

Національний технічний університет
«Харківський Політехнічний Інститут»

Факультет Інтегрованих технологій і хімічної техніки

Програмне забезпечення *мікропроцесорних систем*

Лекція 8

Бібліотеки PID_Regulators и PID_Reg2.

Программные ПИД-регуляторы

(на примере пакета CoDeSys)

Лысаченко И.Г.

2012

Вопросы лекции

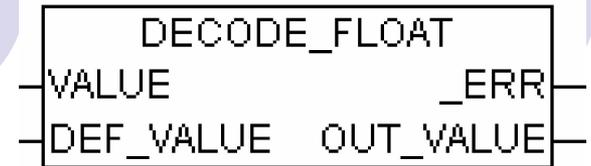
- функции и функциональные блоки библиотеки `PID_Regulators` и `PID_Reg2`
 - порядок применения Ф и ФБ
- реализация программных регуляторов
 - ПИД-регулирование с использованием библиотек ОВЕН `PID_Regulators` и `PID_Reg2`

Реализация ПИД-регулирования

PID_Regulators.lib

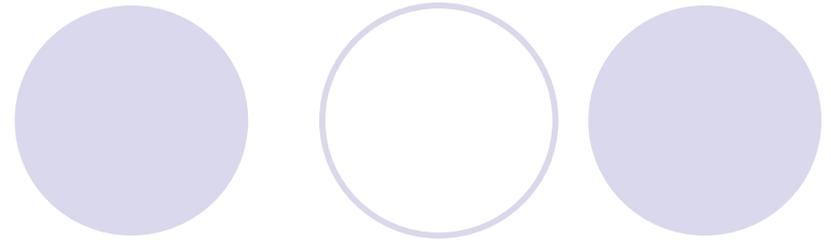
- Внутренняя библиотека – не работает без контроллера
 - отладка программы в режиме визуализации происходит только при подключенном ПЛК - ФБ работают только в самом ПЛК
- Содержит алгоритмы
 - ПИД регуляторов с автонастройкой и без автонастройки, On\Off регулятор (TRM1) (для 2-х позиционного ИМ)
 - Блоки управления задвижками (для 3-х позиционного ИМ)
 - Блок определения ошибки измерителя
 - Блок вычисления влажности психрометрическим способом

Измерительные ФБ для систем управления



- декодирование ошибки измерителя (DECODE_FLOAT)
 - в случае появления ошибки преобразования в ПЛК передается не значение параметра , а код ошибки
 - ФБ анализирует переменную на входе **VALUE** и на выходе разделяет значение и код ошибки
 - это позволяет определить причину появления проблем

Коды ошибок

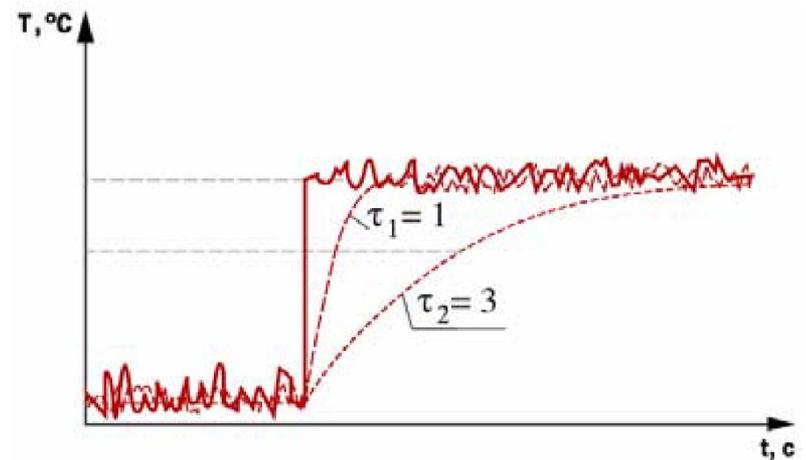
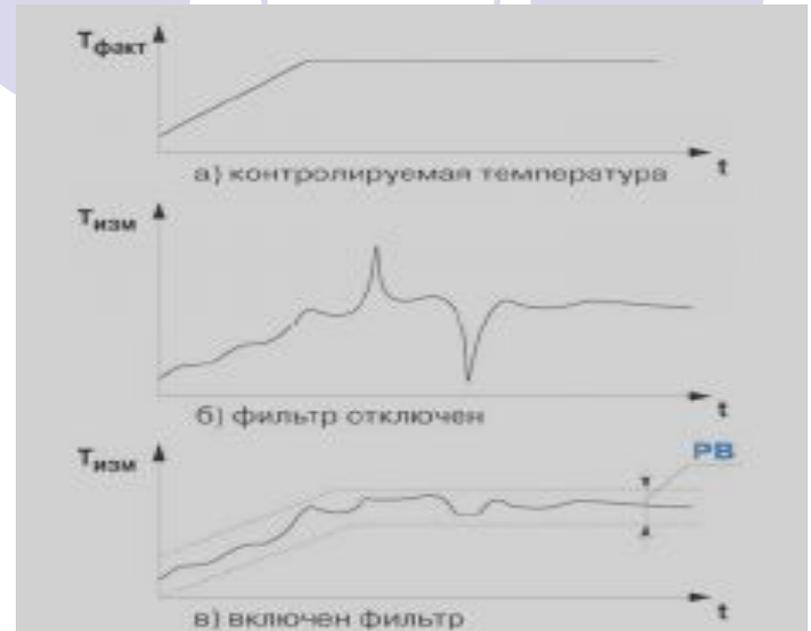


- 0 – нет ошибок
- 6 – нет данных
- 7 – датчик отключен
- 8 – велика температура холодного спая
- 9 – мала температура холодного спая
- 10 – вычисленное значение слишком велико
- 11 – вычисленное значение слишком мало
- 12 – короткое замыкание
- 13 – обрыв датчика
- 14 – отсутствие связи с АЦП
- 15 – некорректный калибровочный коэффициент

ЦФ для аналоговых значений (DIG_FLTR)



- ФБ позволяет уменьшить влияние ВЧ и случайных ИП на измеренную величину за счет интегрирования резких изменений сигнала
 - фильтрация «провалов» или «выбросов» установкой полосы фильтра - PB
 - сглаживание установкой постоянной времени фильтра - TI



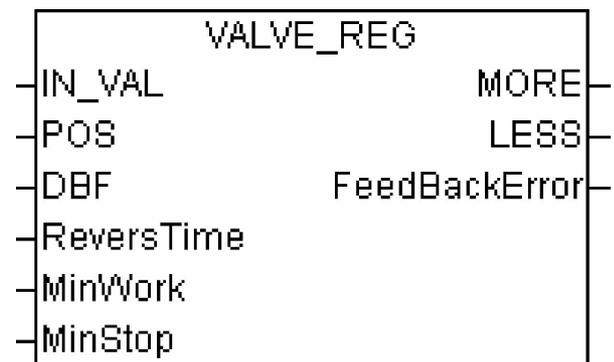
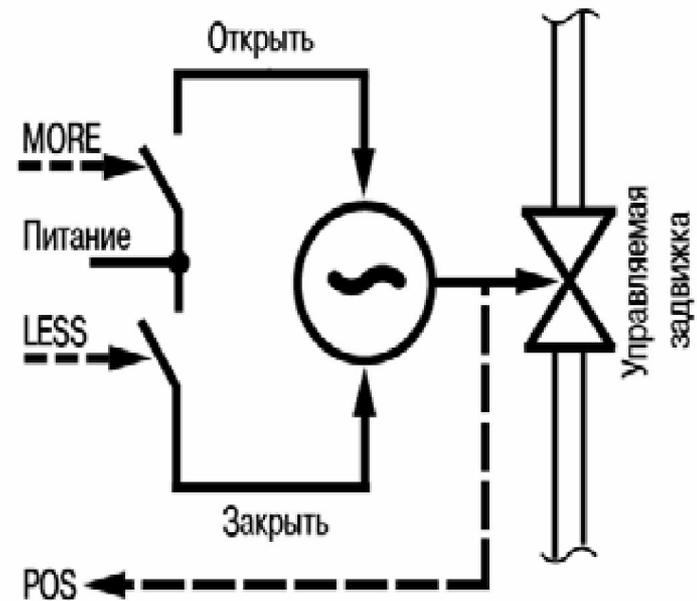
ФБ для управления ИМ



- Управление «задвижкой» с датчиком положения (VALVE_REG)
- Управление задвижкой без датчика положения (VALVE_REG_NO_POS)
- Двухпозиционный регулятор с гистерезисом при переключении (ON_OFF_HIST_REG)

Регулятор без автонастройки (PID_FUNCTION)

- ФБ управляет 3-позиционными ИМ
 - задвижками, жалюзями и др.
 - двумя дискретными сигналами
 - на открытие
 - на закрытие механизма
 - ФБ ставит задвижку в положение, соответствующее значению на входе IN_VAL
 - тип REAL – требуемое положение задвижки в процентах (изменяется в диапазоне 0...100%)



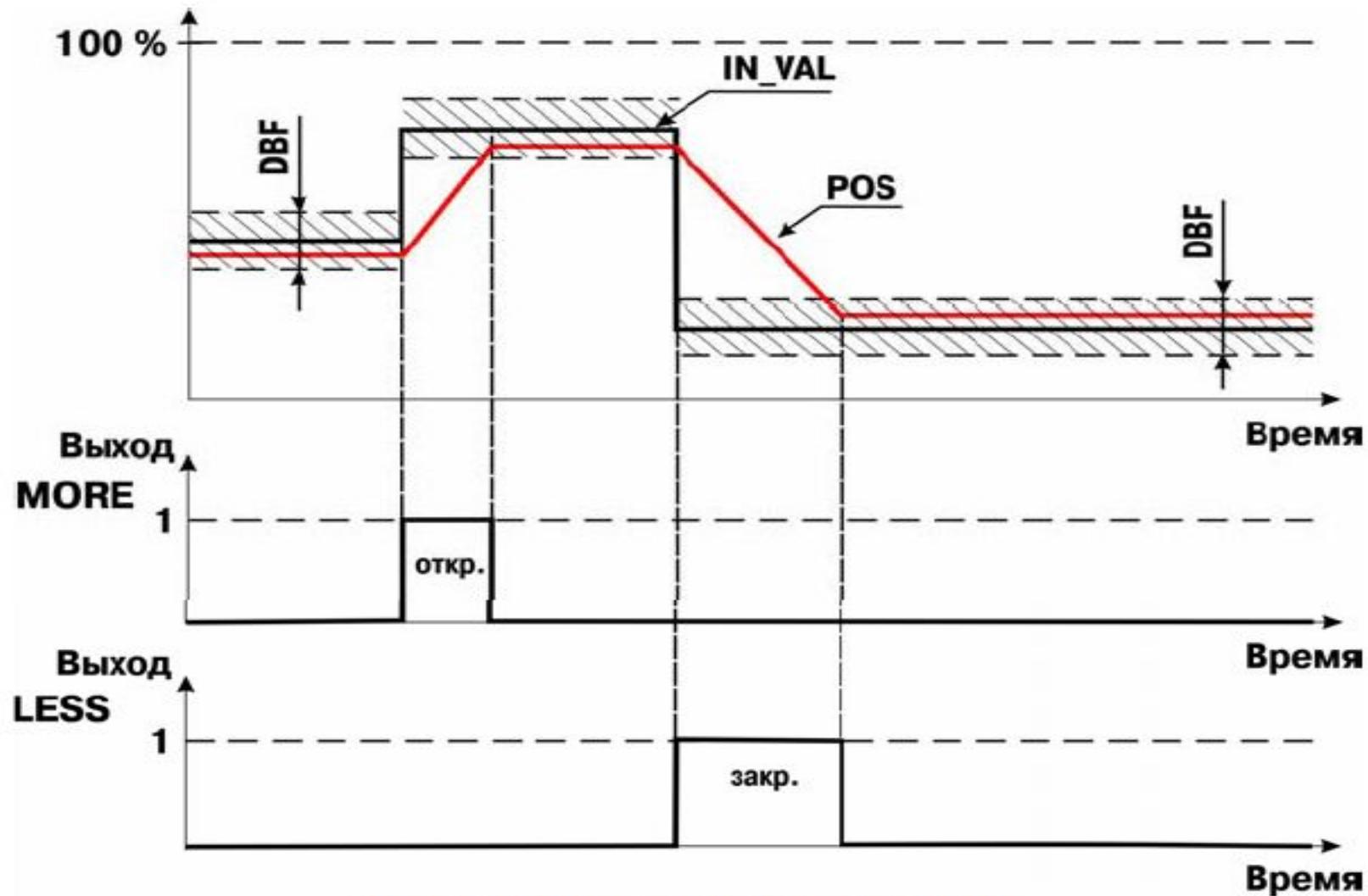
Регулятор без автонастройки (PID_FUNCTION)

- **ReversTime** – интервал между отключением и включением на обратное направление
 - в паспорте для ИМ типа МЭО-87 этот параметр 50 мс (на схеме ФБ указывается значение в секундах 0,05)
- параметры **MinWork** и **MinStop** рассчитываются по паспортным данным на ИМ конкретного типа привода задвижки

$$\text{Min_Work} + \text{MinStop} = \text{Int_work_im} = 3600 / \text{dop_kol_vkl}$$

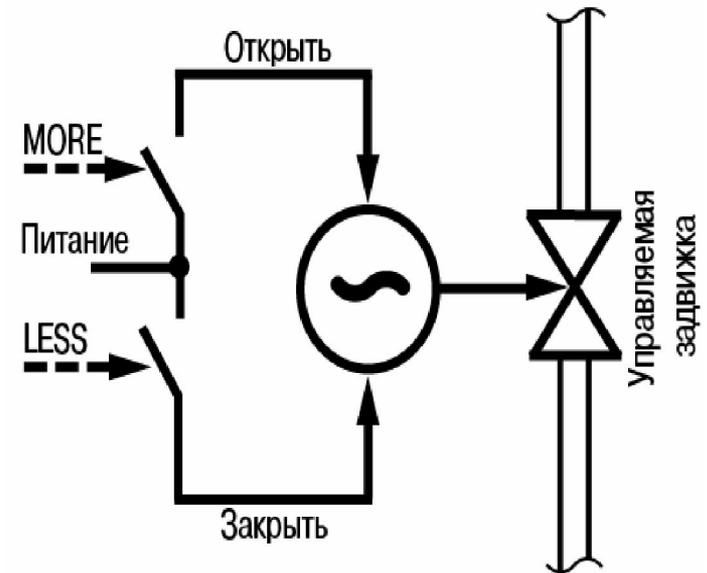
- так как для ИМ типа МЭО-87 допустимое количество включений на один час 320 - 11,25 с
 - т.к. включенное состояние ИМ не должно превышать 25 % рабочего интервала (2,81 сек), то значения параметров
 - **MinWork** = 2,81 (сек)
 - **MinStop** = 11,25 – 2.81 = 8,44 (сек)

Регулятор без автонастройки (PID_FUNCTION)



Управление задвижкой без ДП (VALVE_REG_NO_POS)

- ФБ управляет 3-х позиционными ИМ (типа «задвижка») без датчика положения
 - ставит задвижку в положение, соответствующее значению на входе IN_VAL
 - учитывается инерционность ИМ
 - меньше перерегулирование
 - выше точность управления



VALVE_REG_NO_POS	
- IN_VAL	LESS
- DBF	MORE
- FullMotionTime	
- LuftTime	
- SYNC	
- ReversTime	
- MinWork	
- MinStop	

Управление задвижкой без ДП (VALVE_REG_NO_POS)

- **SINC: BOOL**

- синхронизация начального положения

- при подаче значения TRUE на этот вход, текущее положение задвижки приравнивается к IN_VAL

- **FullMotionTime: REAL**

- полное время хода задвижки из одного крайнего положения в другое (в секундах)

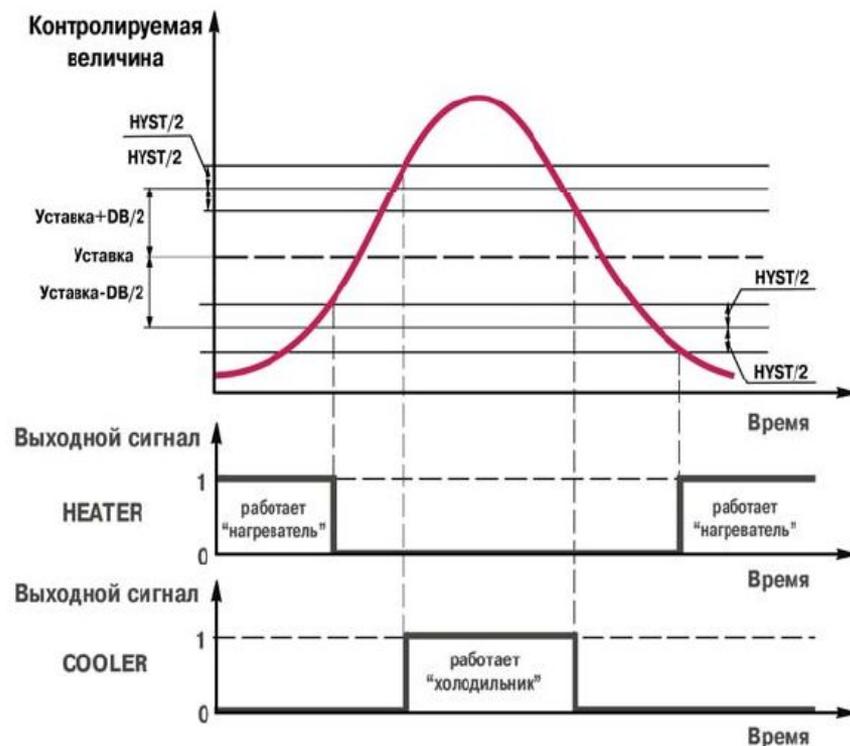
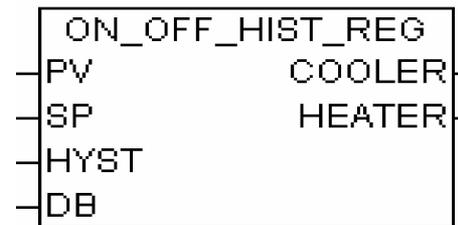
- **LuftTime: REAL**

- время выборки люфта в электроприводе задвижки при смене направления вращения (в секундах)

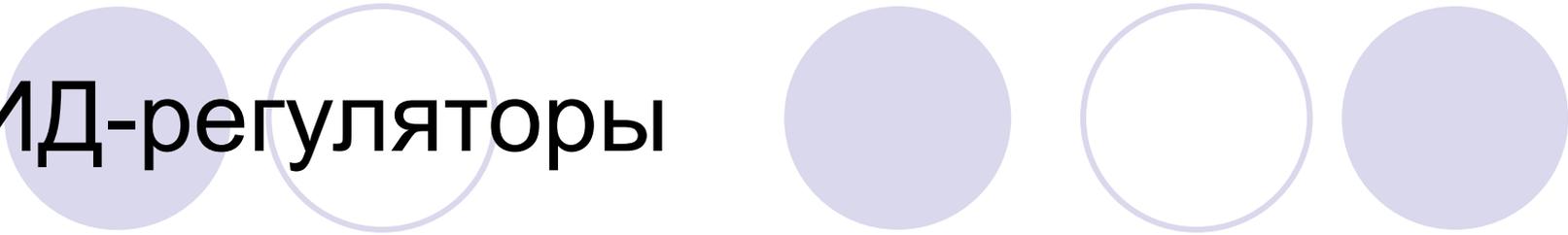
- в паспорте для ИМ типа МЭО-87 этот параметр указывается как «выбег основного органа механизма»
- для МЭО-87 он равен 1%, таким образом время выборки люфта от времени полного хода 10 сек составит 0,1 сек

Двухпозиционный регулятор с гистерезисом (ON_OFF_HIST_REG)

- ФБ управляет вкл.–откл. ИМ типа «нагреватель» и/или «холодильник» для поддержания установленного на входе «уставка» (SP) значения регулируемой величины



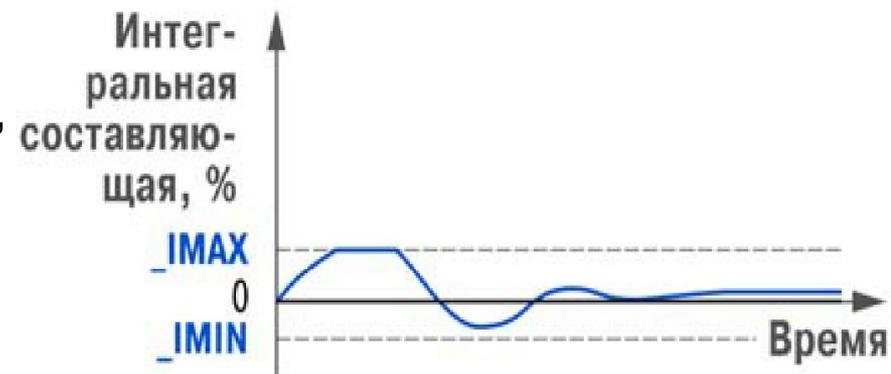
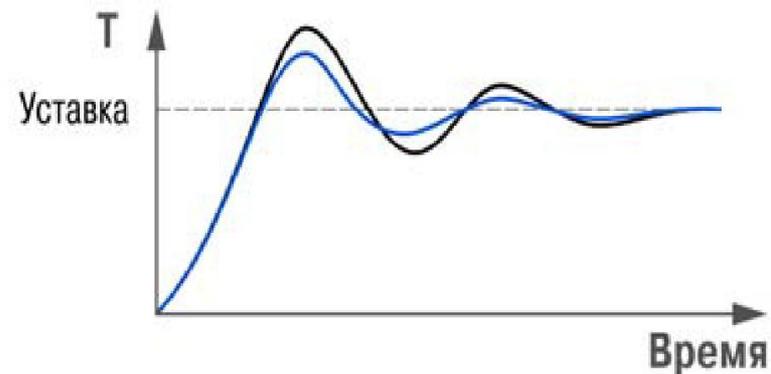
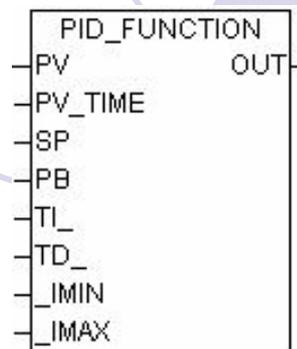
ПИД-регуляторы



- Регулятор без автонастройки (PID_FUNCTION)
- Регулятор с автонастройкой первого типа (PID_2POS_IM_ANR)
- Регулятор с автонастройкой второго типа (PID_3POS_IM_ANR)

Регулятор без автонастройки (PID_FUNCTION)

- **PV: REAL;**
 - значение регулируемой величины (сигнал обратной связи, проходящий с датчика);
- **PV_TIME: WORD;**
 - время получения значений регулируемой величины (циклическое время), используется для вычисления инт. и диф. составляющих
 - из модуля UNIVERSAL Sensor, переменной Circular time в разделе PLC Configuration
- **SP: REAL;**
 - уставка регулятора



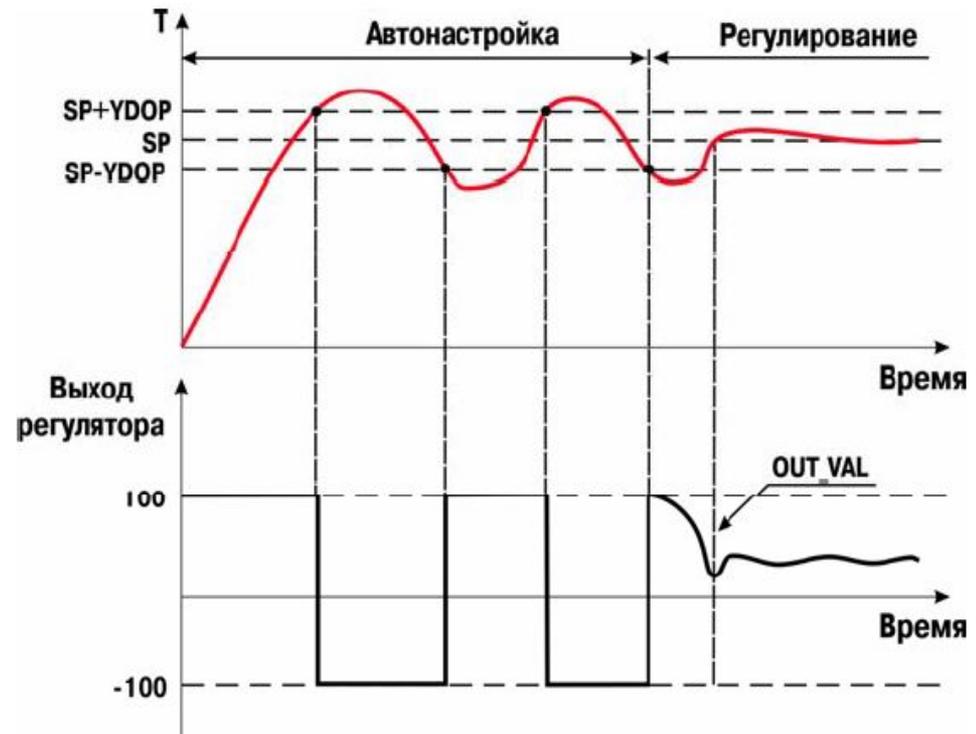
Регулятор без автонастройки (PID_FUNCTION)

- **PВ:** REAL;
 - полоса пропорциональности (в единицах регулируемой величины)
 - чем шире полоса пропорциональности, тем меньше величина выходного сигнала OUT при одном и том же отклонении (рассогласовании)
- **TI_:** DINT;
 - постоянная интегрирования (4-байтовое целое число со знаком, в секундах)
 - задает инерционность объекта регулирования
- **TD_:** REAL;
 - постоянная дифференцирования
 - рекомендованное соотношение $TD_/TI_$ для большинства объектов лежит в диапазоне от 0,15 до 0,3
- **_IMIN:** REAL;
 - мин. ограничение накопления инт. составляющей в диапазоне от -1 до 1
- **_IMAX:** REAL;
 - макс. ограничение накопления инт. составляющей в диапазоне от -1 до 1
- **OUT:** REAL;
 - вых. сигнал регулятора, от минус 1 до +1 относительно мощности

Регулятор с автонастройкой 1-го типа (PID_2POS_IM_ANR)

PID_2POS_IM_ANR	
PV	OUT_VAL
PV_TIME	STATE_ANR
SP	
START_ANR	
YDOP	
IMIN	
IMAX	

- Фб предназначен для работы с ИМ
 - не учитывает время изменения вых. мощности от 0 до 100 %
 - ТЭНы, отсечные клапаны, форсунки, электродвигатели, задвижки с аналоговым управлением
- ФБ имеет $K_p=1$
 - используют для управления медленными (инерционными) процессами при помощи двухпозиционных ИМ



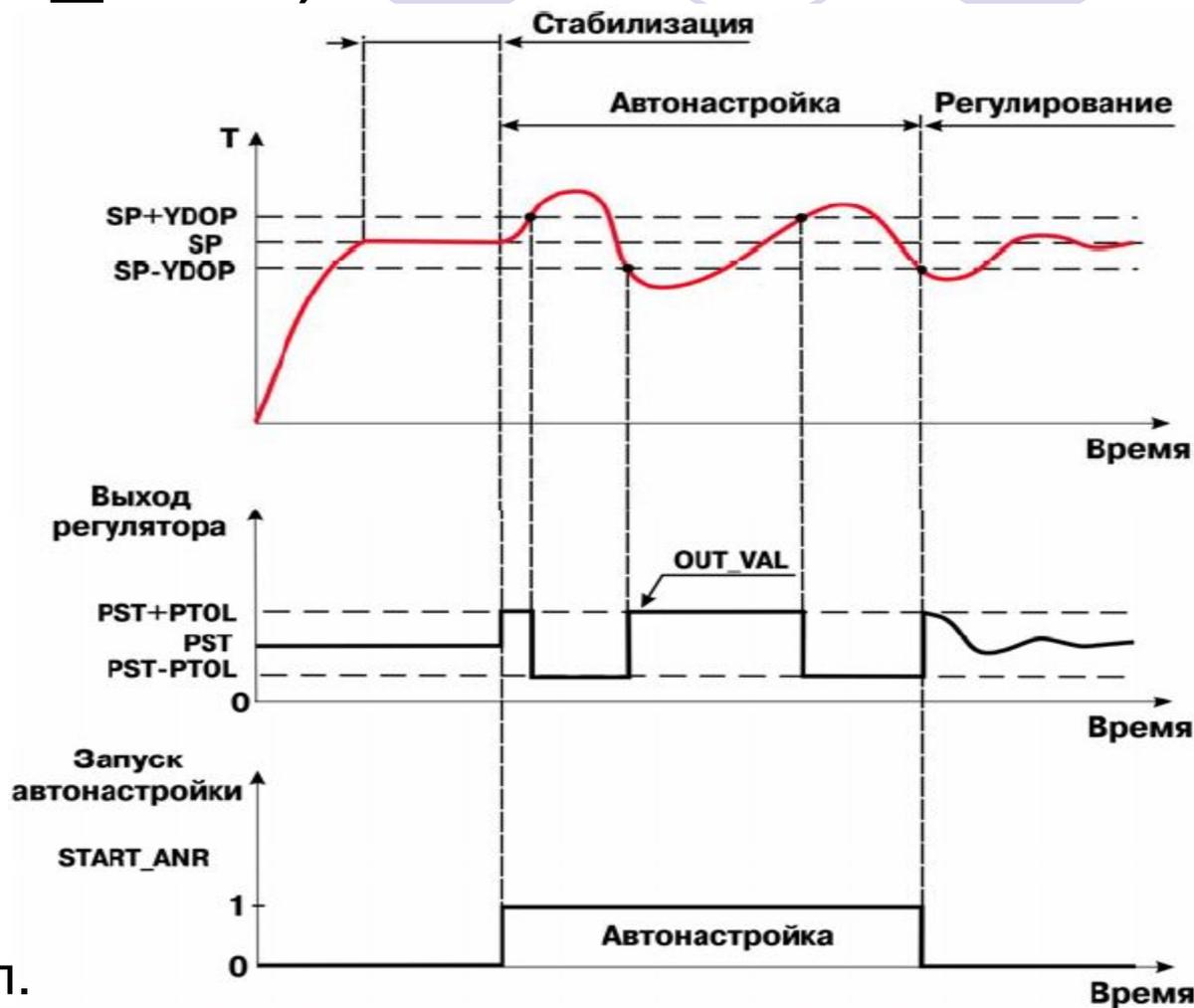
Регулятор с автонастройкой 1-го типа (PID_2POS_IM_ANR)

- **START_ANR: BOOL;**
 - если TRUE, то проводится автонастройка ПИД-коэффициентов регулятора
 - если FALSE – автонастройка прекращается и начинается процесс регулирования
- **YDOP: REAL;**
 - макс. амплитуда колебаний регулируемой величины при автонастройке (в единицах регулируемой величины)
- **STATE_ANR: BYTE;**
 - состояние автонастройки
 - 0 – идет автонастройка
 - 1 – автонастройка завершена
 - иное значение – код ошибки

Регулятор с автонастройкой 2-го типа (PID_3POS_IM_ANR)

PID_3POS_IM_ANR	
PV	OUT_VAL
PV_TIME	STATE_ANR
SP	
START_ANR	
YDOP	
TVAL	
PST	
PTOL	
_IMIN	
_IMAX	

- Фб предназначен для работы с ИМ
 - учитывает время хода рабочего органа
 - 3-поз задвижки, поворотные клапаны, ИМ с нел. характеристикой



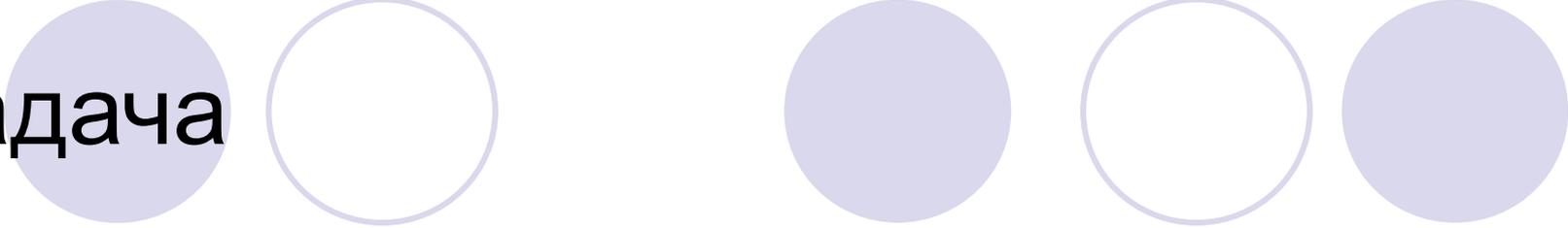
Регулятор с автонастройкой 2-го типа (PID_3POS_IM_ANR)

- для автонастройки следует задать начальную мощность, с которой следует начинать автонастройку (параметр PST) и ограничение колебания выходной мощности при автонастройке (параметр PTOL)
- перед запуском автонастройки пользователь должен задать такое значение уставки SP, которое приблизительно соответствует мощности, заданной в параметре PST
- после выхода на уставку (с погрешностью, не больше чем задано в параметре YDOP), и стабилизации регулируемой величины, необходимо запустить автонастройку, подав значение TRUE на вход START_ANR

Регулятор с автонастройкой 2-го типа (PID_3POS_IM_ANR)

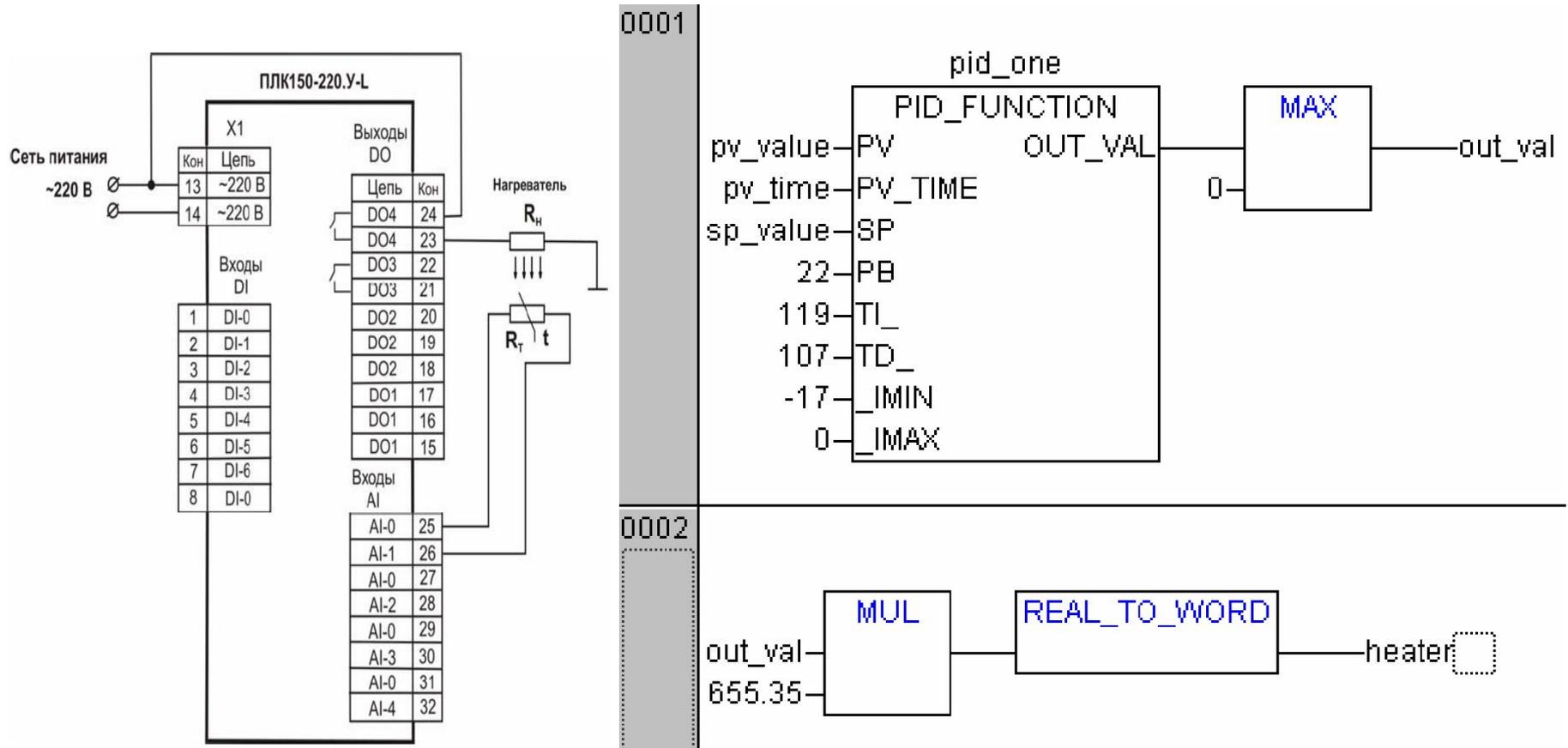
- **YDOP: REAL;**
 - макс. амплитуда колебаний регулируемой величины при автонастройке
- **TVAL: REAL;**
 - время хода рабочего органа ИМ (например, полное время хода задвижки)
- **PST: REAL;**
 - начальное значение мощности на выходе регулятора при автонастройке
- **PTOL: REAL;**
 - отклонения мощности на выходе регулятора при автонастройке

