

7 Автоматическое регулирование угловой скорости и момента электроприводов

Для расширения диапазона регулирования и повышения точности используются **замкнутые системы регулирования**.

Идея в следующем: в системе автоматически компенсируется воздействие возмущающих факторов, и угловая скорость и момент могут с большой точностью поддерживаться на требуемом уровне.

Система автоматического регулирования характеризуется наличием обратных связей, которые делятся на **жесткие** и **гибкие**.

Жесткие связи действуют как в переходном, так и в установившемся режимах работы, **гибкие** только в переходном режиме.

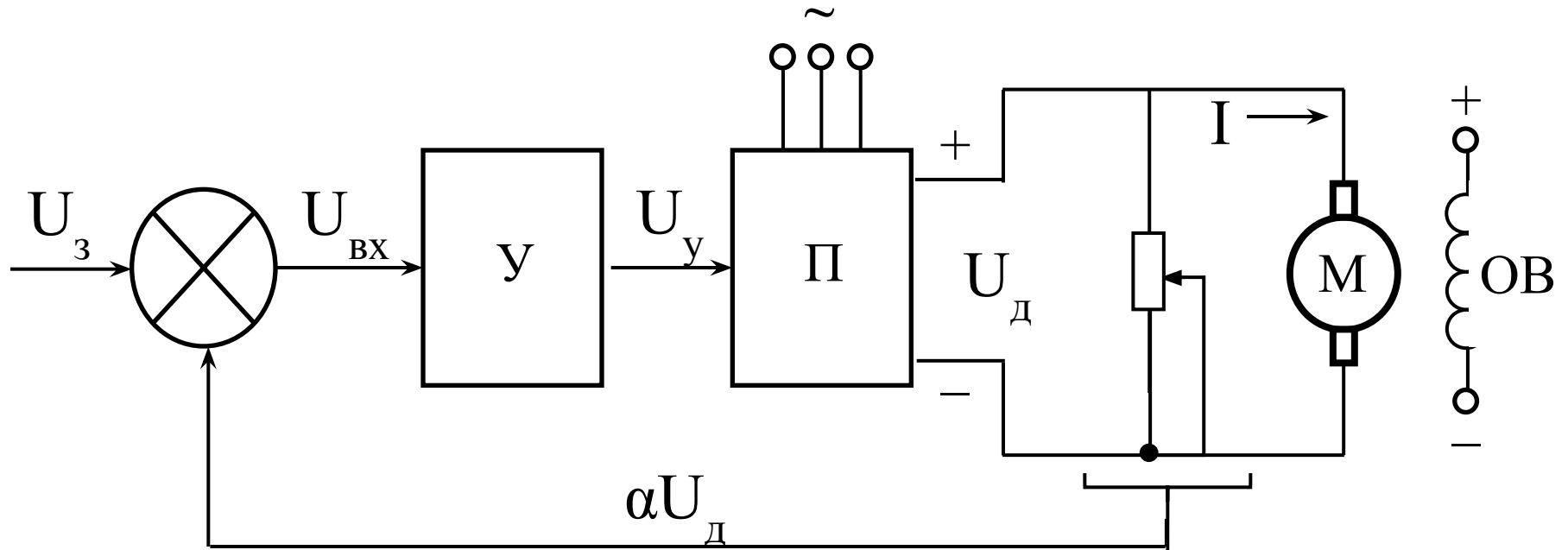
Различают **положительные** и **отрицательные** обратные связи. При увеличении регулируемой величины положительная связь еще больше ее увеличивает, а отрицательная уменьшает.

Обратные связи могут передавать сигналы пропорциональные значению напряжения, тока, момента, скорости, угла поворота и т.д.

Для осуществления автоматического регулирования необходимо измерить сигнал обратной связи, затем результат сравнить с заданным значением регулируемой величины и направить результат регулируемому объекту. Для воздействия на регулирующий орган применяется усилительное устройство.

