

Уравнение ПИД-регулятора:

PID-инструкция работает со следующей математической формуле для расчета выходных значений:

$$MV = K_P * E(t) + K_I * E(t) \frac{1}{S} + K_D * PV(t)S$$

где:

MV – выходное значение ПИД-регулятора

K_P – коэффициент пропорциональности

$E(t)$ – отклонение: $E(t) = SV - PV$ (при прямом регулировании); $E(t) = PV - SV$ (при инверсном регулировании)

PV – текущее измеренное значение (сигнал обратной связи)

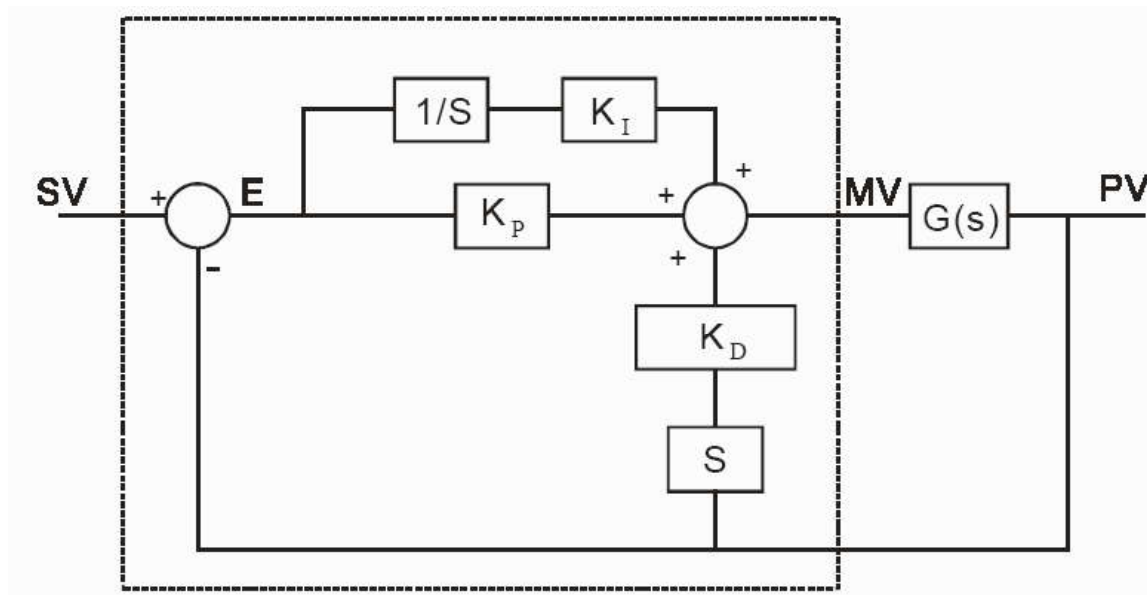
SV – заданное значение

K_D – дифференциальный коэффициент

$PV(t)S$ – значение дифференцирования $PV(t)$

K_I – интегральный коэффициент

$E(t)1/S$ – значение интегрирования $E(t)$

Схема ПИД-регулятора:

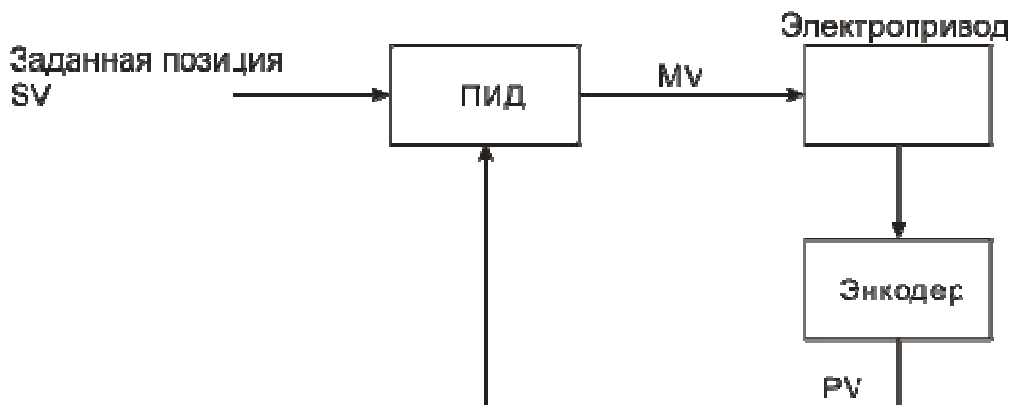
Пунктирной линией выделена PID-инструкция.

