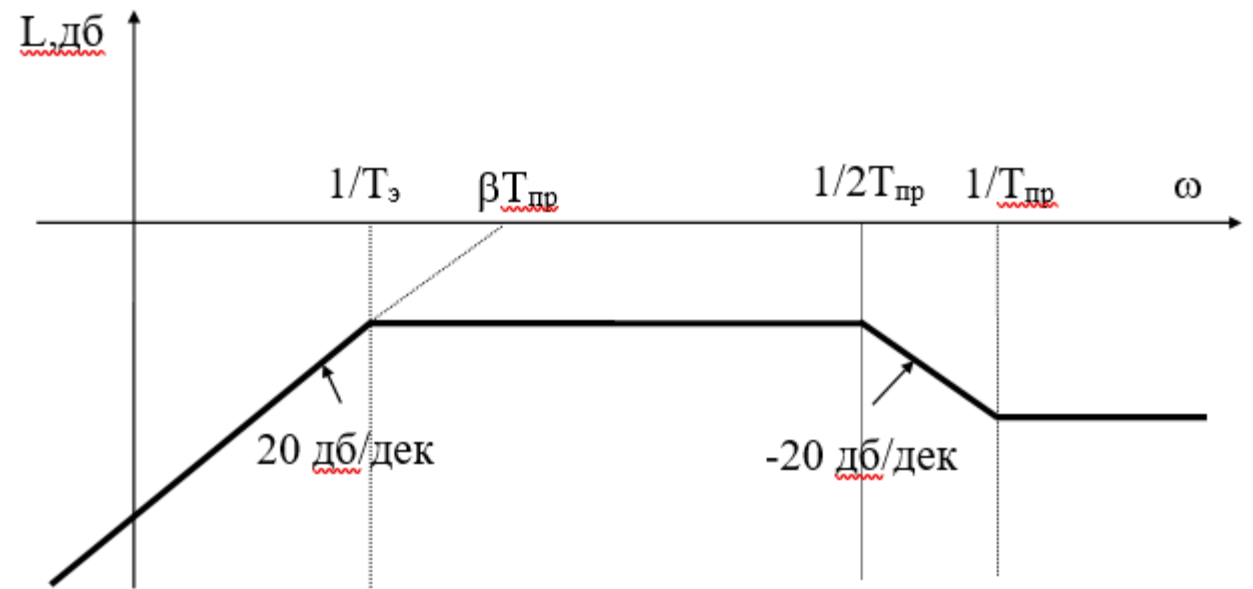


$$K_{\Pi} = T_{\varepsilon} / (2K_{np}\beta T_{np}K_M)$$

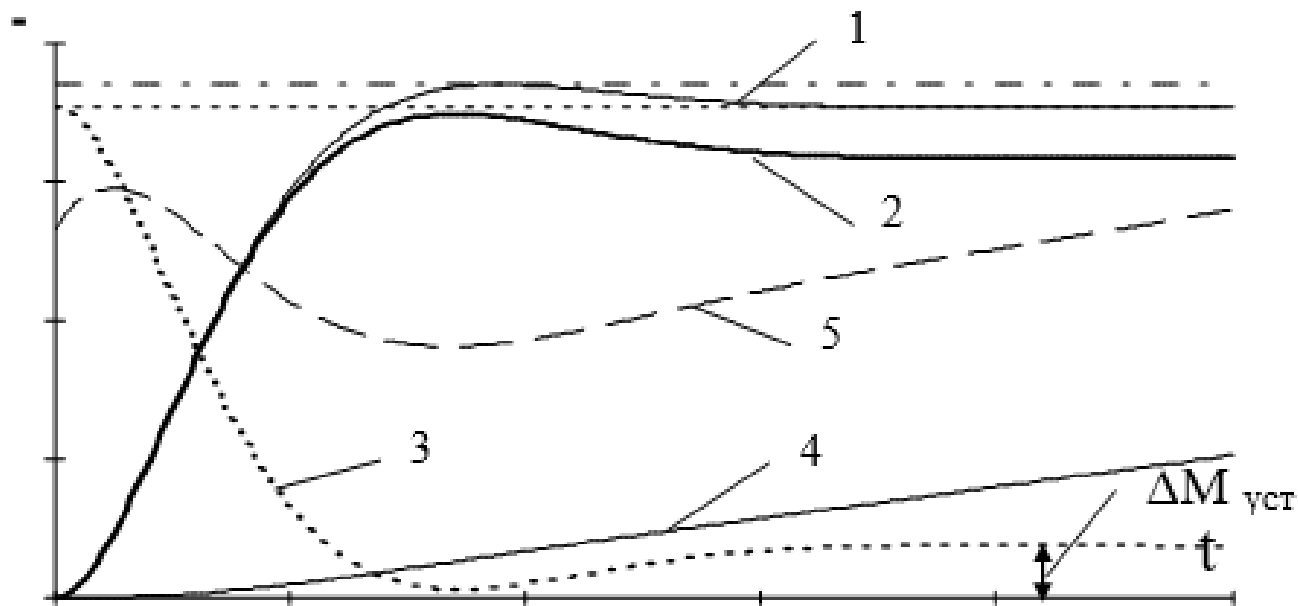
$$W_{\varepsilon}(p) = \frac{2\beta T_{np}p(T_{np}p + 1)}{T_{\varepsilon}p + 1} \cdot \frac{1}{2T_{np}^2p^2 + 2T_{np}p + 1}$$



$$W_{\varepsilon}(p) = \frac{2\beta T_{np}p(T_{np}p + 1)}{T_{\varepsilon}p + 1} \cdot \frac{1}{2T_{np}p + 1}$$



ЛАЧХ системы с ПИ-регулятором момента



$$\begin{array}{l} \omega_1(t) = \varepsilon t \\ M(p) = W_B(p) \varepsilon / p^2 \end{array} \quad \xrightarrow{\quad} \quad W_\varepsilon(p) = \frac{2\beta\varepsilon T_{np}(T_{np}p + 1)}{p(T_{np}p + 1)} \cdot \frac{1}{2T_{np}^2 p^2 + 2T_{np}p + 1} \quad \xrightarrow{\quad} \quad \Delta M(p) = M_{\text{зад}}(p) - M(p)$$

$$\xrightarrow{\quad} \quad \Delta M_{ycm} = \lim_{p \rightarrow 0} (p \Delta M(p)) = 2\varepsilon\beta T_{np}$$