Таким образом, система автоматического регулирования состоит из регулируемого объекта и регулятора, реагирующего на изменение регулируемой величины.

7.1 Система автоматического регулирования угловой скорости с жесткой отрицательной обратной связью по напряжению



Структурная схема системы

Система уравнений в установившемся режиме всех элементов:

$$U_{\text{ВХ}} = U_3 - \alpha U_{\text{Д}};$$

$$E_{\text{П}} = k_{\text{с}} U_{\text{ВХ}};$$

$$U_{\text{Д}} = E_{\text{П}} - IR_{\text{П}};$$

$$U_{\text{Д}} = E_{\text{Д}} + IR_{\text{Д}};$$

$$E_{\text{Д}} = c\omega;$$

$$M = cI.$$

$k_{\text{с}}$ – коэффициент усиления усилителя (У) и преобразователя (П);

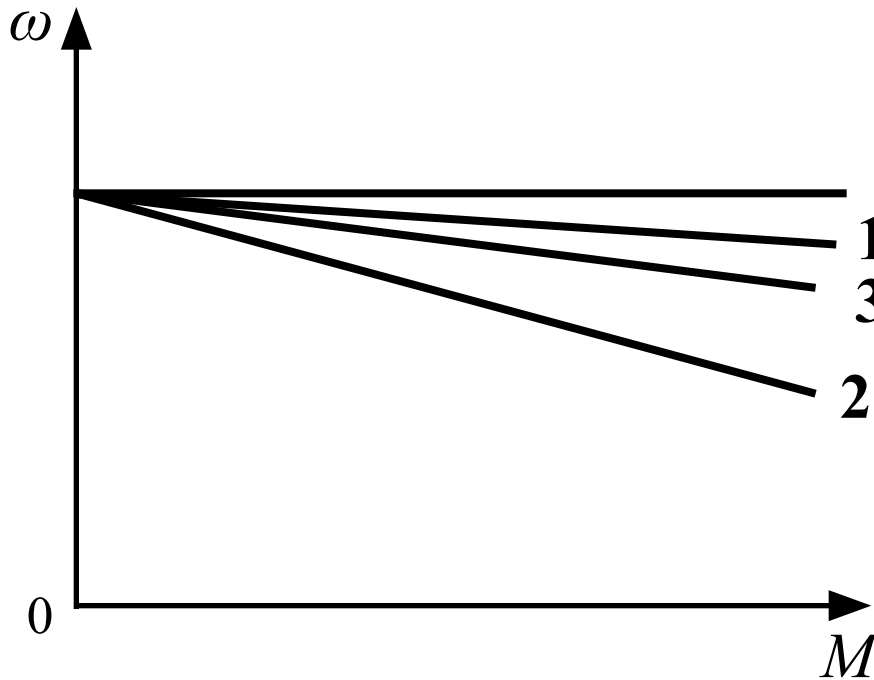
α – коэффициент обратной связи по напряжению;

$E_{\text{Д}}, E_{\text{П}}$ – ЭДС преобразователя и двигателя;

$R_{\text{Д}}, R_{\text{П}}$ – сопротивления преобразователя и двигателя.

Уравнение механической характеристики в замкнутой системе:

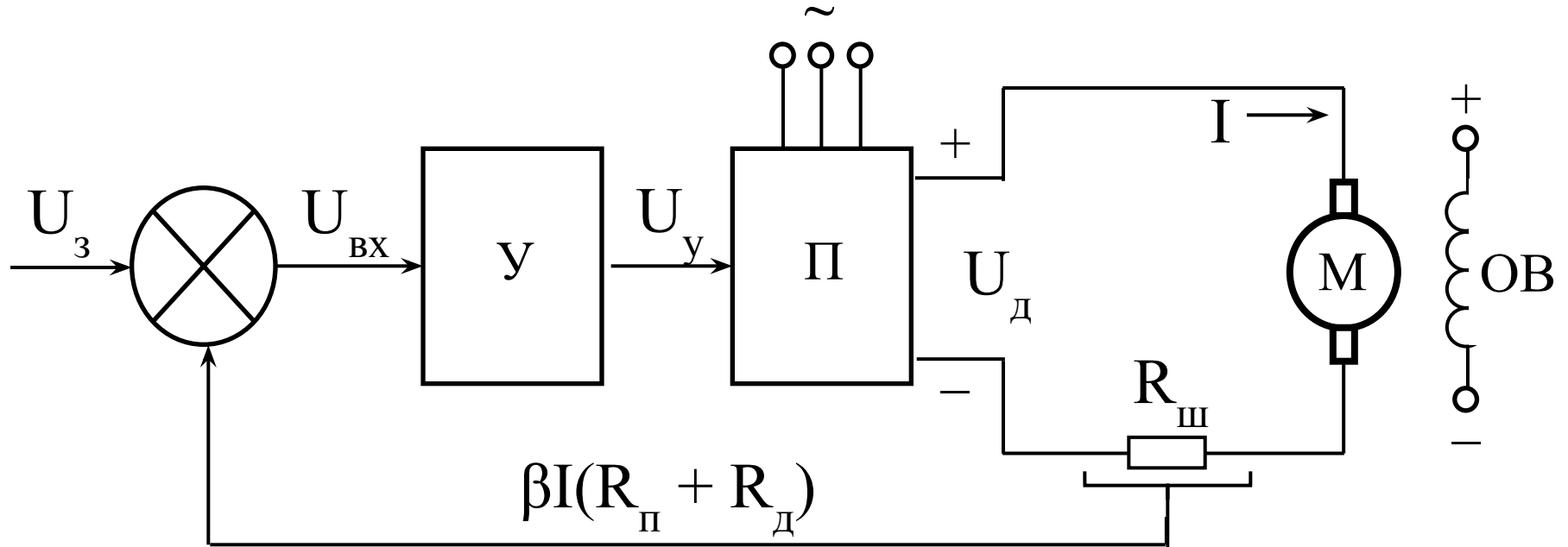
$$\omega = \frac{k_{\text{в}} U}{c(1 + \alpha k_c)} - M \frac{R_{\text{п}} + R_{\text{д}}(1 + \alpha k_c)}{c^2(1 + \alpha k_c)}$$



1 – естественная характеристика;
2 – характеристика разомкнутой системы;
3 – характеристика замкнутой системы.

Механические характеристики двигателя

7.2 Система автоматического регулирования угловой скорости с жесткой положительной обратной связью по току якоря



