

**ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
аграрный университет имени императора Петра I»**

Кафедра электротехники и автоматики

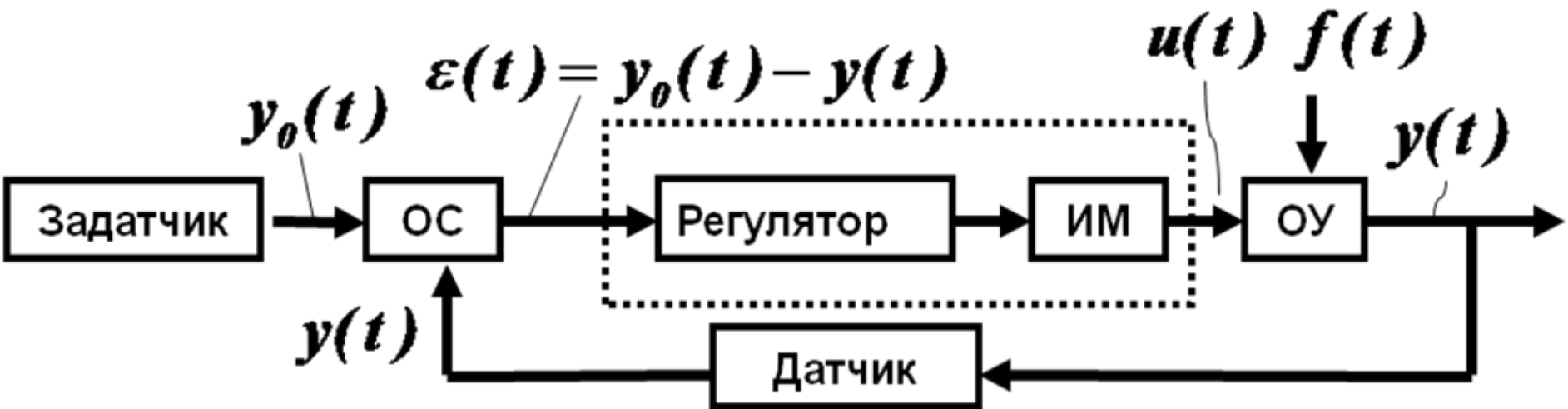
Аксенов Игорь Игоревич

ОСНОВЫ ТАУ

Законы регулирования

г. Воронеж

Закон регулирования - математическая зависимость, по которой автоматическое управляющее устройство (АУУ) – регулятор воздействует на объект управления.

