

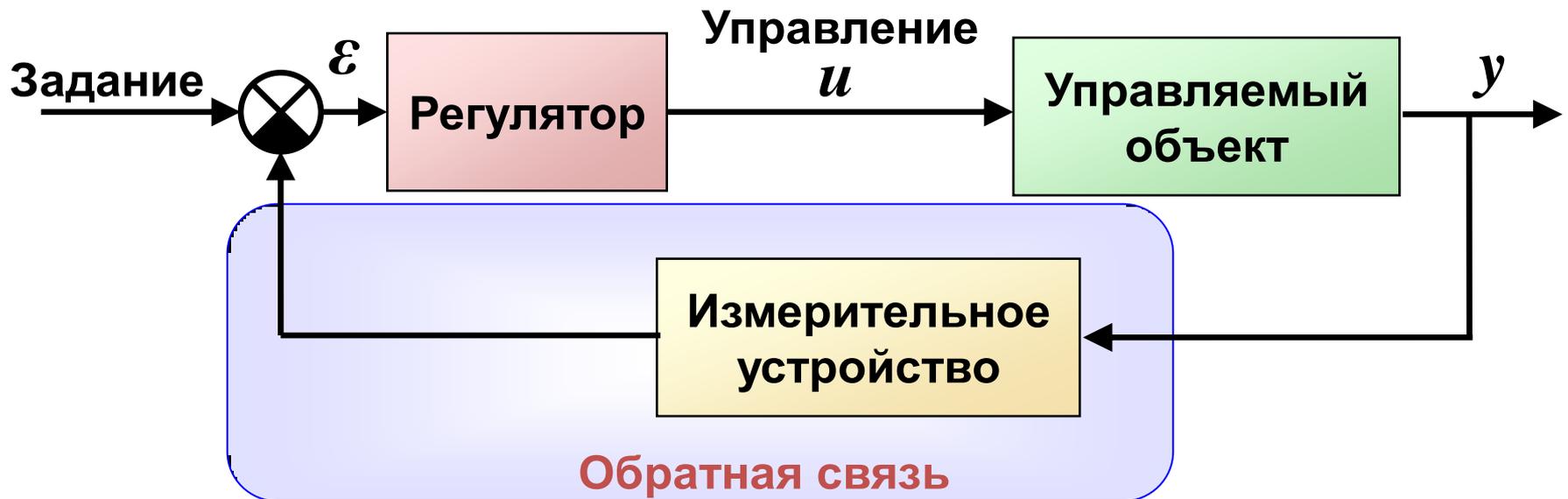
Основы теории управления

Лекция 11

Типовые регуляторы

Управление по отклонению

принцип обратной связи (ОС)



Для регулирования, как правило, используют типовые регуляторы, названия которых соответствуют названиям типовых звеньев

Типовые регуляторы

1. П-регулятор, пропорциональный регулятор

Передаточная функция П-регулятора: $W_p(p) = K_1$.

Принцип действия заключается в том, что регулятор вырабатывает управляющее воздействие на объект пропорционально величине ошибки (чем больше ошибка ε , тем больше управляющее воздействие u).

2. И-регулятор, интегрирующий регулятор

Передаточная функция И-регулятора: $W_i(p) = K_0/p$.

Управляющее воздействие пропорционально интегралу от ошибки.

3. Д-регулятор, дифференцирующий регулятор

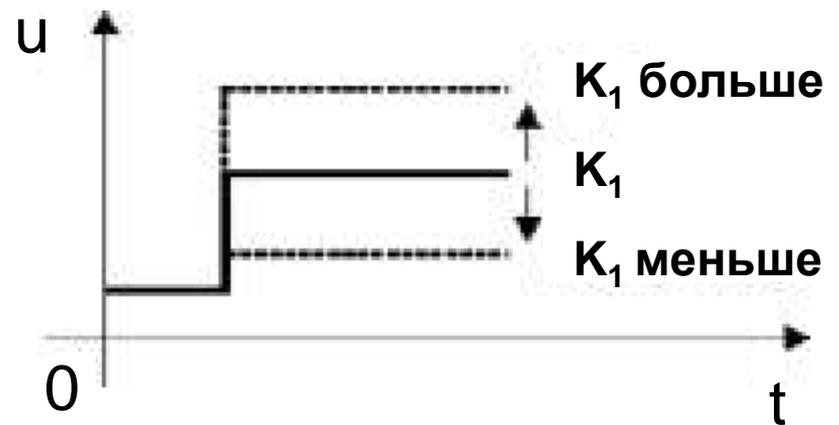
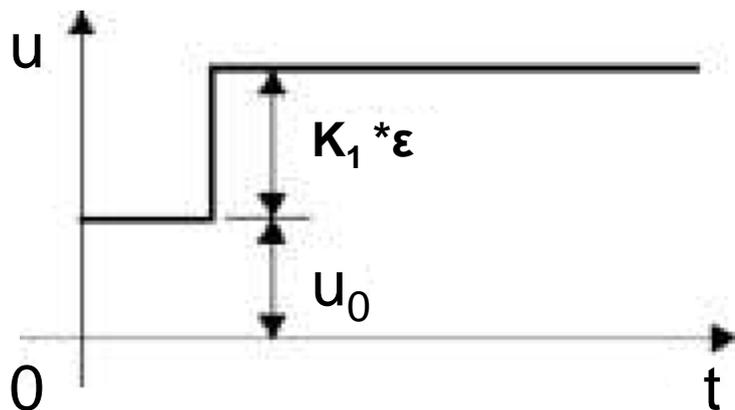
Передаточная функция Д-регулятора: $W_d(p) = K_2 * p$.

Д-регулятор генерирует управляющее воздействие только при изменении регулируемой величины: $u = K_2 * d\varepsilon/dt$.

Пропорциональный регулятор

Параметрами П-регулятора являются коэффициент усиления K_1 и рабочая точка u_0 .

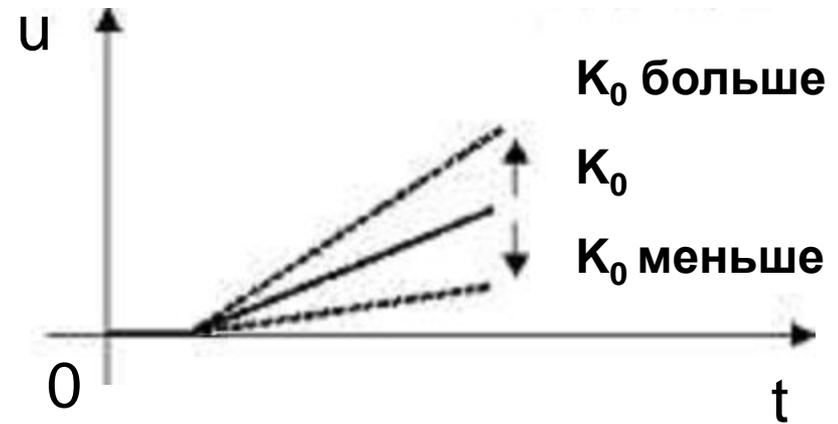
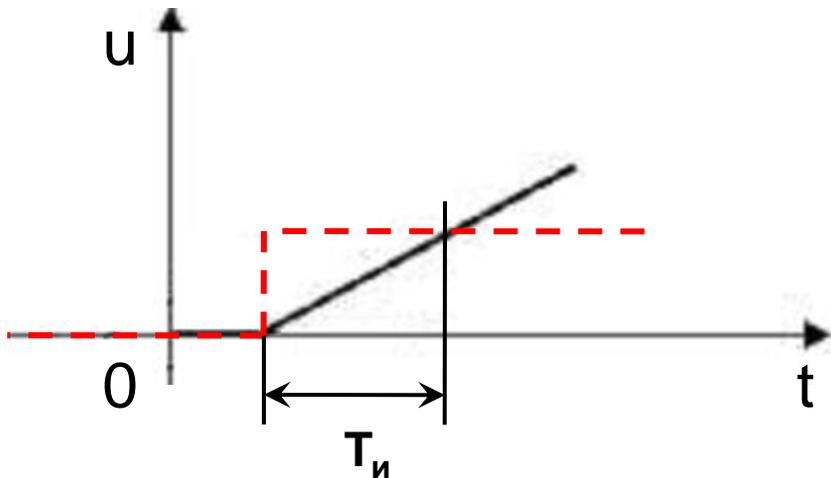
Рабочая точка u_0 определяется как значение выходного сигнала, при котором рассогласование регулируемой величины равно нулю. При влиянии возмущающих воздействий возникает, в зависимости от u_0 , отклонение регулирования.



П-регулятор. Реакция на единичное ступенчатое воздействие

Интегрирующий регулятор

В отличие от П-регулятора у И-регулятора, благодаря интегральной составляющей, исключается отклонение регулирования.

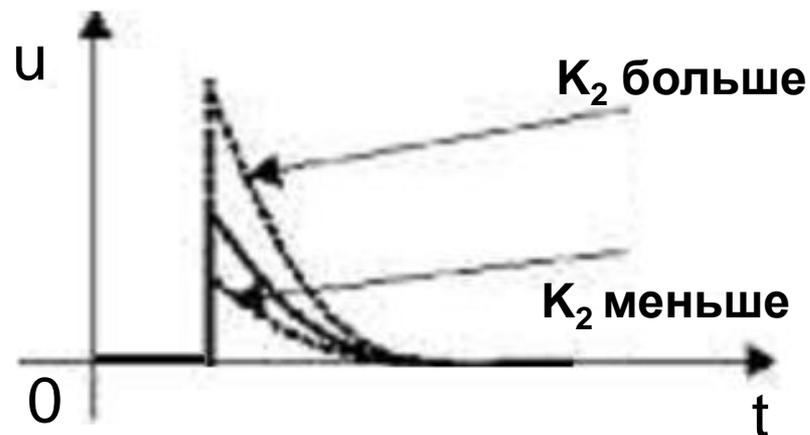
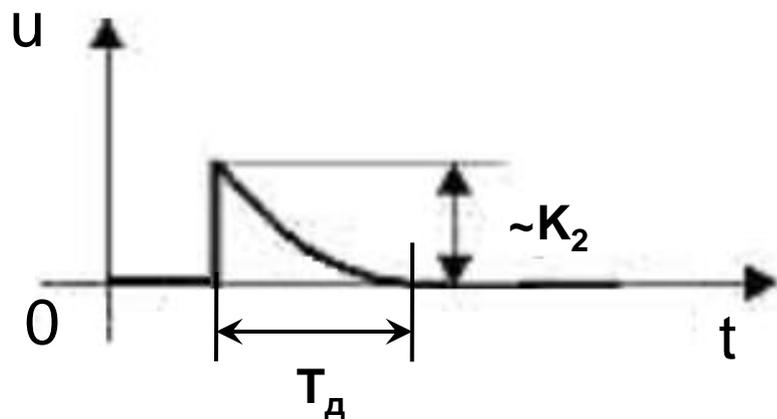


И-регулятор. Реакция на единичное ступенчатое воздействие

T_i – время, в течение которого с момента поступления на вход регулятора постоянного сигнала сигнал на выходе регулятора достигнет значения, равного значению входного сигнала.

Дифференцирующий регулятор

У Д-регуляторов присутствует затухающая дифференциальная составляющая.

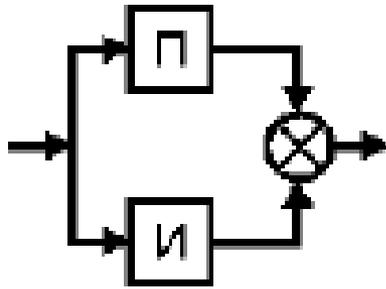


Д-регулятор. Реакция на единичное ступенчатое воздействие

T_d – время, в течение которого с момента поступления на вход регулятора постоянного сигнала сигнал на выходе регулятора достигнет нуля.

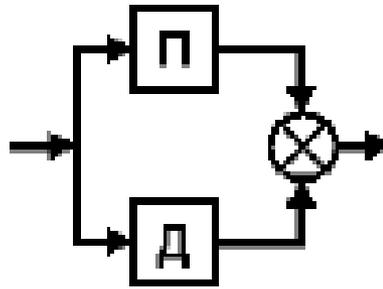
Комбинирование типовых регуляторов

Простейшие П, И, Д регуляторы комбинируются в регуляторы вида ПИ, ПД, ПИД:



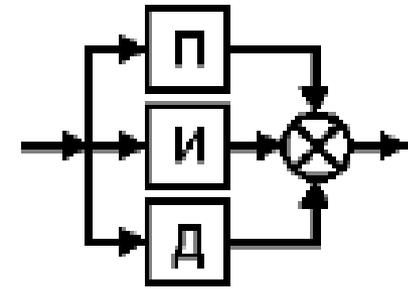
Пропорционально-интегральный регулятор

$$W_{\text{пи}} = K_1 + K_0/p$$



Пропорционально-дифференциальный регулятор

$$W_{\text{пд}} = K_1 + K_2 p$$

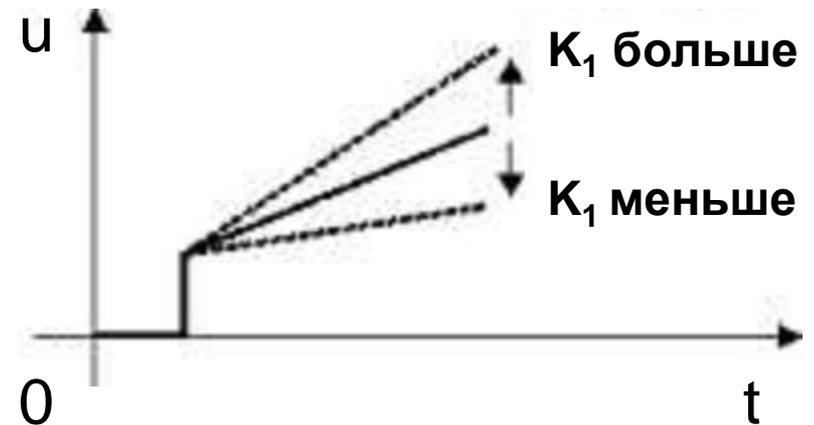
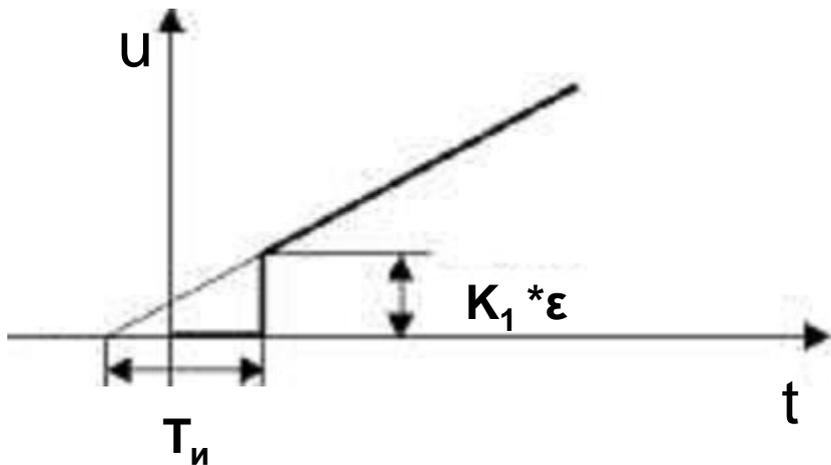


пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор

$$W_{\text{пид}} = K_1 + K_0/p + K_2 p$$

ПИ-регулятор

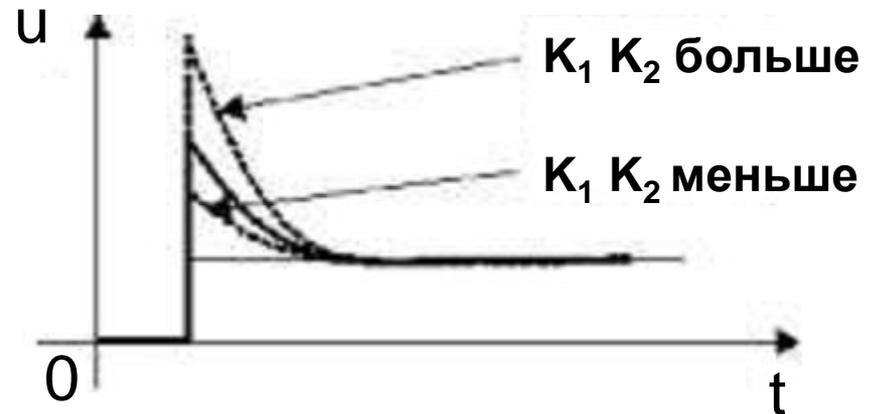
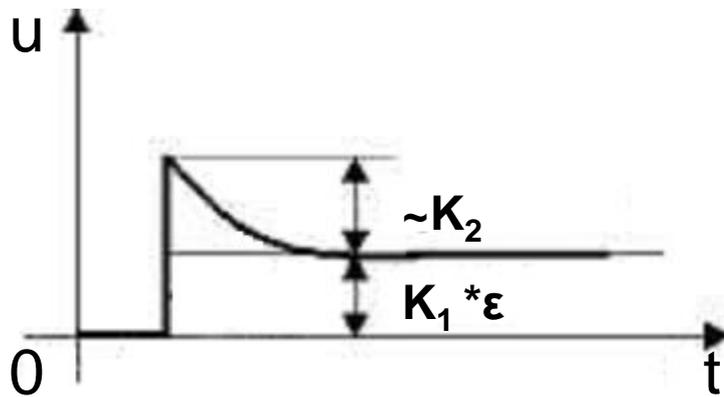
Как у И-регулятора у ПИ-регулятора отсутствует отклонение регулирования. Пропорциональная составляющая накладывается на интегральную составляющую.



ПИ-регулятор. Реакция на единичное ступенчатое воздействие

ПД-регулятор

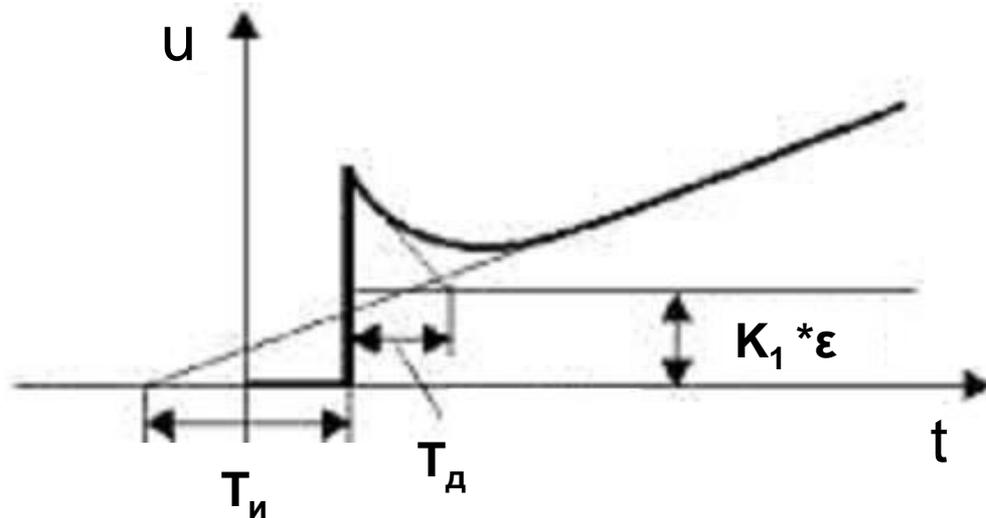
У ПД-регуляторов пропорциональная составляющая накладывается на затухающую дифференциальную составляющую.



ПД-регулятор. Реакция на единичное ступенчатое воздействие

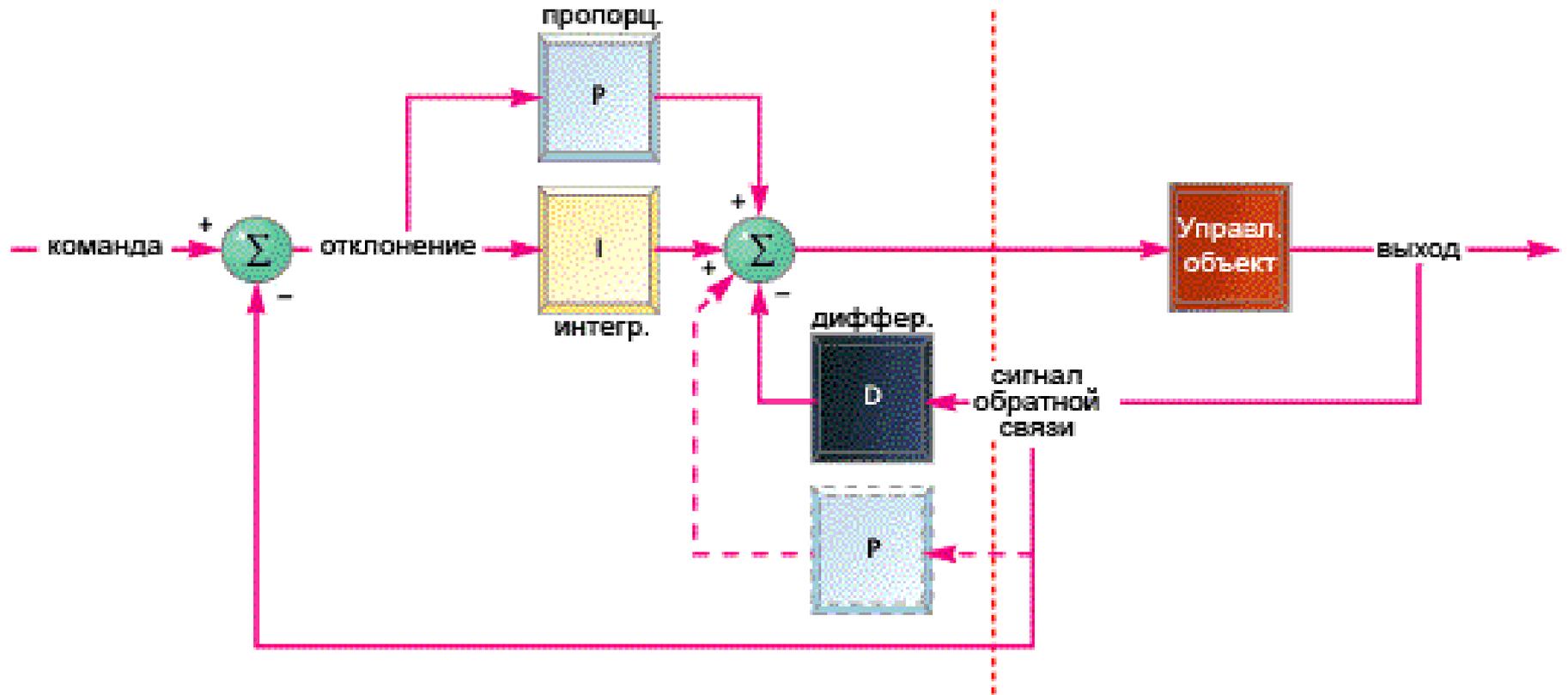
ПИД-регулятор

ПИД-регулятор сочетает в себе характеристики всех трех типовых регуляторов.



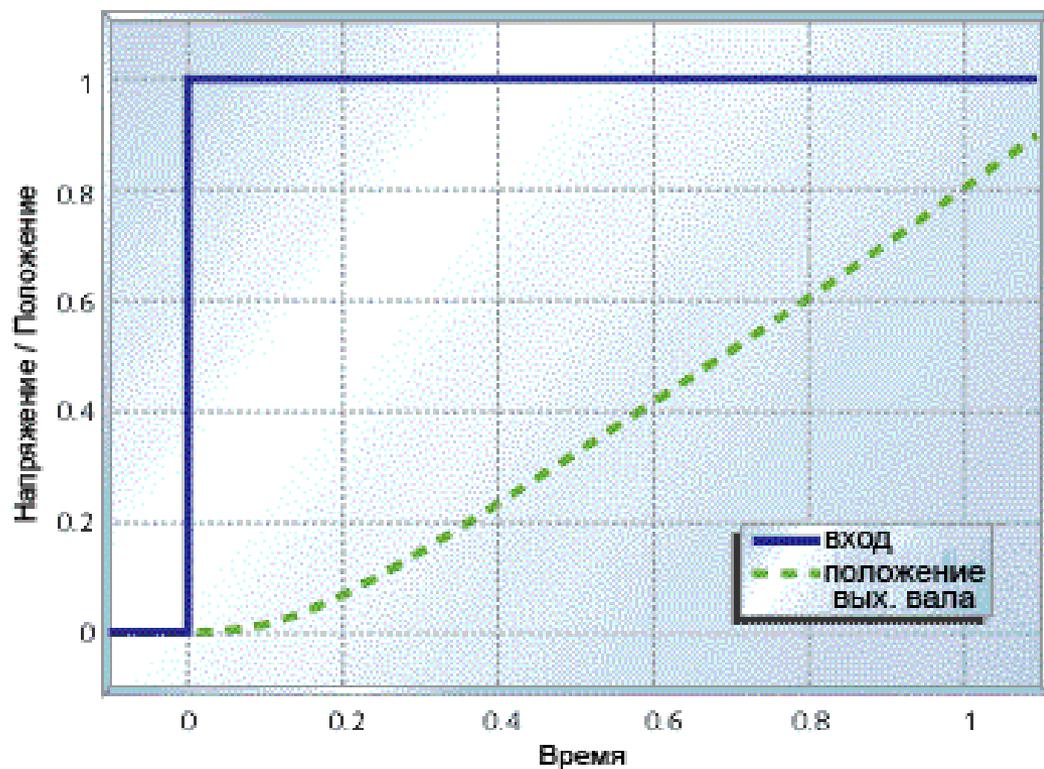
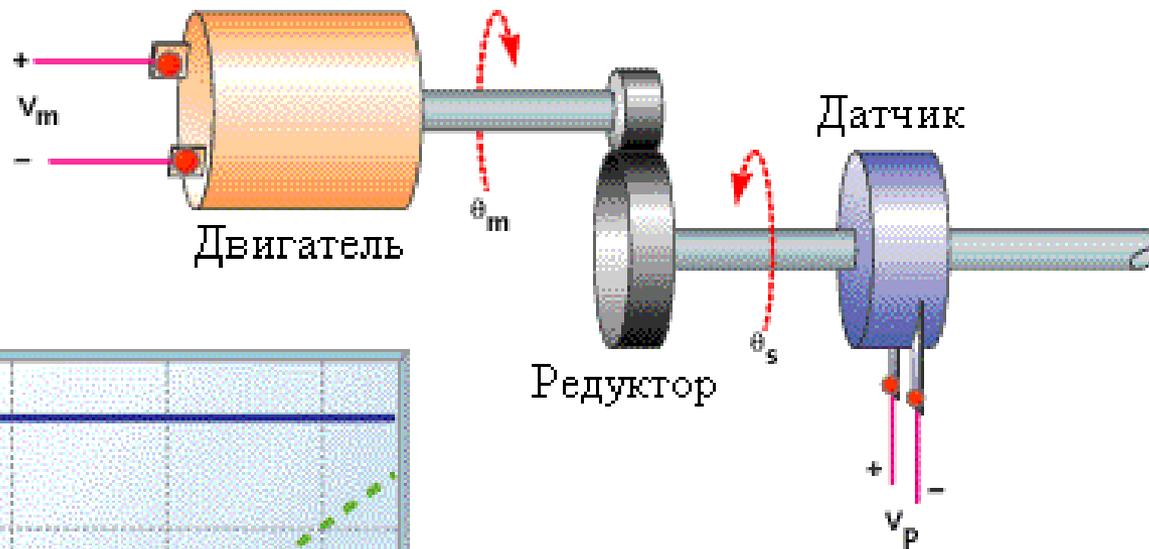
ПИД-регулятор. Реакция на единичное ступенчатое воздействие

ПИД-регулятор



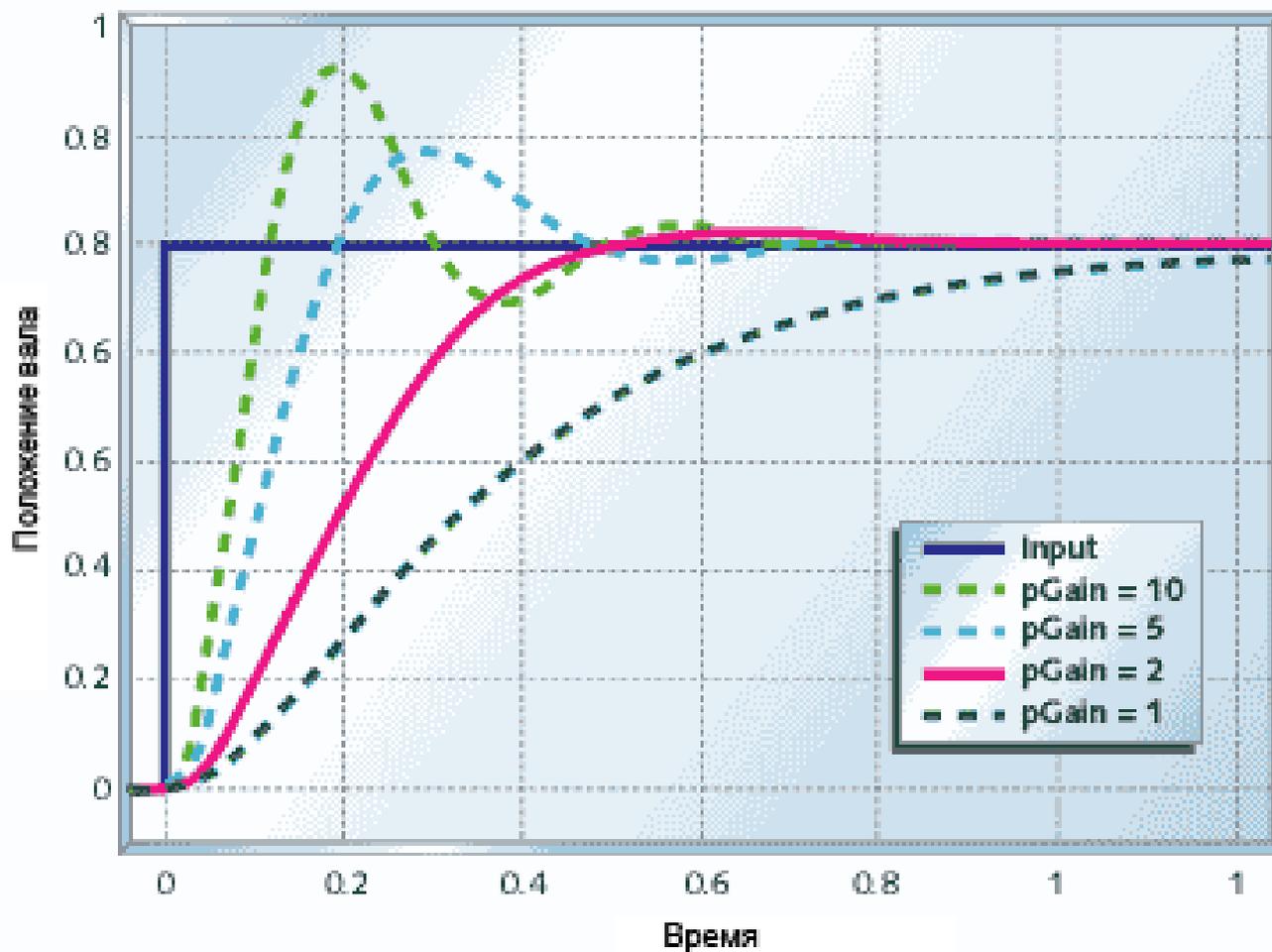
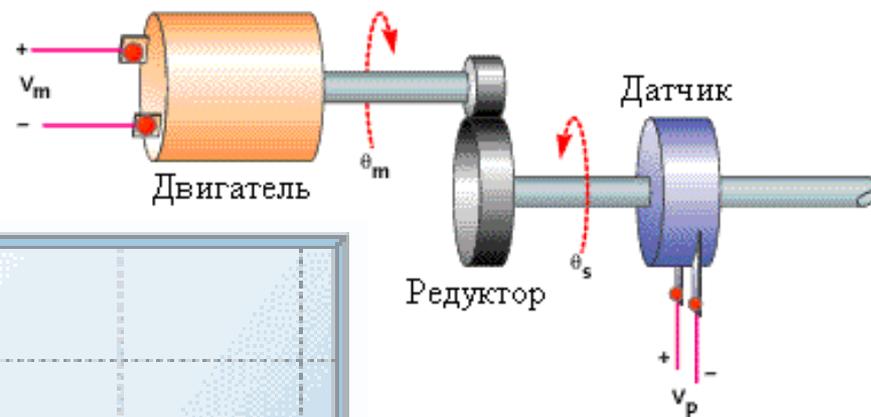
Структура системы управления с ПИД-регулятором

Управление скоростью вращения



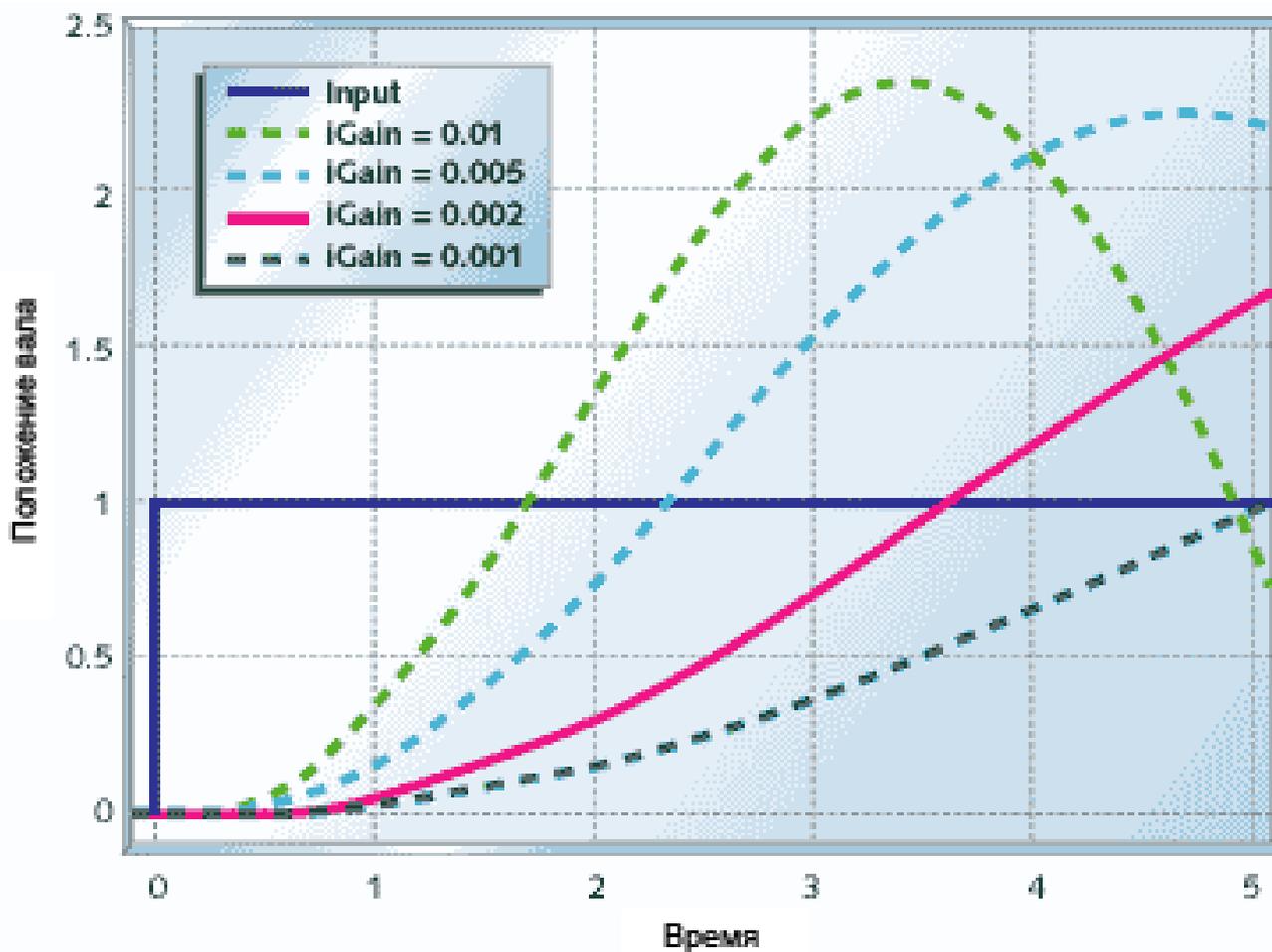
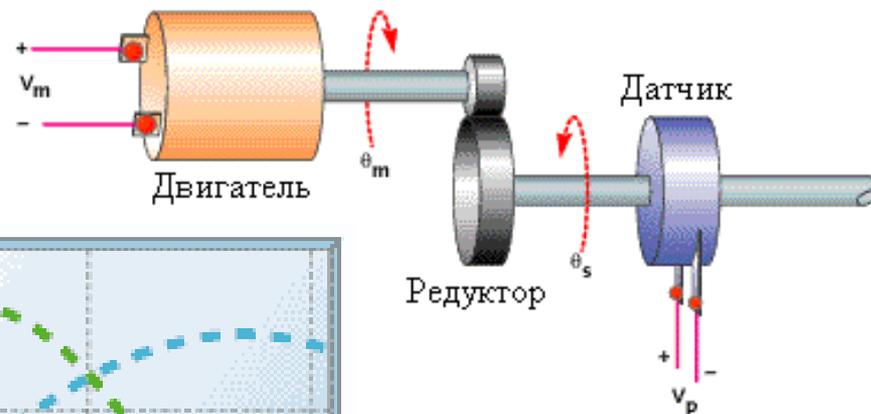
Управление скоростью вращения

Пропорциональный регулятор



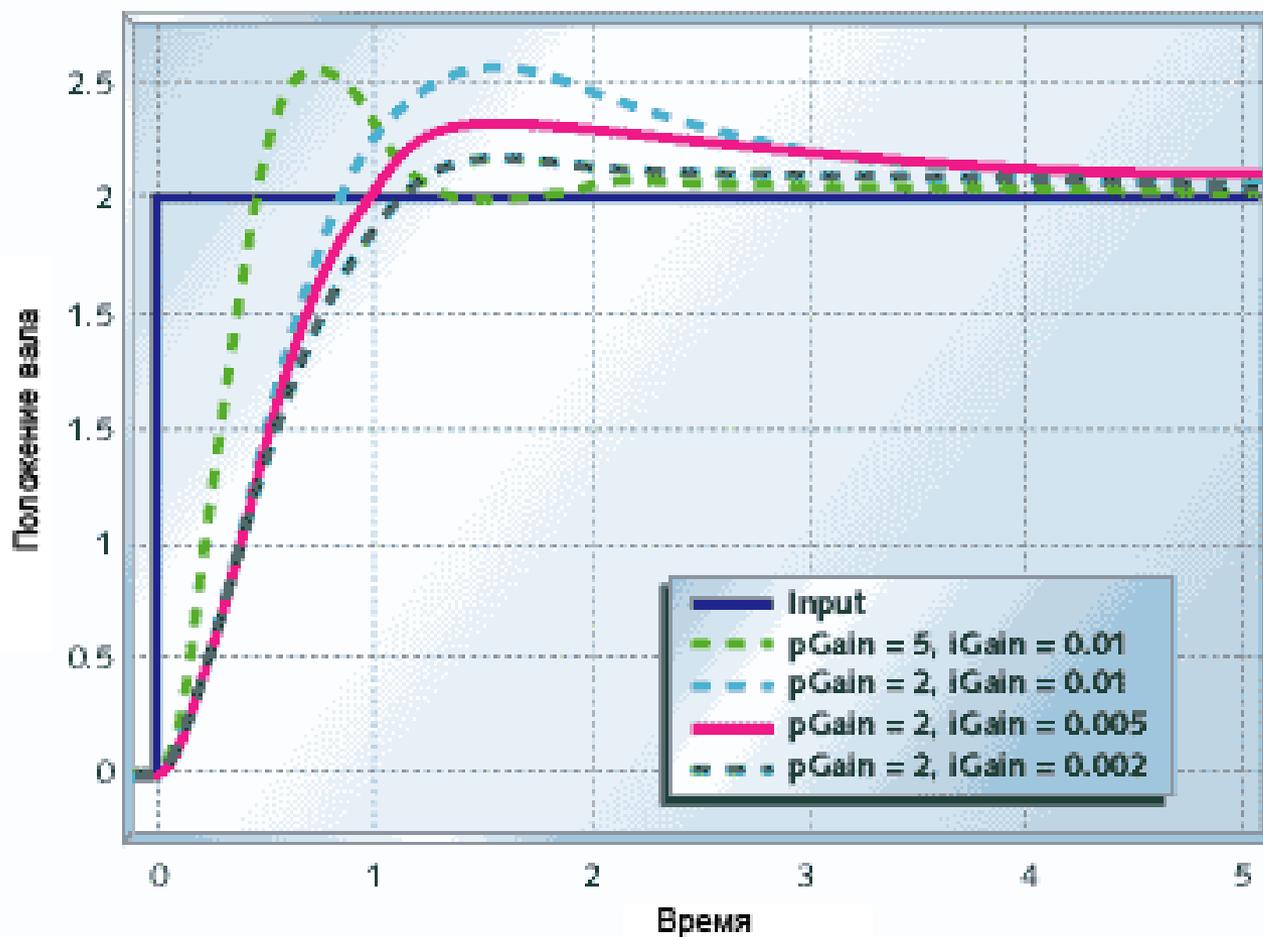
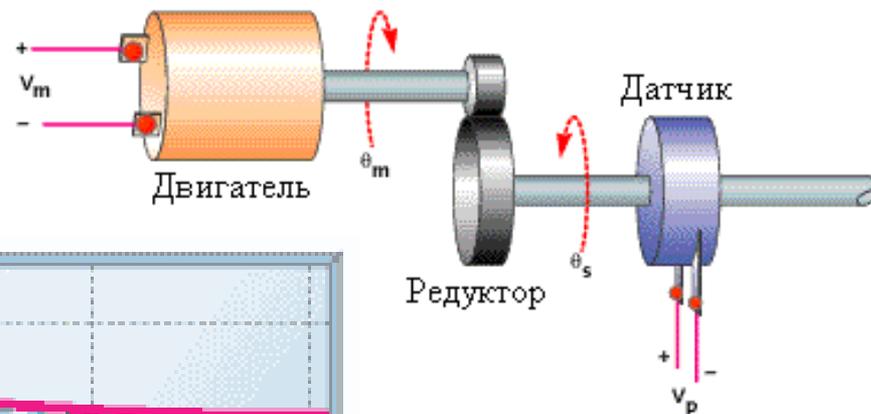
Управление скоростью вращения

Интегральный регулятор

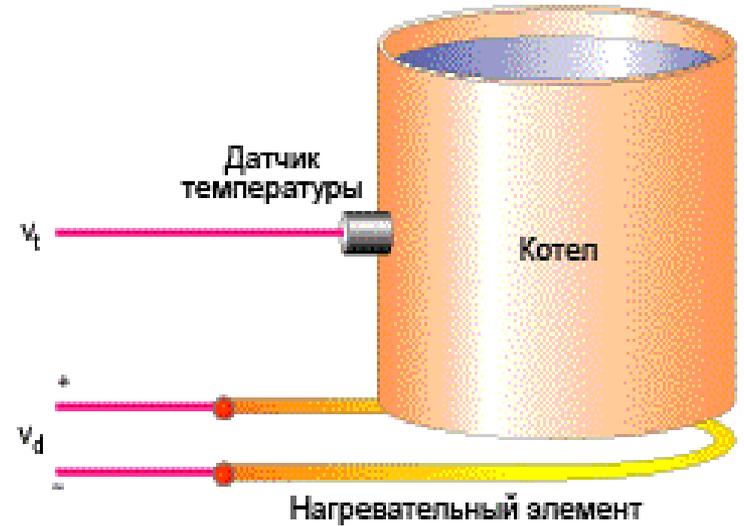
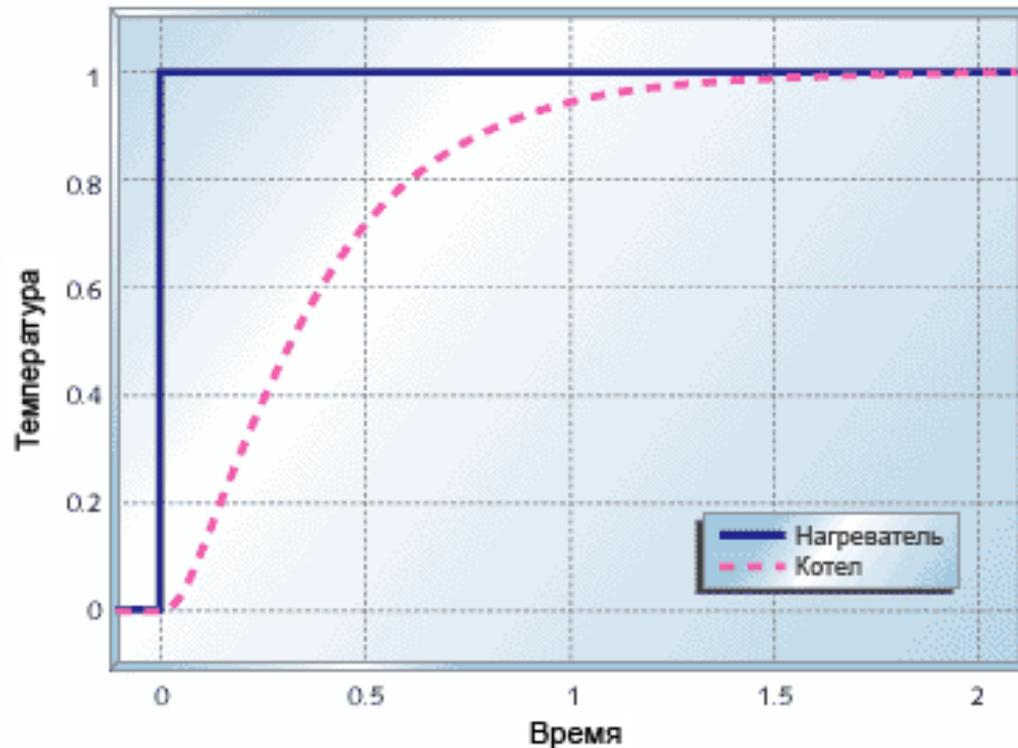


Управление скоростью вращения

Пропорционально-интегральный регулятор

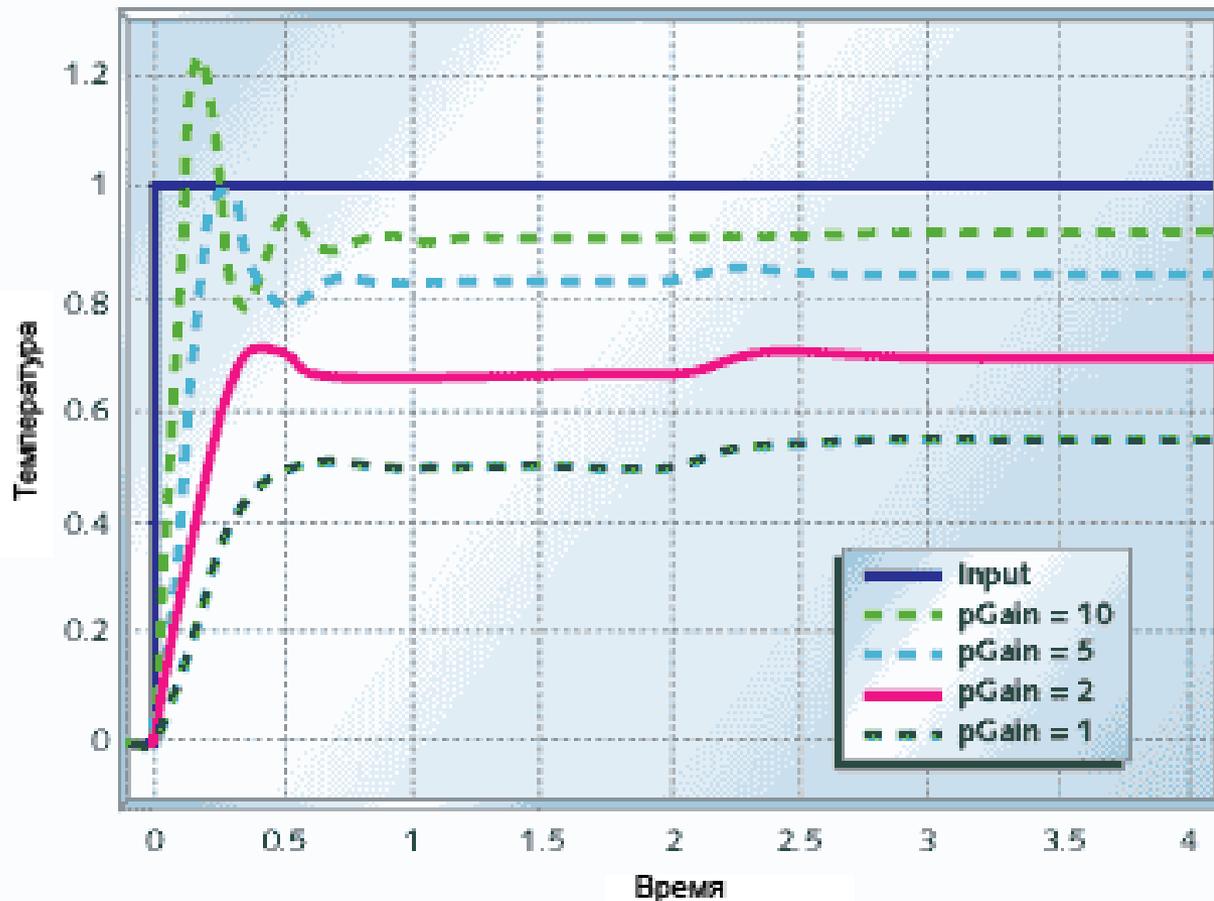
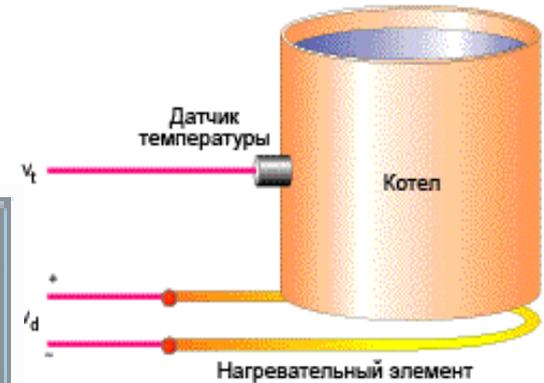


Управление нагревателем



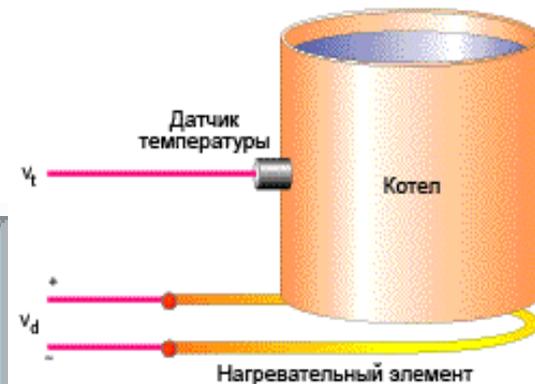
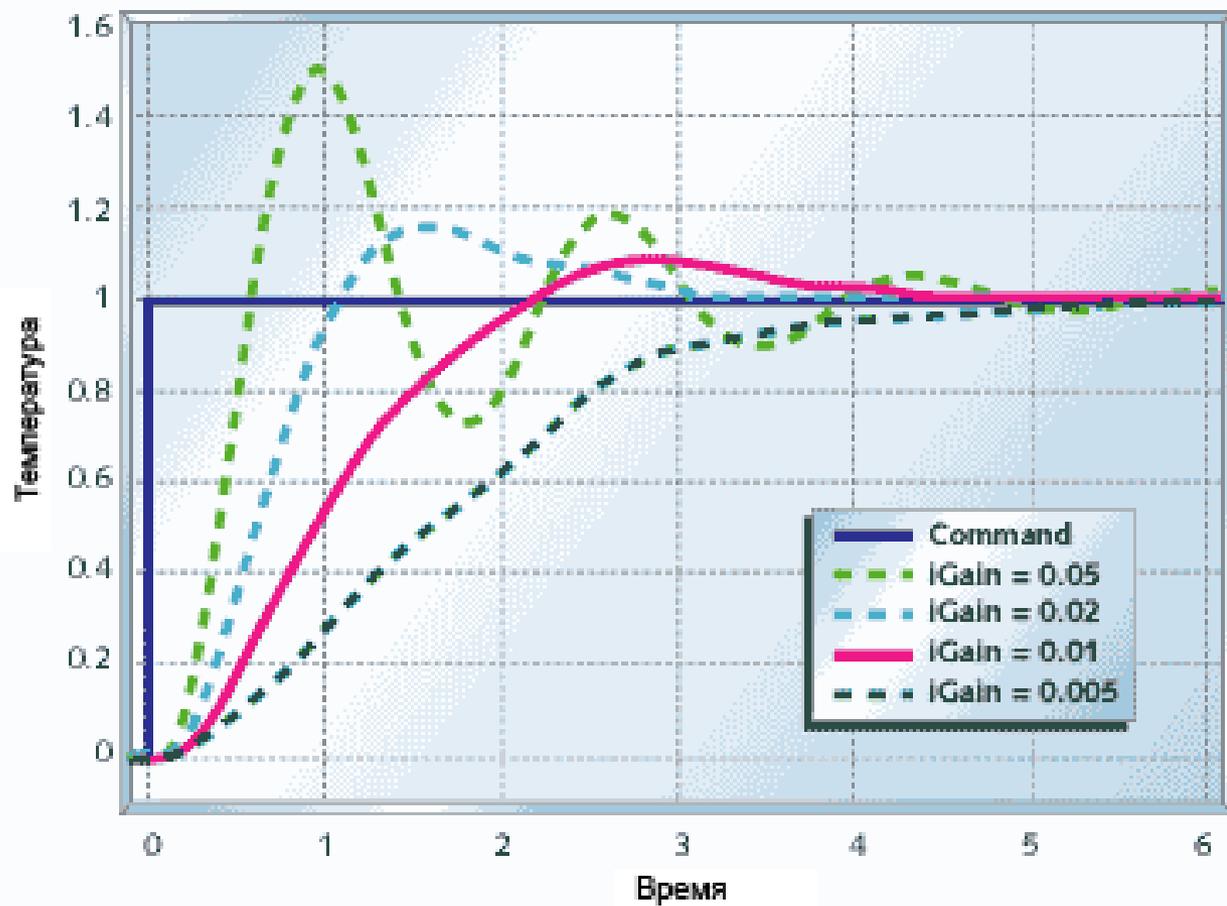
Управление нагревателем

Пропорциональный регулятор



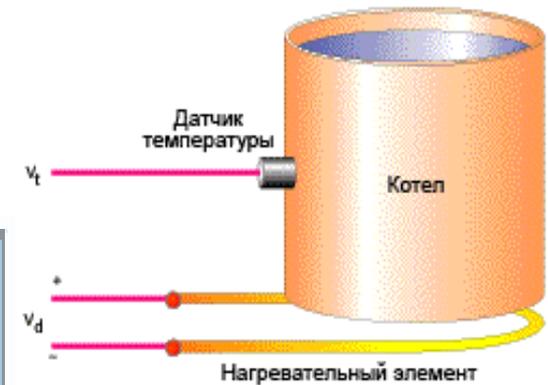
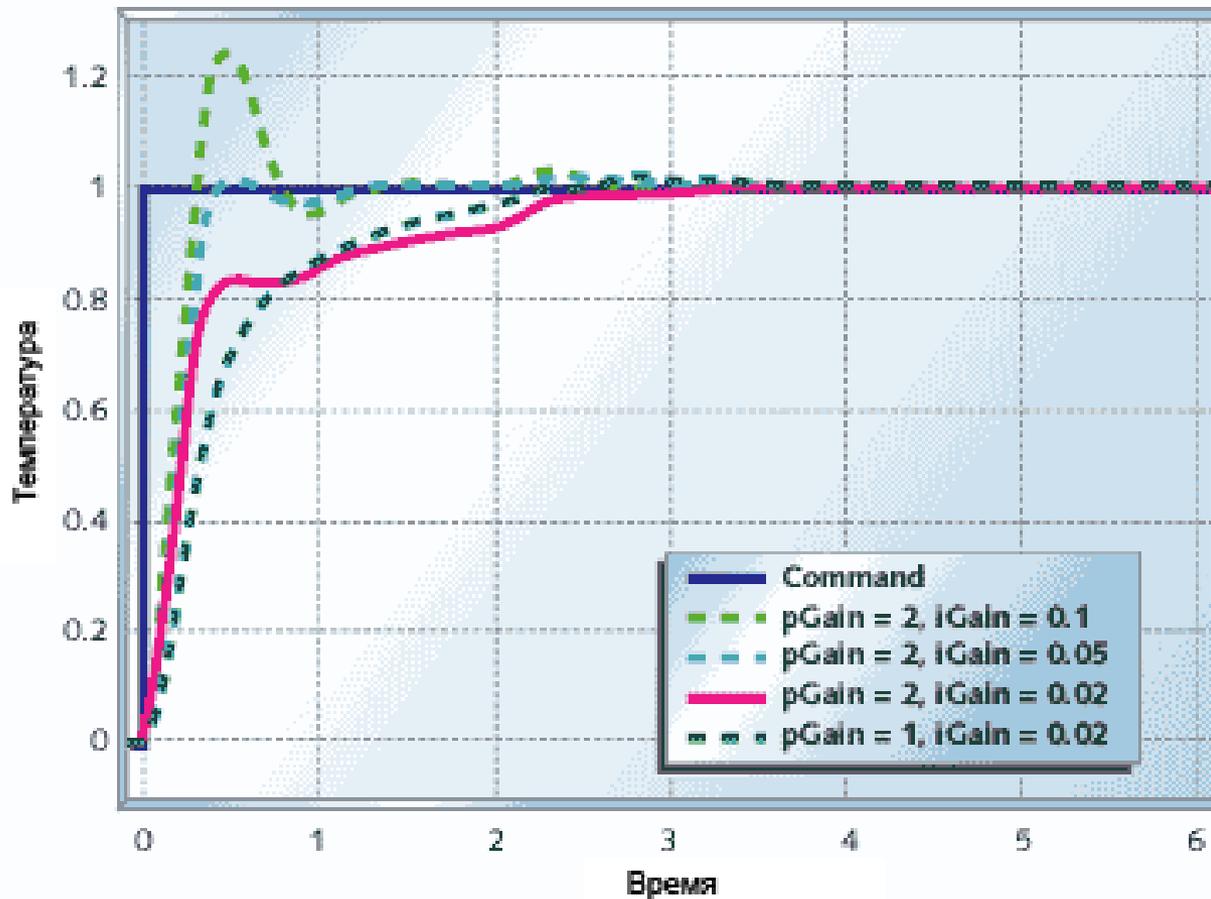
Управление нагревателем

Интегральный регулятор



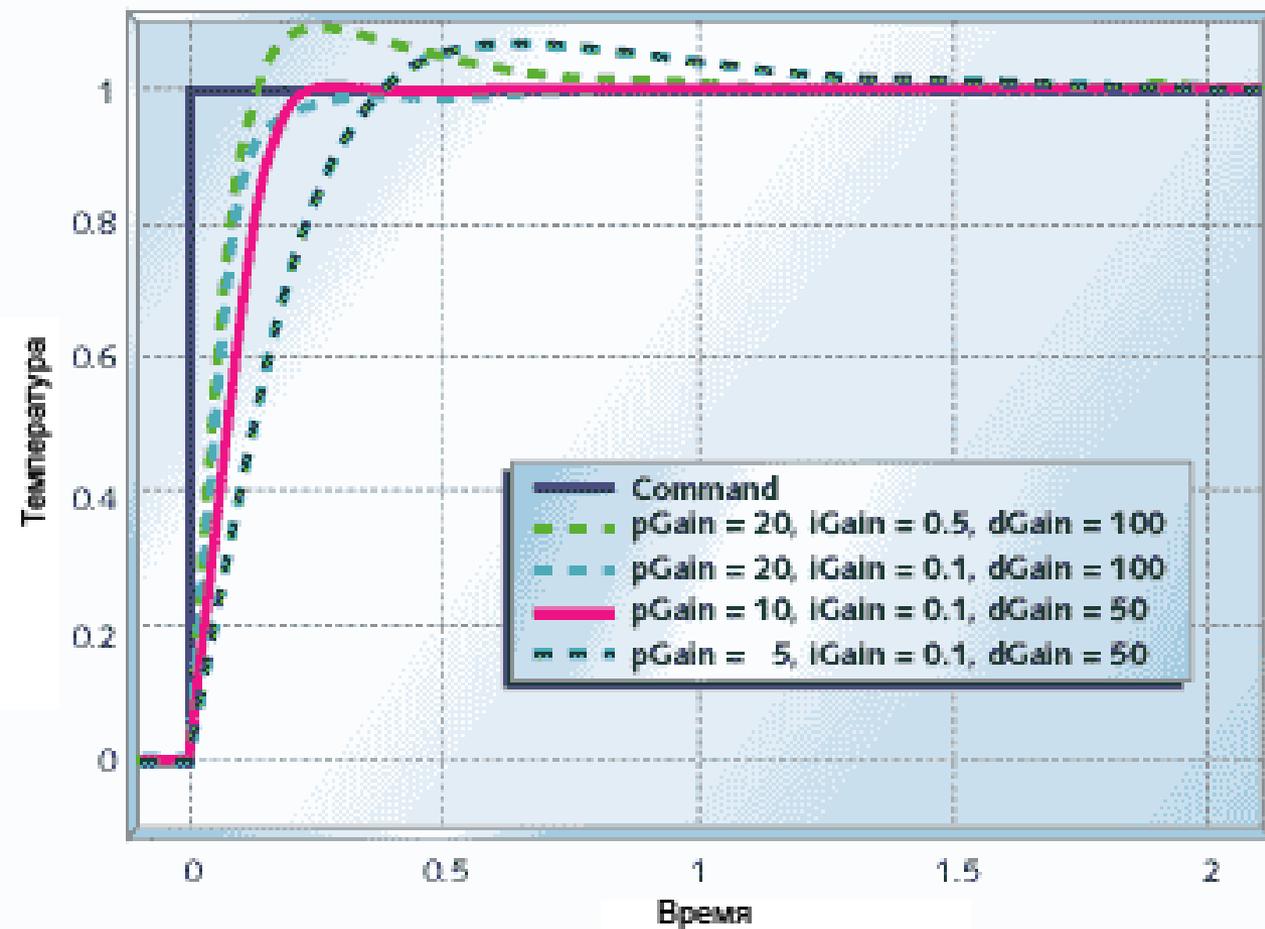
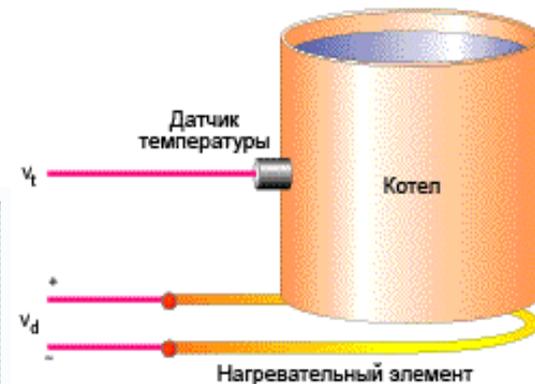
Управление нагревателем

Пропорционально-интегральный регулятор



Управление нагревателем

ПИД-регулятор



Спасибо за внимание!