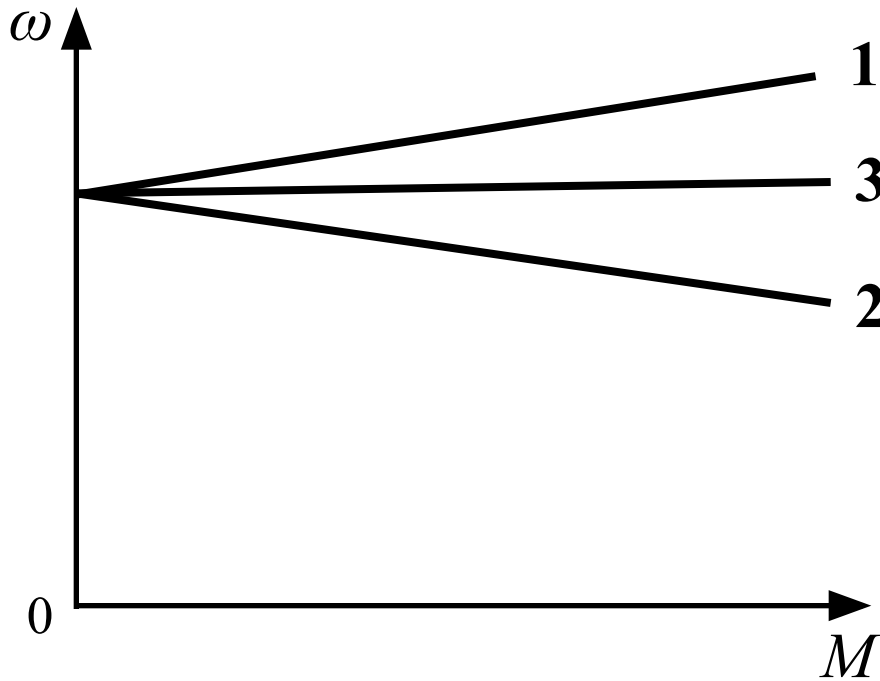
Структурная схема системы

Сигнал на входе усилителя определяется суммой напряжений:

$$U_{\text{вх}} = U_3 + \beta I (R_{\Pi} + R_{\text{д}}) \quad \beta = \frac{R_{\text{ш}}}{R_{\Pi} + R_{\text{д}}}$$

Уравнение механической характеристики в замкнутой системе:

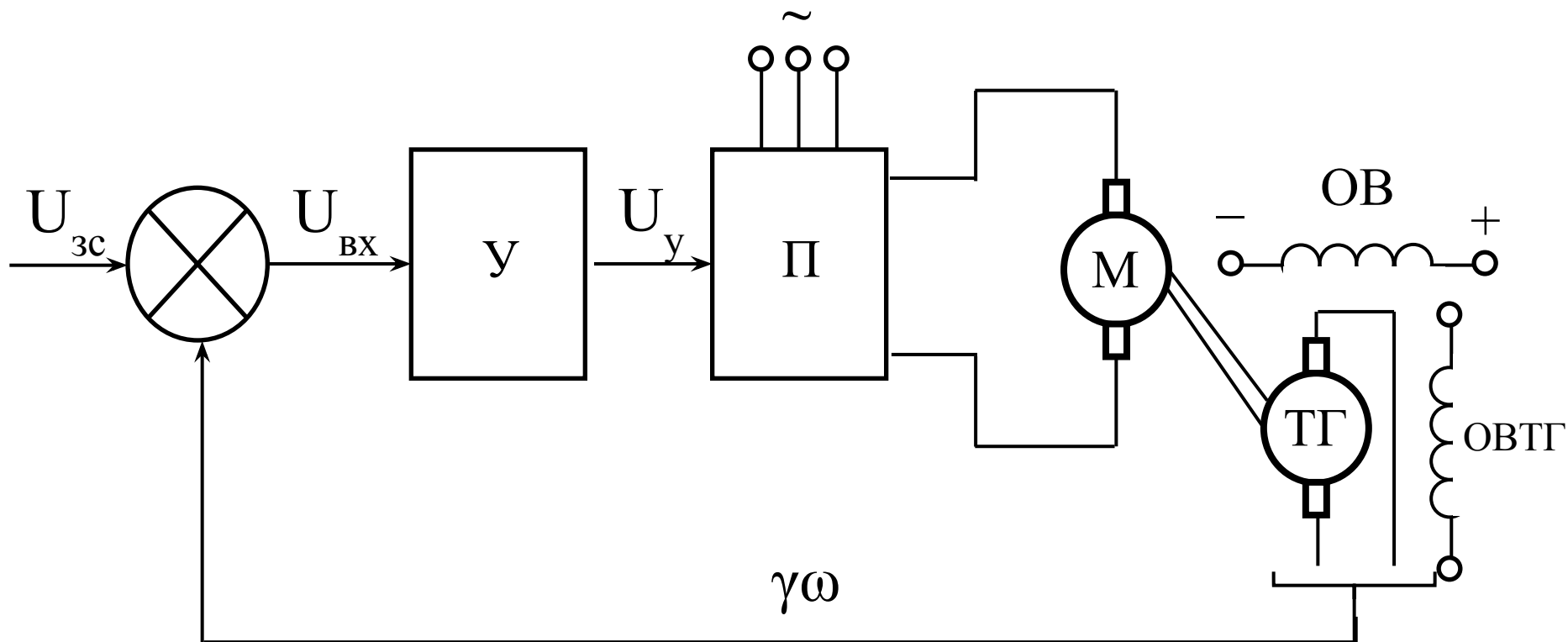
$$\omega = \frac{k_{\text{в}} U}{c} - M \frac{(R_{\text{п}} + R_{\text{д}})(1 - \beta k_{\text{с}})}{c^2}$$



1 – естественная характеристика;
2 – характеристика разомкнутой системы;
3 – характеристика замкнутой системы.

Механические характеристики двигателя

7.3 Система автоматического регулирования угловой скорости с жесткой отрицательной обратной связью по угловой скорости двигателя



Структурная схема системы

Система уравнений:

$$U_{\text{ВХ}} = U_{\text{ЗС}} - \gamma\omega;$$

$$E_{\text{П}} = k_{\text{с}}U_{\text{ВХ}};$$

$$U_{\text{Д}} = E_{\text{П}} - IR_{\text{П}};$$

$$U_{\text{Д}} = E_{\text{Д}} + IR_{\text{Д}};$$

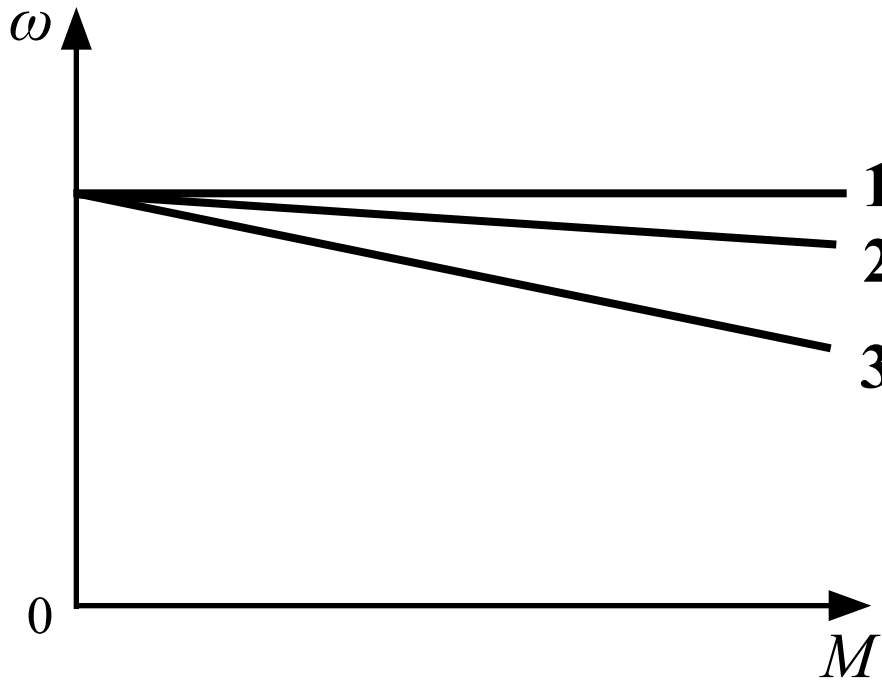
$$E_{\text{Д}} = c\omega;$$

$$M = cI.$$

$U_{\text{ЗС}}$ – задающее напряжение в системе с обратной связью по скорости;
 γ – коэффициент передачи обратной связи по скорости;
 $k = k_{\text{с}} / c$ – коэффициент передачи (усиления) всей системы.

Уравнение механической характеристики в замкнутой системе:

$$\omega = \frac{k_{\text{вс}} U}{1 + \gamma k} - M \frac{R_{\text{п}} + R_{\text{д}}}{c^2 (1 + \gamma k)}$$



1 – естественная характеристика;
2 – характеристика разомкнутой системы;
3 – характеристика замкнутой системы.

Механические характеристики двигателя