Замечания по настройке:

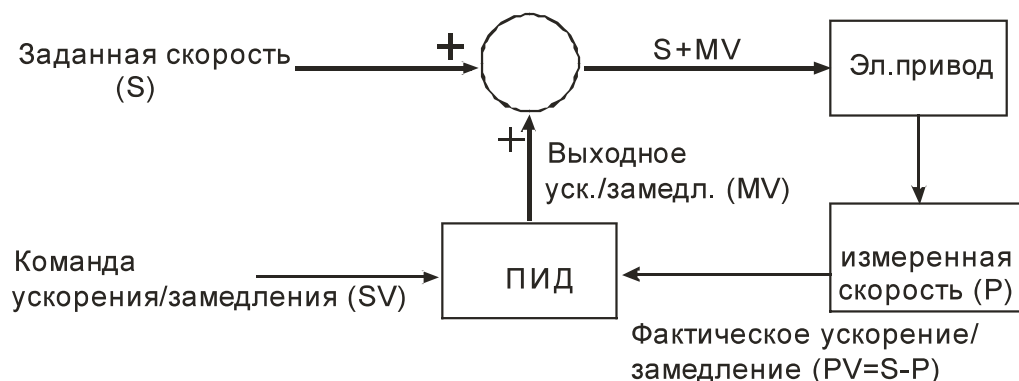
- При настройке основных параметров (K_P , K_I , K_D) ПИД-регулятора всегда начинайте с корректировки пропорционального коэффициента K_P , а K_I , K_D установите равными 0. Далее корректируйте интегральный коэффициент K_I (начинайте с небольшого значения постепенно его увеличивая) и дифференциальный коэффициент K_D (начинайте с небольшого значения постепенно его увеличивая). См. пример 4. Когда

$K_p < 100\%$, значение отклонения $E(t)$ будет уменьшаться, когда $K_p > 100\%$, значение отклонения $E(t)$ будет усиливаться.

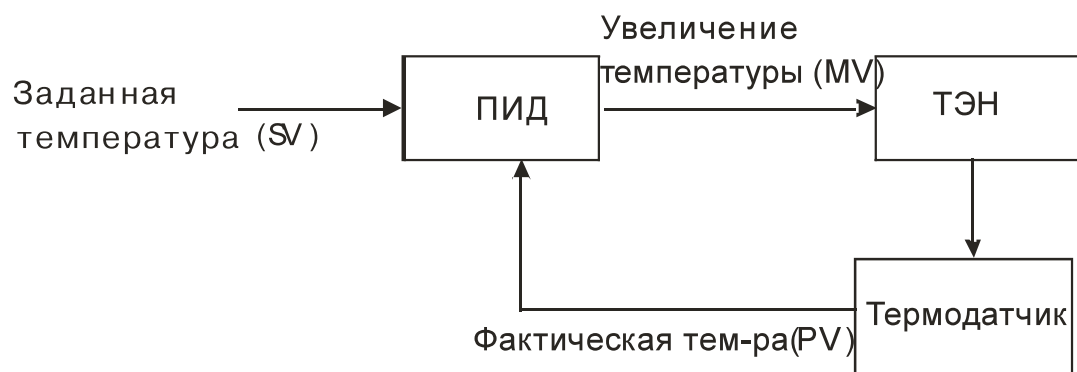
Пример 1: Блок-диаграмма для использования ПИД-регулятора для управления позиционированием.



Пример 2: Блок-диаграмма для использования ПИД-регулятора для управления скоростью ((S3) + 4 должно быть = 0).



Пример 3: Блок-диаграмма для использования ПИД-регулятора для управления температурой ((S3) + 4 должно быть = 1).

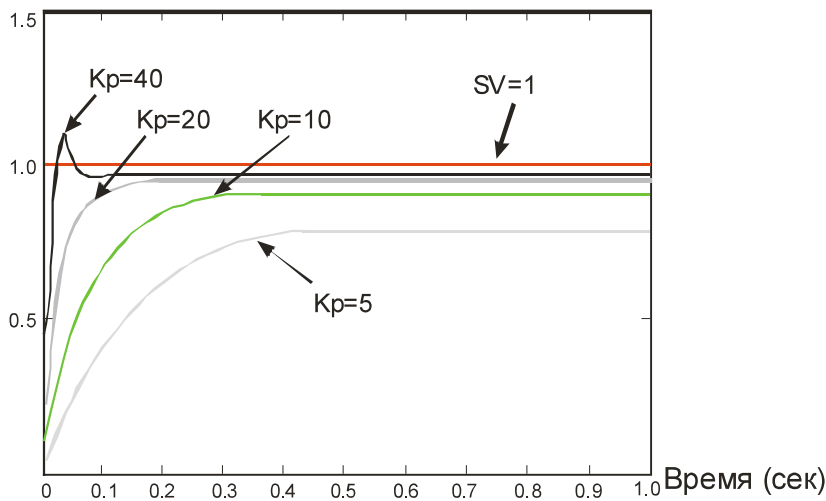


Пример 4: Последовательность настройки ПИД-регулятора

Рассмотрим систему регулирования, описываемую уравнением $G(s) = \frac{b}{s+a}$ (функция подходит для большинства моделей электропривода переменного тока).

Заданное значение $SV=1$, время выборки $T_s = 10\text{мс}$.

Шаг 1. Установим K_I и K_D равными 0, а K_P поочередно установим равным 5, 10, 20, 40 и запишем при этом состояния PV.



