



CODESYS V3.5

Описание библиотеки CmpOwenPidRegs



Руководство пользователя

08.07.2019
версия 2.0

Оглавление

Глоссарий.....	3
1 Цель документа.....	3
2 Описание библиотеки CmpOwenPidRegs	4
2.1 Установка библиотеки.....	4
2.2 Добавление библиотеки в проект CODESYS.....	5
2.3 Описание библиотеки	6
2.3.1 Перечисление ERROR_PID	6
2.3.2 Перечисление STATE_PID.....	6
2.3.3 Перечисление ERROR_PSI	6
2.3.4 ФБ DIG_FLTR.....	7
2.3.5 ФБ PSI_MOIST	8
2.3.6 ФБ ON_OFF_HIST_REG	9
2.3.7 ФБ STD_PID	10
2.3.8 ФБ APID_POS_VALV	12
2.3.9 ФБ APID_VALVE	15
2.3.10 ФБ APID_PWM, APID_PWM_W2.....	18
2.3.11 ФБ GET_APID_<...>	21
2.3.12 ФБ SET_APID_<...>	22

Глоссарий

АНР – автонастройка.

БВУ – режим быстрого выхода на уставку.

ИМ – исполнительный механизм.

КЗР – клапан запорно-регулирующий.

ФБ – функциональный блок.

1 Цель документа

Настоящее руководство представляет собой описание библиотеки **CmpOwenPidRegs**, которая содержит функциональные блоки ПИД-регуляторов с автонастройкой. Реализация библиотеки находится в **Linux** (библиотека **CODESYS** представляет собой только интерфейс), поэтому может меняться в зависимости от версии прошивки контроллера. В данном документе описана версия библиотеки **3.5.11.1**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Библиотека может использоваться только в контроллерах ОВЕН, программируемых в среде **CODESYS V3.5**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Библиотека является внешней (external) и не может быть использована в симуляции или на виртуальном контроллере.

2 Описание библиотеки CmpOwenPidRegs

2.1 Установка библиотеки

Библиотека **CmpOwenPidRegs** доступна на сайте компании [OBEH](#) в разделе [CODESYS V3/Библиотеки](#).

Для установки библиотеки в **CODESYS** в меню **Инструменты** следует выбрать пункт **Репозиторий библиотек**, после чего нажать **Установить** и указать путь к файлу библиотеки:

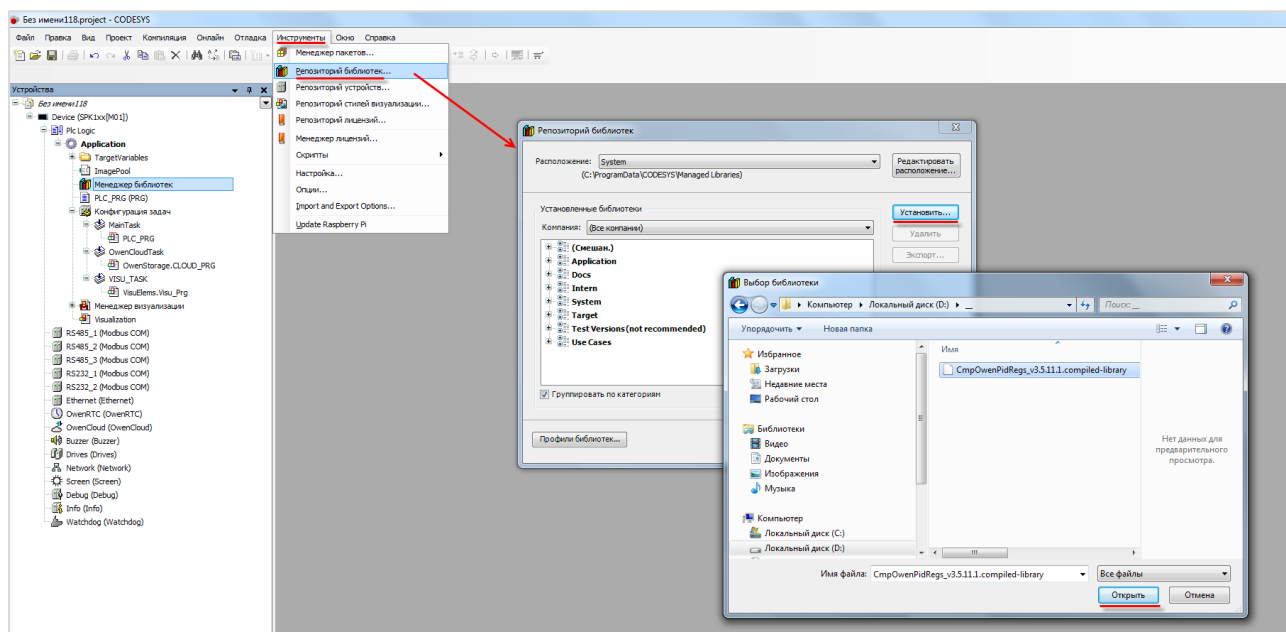


Рисунок 2.1 – Установка библиотеки CmpOwenPidRegs

2.2 Добавление библиотеки в проект CODESYS

Для добавления библиотеки **CmpOwenPidRegs** в проект **CODESYS** в **Менеджере библиотек** следует нажать кнопку **Добавить библиотеку**, в появившемся списке выбрать библиотеку **CmpOwenPidRegs** и нажать **OK**.