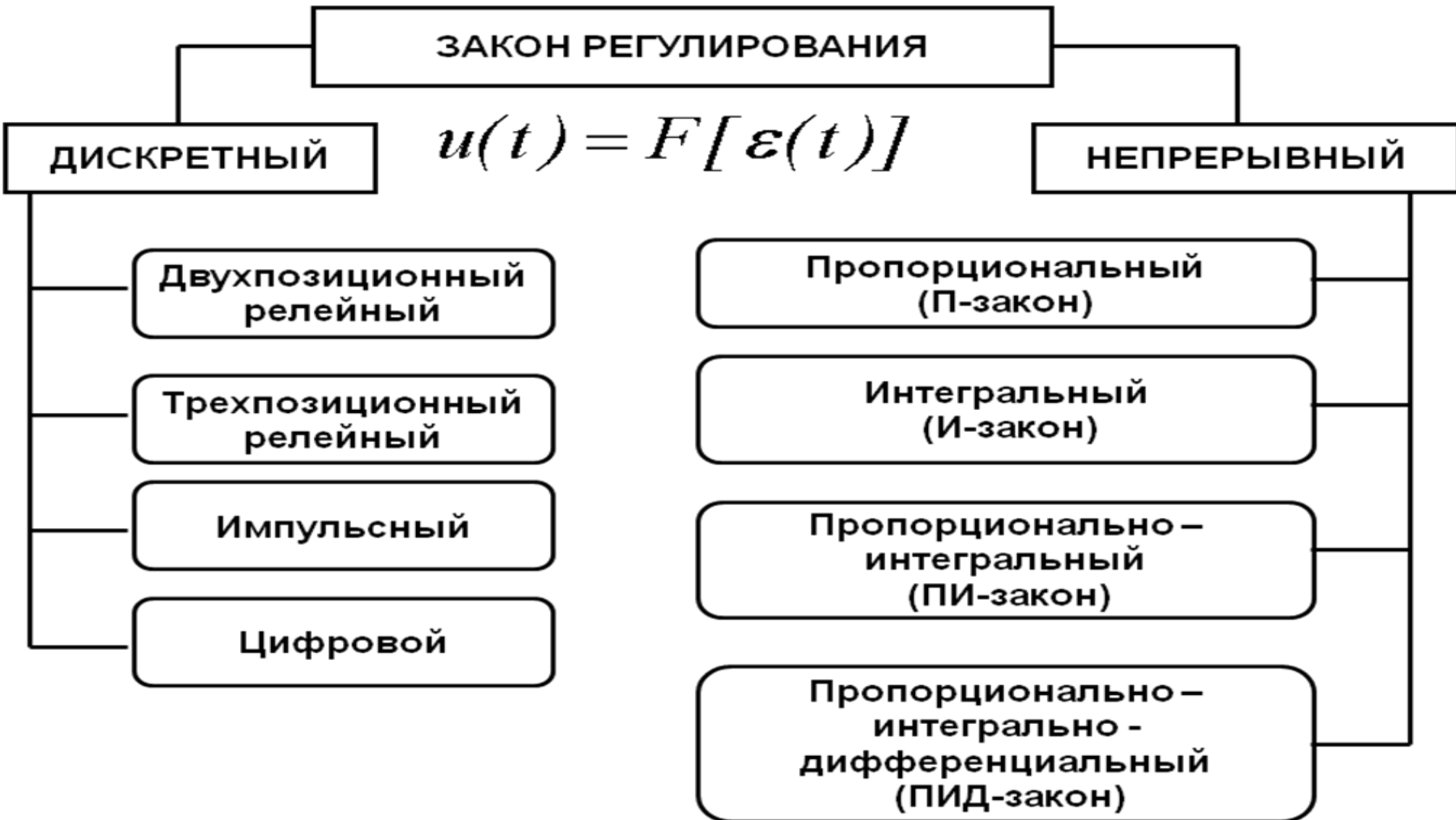


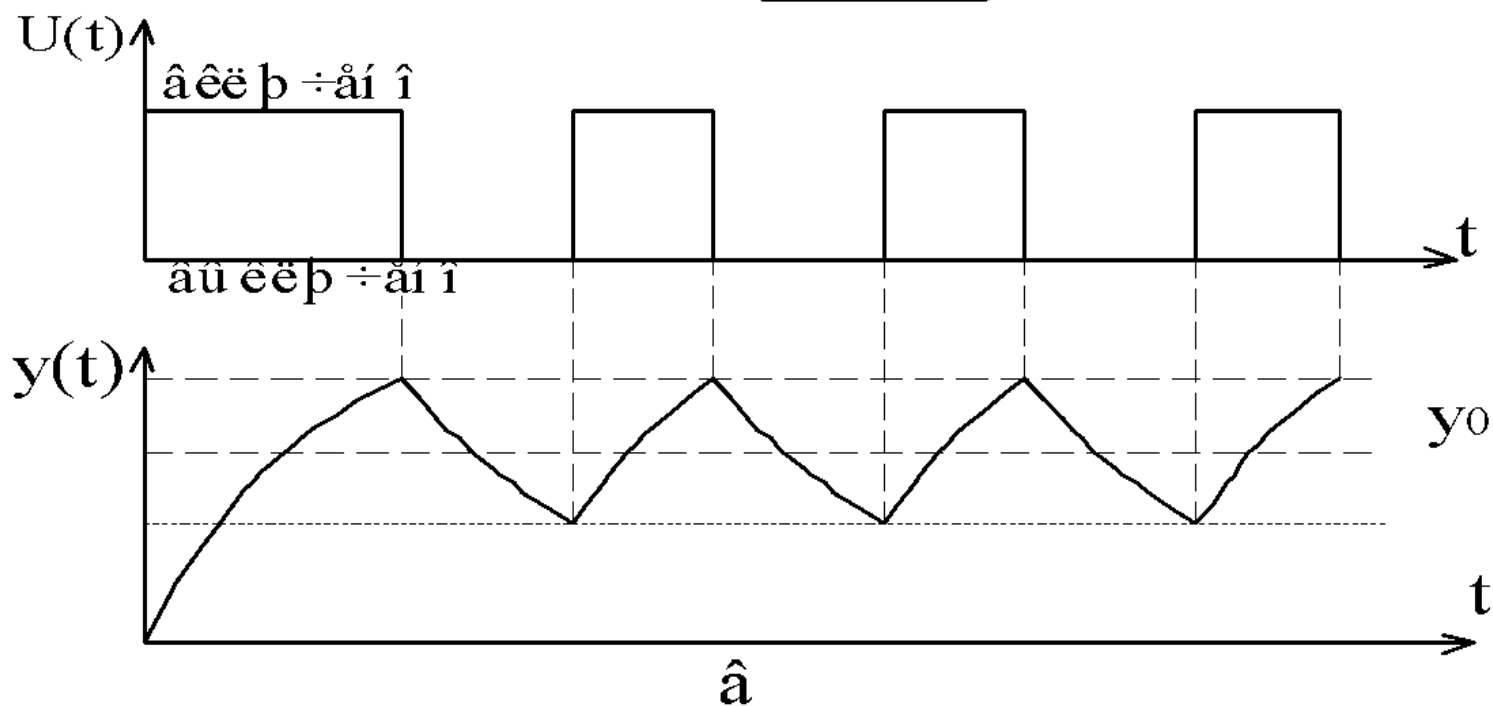
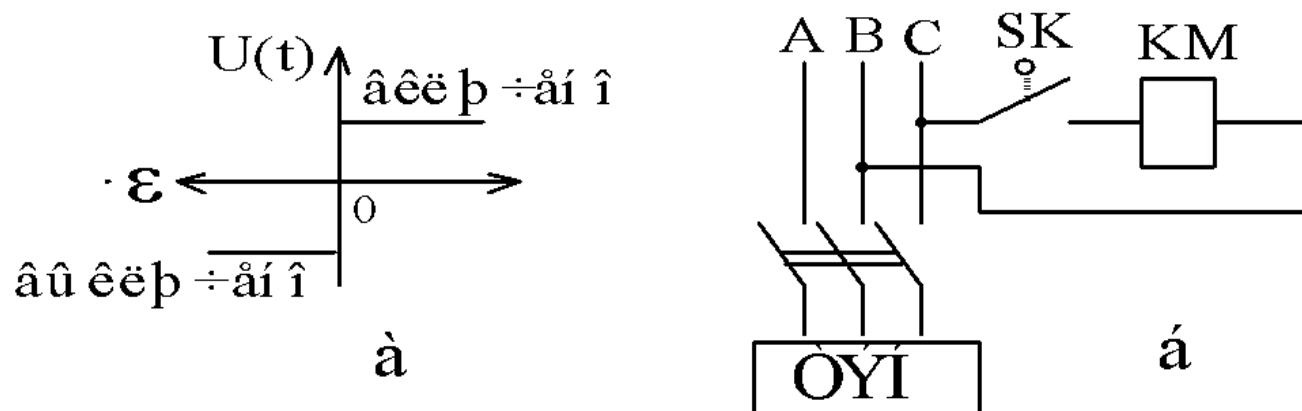
зависимость между управляющим воздействием $U(t)$ и разницей между заданным значением $y_0(t)$ и реальным значением $y(t)$ управляемой величины:

$$\varepsilon = y_0(t) - y(t)$$

$$U(t) = f(\varepsilon) = f[y_0(t) - y(t)]$$

Классификация законов регулирования





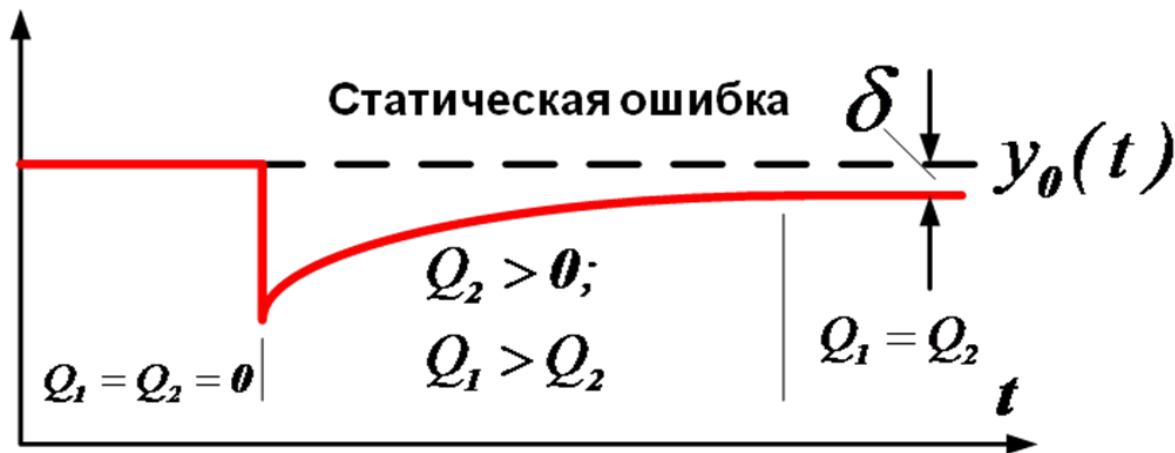
Релейный закон регулирования (а), схема системы автоматического регулирования температуры (б) и кривые процесса регулирования (в)

Пропорциональный закон (П-закон)

