

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ Р.Ф.  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ(ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРЕЗЕНТАЦИЯ

## ТРЕХКАНАЛЬНЫЕ (ПИД) РЕГУЛЯТОРЫ

---

Выполнил  
Студент группы 2132105Е  
Чернышов Е.В.  
Проверил Ахсанов М.М.

# Трехканальные (ПИД) регуляторы

В промышленных системах широко используется так называемая трехканальный, или ПИД-регулятор. Он имеет передаточную функцию

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s.$$

Своим названием ПИД-регулятор обязан тому, что его выходной сигнал равен сумме составляющих, пропорциональных как самому входному сигналу, так и его интегралу и производной. В действительности канал производной имеет передаточную функцию.

$$G_d(s) = \frac{K_D s}{\tau_d s + 1},$$

Своим названием ПИД-регулятор обязан тому, что его выходной сигнал равен сумме составляющих, пропорциональных как самому входному сигналу, так и его интегралу и производной. В действительности канал производной имеет передаточную функцию.

$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int e(t) dt + K_D \frac{de(t)}{dt}.$$

но обычно  $t_d$  много меньше, чем постоянные времени объекта управления, и ей можно пренебречь.

Если положить  $K_p = 0$ , то мы получим пропорционально-интегральный, или ПИ-регулятор:

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_I}{s} .$$

В случае  $K_I = 0$  мы получим пропорционально-дифференциальный, или ПД-регулятор:

$$G_c(s) = K_p + K_D s .$$

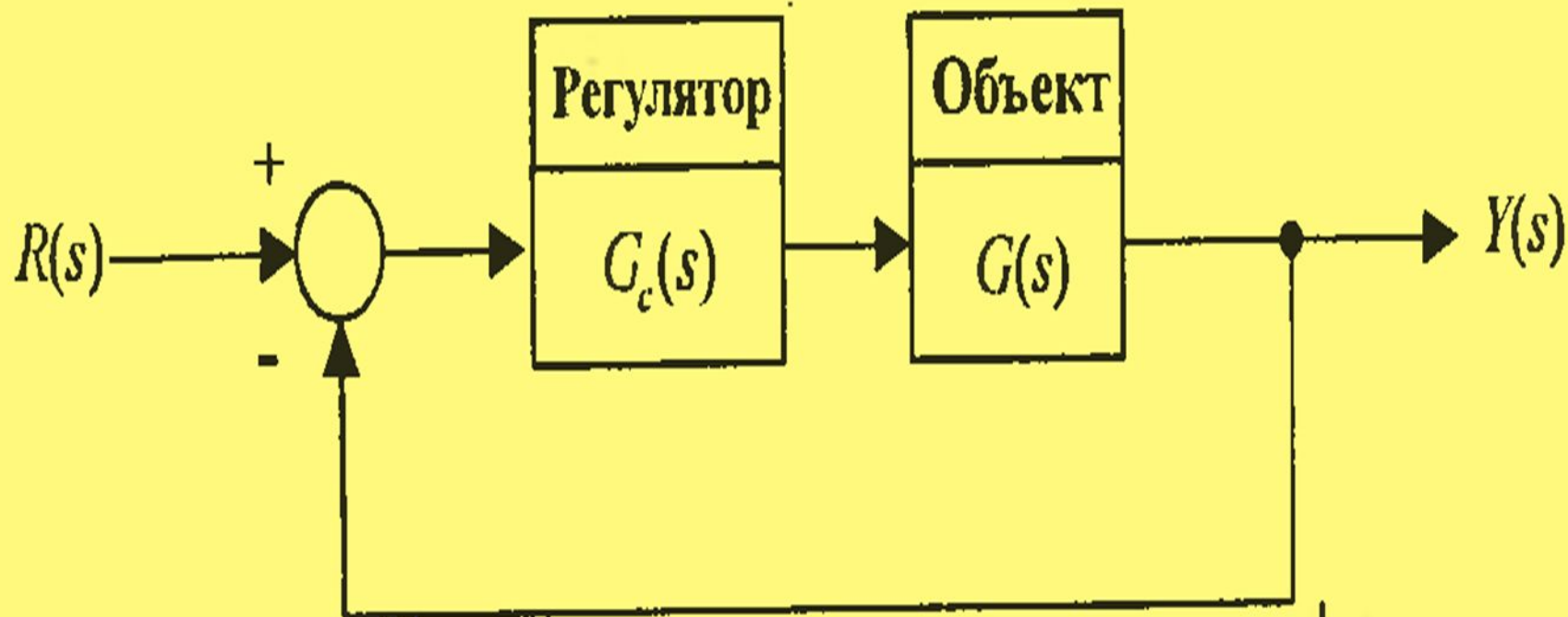
Управление многими производными процессами осуществляется с помощью ПИД-регуляторов. Их популярность отчасти объясняется способностью обеспечить высокое качества ведения процессов в широком диапазоне режимов, и отчасти функциональной простотой, позволяющей инженерам эксплуатировать их каких-либо проблем. Если задан объект управления, то подлежат определению три параметра ПИД-регулятора: коэффициент пропорциональности, коэффициент при производной.

Рассмотрим ПИД-регулятор:

$$G_c(s) = K_1 + \frac{K_2}{s} + K_3 s = \frac{K_3 s^2 + K_1 s + K_2}{s} = \frac{K_3 (s^2 + as + b)}{s} = \frac{K_3 (s + z_1)(s + z_2)}{s}$$

где  $a=K_1/K_3$  и  $b=K_1/K_3$ . Таким образом, ПИД-регулятор вносит в передаточную функцию разомкнутой системы один полюс в начале координат и два нуля, которые могут быть размещены в любом месте левой половины  $s$ -плоскости. Напомним, что корневой годограф начитается в плюсах передаточной функций и заканчивается в её нулях. Если, например, мы имеем систему изображенную на рис. где

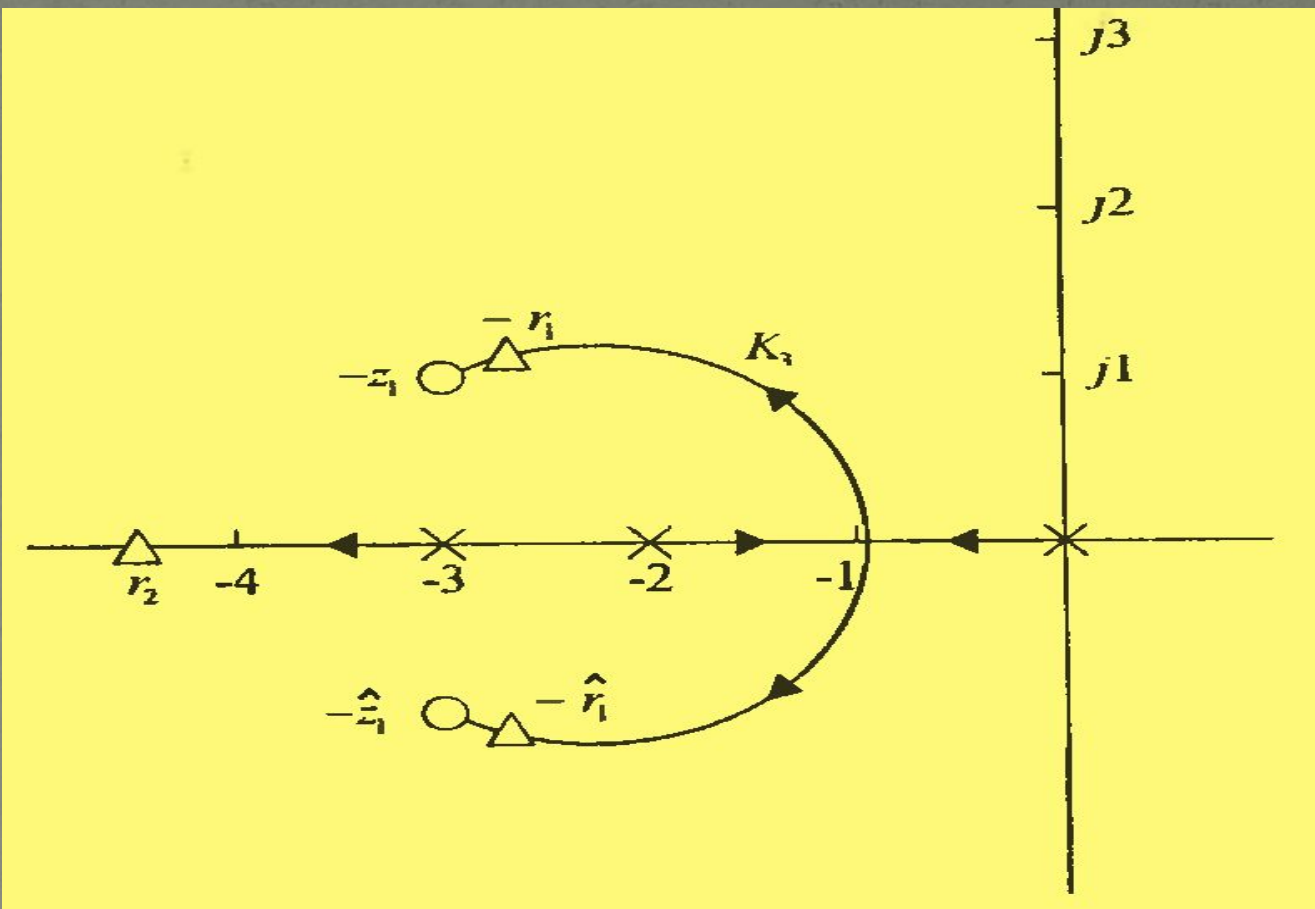
$$G(s) = \frac{1}{(s+2)(s+3)},$$





и используем ПИД-регулятор с комплексными нулями  $Z_1$  и  $Z_2$ , где  $\hat{z}_1$ , то можем построить корневой годограф, как это показано на рис. С увеличением коэффициента  $K_3$  комплексные корни стремятся к нулям. Замкнутая система имеет передаточную функцию.

$$T(s) = \frac{G_c(s)G(s)}{1+G_c(s)G(s)} = \frac{K_3(s+z_1)(s+\hat{z}_1)}{(s+r_2)(s+r_1)(s+\hat{r}_1)}.$$



Реакция такой системы на ступенчатый входной сигнал будет иметь перерегулирование менее 2%, а установившийся ошибка будет равна нулю. Время установленная будет равно приблизительно 1с. Это довольно хорошие показатели. Если желательно уменьшить время установления, то надо выбрать в левой полуплоскости еще дальше от мнимой оси, а коэффициент  $K_3$  задать таким, чтобы корни характеристического уравнения замкнутой системы располагались вблизи этих комплексных нулей.