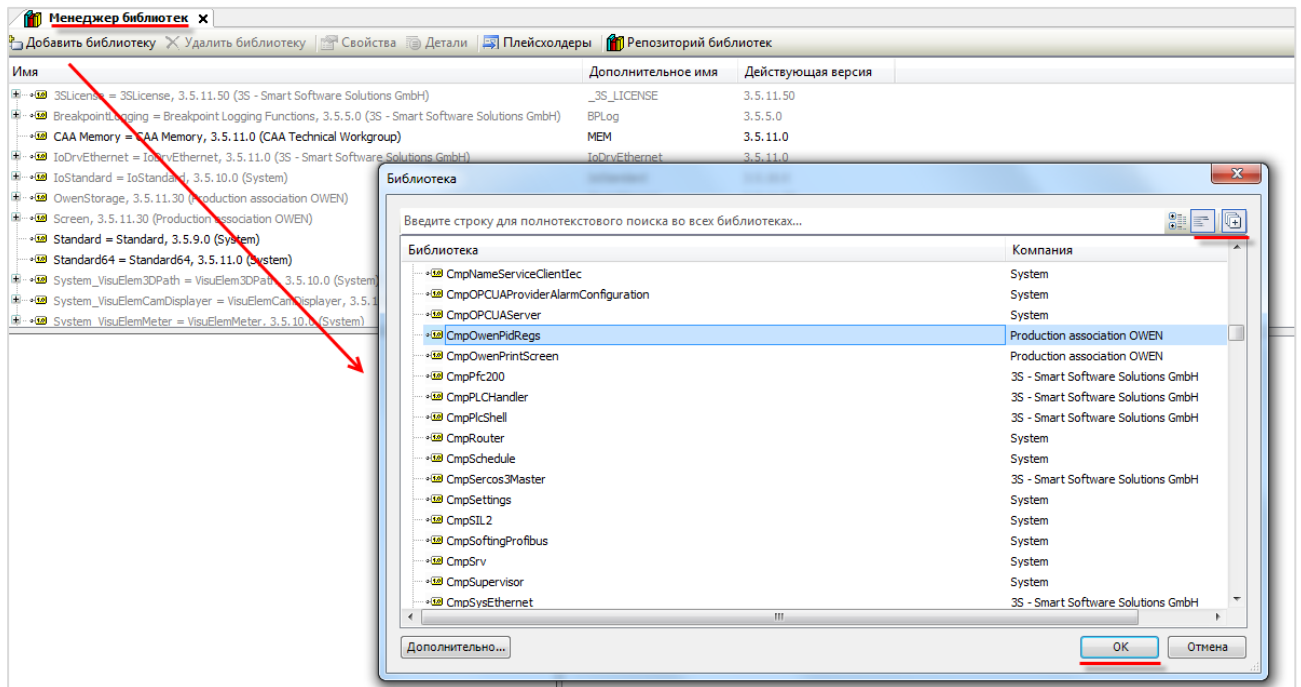


Рисунок 2.2 – Добавление библиотеки CmpOwenPidRegs

После добавления библиотека появится в списке **Менеджера библиотек**:

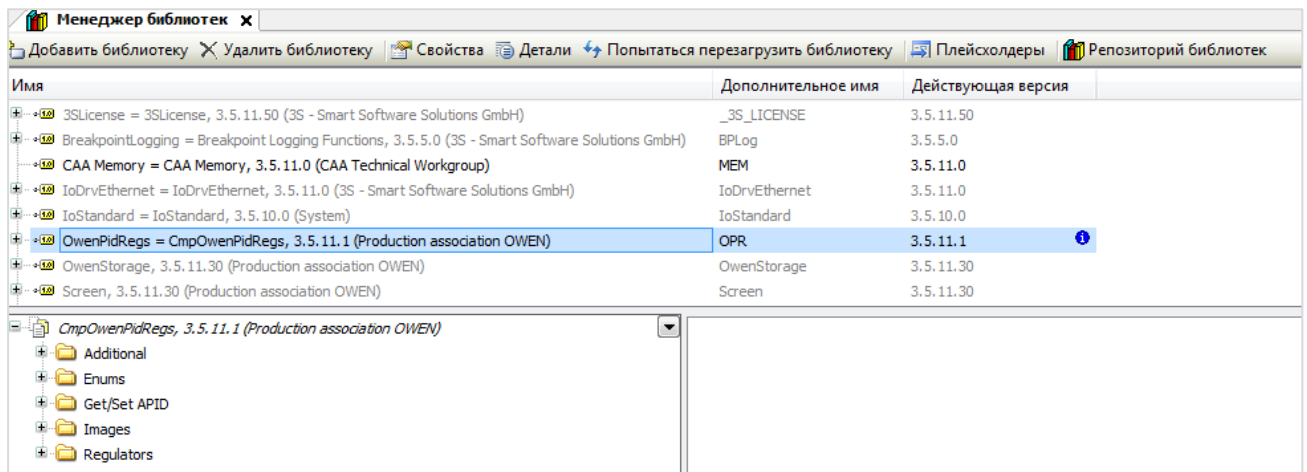


Рисунок 2.3 – Список библиотек проекта



ПРИМЕЧАНИЕ

При обращении к ФБ библиотеки следует перед их названием указывать префикс **OPR** (пример: **OPR.STD_PID**).

2.3 Описание библиотеки

2.3.1 Перечисление ERROR_PID

Перечисление **ERROR_PID** содержит коды ошибок, возвращаемых ФБ ПИД-регуляторов.

Таблица 2.1 – Описание элементов перечисления ERROR_PID

Название	Значение	Описание
NO_ERROR	0	Нет ошибок
INVALID_PV_VALUE	1	Некорректное значение на входе PV
FEEDBACK_ERROR	2	Ошибка обратной связи

2.3.2 Перечисление STATE_PID

Перечисление **STATE_PID** содержит возможные состояния блока ПИД-регулятора.

Таблица 2.2 – Описание элементов перечисления STATE_PID

Название	Значение	Описание
FIRST_CALL	0	Состояние при первом вызове блока
INIT_STATE	1	Инициализация ПИД-регулятора
START_PNR	2	Запущена автонастройка
WORK_PNR	3	Автонастройка в процессе
START_DSP	4	Запущен быстрый выход на уставку
WORK_DSP	5	Быстрый выход на уставку в процессе
START_PID	6	Запущен режим ПИД-регулирования
WORK_PID	7	ПИД-регулирование в процессе

2.3.3 Перечисление ERROR_PSI

Перечисление **ERROR_PSI** содержит коды ошибок, возвращаемых ФБ [PSI_MOIST](#).

Таблица 2.3 – Описание элементов перечисления ERROR_PSI

Название	Значение	Описание
NO_ERROR	0	Нет ошибок
DRY_LOW_TEMP	1	Температура сухого термометра слишком мала
DRY_HIGH_TEMP	2	Температура сухого термометра слишком велика
MOIST_LOW_TEMP	3	Температура влажного термометра слишком мала
MOIST_HIGH_TEMP	4	Температура влажного термометра слишком велика

2.3.4 ФБ DIG_FLTR

Функциональный блок **DIG_FLTR** позволяет уменьшить влияние высокочастотных и случайных импульсных помех на измеренную величину за счет интегрирования резких изменений сигнала.

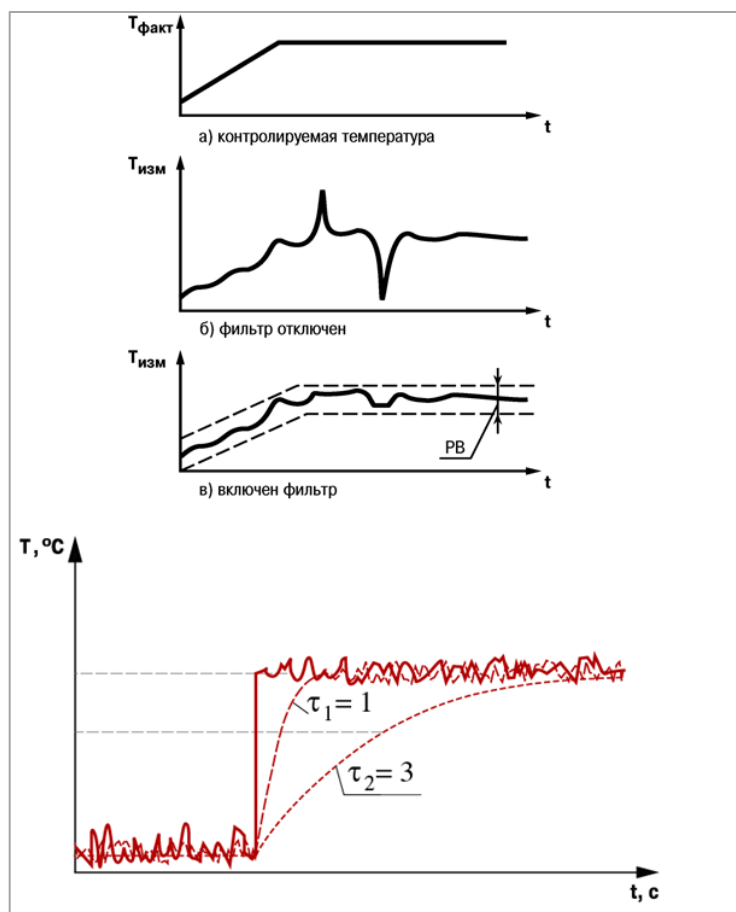


Рисунок 2.4 – Принцип работы ФБ DIG_FLTR

Таблица 2.4 – Описание входов и выходов ФБ DIG_FLTR

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
IN_VAL	REAL	Входное фильтруемое значение
PB	REAL	Полоса фильтра, задается в единицах регулируемой величины. Эта полоса защищает измерительный тракт от импульсных помех – если текущее показание сильно отличается от предыдущего измеренного (более чем на значение полосы), то оно игнорируется и учитывается только следующее измерение
TI	REAL	Постоянная времени фильтра в миллисекундах. Большие значения приводят к замедлению реакции блока на быстрые изменения контролируемых значений, но при этом происходит значительное подавление высокочастотных помех
Выходные переменные		
OUT_VAL	REAL	Отфильтрованное значение

2.3.5 ФБ PSI_MOIST

Функциональный блок **PSI_MOIST** вычисляет влажность психрометрическим методом. Этот метод основан на измерении разности температур сухого ($T_{\text{сух}}$) и влажного ($T_{\text{влаж}}$) термометров. Влажный термометр, из-за испарения воды с поверхности, всегда будет иметь более низкую температуру, чем сухой. В этом случае относительная влажность воздуха (φ) определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{A \cdot p \cdot (T_{\text{сух}} - T_{\text{влаж}})}{E_{\text{сух}}}, \text{ где}$$

- $T_{\text{сух}}$ – T_{Dry} ;
- $T_{\text{влаж}}$ – T_{Moist} ;
- A – A_{Koeff} ;
- p – Pressure;
- $E_{\text{сух}}$ – максимально возможное парциальное давление водяного пара при температуре воздуха $T_{\text{сух}}$ (вычисляется блоком).

Таблица 2.5 – Описание входов и выходов ФБ PSI_MOIST

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
T_{Dry}	REAL	Значение измеренной температуры сухого термометра
T_{Moist}	REAL	Значение измеренной температуры влажного термометра
A_{Koeff}	REAL	Психрометрический коэффициент (0.064...0.14). Значение зависит от конструкции психрометра, скорости обдува обоих термометров и других факторов. Табличное значение коэффициента нужно умножить на 100 перед подачей на вход блока.
Pressure	REAL	Значение измеренного атмосферного давления, приведенного к гектопаскалям (значение по умолчанию - 1013.25 гПа)
Выходные переменные		
Res	REAL	Рассчитанное значение влажности в диапазоне 0...100% (при $\text{_err} = \text{NO_ERROR}$)
_err	ERROR PSI	Код ошибки

2.3.6 ФБ ON_OFF_HIST_REG

Функциональный блок **ON_OFF_HIST_REG** представляет собой двухпозиционный регулятор с гистерезисом и позволяет управлять включением/отключением ИМ типа «нагреватель» и/или «охладитель» для поддержания установленного на входе «уставка» (**SP**) значения регулируемой величины. Переменная **DB** задает зону нечувствительности, в которой выходное значение регулятора равно 0, т. е. не работает ни ИМ типа «нагреватель», ни ИМ типа «охладитель». Значение параметра делится на 2 и откладывается относительно значения уставки.

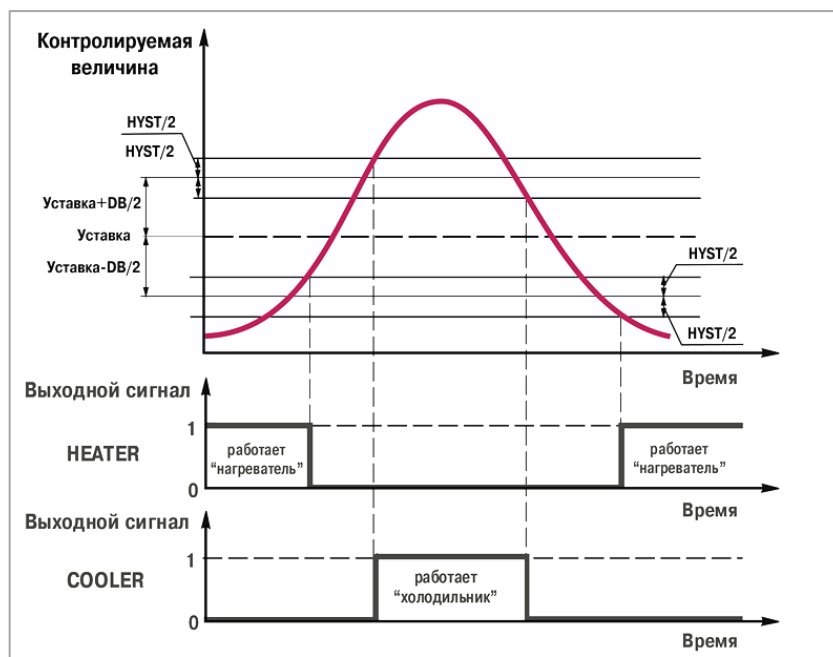


Рисунок 2.5 – Принцип работы ФБ ON_OFF_HIST_REG

Таблица 2.6 – Описание входов и выходов ФБ ON_OFF_HIST_REG

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
PV	REAL	Измеренное значение регулируемой величины
SP	REAL	Уставка регулятора
HYST	REAL	Гистерезис переключения выхода в единицах регулируемой величины
DB	REAL	Зона нечувствительности в единицах регулируемой величины. Задает зону, в которой выходное значение регулятора равно 0, т. е. не работает ни исполнительный механизм типа «нагреватель», ни исполнительный механизм типа «охладитель». Значение параметра делится на 2 и отсчитывается относительно значения уставки
Выходные переменные		
COOLER	REAL	Сигнал управления для включения реле ИМ типа «охладитель»
HEATER	REAL	Сигнал управления для включения реле ИМ типа «нагреватель»

2.3.7 ФБ STD_PID

Функциональный блок **STD_PID** представляет собой ПИД-регулятор без автонастройки.

Таблица 2.7 – Описание входов и выходов ФБ STD_PID

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
PV	REAL	Измеренное значение регулируемой величины
PV_TIME	WORD	Циклическое время обновления входа PV в сотых долях секунды (1 = 0.01 с). Контроллеры и модули ввода-вывода ОВЕН имеют соответствующие каналы, которые могут быть привязаны к данному входу. При использовании другого оборудования пользователь должен самостоятельно реализовать увеличение значения входа.
SP	REAL	Уставка регулятора
DB	REAL	Зона нечувствительности в единицах регулируемой величины. Задаёт зону, в которой выходное значение регулятора равно 0. Значение параметра делится на 2 и отсчитывается относительно значения уставки
IMIN	REAL	Минимальное значение накопления интегральной составляющей, в диапазоне -1.0...0.0 (-100...0%)
IMAX	REAL	Максимальное значение накопления интегральной составляющей, в диапазоне 0.0...+1.0 (0...100%)
PMIN	REAL	Минимальное значение выходного сигнала регулятора
PMAX	REAL	Максимальное значение выходного сигнала регулятора
PB	REAL	Полоса пропорциональности (в единицах регулируемой величины). Показывает, насколько сильно действует обратная связь – чем шире полоса пропорциональности, тем меньше величина выходного сигнала Y при одном и том же отклонении (рассогласовании). Полоса пропорциональности связана с коэффициентом пропорциональности следующим соотношением: $PB = 1/K_p$
TI	REAL	Постоянная интегрирования. Определяет инерционность объекта регулирования
TD	REAL	Постоянная дифференцирования. Рекомендованное соотношение TD/TI для большинства объектов лежит в диапазоне от 0.15...0.3
Выходные переменные		
Y	REAL	Выходной сигнал регулятора, в диапазоне -100.0...+100.0

Полоса пропорциональности (**PB**) характеризует, насколько сильно действует обратная связь – чем шире полоса пропорциональности, тем меньше величина выходного сигнала **Y** при одном и том же рассогласовании. Постоянная интегрирования (**TI**) определяет инерционность объекта регулирования. Постоянная дифференцирования (**TD**) характеризует скорость изменения параметра (например, температуры). Рекомендованное соотношение **TD/TI** для большинства объектов лежит в диапазоне от 0,15 до 0,3. Поведение объекта при классическом ПИД-регулировании демонстрирует черная кривая на рисунке ниже:

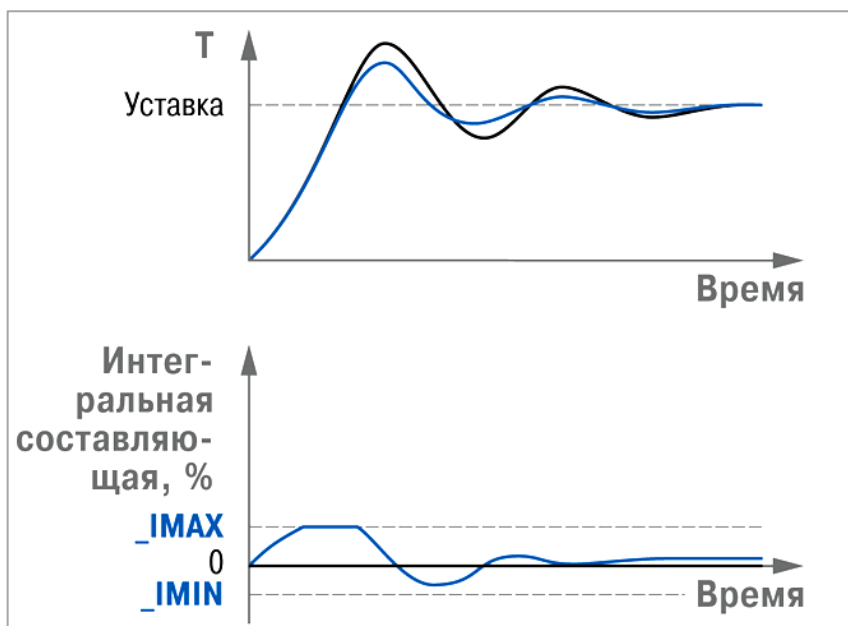


Рисунок 2.6 – Процесс регулирования ФБ STD_PID

При длительном выходе на уставку может произойти «перерегулирование» объекта, которое связано с тем, что в процессе выхода на уставку накопилось очень большое значение интегральной составляющей в выходном сигнале ПИД-регулятора. После «перерегулирования» начинается уменьшение значения интегральной составляющей, что, в свою очередь, приводит к провалу ниже уставки – «недорегулированию». Только после одного-двух таких колебаний ПИД-регулятор выходит на требуемое значение мощности. Во избежание «перерегулирования» и «недорегулирования» можно ограничить сверху и снизу значение накопленной интегральной составляющей. Ограничение накопления интегральной составляющей можно задать равное выходной мощности, необходимой для поддержания заданной уставки, определенной опытным путем. Максимальное ограничение необходимо задать на 5...15 % больше этой мощности, а минимальное – на 5...15 % меньше требуемой мощности. Вид переходного процесса при ограничении накопления интегральной составляющей приведен на рисунке выше.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

При переносе в этот функциональный блок коэффициентов настройки, полученных при использовании функциональных блоков регуляторов с автонастройкой, необходимо выходное значение Y умножить на 100.

2.3.8 ФБ APID_POS_VALV

Функциональный блок **APID_POS_VALV** представляет собой ПИД-регулятор с автонастройкой для управления 3-позиционным ИМ с датчиком положения. При первом вызове блока следует либо провести процедуру автонастройки, либо установить рассчитанные ранее параметры через ФБ [SET APID_POS_VALV](#). Рассчитанные при автонастройке параметры можно извлечь и сохранить с помощью ФБ [GET APID_POS_VALV](#).

Таблица 2.8 – Описание входов и выходов ФБ APID_POS_VALV

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
PV	REAL	Измеренное значение регулируемой величины
PV_TIME	WORD	Циклическое время обновления входа PV в сотых долях секунды (1 = 0.01 с)
SP	REAL	Уставка регулятора
RAMP	BOOL	Разрешение режима быстрого выхода на уставку (TRUE – разрешено)
PV_0	REAL	Значение регулируемого параметра при нулевой мощности управляющего сигнала (Y=0)
START_ANR	BOOL	По переднему фронту выполняется запуск режима автонастройки регулятора. После завершения автонастройки нет необходимости в сбросе сигнала в FALSE . По заднему фронту сигнала происходит прекращение автонастройки (если в данный момент она запущена)
SM	REAL	Положение задвижки с датчиком положения. Возможные значения лежат в диапазоне 0...1 . При обрыве датчика положения на данный вход необходимо подать значение с выхода Y
DYX	REAL	Порог включения режима быстрого выхода на уставку, задает величину рассогласования между уставкой и регулируемым значением, при превышении которого в 2.5 раза происходит автоматическое включение режима быстрого выхода на уставку (БВУ). То есть БВУ активируется, когда разница SP и PV превышает 2.5·DYX . Примечание: рекомендуемое значение DYX при регулировании температуры = 10 °С, для других регулируемых параметров = 10% диапазона регулирования параметра
TVAL	REAL	Время полного хода ИМ, сек
TLUFT	REAL	Время выборки люфта ИМ, сек
TIMP	REAL	Минимальная длительность импульса, сек
P_MAX	REAL	Максимальное значение выхода Y , в пределах от -1.0 до 1.0 . При отсутствии физических ограничителей (например, концевых переключателей) рекомендуется устанавливать: для «охладителя» PMIN = -1.0, PMAX = 0.0, для «нагревателя» PMIN = 0.0, PMAX = 1.0. При наличии физических ограничителей рекомендуется устанавливать значения PMIN и PMAX, соответствующие крайним возможным положениям задвижки
P_MIN	REAL	Минимальное значение выхода Y , в пределах от -1.0 до 1.0
Y_MANUAL	REAL	Значение выхода Y в ручном режиме (при Y_MAN_SET := TRUE)
Y_MAN_SET	BOOL	TRUE - активация ручного режима работы. В этом режиме значение Y_MANUAL передается на выход Y . Для безударного включения следует дождаться установившегося режима и подать на вход SP значение PV . После этого можно присвоить данному входу значение FALSE
XN	REAL	Зона нечувствительности (в единицах измерения регулируемой величины). Если разность по модулю PV и SP меньше зоны нечувствительности, то выдача управляющих сигналов не производится

Выходные переменные		
LESS	BOOL	Сигнал на закрытие ИМ
MORE	BOOL	Сигнал на открытие ИМ
Y	REAL	Мощность управляющего сигнала в диапазоне PMIN...PMAx . Используется для отображения процента открытия КЗР либо для управления КЗР с аналоговым управлением. Диапазон 1.0...0.0 соответствует работе охладителя, 0.0...1.0 – нагревателя.
ANR_WORK	BOOL	Флаг «сейчас выполняется автонастройка»
FAST_DSP	BOOL	Флаг «сейчас производится быстрый выход на уставку»
ERROR	ERROR_PID	Код ошибки
STATE	STATE_PID	Состояние регулятора
DENDH	BOOL	Признак достижения задвижкой 100% степени открытия
DENDL	BOOL	Признак достижения задвижкой 0% степень открытия
YSM	REAL	Расчетное положение выхода задвижки

Блок должен вызываться с частотой обновления входа **PV**, но не реже, чем раз в 25 секунд. При вызове значение **PV_TIME** следует увеличить на время, прошедшее с предыдущего вызова. **PV_TIME** хранит значение в сотых долях секунды (1 = 0.01 с). Контроллеры и модули ввода-вывода ОВЕН имеют соответствующие каналы, которые могут быть привязаны к данному входу. При использовании другого оборудования пользователь должен самостоятельно реализовать увеличение значения входа.

Процедура автонастройки (АНР):

- Необходимо в ручном режиме управления, изменяя значение мощности, выходного сигнала, добиться, чтобы значение измеренной величины стабилизировалось на заданном уровне, который должен быть ниже уставки (для «Нагревателя») или выше уставки (для «охладителя»). Для системы «нагреватель/охладитель» значение может быть как ниже, так и выше уставки. Чем выше разница между установившейся величиной и уставкой, тем выше будет качество автонастройки. В то же время необходимо обеспечить, чтобы автонастройка могла физически осуществиться – для этого колебания регулируемой величины в диапазоне **[Уставка АНР - зона колебаний АНР...Уставка АНР + зона колебаний АНР]** должны быть достижимы при изменении выходного сигнала в диапазоне **PMIN...PMAx**. Также, очевидно, такие колебания не должны приводить к негативным воздействиям на объект регулирования.
- Перед запуском АНР необходимо однократно вызвать ФБ со следующими параметрами:
 - **START_ANR** := FALSE
 - **PMAx**, **PMIN** – задать значения в соответствии с характеристиками объекта управления
 - **Y_MANUAL** := выход Y
 - **Y_MAN_SET** := TRUE
 - **PV** – текущее положение задвижки в диапазоне 0...1 (если неизвестно, необходимо задать 0)
- Запустить АНР. В процессе АНР необходимо циклически вызывать блок со следующими параметрами:
 - **PV** – значение температуры
 - **PV_TIME** – время обновления значения на входе PV
 - **SP** – уставка регулирования (по ней рассчитывается уставка АНР)
 - **SM** – приведённое значение датчика положения задвижки (0...1) при условии его исправности, в противном случае - завести значение выхода Y
 - **PV_0** – значение регулируемого параметра при нулевом уровне мощности (при Y=0)
 - **TVAL**, **TLUFT**, **TIMP** – в соответствии с моделью задвижки
 - **START_ANR** := TRUE (запуск автонастройки)
- Дождаться окончания автонастройки (появления заднего фронта на выходе **ANR_WORK**). Во время проведения АНР необходимо удерживать вход **START_ANR** в состоянии TRUE.

Управлять ИМ можно только с помощью одного экземпляра ФБ. В блоке заложена возможность ручного управления - не следует для этой цели создавать отдельный экземпляр.

При использовании регулятора для одновременного управления нагревателем и охладителем, имеющими разную мощность, необходимо воспользоваться коэффициентами ограничения выходной мощности P_{MIN} и P_{MAX} . Пример: Мощность нагревателя = 4 кВт, мощность холодильника = 1 кВт. Значит, необходимо задать $P_{MIN}=-0.25$, $P_{MAX}=1$. Выходной сигнал Y ФБ следует промасштабировать в диапазон $-0.25...0$ таким образом, чтобы уровень «0» соответствовал полностью отключённому охладителю, а уровень -25 соответствовал полностью включённому охладителю.

2.3.9 ФБ APID_VALVE

Функциональный блок **APID_VALVE** представляет собой ПИД-регулятор с автонастройкой для управления 3-позиционным ИМ без датчика положения. При первом вызове блока следует либо провести процедуру автонастройки, либо установить рассчитанные ранее параметры через ФБ [SET APID_VALVE](#). Рассчитанные при автонастройке параметры можно извлечь и сохранить с помощью ФБ [GET APID_VALVE](#).

Таблица 2.9 – Описание входов и выходов ФБ APID_VALVE

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
PV	REAL	Измеренное значение регулируемой величины
PV_TIME	WORD	Циклическое время обновления входа PV в сотых долях секунды (1 = 0.01 с)
SP	REAL	Уставка регулятора
RAMP	BOOL	Разрешение режима быстрого выхода на уставку (TRUE – разрешено)
PV_0	REAL	Значение регулируемого параметра при нулевой мощности управляющего сигнала (Y=0)
START_ANR	BOOL	По переднему фронту выполняется запуск режима автонастройки регулятора. После завершения автонастройки нет необходимости в сбросе сигнала в FALSE . По заднему фронту сигнала происходит прекращение автонастройки (если в данный момент она запущена)
DYX	REAL	Порог включения режима быстрого выхода на уставку, задает величину рассогласования между уставкой и регулируемым значением, при превышении которого в 2.5 раза происходит автоматическое включение режима быстрого выхода на уставку (БВУ). То есть БВУ активируется, когда разница SP и PV превышает 2.5·DYX . Примечание: рекомендуемое значение DYX при регулировании температуры = 10 °С, для других регулируемых параметров = 10% диапазона регулирования параметра
SYNC	BOOL	Установка положения задвижки через вход PV . При SYNC = TRUE положение задвижки (в диапазоне от 0.0...1.0) считывается со входа PV и сохраняется во внутренней переменной ФБ
TVAL	REAL	Время полного хода ИМ, сек
TLUFT	REAL	Время выборки люфта ИМ, сек
TIMP	REAL	Минимальная длительность импульса, сек
P_MAX	REAL	Максимальное значение выхода Y , в пределах от -1.0 до 1.0 . При отсутствии физических ограничителей (например, концевых переключателей) рекомендуется устанавливать: для «охладителя» PMIN = -1.0, PMAX = 0.0, для «нагревателя» PMIN = 0.0, PMAX = 1.0. При наличии физических ограничителей рекомендуется устанавливать значения PMIN и PMAX, соответствующие крайним возможным положениям задвижки
P_MIN	REAL	Минимальное значение выхода Y , в пределах от -1.0 до 1.0
Y_MANUAL	REAL	Значение выхода Y в ручном режиме (при Y_MAN_SET := TRUE)
Y_MAN_SET	BOOL	TRUE – активация ручного режима работы. В этом режиме значение Y_MANUAL передается на выход Y . Для безударного включения следует дождаться установившегося режима и подать на вход SP значение PV . После этого можно присвоить данному входу значение FALSE
XN	REAL	Зона нечувствительности (в единицах измерения регулируемой величины). Если разность по модулю PV и SP меньше зоны нечувствительности, то выдача управляющих сигналов не производится

Выходные переменные		
LESS	BOOL	Сигнал на закрытие ИМ
MORE	BOOL	Сигнал на открытие ИМ
Y	REAL	Мощность управляющего сигнала в диапазоне PMIN...PMAH. Используется для отображения процента открытия КЗР либо для управления КЗР с аналоговым управлением. Диапазон 1.0...0.0 соответствует работе охладителя, 0.0...1.0 – нагревателя.
ANR_WORK	BOOL	Флаг «сейчас выполняется автонастройка»
FAST_DSP	BOOL	Флаг «сейчас производится быстрый выход на уставку»
ERROR	ERROR_PID	Код ошибки
STATE	STATE_PID	Состояние регулятора
DENDH	BOOL	Признак достижения задвижкой 100% степени открытия
DENDL	BOOL	Признак достижения задвижкой 0% степень открытия
YSM	REAL	Расчетное положение выхода задвижки

Блок должен вызываться с частотой обновления входа **PV**, но не реже, чем раз в 25 секунд. При вызове значение **PV_TIME** следует увеличить на время, прошедшее с предыдущего вызова. **PV_TIME** хранит значение в сотых долях секунды (1 = 0.01 с). Контроллеры и модули ввода-вывода OBEN имеют соответствующие каналы, которые могут быть привязаны к данному входу. При использовании другого оборудования пользователь должен самостоятельно реализовать увеличение значения входа.

Процедура автонастройки (АНР):

- Необходимо в ручном режиме управления, изменяя значение мощности, выходного сигнала, добиться, чтобы значение измеренной величины стабилизировалось на заданном уровне, который должен быть ниже уставки (для «Нагревателя») или выше уставки (для «охладителя»). Для системы «нагреватель/охладитель» значение может быть как ниже, так и выше уставки. Чем выше разница между установившейся величиной и уставкой, тем выше будет качество автонастройки. В то же время необходимо обеспечить, чтобы автонастройка могла физически осуществиться – для этого колебания регулируемой величины в диапазоне **[Уставка АНР - зона колебаний АНР...Уставка АНР + зона колебаний АНР]** должны быть достижимы при изменении выходного сигнала в диапазоне PMIN...PMAH. Также, очевидно, такие колебания не должны приводить к негативным воздействиям на объект регулирования.
- Перед запуском АНР необходимо однократно вызвать ФБ со следующими параметрами:
 - START_ANR := FALSE
 - PMAH, PMIN – задать значения в соответствии с характеристиками объекта управления
 - Y_MANUAL := выход Y
 - Y_MAN_SET := TRUE
 - PV – текущее положение задвижки в диапазоне 0...1 (если неизвестно, необходимо задать 0)
 - SYNC := TRUE
- Запустить АНР. В процессе АНР необходимо циклически вызывать блок со следующими параметрами:
 - PV – значение температуры
 - PV_TIME – время обновления значения на входе PV
 - SP – уставка регулирования (по ней рассчитывается уставка АНР)
 - PV_0 – значение регулируемого параметра при нулевом уровне мощности (при Y=0)
 - TVAL, TLUFT, TIMP – в соответствии с моделью задвижки
 - START_ANR := TRUE (запуск автонастройки)
- Дождаться окончания автонастройки (появления заднего фронта на выходе ANR_WORK). Во время проведения АНР необходимо удерживать вход START_ANR в состоянии TRUE.

Управлять ИМ можно только с помощью одного экземпляра ФБ. В блоке заложена возможность ручного управления - не следует для этой цели создавать отдельный экземпляр.

При использовании регулятора для одновременного управления нагревателем и охладителем, имеющими разную мощность, необходимо воспользоваться коэффициентами ограничения выходной мощности P_{MIN} и P_{MAX} . Пример: Мощность нагревателя = 4 кВт, мощность холодильника = 1 кВт. Значит, необходимо задать $P_{MIN}=-0.25$, $P_{MAX}=1$. Выходной сигнал Y ФБ следует промасштабировать в диапазон $-0.25...0$ таким образом, чтобы уровень «0» соответствовал полностью отключённому охладителю, а уровень -25 соответствовал полностью включённому охладителю.

2.3.10 ФБ APID_PWM, APID_PWM_W2

Функциональные блоки **APID_PWM** и **APID_PWM_2** представляет собой ПИД-регуляторы с автонастройкой по одному (**APID_PWM**) или двум (**APID_PWM_W2**) колебаниям для управления 2-позиционным ИМ. При первом вызове блока следует либо провести процедуру автонастройки, либо установить рассчитанные ранее параметры через ФБ [SET APID_PWM](#) или [SET APID_PWM_W2](#). Рассчитанные при автонастройке параметры можно извлечь и сохранить с помощью ФБ [GET APID_PWM](#) или [GET APID_PWM_W2](#).

Таблица 2.10 – Описание входов и выходов ФБ APID_PWM, APID_PWM_W2

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
PV	REAL	Измеренное значение регулируемой величины
PV_TIME	WORD	Циклическое время обновления входа PV в сотых долях секунды (1 = 0.01 с)
SP	REAL	Уставка регулятора
RAMP	BOOL	Разрешение режима быстрого выхода на уставку (TRUE – разрешено)
PV_0	REAL	Значение регулируемого параметра при нулевой мощности управляющего сигнала (Y=0)
START_ANR	BOOL	По переднему фронту выполняется запуск режима автонастройки регулятора. После завершения автонастройки нет необходимости в сбросе сигнала в FALSE . По заднему фронту сигнала происходит прекращение автонастройки (если в данный момент она запущена)
DYX	REAL	Порог включения режима быстрого выхода на уставку, задает величину рассогласования между уставкой и регулируемым значением, при превышении которого в 2.5 раза происходит автоматическое включение режима быстрого выхода на уставку (БВУ). То есть БВУ активируется, когда разница SP и PV превышает 2.5·DYX . Примечание: рекомендуемое значение DYX при регулировании температуры = 10 °С, для других регулируемых параметров = 10% диапазона регулирования параметра
P_MAX	REAL	Максимальное значение выхода Y , в пределах от -1.0 до 1.0 . При отсутствии физических ограничителей (например, концевых переключателей) рекомендуется устанавливать: для «охладителя» PMIN = -1.0, PMAX = 0.0, для «нагревателя» PMIN = 0.0, PMAX = 1.0. При наличии физических ограничителей рекомендуется устанавливать значения PMIN и PMAX, соответствующие крайним возможным положениям задвижки
P_MIN	REAL	Минимальное значение выхода Y , в пределах от -1.0 до 1.0
Y_MANUAL	REAL	Значение выхода Y в ручном режиме (при Y_MAN_SET := TRUE)
Y_MAN_SET	BOOL	TRUE – активация ручного режима работы. В этом режиме значение Y_MANUAL передается на выход Y . Для безударного включения следует дождаться установившегося режима и подать на вход SP значение PV . После этого можно присвоить данному входу значение FALSE
XN	REAL	Зона нечувствительности (в единицах измерения регулируемой величины). Если разность по модулю PV и SP меньше зоны нечувствительности, то выдача управляющих сигналов не производится

Выходные переменные		
Y_PLUS	WORD	Мощность управляющего сигнала для нагревателя, в диапазоне 0...65535
Y_MINUS	WORD	Мощность управляющего сигнала для охладителя, в диапазоне 65535...0
Y	REAL	Мощность управляющего сигнала в диапазоне PMIN...PMAX. Используется для отображения процента открытия КЗР либо для управления КЗР с аналоговым управлением. Диапазон 1.0...0.0 соответствует работе охладителя, 0.0...1.0 – нагревателя.
ANR_WORK	BOOL	Флаг «сейчас выполняется автонастройка»
FAST_DSP	BOOL	Флаг «сейчас производится быстрый выход на уставку»
ERROR	ERROR_PID	Код ошибки
STATE	STATE_PID	Состояние регулятора
DENDH	BOOL	Признак достижения задвижкой 100% степени открытия
DENDL	BOOL	Признак достижения задвижкой 0% степени открытия
YSM	REAL	Расчетное положение выхода задвижки

Блок должен вызываться с частотой обновления входа **PV**, но не реже, чем раз в 25 секунд. При вызове значение **PV_TIME** следует увеличить на время, прошедшее с предыдущего вызова. **PV_TIME** хранит значение в сотых долях секунды (1 = 0.01 с). Контроллеры и модули ввода-вывода ОВЕН имеют соответствующие каналы, которые могут быть привязаны к данному входу. При использовании другого оборудования пользователь должен самостоятельно реализовать увеличение значения входа.

Процедура автонастройки (АНР):

- Необходимо в ручном режиме управления, изменяя значение мощности, выходного сигнала, добиться, чтобы значение измеренной величины стабилизировалось на заданном уровне, который должен быть ниже уставки (для «Нагревателя») или выше уставки (для «охладителя»). Для системы «нагреватель/охладитель» значение может быть как ниже, так и выше уставки. Чем выше разница между установившейся величиной и уставкой, тем выше будет качество автонастройки. В то же время необходимо обеспечить, чтобы автонастройка могла физически осуществиться – для этого колебания регулируемой величины в диапазоне **[Уставка АНР - зона колебаний АНР...Уставка АНР + зона колебаний АНР]** должны быть достижимы при изменении выходного сигнала в диапазоне PMIN...PMAX. Также, очевидно, такие колебания не должны приводить к негативным воздействиям на объект регулирования.
- Запустить АНР. В процессе АНР необходимо циклически вызывать блок со следующими параметрами:
 - PV – значение температуры
 - PV_TIME – время обновления значения на входе PV
 - SP – уставка регулирования (по ней рассчитывается уставка АНР)
 - PV_0 – значение регулируемого параметра при нулевом уровне мощности (при Y=0)
 - START_ANR := TRUE (запуск автонастройки)
- Дождаться окончания автонастройки (появления заднего фронта на выходе ANR_WORK). Во время проведения АНР необходимо удерживать вход START_ANR в состоянии TRUE.

Управлять ИМ можно только с помощью одного экземпляра ФБ. В блоке заложена возможность ручного управления - не следует для этой цели создавать отдельный экземпляр.

При использовании регулятора для одновременного управления нагревателем и охладителем, имеющими разную мощность, необходимо воспользоваться коэффициентами ограничения выходной мощности PMIN и PMAX. Пример: Мощность нагревателя = 4 кВт, мощность холодильника = 1 кВт. Значит, необходимо задать PMIN=-0.25, PMAX=1. Выходной сигнал Y ФБ следует промасштабировать в диапазон -0.25...0 таким образом, чтобы уровень «0» соответствовал полностью отключённому охладителю, а уровень -25 соответствовал полностью включённому охладителю.

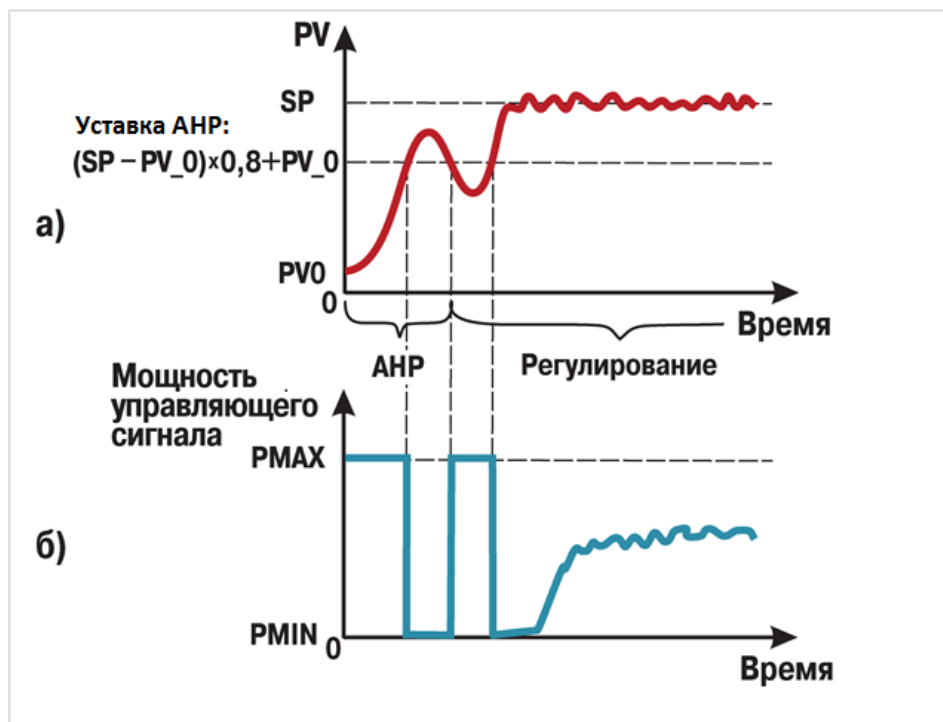


Рисунок 2.7 – Графики изменения значения регулируемого параметра (а) и мощности управляющего сигнала (б)

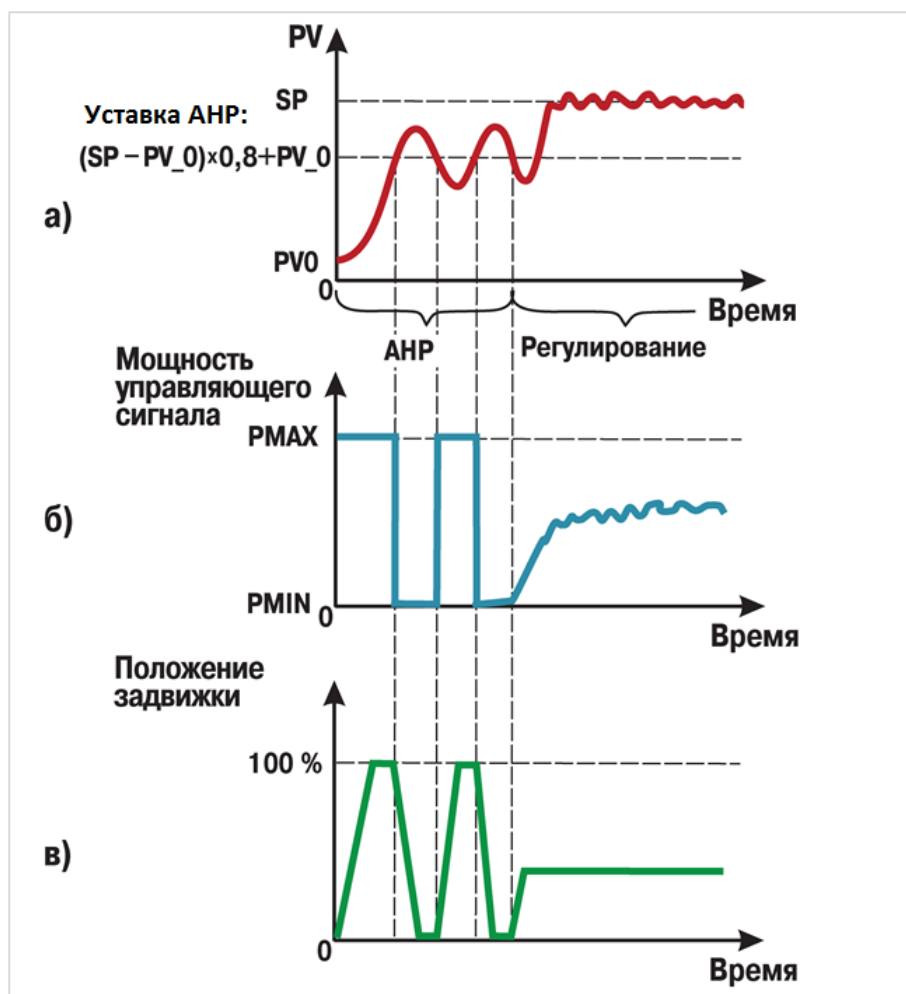


Рисунок 2.7 – Графики изменения значения регулируемого параметра (а), мощности управляющего сигнала (б) и положения задвижки (в)

2.3.11 ФБ GET_APID_<...>

Функциональные блоки **GET_APID_POS_VALV**, **GET_APID_VALVE**, **GET_APID_PWM** и **GET_APID_PWM_W2** позволяют считать параметры, рассчитанные в результате автонастройки соответствующими ФБ [APID POS VALV](#), [APID VALVE](#), [APID PWM](#) и [APID PWM W2](#). Основное применение ФБ – считывание коэффициентов ПИД-регулирования **XP**, **TI**, **TD** для сохранения их в энергонезависимых переменных с целью последующей записи в ФБ регулятора после перезагрузки контроллера через ФБ [SET_APID_<...>](#) (чтобы избежать повторной процедуры автонастройки при каждом включении контроллера).

Таблица 2.11 – Описание входов и выходов ФБ **GET_APID_POS_VALV**, **GET_APID_VALVE**, **GET_APID_PWM** и **GET_APID_PWM_W2**

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
TAKE	BOOL	По переднему фронту происходит чтение значений из ФБ
FB	POINTER TO ...	Указатель на функциональный блок регулятора. Тип переменной зависит от конкретного ФБ: • POINTER TO APID_POS_VALV для ФБ APID POS VALV; • POINTER TO APID_VALVE для ФБ APID VALVE; • POINTER TO APID_PWM для ФБ APID PWM; • POINTER TO APID_PWM_W2 для ФБ APID PWM W2
Выходные переменные		
XP	REAL	Полоса пропорциональности
TD	REAL	Постоянная дифференцирования
TI	REAL	Постоянная интегрирования
VPV	REAL	Ограничение скорости увеличения PV для полосового фильтра
PV0	REAL	Статическая характеристика объекта: PVx – координаты точек по оси X, PMx – координаты точек по оси Y (PM0 = 0)
PV1	REAL	
PV2	REAL	
PM1	REAL	
PM2	REAL	
INF	REAL	Постоянная времени входного фильтра
TA1	REAL	Параметр модели объекта
EN	REAL	Параметр модели объекта, EN=TA2/TA1
KVSM	REAL	Коэффициент быстрогодействия сервомотора. Параметр присутствует только в ФБ GET_APID_POS_VALV и GET_APID_VALVE

2.3.12 ФБ SET_APID_<...>

Функциональные блоки **SET_APID_POS_VALV**, **SET_APID_VALVE**, **SET_APID_PWM** и **SET_APID_PWM_W2** позволяют записать параметры в соответствующие ФБ [APID_POS_VALV](#), [APID_VALVE](#), [APID_PWM](#) и [APID_PWM_W2](#). Основное применение ФБ – запись параметров, рассчитанных при автонастройке, после перезагрузки контроллера (чтобы избежать повторной процедуры автонастройки при каждом включении контроллера).

Таблица 2.12 – Описание входов и выходов ФБ SET_APID_POS_VALV, SET_APID_VALVE, SET_APID_PWM и SET_APID_PWM_W2

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
SETUP	BOOL	По переднему фронту происходит запись значений в ФБ
FB	POINTER TO ...	Указатель на функциональный блок регулятора. Тип переменной зависит от конкретного ФБ: • POINTER TO APID_POS_VALV для ФБ APID_POS_VALV; • POINTER TO APID_VALVE для ФБ APID_VALVE; • POINTER TO APID_PWM для ФБ APID_PWM; • POINTER TO APID_PWM_W2 для ФБ APID_PWM_W2
XP	REAL	Полоса пропорциональности
TD	REAL	Постоянная дифференцирования
TI	REAL	Постоянная интегрирования
VPV	REAL	Ограничение скорости увеличения PV для полосового фильтра
PV0	REAL	Статическая характеристика объекта: PVx – координаты точек по оси X, PMx – координаты точек по оси Y (PM0 = 0)
PV1	REAL	
PV2	REAL	
PM1	REAL	
PM2	REAL	
INF	REAL	Постоянная времени входного фильтра
TA1	REAL	Параметр модели объекта
EN	REAL	Параметр модели объекта, EN=TA2/TA1
KVSM	REAL	Коэффициент быстродействия сервомотора. Параметр присутствует только в ФБ SET_APID_POS_VALV и SET_APID_VALVE