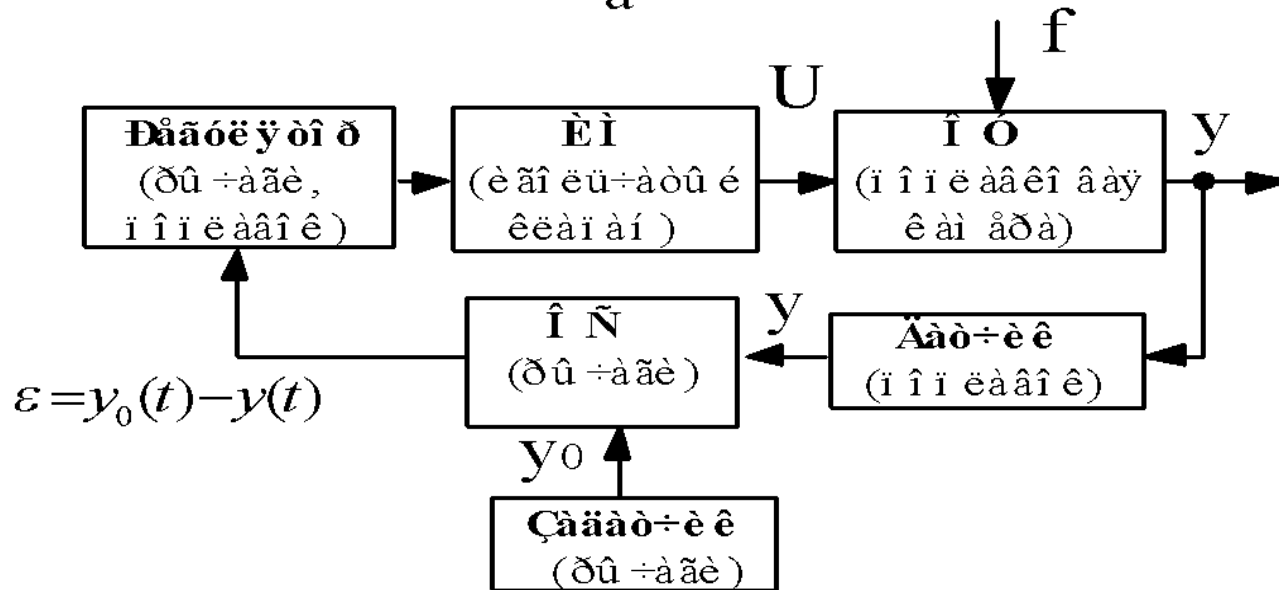
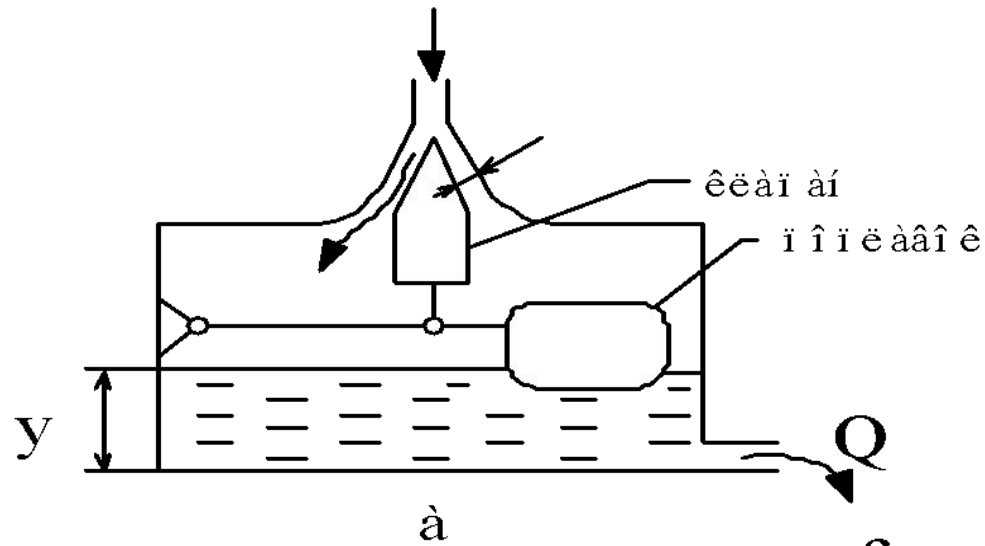
Это закон реализуется пропорциональным регулятором (П-регулятором). П-регулятор реализует статическое регулирование. Рассматриваемые законы регулирования реализуются при помощи автоматических устройств или регуляторов, на вход которых подается отклонение управляемой величины (сигнал рассогласования), а на выходе формируется управляющее воздействие.

Уравнение П-закона имеет вид:

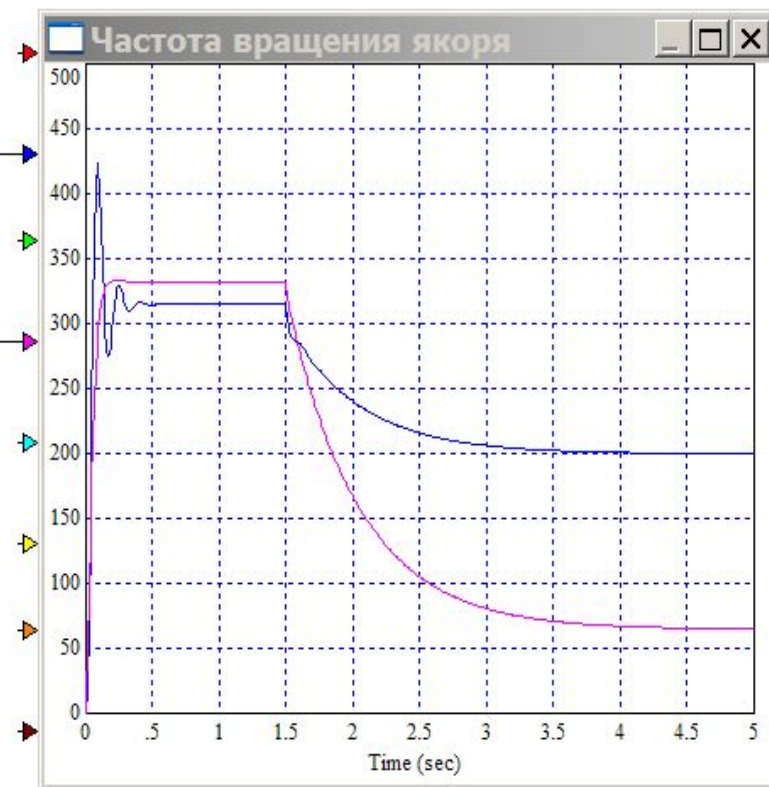
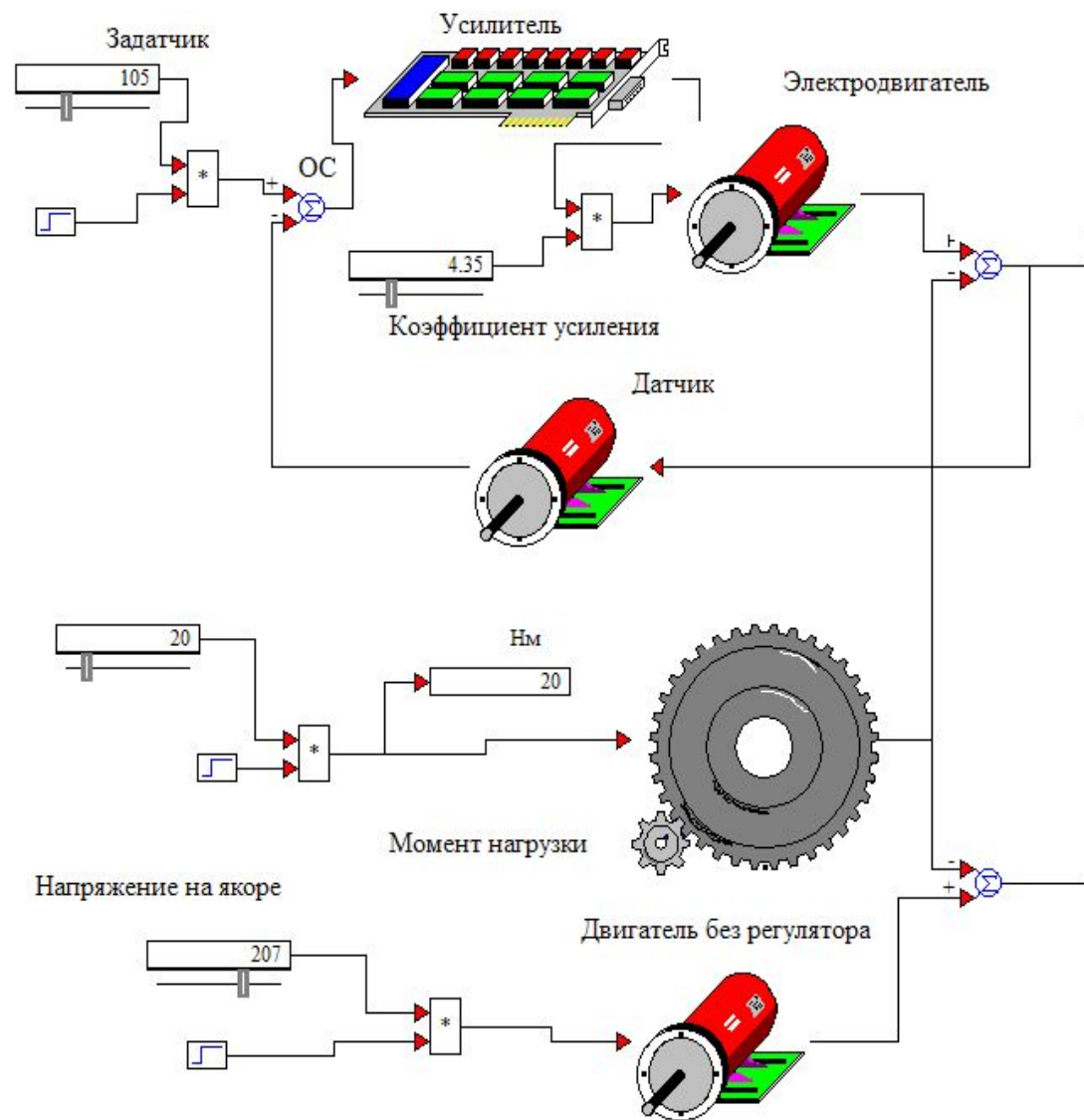
$$U(t) = k_p * \varepsilon(t)$$



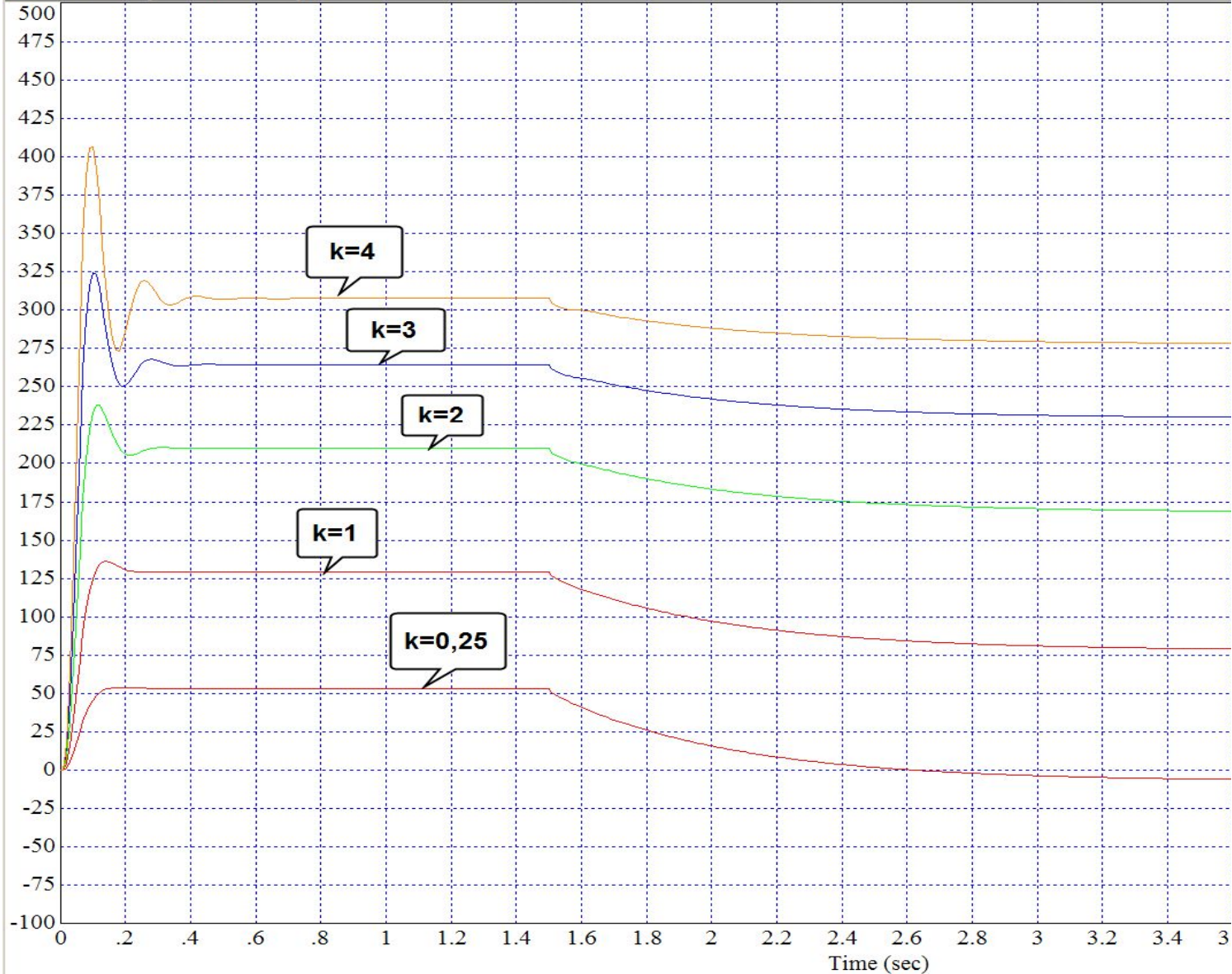
Кривая переходного процесса при П - законе регулирования



Пропорциональный закон регулирования: а – конструктивная, б – функциональная схемы

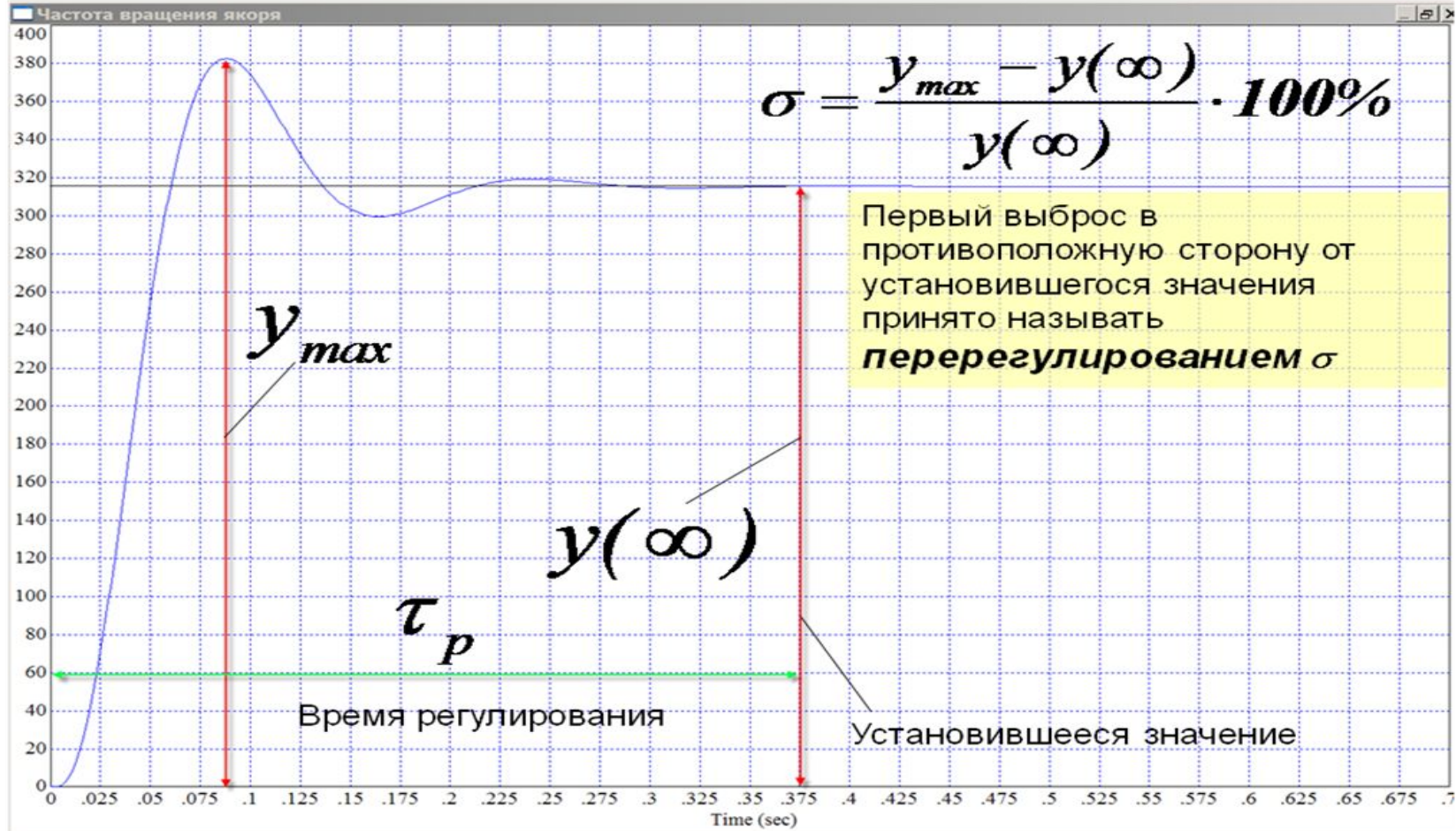


Модели двигателя постоянного тока с регулятором и без регулятора в VisSim



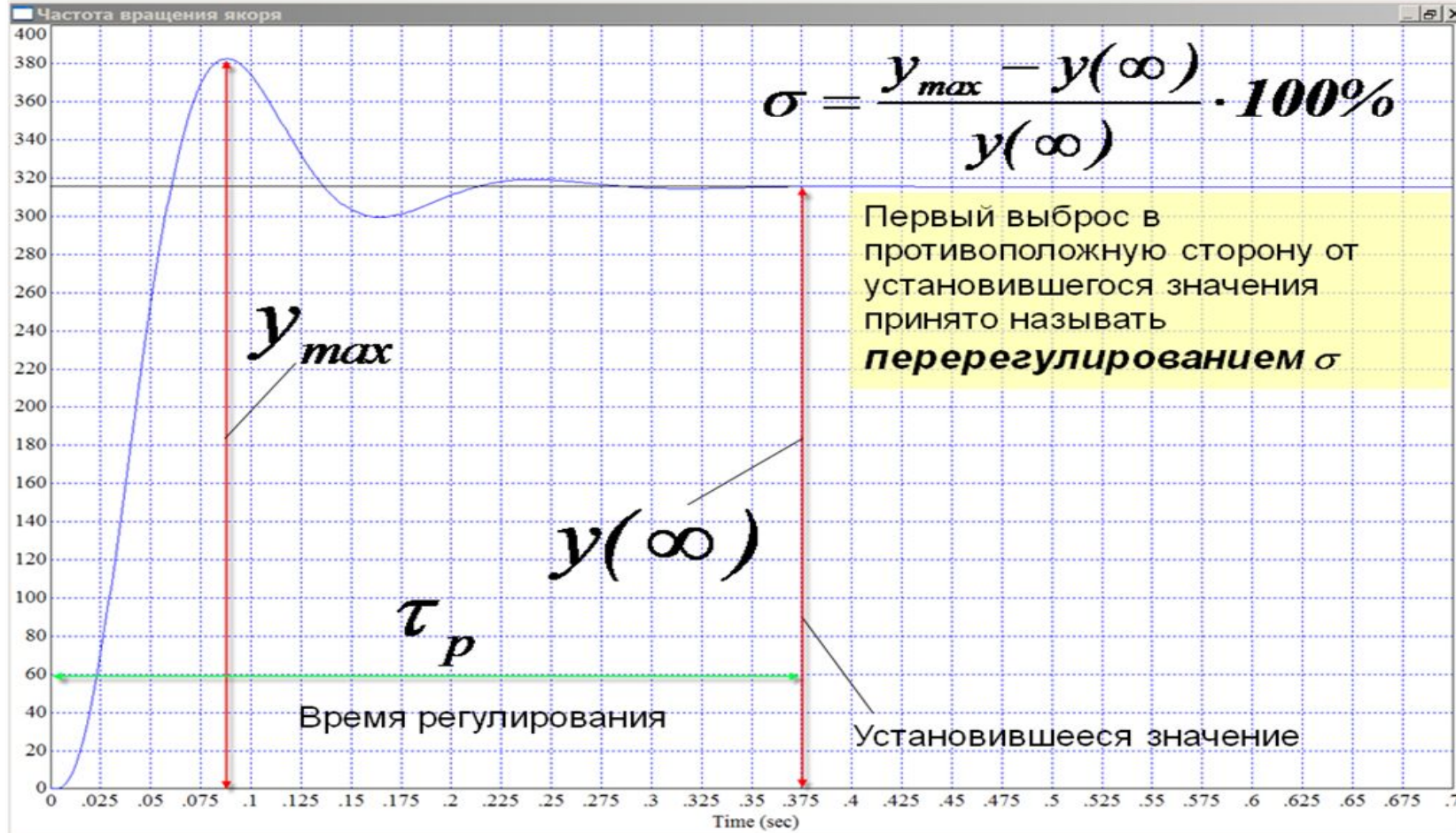
Зависимость кривой переходного процесса в САР в зависимости от коэффициента пропорциональности П-закона

k - коэффициент пропорциональности П-закона



Параметры переходного процесса

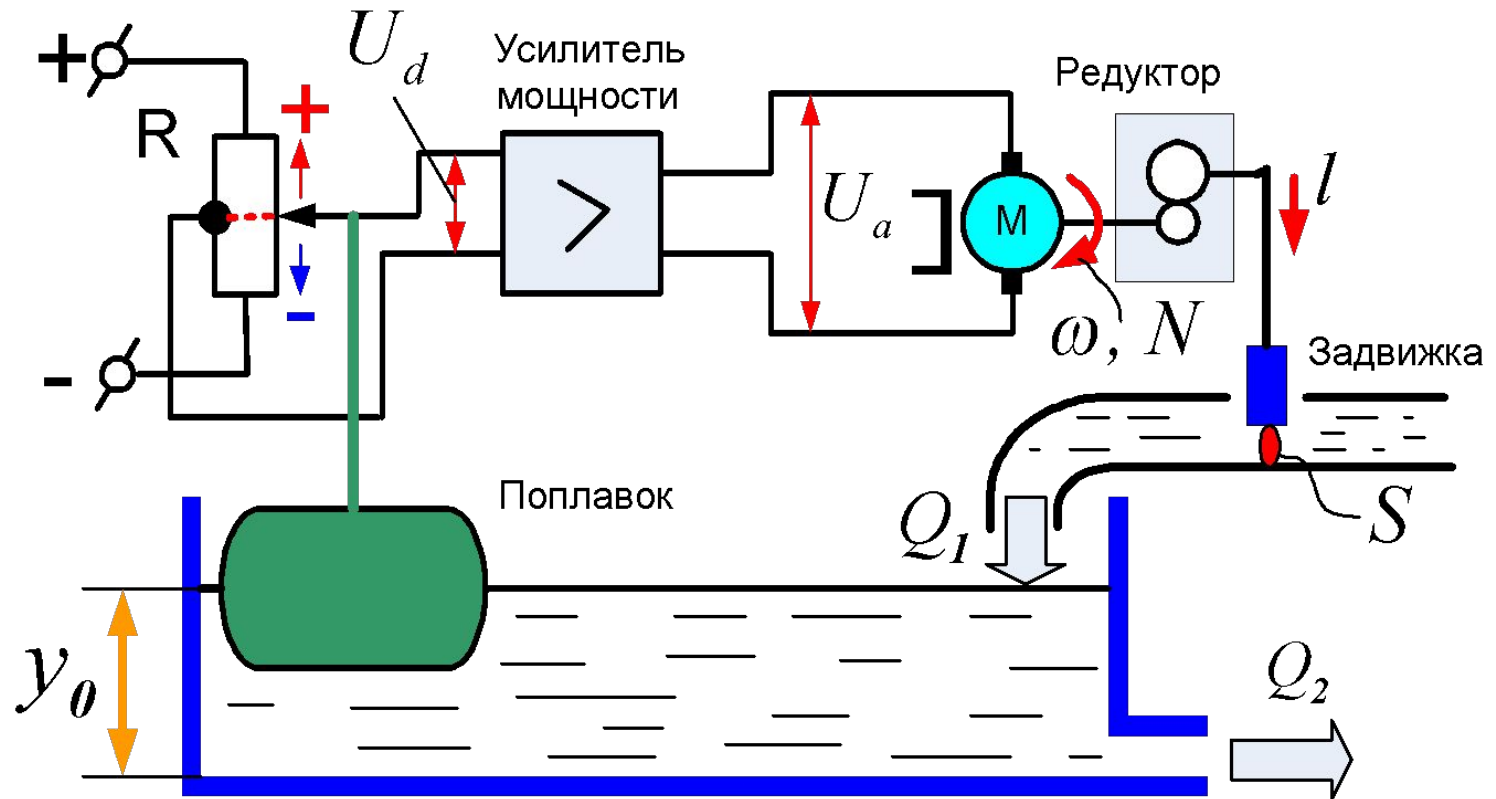
$$U(t) = k_p * \varepsilon(t)$$



$$\sigma = \frac{y_{max} - y(\infty)}{y(\infty)} \cdot 100\%,$$

σ – Перерегулирование (определяется величиной первого выброса) — отношение разности максимального значения переходной характеристики и ее установившегося значения к величине установившегося значения.

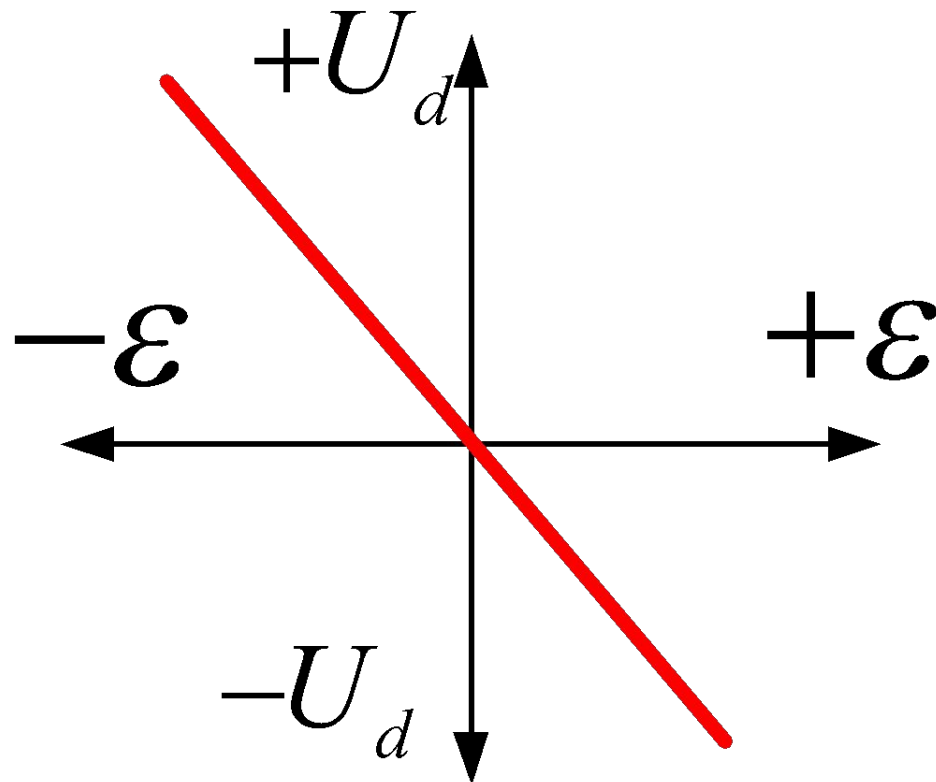
интегральный закон регулирования



САР с интегральным законом регулирования

$$U(t) = k_p * \varepsilon(t)$$

то есть управляющее воздействие является интегральной величиной от отклонения управляемой величины.



Зависимость напряжения, снимаемого с ползунка потенциометра от его положения

$$\varepsilon = y_0 - y$$

Перемещение поплавка, а, следовательно, и ползунка реостата прямо пропорционально отклонению

Процессы в этой системе автоматического регулирования

Напряжение на выходе реостата:

$$U_d = k_I \varepsilon = k_I (y_0 - y).$$

Напряжение, приложенное к якору электродвигателя:

$$U_a = k_y U_d = k_y k_I \varepsilon.$$

частота вращения двигателя постоянного тока

$$\omega = k_2 U_a = k_2 k_y k_I \varepsilon.$$

Управляющее воздействие (площадь открытия задвижки **S**)

$$S = k_3 l.$$

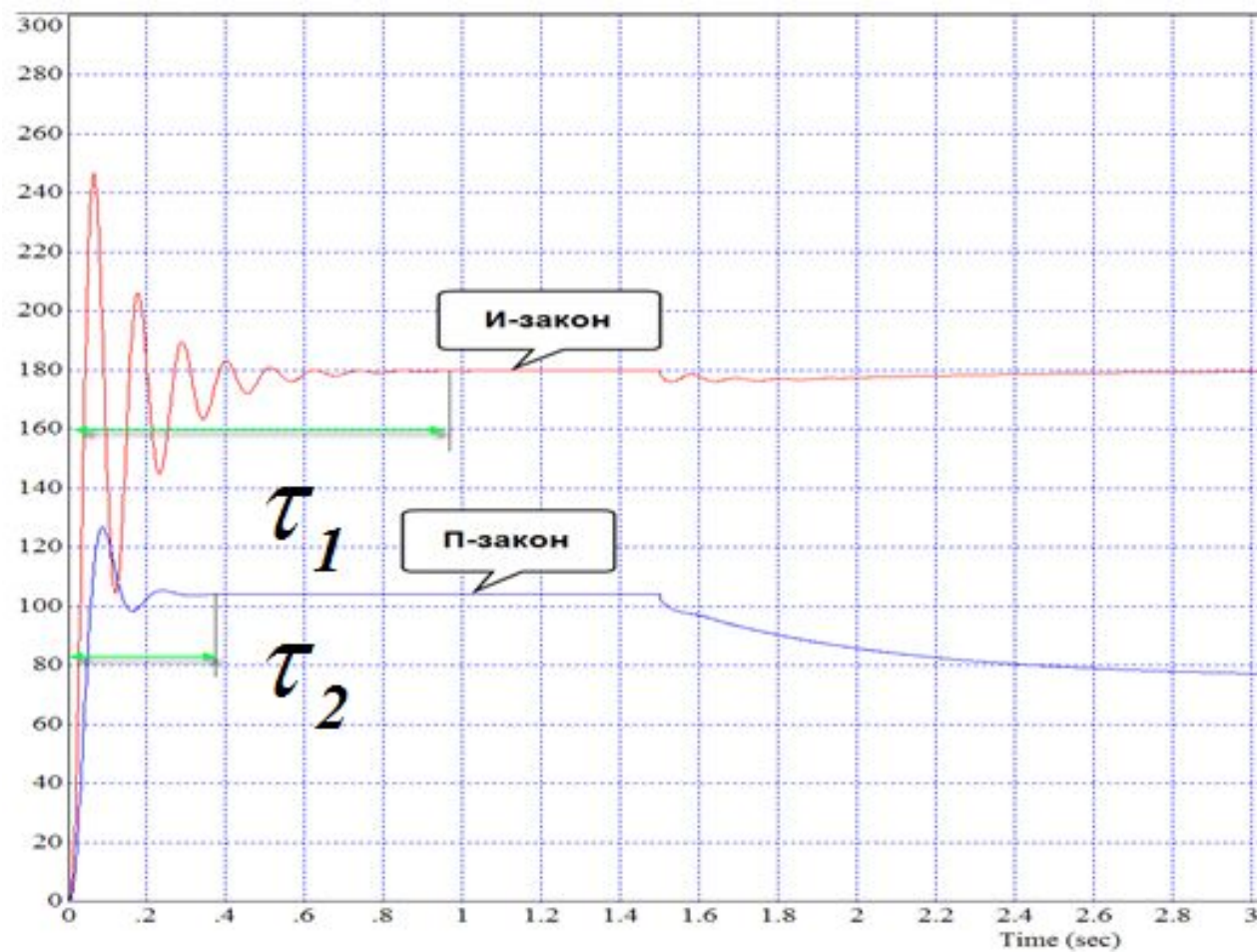
Управляющее воздействие (случай вращательного движения)

$$S = k_4 N, N - \text{число оборотов якоря}$$

число оборотов якоря

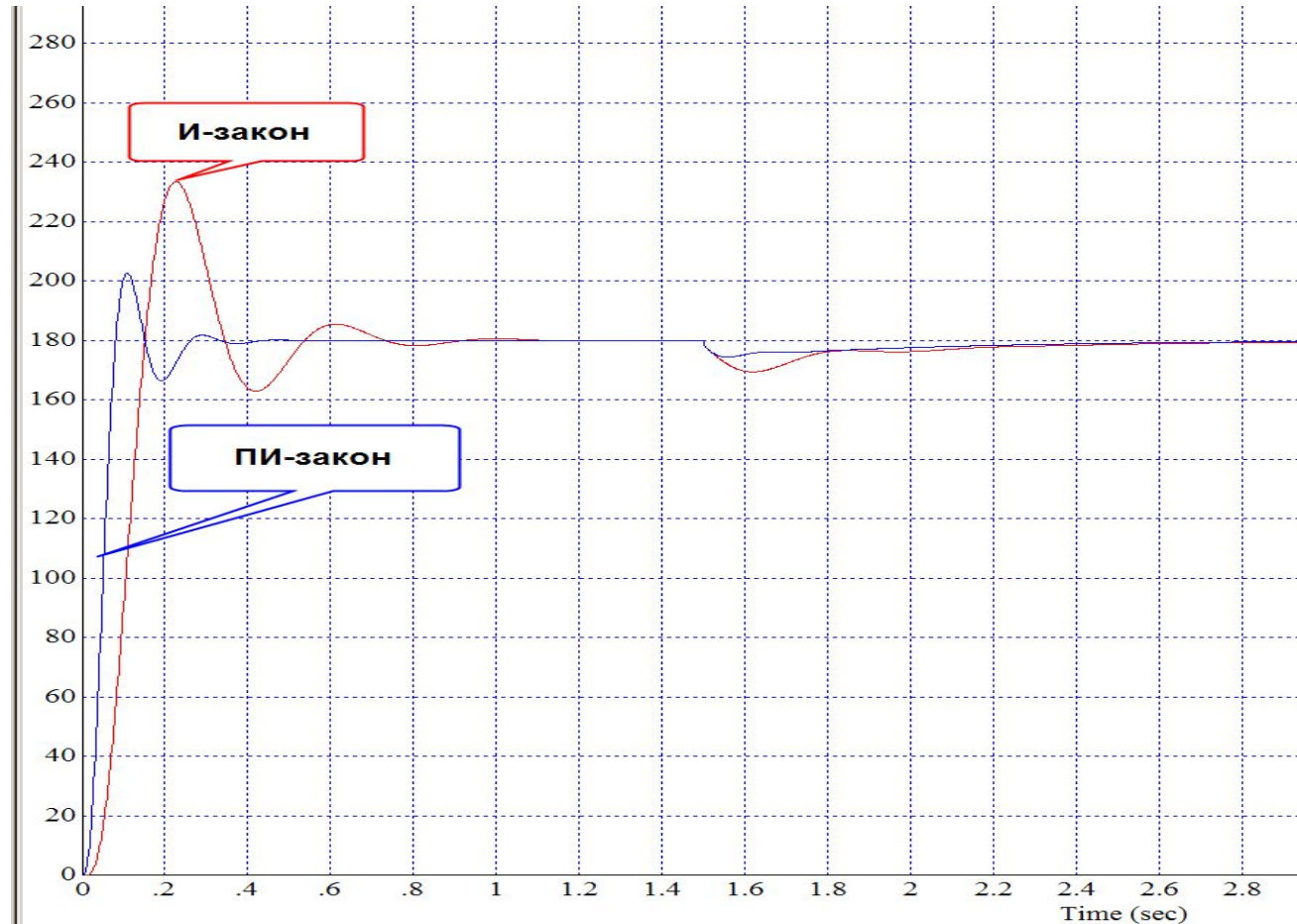
$$N = \int \omega dt.$$

$$S = k_1 k_2 k_4 k_y \int \varepsilon dt = k \int \varepsilon dt. \text{ Интегральный закон регулирования}$$



Кривые переходных процессов для П- и И-законов регулирования

Пропорционально интегральный закон регулирования (ПИ-закон)

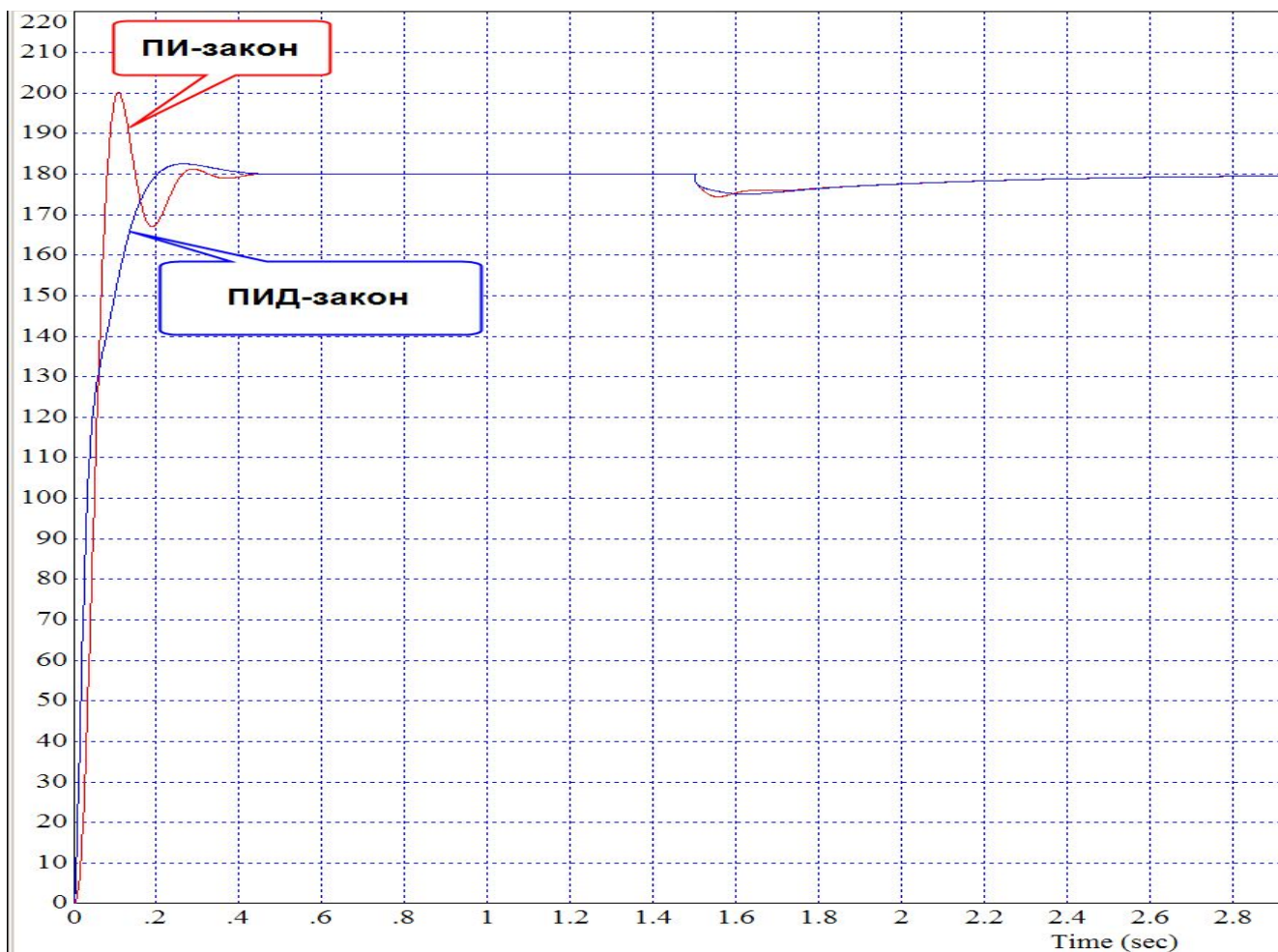


Кривые переходных процессов для И- и ПИ-законов регулирования

$$U = k_1 \varepsilon(t) + k_2 \int \varepsilon(t) dt$$

пропорционально интегральный закон (ПИ-закон) регулирования

Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования



Кривые переходных процессов для ПИ- и ПИД-законов регулирования

$$U = k_1 \varepsilon(t) + k_2 \int \varepsilon(t) dt + k_3 \frac{d\varepsilon(t)}{dt}.$$

пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования (ПИД-закон)