Задача



- Поддержание заданной температуры
 - в сушильном шкафу необходимо поддерживать определенную температуру
 - выбор нужного значения температуры ($+80^{\circ}\text{C}$ или $+90^{\circ}\text{C}$) и переключение режима производится оператором
 - система должна с максимально возможной скоростью выходить на заданный режим

Задача



Задача (пояснения по программе)

- **0001**

- на входе SP ПИД-регулятора в градусах Цельсия указывается значение необходимой температуры (sp_value=80 или 90)
- на вход PV подается измеренное значение температуры с модуля «RTD sensor»
- параметры на входах TI_, TD_, _IMIN, _IMAX выбраны экспертным методом
- блок MAX в выходном сигнале убирает отрицательные значения

- **0002**

- сигнал **out_val** с ПИД-регулятора поступает на блок MUL для умножения на 655,35 с целью линейного преобразования выходной мощности регулятора (от 0 до 100) к мощности, подаваемой на ШИМ (0...65535)
- преобразование типа данных из REAL в WORD
- с выхода переменная **heater** подается на модуль соответствующего выхода ПЛК в канал ШИМ – «Pulse-wide modulator»

Задача

PLC 150 U

+ Discrete input 6 bit[FIX]

- Discrete output 4 bit[FIX]

..... AT %QX1.0: BOOL; (* *) [CHANNEL (Q)]

..... AT %QX1.1: BOOL; (* *) [CHANNEL (Q)]

..... AT %QX1.2: BOOL; (* *) [CHANNEL (Q)]

..... AT %QX1.3: BOOL; (* *) [CHANNEL (Q)]

- Pulse-wide modulator[VAR]

.....heater AT %QW1.0.0: WORD; (* Value *) [CHANNEL (Q)]

- Pulse-wide modulator[VAR]

.....cooler AT %QW1.1.0: WORD; (* Value *) [CHANNEL (Q)]

+ Special output[FIX]

- RTD sensor[SLOT]

.....pv_value AT %ID3.0: REAL; (* Value *) [CHANNEL (I)]

.....pv_time AT %IW3.1: WORD; (* Circular time *) [CHANNEL (I)]

.....Analog Input[FIX]

+ Unifed signal sensor[SLOT]

+ Unifed signal sensor[SLOT]

+ RTD sensor[SLOT]

+ Analog output[FIX]

+ Analog output[FIX]

Библиотека PID_Reg2

- ФБ регулятора с АНР для 2-х позиционного ИМ (APID_PWM и APID_PWM_W2)
- ФБ регулятора с АНР для 3-х позиционного ИМ без датчика положения (APID_VALVE)
- ФБ регулятора с АНР для 3-х позиционного ИМ с датчиком положения (APID_POS_VALVE)

Библиотека PID_Reg2

- ФБ управления 3-х позиционным ИМ с датчиком положения (VALVE_POS_DY)
- ФБ управления 3-х позиционным ИМ без датчика положения (VALVE_NO_POS_DY)
- блок автонастройки 2-х позиционного ИМ (W1_ANR)
- Блок автонастройки 3-позиционного ИМ (W2_ANR)
- ФБ адаптивного ПИД-регулятора с БВУ (DSP_A_PID)

Импульсный ПИ-регулятор для ИМПС

