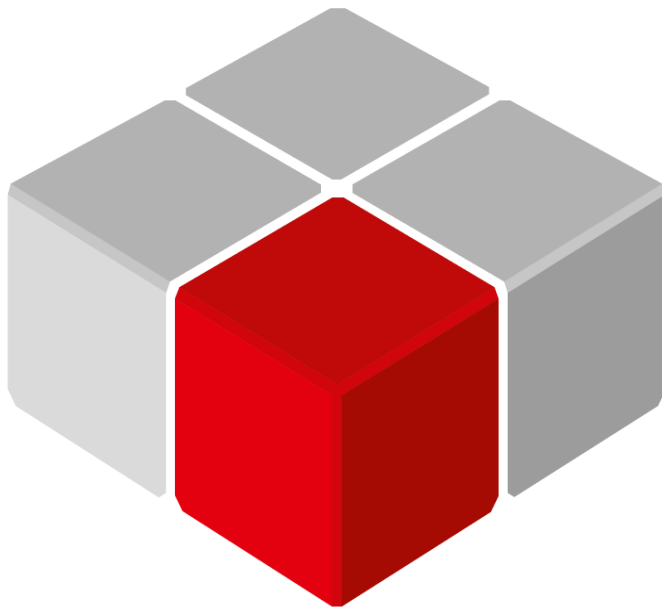




CODESYS V3.5

Описание библиотеки CmpOwenPidRegs



Руководство пользователя

10.06.2024
версия 2.2

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 Перечисление TYPE_ANR.....	6
2.3.5 ФБ DIG_FLTR.....	7
2.3.6 ФБ PSI_MOIST.....	8
2.3.7 ФБ ON_OFF_HIST_REG.....	9
2.3.8 ФБ STD_PID.....	10
2.3.9 ФБ APID_POS_VALV.....	12
2.3.10 ФБ APID_PWM.....	15
2.3.11 ФБ GET_APID_<...>.....	18
2.3.12 ФБ SET_APID_<...>.....	19
3 Примечания.....	20
3.1 Обработка входа VSP.....	20
3.2 Единицы измерения входа XP.....	20

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 **3.5.14.33**.

Библиотека поддерживается следующими контроллерами:

- СПК1xx [M01] начиная с прошивки **1.2.0623.1009**;
- ПЛК2xx начиная с прошивки **1.2.0623.0953**.

Примеры работы с библиотекой:

1. [Example_ApidRegs_3514v1.projectarchive](#)

Пример создан в среде **CODESYS V3.5 SP14 Patch 3** и подразумевает запуск на **ПЛК210** с таргет-файлом **3.5.14.35**. В случае необходимости запуска проекта на другом устройстве следует изменить таргет-файл в проекте (**ПКМ** на узел **Device** – **Обновить устройство**).

2. [Example_ApidPosValv_3516v1.zip](#)

Пример создан в среде **CODESYS V3.5 SP16 Patch 3** и подразумевает запуск на **ПЛК210** с таргет-файлом **3.5.16.31**. В случае необходимости запуска проекта на другом устройстве следует изменить таргет-файл в проекте (**ПКМ** на узел **Device** – **Обновить устройство**).



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:

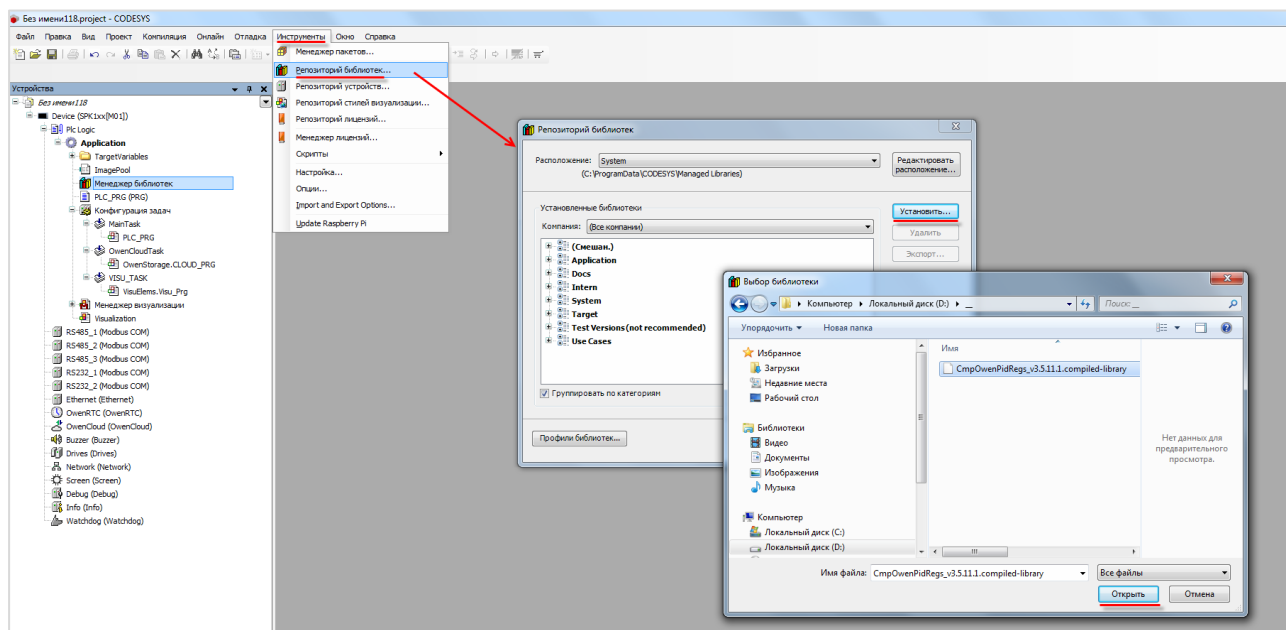


Рисунок 2.1 – Установка библиотеки CmpOwenPidRegs

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 **ОК**.

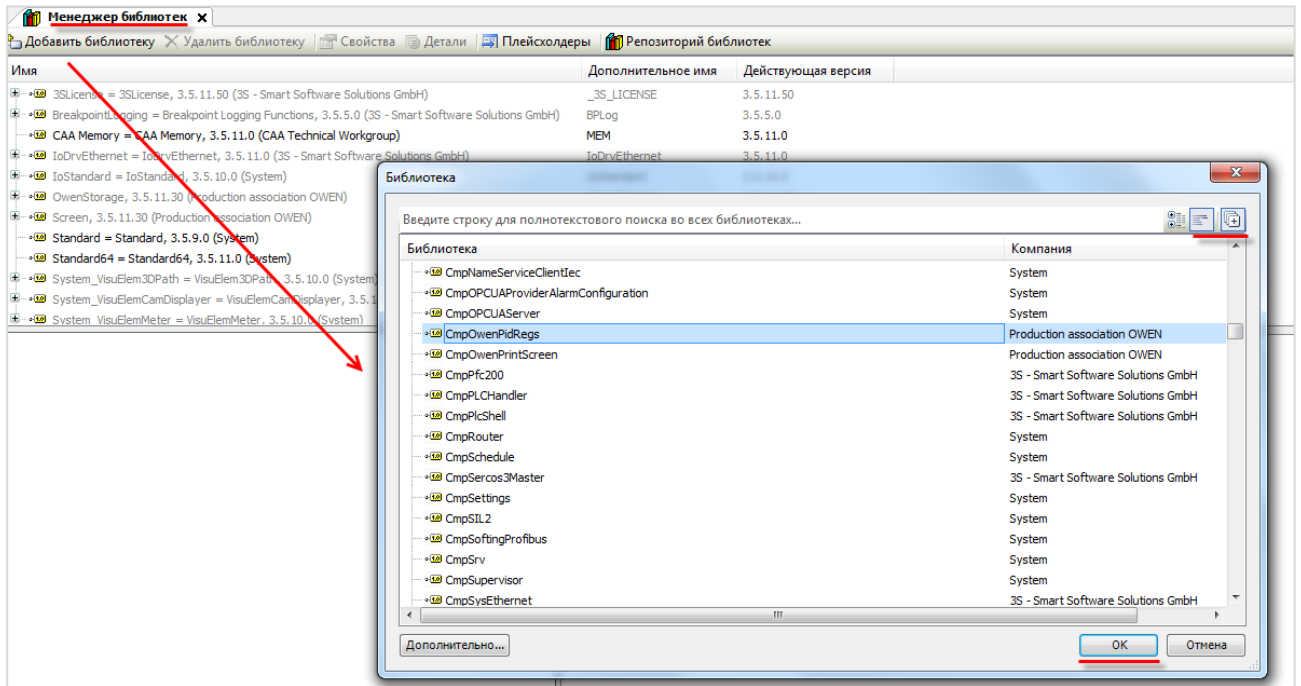


Рисунок 2.2 – Добавление библиотеки CmpOwenPidRegs

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

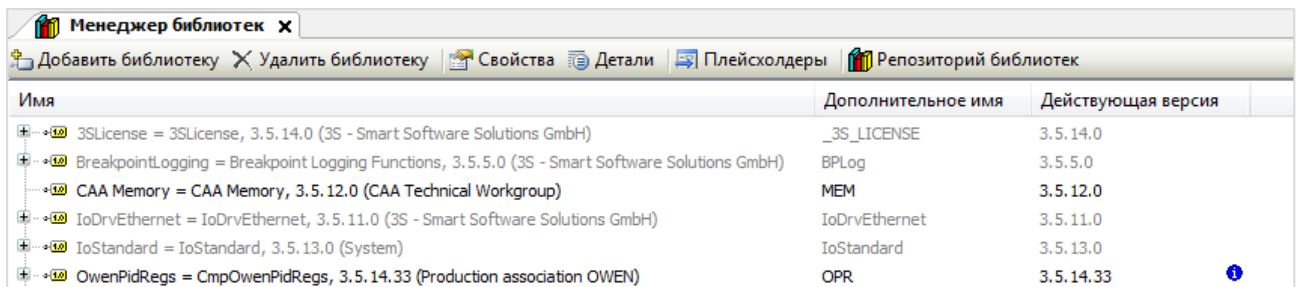


Рисунок 2.3 – Список библиотек проекта



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 (например, NaN)
FEEDBACK_ERROR	2	Ошибка обратной связи (зарезервировано для след. версий)

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_PID	4	Запущен режим ПИД-регулирования
WORK_PID	5	ПИД-регулирование в процессе
MANUAL_MODE	6	ПИД-регулятор в ручном режиме управления

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 Перечисление TYPE_ANR

Перечисление **TYPE_ANR** содержит возможные типы автонастройки, которые могут использоваться в ФБ [APID_POS_VALV](#) и [APID_PWM](#).

Таблица 2.4 – Описание элементов перечисления TYPE_ANR

Название	Значение	Описание
DYMANIC	0	Автонастройка с быстрым переходом на новую уставку, но возможным перерегулированием в процессе перехода
STABILITY	1	Автонастройка с более медленным переходом на новую уставку, но с меньшим перерегулированием в процессе перехода

2.3.5 ФБ DIG_FLTR

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

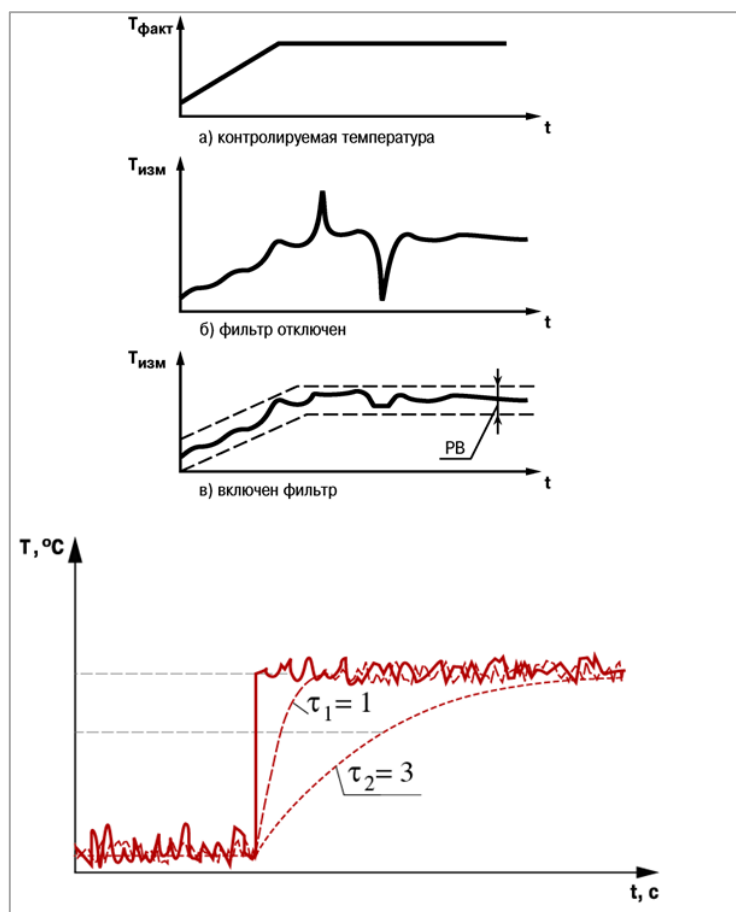


Рисунок 2.4 – Принцип работы ФБ DIG_FLTR

Таблица 2.5 – 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

2.3.6 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 2.6 – 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 $_err = \text{NO_ERROR}$)
$_err$	ERROR_PSI	Код ошибки

2.3.7 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.

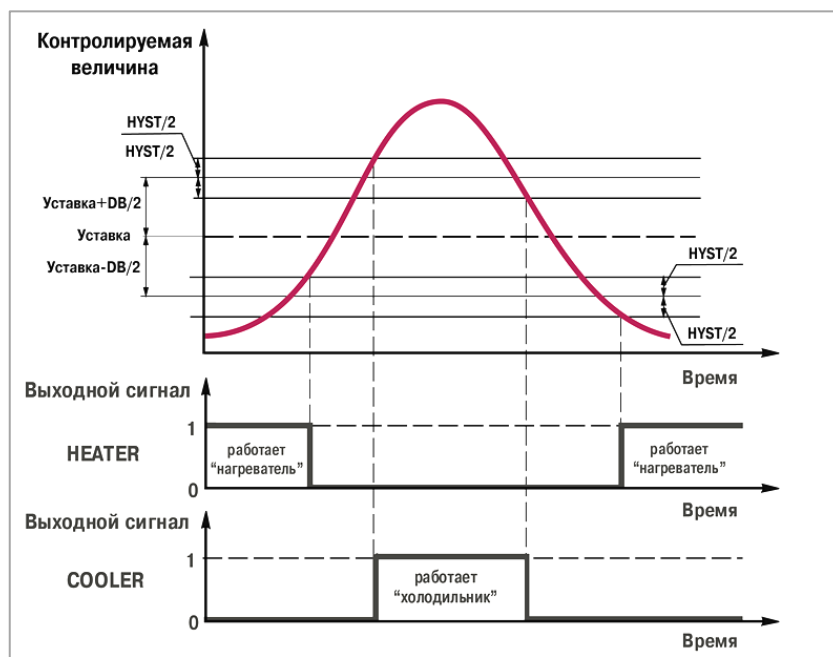


Рисунок 2.5 – Принцип работы ФБ ON_OFF_HIST_REG

Таблица 2.7 – 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	BOOL	Сигнал управления для включения реле ИМ типа «охладитель»
HEATER	BOOL	Сигнал управления для включения реле ИМ типа «нагреватель»

2.3.8 ФБ STD_PID

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

Таблица 2.8 – Описание входов и выходов ФБ STD_PID

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
Y_MANUAL	REAL	Значение выхода Y в ручном режиме (при Y_MAN_SET := TRUE). Диапазон значений: PMIN...PMAH
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
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 данного входа
SP	REAL	Уставка регулятора
XN	REAL	Зона нечувствительности в единицах регулируемой величины. Задаёт зону, в которой на выход регулятора не влияет П-составляющая и не происходит накопление интеграла. Значение параметра делится на 2 и отсчитывается относительно значения уставки. Позволяет исключить лишние колебания ИМ при приближении к уставке
PMIN	REAL	Минимальное значение выходного сигнала регулятора (в диапазоне -1.0...1.0)
PMAH	REAL	Максимальное значение выходного сигнала регулятора (в диапазоне -1.0...1.0)
XP	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: XP = 100/Kp . См. п. 3.2
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
VSP	REAL	Ограничение скорости роста уставки, ед. изм./сек. При записи нового значения уставки оно применяется не сразу, а наращивается постепенно, каждую секунду изменяясь на значение VSP . См. также п. 3.1
INF	REAL	Постоянная времени входного фильтра в секундах . См. описание ФБ DIG_FLTR - он входит в состав данного регулятора
Выходные переменные		
Y	REAL	Выходной сигнал регулятора, в диапазоне PMIN...PMAH

Полоса пропорциональности (**XP**) 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:

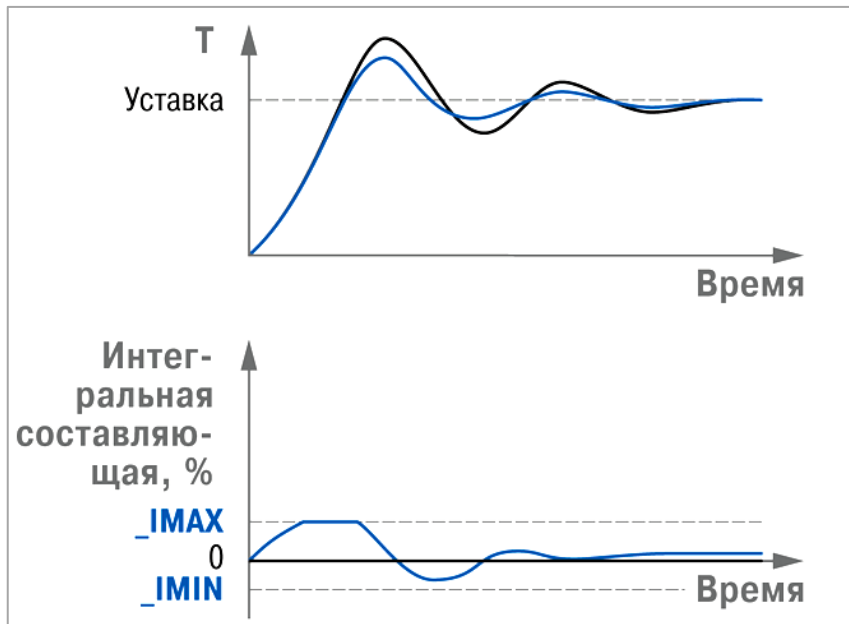


Рисунок 2.6 – Процесс регулирования ФБ STD_PID

Для работы с ИМ типа «нагреватель» следует задать $P_{MIN} := 0.0$, $P_{MAX} := 1.0$.

Для ограничения мощности, выдаваемой на выход Y , можно задать $0.0 \leq P_{MIN} < P_{MAX} \leq 1.0$ – это может требоваться для ИМ с ограниченным диапазоном мощности (например, котловой горелки).

Для работы с ИМ типа «охладитель» следует задать $P_{MIN} := -1.0$, $P_{MAX} := 0.0$.

Для ограничения мощности, выдаваемой на выход Y , можно задать $-1.0 \leq P_{MIN} < P_{MAX} \leq 0.0$ – это может требоваться для ИМ с ограниченным диапазоном мощности.

Для работы с ИМ типа «нагреватель/охладитель» следует задать $P_{MIN} := -1.0$, $P_{MAX} := 1.0$.

2.3.9 ФБ APID_POS_VALV

Функциональный блок **APID_POS_VALV** представляет собой ПИД-регулятор с автонастройкой для управления 3-позиционным ИМ с возможностью подключения датчика положения (сбой датчика не приведет к отказу контура регулирования). 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 2.9 – 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
PV_0	REAL	Значение регулируемого параметра при нулевой мощности управляющего сигнала (Y=0)
ANR_MODE	TYPE_ANR	Тип автонастройки
START_ANR	BOOL	По переднему фронту выполняется запуск режима автонастройки регулятора. После завершения автонастройки нет необходимости в сбросе сигнала в FALSE . Выход из режима автонастройки в процессе ее выполнения происходит только при переходе в ручной режим управления
SM	REAL	Положение задвижки с датчиком положения. Возможные значения в диапазоне 0.0...1.0 . При обрыве датчика на данный вход необходимо подать значение с выхода Y . Можно отказаться от синхронизации, передавая значение больше 1 или меньше 0
TVAL	REAL	Время полного хода ИМ, сек
TLUFT	REAL	Время выборки люфта ИМ, сек
TIMP	REAL	Минимальная длительность импульса, сек
DY_ANR	REAL	Размах мощности (в процентах), выдаваемый на задвижку от текущей позиции при АНР. Например, при положении задвижки 50% и значении DY_ANR=25% в ходе АНР задвижка будет перемещаться от 25 до 75% (без учета влияния физических процессов на перемещение задвижки) Диапазон возможных значений: 0.0...100.0 (%)
XN	REAL	Зона нечувствительности в единицах регулируемой величины. Задаёт зону, в которой на выход регулятора не влияет П-составляющая и не происходит накопление интеграла. Значение параметра делится на 2 и отсчитывается относительно значения уставки. Позволяет исключить лишние колебания ИМ при приближении к уставке
Y_MAN_SET	BOOL	TRUE – активация ручного режима работы (для обработки входа DY_MANUAL). После включения этого режима задвижка продолжает обрабатывать последнее воздействие от АНР или регулятора. Если включить этот режим в момент АНР, задвижка будет продолжать обрабатывать импульс воздействия на объект (т.е. продолжит движение). Для возврата задвижки в ее исходное положение (положение перед пуском АНР) в данном случае нужно передать на вход DY_MANUAL значение DY_ANR со знаком, обратным направлению движения задвижки. Для перехода в ручной режим из режима регулирования необходимо дождаться установившегося состояния, т.е. отсутствию регулирующих воздействий на выходе регулятора. Данное условие обеспечивает моментальную реакцию регулятора

		на изменение мощности, подаваемой на вход DY_MANUAL . В противном случае регулятор будет продолжать обрабатывать предыдущее воздействие. При переходе из ручного режима в режим регулирования для безударного переключения следует дождаться установившегося режима и подать на вход SP значение PV .
DY_MANUAL	REAL	Ручная установка смещения хода СМ в диапазоне -1.0 до 1.0 (соответствует -100...100%). Значение должно быть установлено на один цикл ПЛК, на следующем цикле следует сбросить значение в 0.0
Выходные переменные		
LESS	BOOL	Сигнал на закрытие ИМ
MORE	BOOL	Сигнал на открытие ИМ
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%. Достижение виртуальной позиции не останавливает регулирование – следует предусмотреть отключение перехода СМ на «больше» от реального концевика
DENDL	BOOL	Признак достижения задвижкой 0%. Достижение виртуальной позиции не останавливает регулирование – следует предусмотреть отключение перехода СМ на «меньше» от реального концевика
YSM	REAL	Расчетное положение выхода задвижки (для аналогового управления)

Блок должен вызываться с частотой не реже обновления входа **PV** и 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. Также, очевидно, такие колебания не должны приводить к негативным воздействиям на объект регулирования.
- Выключить в программе ФБ ПИД-регулятора и выполнить его сброс присвоив экземпляру ФБ ПИД-регулятора пустой (не вызываемый в программе) экземпляр аналогичного ПИД-регулятора, так как при проведении автонастройки память ФБ должны быть очищена.
- Режим автонастройки запускается только из режима регулирования, поэтому необходимо записать нулевые (какие-либо) коэффициенты ПИД-регулятора (перейти в режим **START_PID**);
- Включить в программе ФБ ПИД-регулятора таким образом, чтобы в первом цикле контроллера ФБ ПИД-регулятора перешел в режим регулирования со всеми установленными параметрами, кроме **SP**, чтобы не началась выработка регулирующих воздействий. Также необходимо предусмотреть, чтобы во втором цикле контроллера произошел автоматический пуск автонастройки одновременно с записью уставки регулятора.
- В процессе АНР необходимо циклически вызывать блок со следующими параметрами:

- PV – значение температуры;
 - PV_TIME – время обновления значения на входе PV
 - ANR_MODE - режим автонастройки
 - SP – уставка регулирования (по ней рассчитывается уставка АНР)
 - SM – приведённое значение датчика положения задвижки (0...1) при условии его исправности, в противном случае - вывести значение выхода Y
 - PV_0 – значение регулируемого параметра при нулевом уровне мощности (при Y=0)
 - TVAL, TLUFT, TIMP – в соответствии с моделью задвижки
 - DY_ANR - размах мощности (в процентах), выдаваемый на задвижку от текущей позиции при АНР (0.0...100.0)
 - START_ANR := TRUE (запуск автонастройки), по умолчанию данный вход имеет значение TRUE
 - Дождаться окончания автонастройки (появления заднего фронта на выходе ANR_WORK)
- Дождаться окончания автонастройки (появления заднего фронта на выходе **ANR_WORK**).

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

При работе с ИМ типа «охладитель» значения выходов **LESS** и **MORE** следует инвертировать, а значение выхода **YSM** пересчитывать по формуле **(1.0 - YSM)**.

Необходимо предусмотреть задержку, равную 2-м изменениям параметра, передаваемого на вход **PV_TIME** перед включением функционального блока ПИД-регулятора (в режиме регулирования) при старте проекта после перезагрузки контроллера. В противном случае (если ФБ ПИД-регулятора запускается в первом цикле контроллера) возможна ситуация, когда блок регулятора не успеет получить на вход параметры от объекта управления (**PV**, **SM**), в результате чего процесс регулирования не будет возобновлен. В данной ситуации также возможно «зависание» ФБ ПИД-регулятора.

Во избежание неадекватных процессов и негативных последствий в системе регулирования все переходы между режимами работы ПИД-регулятора должны производиться только из установившегося состояния.

2.3.10 ФБ APID_PWM

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

Таблица 2.10 – Описание входов и выходов ФБ APID_PWM

Имя переменной	Тип	Описание
Входные переменные		
ANR_W2	BOOL	Режим автонастройки: TRUE – по двум волнам (медленнее, но точнее), FALSE – по одной волне (быстрее, но менее точно)
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
PV_0	REAL	Значение регулируемого параметра при нулевой мощности управляющего сигнала (Y=0)
ANR_MODE	TYPE ANR	Тип автонастройки
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)
Y_MANUAL	REAL	Значение выхода Y в ручном режиме (при Y_MAN_SET := TRUE). Диапазон возможных значений соответствует PMIN...PMAХ
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 регулируемой величины. Задаёт зону, в которой на выход регулятора не влияет П-составляющая и не происходит накопление интеграла. Значение параметра делится на 2 и отсчитывается относительно значения уставки. Позволяет исключить лишние колебания ИМ при приближении к уставке.
PMAХ	REAL	Максимальное значение выхода Y , в пределах от -1.0 до 1.0 . При отсутствии физических ограничителей (например, концевых переключателей) рекомендуется устанавливать: для «охлаждителя» PMIN = -1.0 , PMAХ = 0.0 , для «нагревателя» PMIN = 0.0 , PMAХ = 1.0 . При наличии физических ограничителей рекомендуется устанавливать значения PMIN и PMAХ , соответствующие крайним возможным положениям задвижки
PMIN	REAL	Минимальное значение выхода Y , в пределах от -1.0 до 1.0
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...PMAХ . 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, диапазон -1.0...1.0 - системе с нагревателем и охладителем
ANR_WORK	BOOL	Флаг «сейчас выполняется автонастройка»

ERROR	ERROR_PID	Код ошибки
STATE	STATE_PID	Состояние регулятора

Блок должен вызываться с частотой не реже обновления входа **PV** и 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)
 - ANR_W2 – режим автонастройки (по одной или двум волнам);
 - ANR_TYPE – тип автонастройки;
 - 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 охладителя = 1 кВт. Значит, необходимо задать **PMIN=-0.25**, **PMAX=1**. Выходной сигнал **Y** для охладителя следует промасштабировать таким образом, чтобы значение «0» соответствовало полностью отключённому охладителю, а значение -0.25 соответствовало максимальной мощности охладителя.

Для работы с ИМ типа «нагреватель» следует задать **PMIN := 0.0**, **PMAX := 1.0**.

Для ограничения мощности, выдаваемой на выход **Y**, можно задать $0.0 \leq PMIN < PMAX \leq 1.0$ - это может требоваться для ИМ с ограниченным диапазоном мощности (например, котловой горелки). При этом мощность, выдаваемая на ШИМ, рассчитывается относительно **PMAX**, т.е. **Y_PLUS = 65535 · Y / PMAX**.

Для работы с ИМ типа «охладитель» следует задать **PMIN := -1.0**, **PMAX := 0.0**.

Для ограничения мощности, выдаваемой на выход **Y**, можно задать $-1.0 \leq PMIN < PMAX \leq 0.0$ - это может требоваться для ИМ с ограниченным диапазоном мощности. При этом мощность, выдаваемая на ШИМ, рассчитывается относительно **PMIN**, т.е. **Y_MINUS = 65535 · Y / PMIN**.

Для работы с ИМ типа «нагреватель/охладитель» следует задать **PMIN := -1.0**, **PMAX := 1.0**.

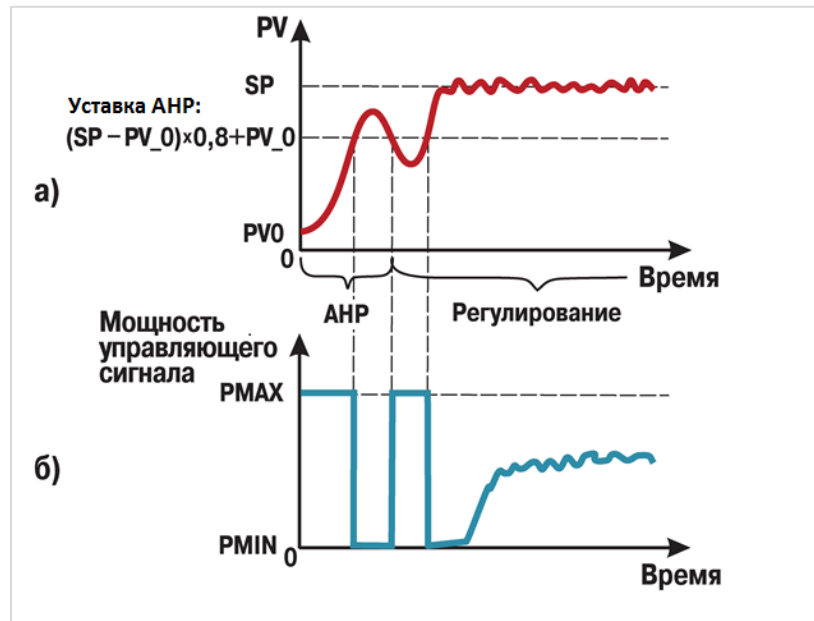


Рисунок 2.7 – Графики изменения значения регулируемого параметра (а) и мощности управляющего сигнала (б) при АНР по одной волне (ANR_W2 := FALSE)

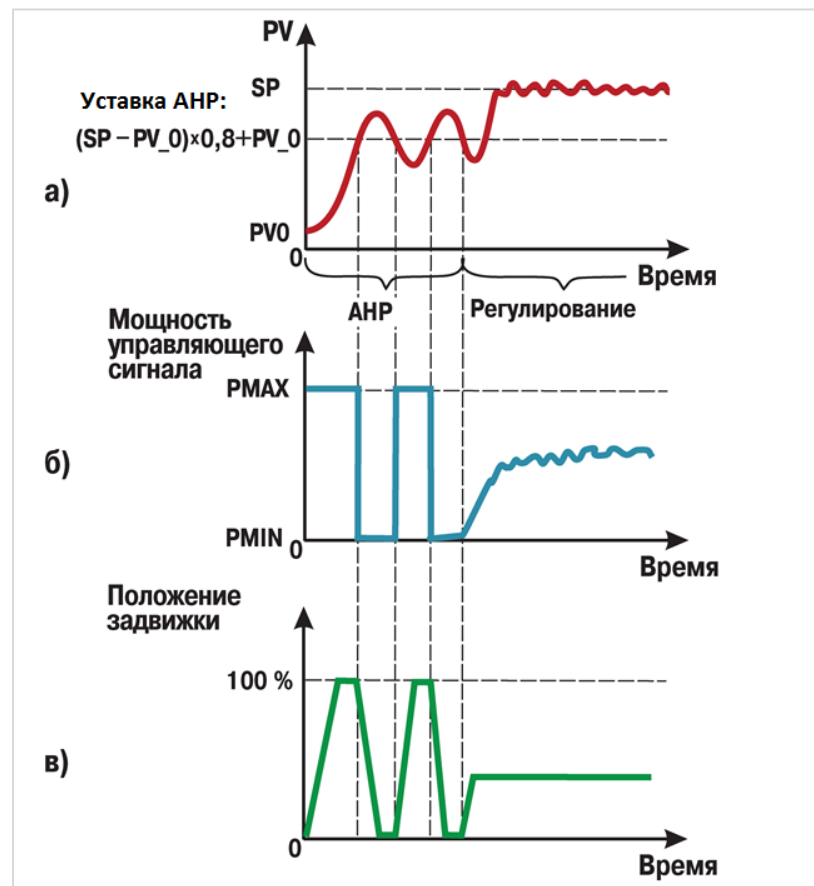


Рисунок 2.8 – Графики изменения значения регулируемого параметра (а), мощности управляющего сигнала (б) и положения задвижки (в) по двум волнам (ANR_W2 := TRUE)

2.3.11 ФБ GET_APID_<...>

Функциональные блоки **GET_APID_POS_VALV** и **GET_APID_PWM** ипозволяют считать параметры, рассчитанные в результате автонастройки соответствующими ФБ [APID_POS_VALV](#) и [APID_PWM](#). 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 и GET_APID_PWM

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: <ul style="list-style-type: none"> • POINTER TO APID_POS_VALV для ФБ APID_POS_VALV; • POINTER TO APID_PWM для ФБ APID_PWM.
Выходные переменные		
XP	REAL	Полоса пропорциональности (100/Кр). См. п. 3.2
TD	REAL	Постоянная дифференцирования
TI	REAL	Постоянная интегрирования
VSP	REAL	Ограничение скорости роста уставки, ед. изм./сек. При записи нового значения уставки оно применяется не сразу, а наращивается постепенно, каждую секунду изменяясь на значение VSP . См. также п. 3.1
INF	REAL	Постоянная времени входного фильтра в секундах . См. описание ФБ DIG_FLTR - он входит в состав данного регулятора

2.3.12 ФБ SET_APID_<...>

Функциональные блоки **SET_APID_POS_VALV** и **SET_APID_PWM** позволяют записать параметры в соответствующие ФБ [APID_POS_VALV](#) и [APID_PWM](#). 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 и SET_APID_PWM

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: <ul style="list-style-type: none"> • POINTER TO APID_POS_VALV для ФБ APID_POS_VALV; • POINTER TO APID_PWM для ФБ APID_PWM.
XP	REAL	Полоса пропорциональности (100/Кр). См. п. 3.2
TD	REAL	Постоянная дифференцирования
TI	REAL	Постоянная интегрирования
VSP	REAL	Ограничение скорости роста уставки, ед. изм./сек. При записи нового значения уставки оно применяется не сразу, а наращивается постепенно, каждую секунду изменяясь на значение VSP . См. также п. 3.1
INF	REAL	Постоянная времени входного фильтра в секундах . См. описание ФБ DIG_FLTR - он входит в состав данного регулятора

3 Примечания

3.1 Обработка входа VSP

Значение входа VSP обрабатывается начиная с прошивки **3.6.xxxx.xxxx**. В более ранних версиях прошивки значение входа не обрабатывается.

3.2 Единицы измерения входа XР

Вход **XР** представляет собой полосу пропорциональности регулятора и измеряется в единицах регулируемой величины. Его значение характеризует, 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: **$XР = 100/Kр$**

Наличие в числителе значения **100** связано с тем, что у большинства «аппаратных» регуляторов диапазон выхода управления составляет **0...100** (или **-100...100**).

У блоков библиотеки диапазон выхода управления составляет **(-1...1)** – поэтому, если вы уже знаете значение **Kр**, рассчитанное для «аппаратного» регулятора, и вы хотите подставить его в один из блоков библиотеки – то вам надо сначала разделить 1 на **Kр** (так как **XР** и **Kр** являются взаимно обратными величинами), а потом домножить результат на **100**, чтобы получить значение **Xр**, подходящее для блоков библиотеки.