Шаг 2. Из приведенных кривых выберем кривую, полученную при $K_P=10$ на основании следующих рассуждений:

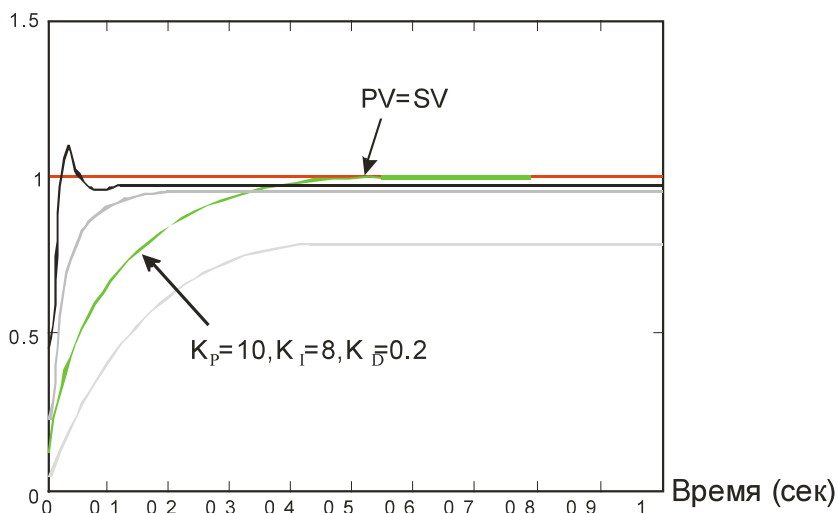
при $K_P=40$ система имеет малое время отклика и как следствие перерегулирование;

при $K_P=20$ система также имеет быстрый отклик, но без перерегулирования, однако кратковременные импульсы MV будут приводить к частым старт/стоповым режимам и пусковым нагрузкам;

при $K_P=10$ система имеет достаточно быстрый и плавный отклик;

при $K_P=5$ система имеет очень медленный отклик и большое остаточное отклонение;

Шаг 3. При выбранном $K_P=10$ проведем корректировку K_I и K_D . Сначала будем плавно увеличивать значения K_I (1, 2, 4, 8), но не больше чем K_P . Затем будем плавно увеличивать значения K_D (0.01, 0.05, 0.1, 0.2), но не больше чем 10% от K_P . В итоге мы должны получить систему с быстрым и плавным откликом без перерегулирования и с минимальным остаточным отклонением.



Примечание: В этом примере только показан порядок настройки параметров ПИД-регулятора. В каждой реальной системе регулирования параметры ПИД-регулятора надо подбирать индивидуально.

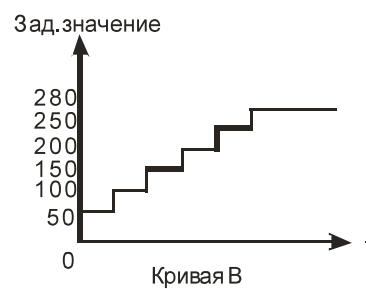
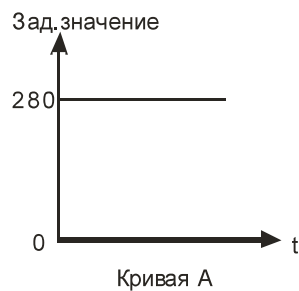
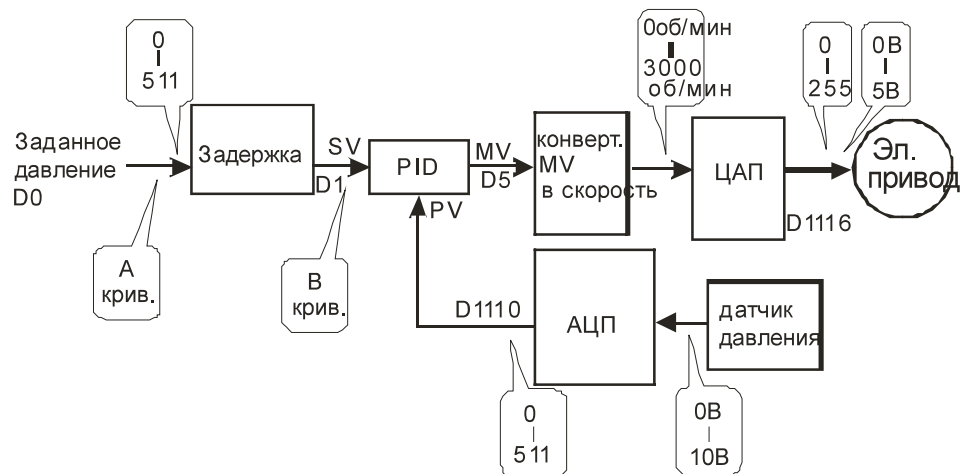
Пример применения 1: Использование ПИД-регулятора для системы регулирования давления (блок-диаграмма примера 1).

Характеристики системы: заданное значение должно достигаться ступенчато для избежания перегрузок при быстрой реакции.

Рекомендуемые методы решения:

Метод 1: использовать большое время выборки.

Метод 2: использовать команду задержки и блок-диаграмму показанную ниже.



D2 - шаг ступени
D3 - время ступеньки

Программа, реализующая команду задержки: