



## Контроллеры промышленные



# Модули ввода-вывода (комбинированные) DevLink-A10. AIO-4/X/F1

## Руководство по эксплуатации

ЖАЯК.420000.002 РЭ

Модули ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов **DevLink A10. AIO-4/X/F1**.

Руководство по эксплуатации/1-е изд.

© 2014 -2023. ООО НПФ «КРУГ». Все права защищены.

Никакая часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотографирование, магнитную запись или иные средства копирования или сохранения информации, без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Все упомянутые в данном издании товарные знаки и зарегистрированные товарные знаки принадлежат своим законным владельцам.

---

## **ООО НПФ «КРУГ»**

РОССИЯ, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова 1

Тел.: +7 (8412) 49-97-75

E-mail: [krug@krug2000.ru](mailto:krug@krug2000.ru)

<http://www.krug2000.ru>

Вы можете связаться со службой технической поддержки по E-mail:

[support@krug2000.ru](mailto:support@krug2000.ru)

СОДЕРЖАНИЕ

**ВВЕДЕНИЕ.....4**

**1. НАЗНАЧЕНИЕ .....5**

**2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....6**

**3. КОМПЛЕКТНОСТЬ.....10**

**4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА.....11**

**5. РАЗМЕЩЕНИЕ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ .....14**

**6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ..... Ошибка! Закладка не определена.**

**7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МОДУЛЯ.....42**

**8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ .....42**

**9. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ .....42**

**10. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ .....43**

**11. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА .....43**

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, порядком эксплуатации и техническим обслуживанием Модулей ввода-вывода комбинированных **DevLink-A10. AIO- AIO-4/X/F1** (далее по тексту - модули DevLink).

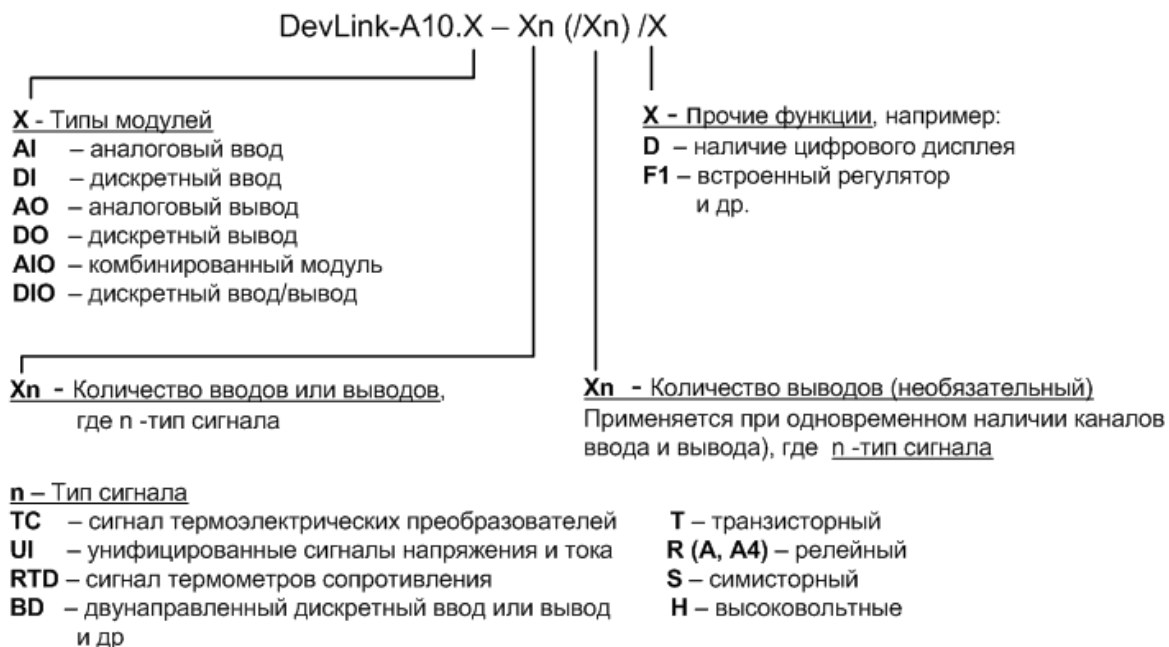
Модули выпускаются по техническим условиям ЖАЯК.420000.002 ТУ.

При работе с данным модулем следует руководствоваться следующими документами и программными продуктами:

- Настоящим руководством по эксплуатации
- Паспортом на изделие
- СРБК DevLink-C1000. Руководство пользователя
- Контроллеры промышленные DevLink. Методика поверки. ЖАЯК.420000.002 МП
- Программа для настройки и тестирования модулей DevLink **Utility**.

Данные текстовые и программные материалы модулей DevLink-A10 поставляются на компакт-диске.

Система обозначений модификаций аппаратной платформы модулей ввода/вывода DevLink-A10.



Примеры обозначений:

DevLink-A10. AI-3RTD/D - модуль ввода аналоговых сигналов с 3 каналами ввода (сигналы термометров сопротивления), с наличием цифрового дисплея

DevLink-A10. DIO-8H/4RA - модуль дискретного ввода-вывода, с 8 каналами дискретного ввода (высоковольтные), с 4 каналами вывода (релейные)

DevLink-A10. AIO-1/F1 - модуль комбинированный ввода-вывода, с 1 каналом аналогового ввода, с 1 каналом аналогового вывода, с 4 каналами дискретного ввода, с 6 каналами дискретного вывода (транзисторный), со встроенным регулятором

DevLink-A10. AIO-4/4R/M0 - модуль комбинированный ввода-вывода с 4 каналами аналогового ввода, с 4 каналами дискретного ввода, с 4 каналами дискретного вывода (релейные)

**Обозначение при заказе AIO- AIO-4/X/F1** – модуль комбинированный ввода-вывода

## **1. НАЗНАЧЕНИЕ**

Модули ввода-вывода комбинированные **DevLink- A10. AIO-4X/F1** предназначены для использования в распределенных системах сбора данных и системах управления в различных отраслях промышленности и лабораторных исследованиях.

Модули обеспечивают ввод-вывод аналоговых и дискретных сигналов и обмен данными с управляющим компьютером (контроллером) по интерфейсу RS-485 в режиме «ведомого».

Модули с дополнительными функциональными возможностями F1 обеспечивают локальное управление по 4 каналам (ПИД-регулирование) температурно-временными режимами по алгоритмам «непрерывный нагрев/охлаждение», «разогрев-выдержка-охлаждение», а также программному управлению (программе) до 60 температурно-временных участков (шагов) в электротермическом оборудовании: в печах термической обработки металлов, прессах резинотехнических и пластмассовых изделий, камерах полимеризации порошковых покрытий, камерах сушки и т.п. Кроме температуры, модуль может управлять другими технологическими параметрами, преобразованными в унифицированные сигналы.

Модули являются средством измерения. Модули имеют 4 независимых канала измерения аналоговых сигналов термопар, термопреобразователей сопротивления, унифицированных сигналов напряжения постоянного тока, постоянного тока и сигналов сопротивления. Модули также имеют 4 независимых канала ввода дискретных сигналов с индивидуальной гальванической развязкой.

Опционально модули могут иметь четыре канала вывода унифицированных сигналов (4...20) мА с индивидуальной гальванической развязкой (модуль AIO-4/0R/F1).

Опционально модули могут иметь до четырех независимых каналов вывода дискретных сигналов с индивидуальной гальванической развязкой с типом выхода – п-р-п-транзистор с открытым коллектором (модуль AIO-4/4T/F1), электромеханическое реле (модуль AIO-4/4R/F1).

### **Область применения:**

Модуль применяется для автоматизации следующих технологических процессов:

- термообработки металлов;
- прессования резинотехнических и пластмассовых изделий;
- полимеризации порошковых покрытий;
- процессов сушки;
- термообработка продуктов в пищевой промышленности

и решения следующих задач:

- многоканальное ПИД регулирование;
- программное управление с управлением внешним контроллером;
- локальное программное управление;
- многоканальное измерение технологических параметров;
- сигнализация по заданному уровню;
- трансляция измеренного сигнала в смежные системы с помощью токового унифицированного сигнала.

### **Модуль обеспечивает:**

- высокую точность измерения 0,1 %;
- расширенный диапазон рабочих температур от минус 40 до плюс 60 °С;
- простой монтаж/демонтаж, обеспечиваемый разъёмными винтовыми клеммами.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 2.1 Метрологические характеристики

Метрологические характеристики каналов измерений температуры с помощью внешних термопар, нормируемые статические характеристики преобразования которых регламентированы ГОСТ Р 8.585-2001

Обозначение типа термопары	Диапазон измерений, °C	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, °C
K	от -200 до +1300	±1
L	от -200 до +800	±1
S	от -50 до +1700	±2
R	от -50 до +1700	±2
B	от +300 до +1700	±2
A-1	от 0 до +2300	±3
J	от -200 до +1200	±1
N	от -200 до +1300	±1

Метрологические характеристики каналов измерений температуры с помощью внешних термометров сопротивлений, нормируемые статические характеристики которых регламентированы ГОСТ 6651-2009

Тип термометра сопротивления	Обозначение типа термометра сопротивления	Температурный коэффициент термометра сопротивления, $\alpha$ , °C <sup>-1</sup>	Диапазон измерений, °C	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, °C
Медный	50M	0,00428	от -180 до +200	±0,25
Медный	100M	0,00428	от -180 до +200	±0,25
Платиновый	Pt 50	0,00385	от -200 до +850	±1
Платиновый	Pt 100	0,00385	от -200 до +850	±1
Платиновый	Pt 500	0,00385	от -200 до +850	±1
Платиновый	50П	0,00391	от -200 до +850	±1
Платиновый	100П	0,00391	от -200 до +850	±1
Никелевый	100Н	0,00617	от -60 до +180	±0,3
Никелевый	500Н	0,00617	от -60	±0,3

			до +180	
--	--	--	---------	--

\*При выпуске модули сконфигурированы на работу с ТП типа Хромель-алюмель ХА(К).

Метрологические характеристики каналов измерений напряжения постоянного тока

Диапазоны входных сигналов	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	Нормирующее значение
от 0 до 50 мВ	$\pm 0,1$	50 мВ
от 0 до 1000 мВ	$\pm 0,1$	1000 мВ

Метрологические характеристики каналов измерений силы постоянного тока

Диапазоны входных сигналов, мА	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	Нормирующее значение, мА
от 0 до 20	$\pm 0,1$	20
от 4 до 20	$\pm 0,1$	16

Метрологические характеристики каналов измерений электрического сопротивления

Диапазоны входных сигналов, Ом	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	Нормирующее значение, Ом
от 0 до 100	$\pm 0,1$	100
от 0 до 250	$\pm 0,1$	250
от 0 до 500	$\pm 0,1$	500
от 0 до 1000	$\pm 0,1$	1000
от 0 до 2000	$\pm 0,1$	2000

### 2.1.1 Дополнительная погрешность

Дополнительные погрешности измерений

Характеристика	Значение
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах условий эксплуатации на каждые 10 °С	0,25Δ
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений температуры с помощью внешних термометров сопротивлений типов 50М и 100М, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах условий эксплуатации на каждые 10 °С	Δ
Примечание. Δ – пределы допускаемой основной погрешности измерений	

### Интервал между поверками - 4 года.

Поверка модулей должна проводиться в соответствии с документом ЖАЯК.420000.002 МП. Контроллеры промышленные DevLink. Методика поверки».

Если погрешность модуля вышла за допустимый предел, то необходимо провести калибровку программой Devlink Utility. Пароль для калибровки krug2001.

## 2.2 Эксплуатационные характеристики

### 2.2.1 Характеристики измерительного входа

Тип входа универсальный (напряжение\*, ток, сопротивление)

Входной импеданс при измерении тока ..... 100 Ом.

Схема подключения термопреобразователей сопротивления ..... 3-проводная.

Ток возбуждения термопреобразователей сопротивления, не более ..... 0,4 мА.

Выходом за границы диапазона считается превышение значения границы диапазона на 0,5 %.

Подавление помех переменного тока частотой 50 Гц общего вида, приложенных к измерительному входу, не менее ..... 100 дБ.

Подавление помех переменного тока частотой 50 Гц нормального вида, приложенных к измерительному входу, не менее ..... 60 дБ.

Интервал опроса входных сигналов (100 мс на канал) ..... 400 мс.

Интервал опроса входных сигналов (при подключении всех токовых сигналов) (60 мс на канал) ..... 240 мс.

\* Примечание: для определения обрыва датчика с выходом по напряжению вход запитывается током 6 мкА.

### 2.2.2 Характеристики дискретных входов

Количество входов ..... 4.

Количество счётчиков импульсов ..... 4.

Количество тахометров ..... 4.

Разрядность счётчика импульсов ..... 32 бита.

Постоянная времени цифрового фильтра ..... 0, 35, 75, 140 мс.

Тип входа пассивный (требуется внешний источник напряжения).

Напряжение входного сигнала прямой полярности, не более ..... 30 В.

Напряжение входного сигнала обратной полярности, не более ..... 50 В.

Ток в цепи дискретного входа (втекающий), не более ..... 10 мА.

Напряжение на входе, соответствующее состоянию логического нуля ..... от 0 до 2

В.

Напряжение на входе, соответствующее состоянию логической единицы ..... от 4 до 30 В.

Длительность дискретного сигнала, обнаруживаемая прибором, не менее ..... 0,5 мс.

Частота дискретного сигнала, обнаруживаемая прибором от 0,01 Гц до 1000 Гц.

Разрешение при измерении частоты (функция тахометра)

в диапазоне от 55 Гц до 1000 Гц ..... 1 Гц.

в диапазоне от 10 Гц до 55 Гц ..... 0,5 Гц.

в диапазоне от 1 Гц до 10 Гц ..... 0,05 Гц.

в диапазоне от 0,01 Гц до 1 Гц ..... 0,001 Гц.

### 2.2.3 Характеристики дискретного выхода «Реле»

Количество выходов\* ..... 0/4.

Тип выхода ..... 1 группа НО.

Коммутируемое напряжение переменного тока, не более ..... 250 В.

Коммутируемое напряжение постоянного тока, не более ..... 30 В.

Коммутируемый ток (нормально открытые контакты), не более ..... 3 А.



## 2.2.4 Характеристики дискретного выхода «Оптотранзистор»

Количество выходов*	0/4.
Тип выхода	открытый коллектор, n-p-n транзистор
Максимальное постоянное напряжение на выходе	60 В.
Максимальный ток выхода (втекающий)	150 мА.

## 2.2.5 Характеристики аналогового выхода

Количество выходов*	0/4.
Тип выхода	токовый (пассивный, напряжение внешнего источника $\approx 24$ В).
Диапазон токового сигнала	от 3,6 до 22 мА.
Номинальное значение сопротивления нагрузки	200 Ом.
Допустимый диапазон сопротивлений нагрузки в диапазоне	от 0 до 600 Ом.
Основная допускаемая погрешность установки тока, приведенная к диапазону от 4 до 20 мА, не более	$\pm 0,1$ %.

\* Примечание: в зависимости от модификации модуля.

## 2.2.6 Сетевой интерфейс

Физическая спецификация	EIA/TIA-485 (RS-485).
Скорости обмена	9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с.
Максимальная скорость обмена	115200 бит/с.
Диапазон задания адресов	от 1 до 247.
Время отклика (скорость обмена 115,2 кбит/с), не более	1 мс.
Количество стоповых бит	1 или 2.
Максимальное число приборов в сети без повторителей	256.
Поддерживаемые протоколы	Modbus RTU

## 2.2.7 Гальваническая изоляция

Цепи входных сигналов – цепи выходных сигналов	1500 В, 50 Гц.
Цепи питания – цепи выходных сигналов	1500 В, 50 Гц.
Цепи питания – цепи входных сигналов	1500 В, 50 Гц.
Цепи питания – цепи интерфейсных сигналов	1000 В, 50 Гц.
Цепи входных сигналов – цепи интерфейсных сигналов	1500 В, 50 Гц.
Цепи выходных сигналов – цепи интерфейсных сигналов	1500 В, 50 Гц.
Цепи входных сигналов – между дискретными входами	1500 В, 50 Гц.
Цепи выходных сигналов – между отдельными выходами	1500 В, 50 Гц.

## 2.2.8 Питание модулей

Номинальное значение напряжения питания	$\approx 24$ В.
Диапазон допустимых напряжений питания	от $\approx 18$ до 36 В.
Допустимый уровень пульсаций питающего напряжения	1,5 В.
Защита от перемены полярности напряжения питания	до 35 В.
Потребляемая мощность, не более	4 В·А.

## 2.2.9 Характеристики помехозащищенности по ЭМС

Характеристики помехозащищенности приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика помехозащищенности

Устойчивость к воздействию электростатического разряда по ГОСТ 30804.4.2	Степень жесткости испытаний 3
Устойчивость к воздействию наносекундных импульсных помех по ГОСТ 30804.4.4	

Устойчивость к воздействию микросекундных импульсных помех по ГОСТ Р 51317.4.5	Критерий А
Устойчивость к динамическому изменению параметров питания по ГОСТ 30804.4.11	

#### 2.2.10 Параметры электробезопасности

Соответствие требованиям электробезопасности по ГОСТ 12.2.007.0 класс II.

#### 2.2.11 Установление режимов

Время установления рабочего режима (время выхода на заданные метрологические характеристики), не более.....5 мин.

Минимальное время обеспечения работоспособности после включения.....1 с.

Время непрерывной работы круглосуточно.

#### 2.2.12 Условия эксплуатации

Климатическое исполнение :

Температура окружающего воздуха..... от минус 40 до плюс 60 °С.

Относительная влажность .....до 95 % при 35 °С (без конденсации влаги).

Атмосферное давление .....от 86 до 106,7 кПа.

#### 2.2.13 Параметры надёжности

Средняя наработка на отказ, не менее..... 150 000 ч.

Средняя срок службы, не менее..... 20 лет.

#### 2.2.14 Массогабаритные характеристики

Масса, не более ..... 0,3 кг

### 3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

№	Наименование	Кол - во
1	Модуль ввода (Конструктивное исполнение и конфигурация определяется паспортом)	1 шт.
2	Паспорт	1 шт.
3	Комплект документации (в т.ч. методика поверки и руководство по эксплуатации) и программного обеспечения (на CD-диске)	1 компл.
4	Ответные части разъемов	определяется паспортом

4. УСТРОЙСТВО

4.1 Конструкция модуля

Все элементы модуля расположены на двух печатных платах. На передней панели модуля размещены органы индикации, на нижней плате разъемные клеммные соединители под винт для подключения внешних электрических соединений. Габаритные и присоединительные размеры модуля приведены в п. 5.1

4.2 Органы индикации

Передняя панель модуля изображена на рисунке1. Назначение органов индикации и управления приведены в таблице 3.

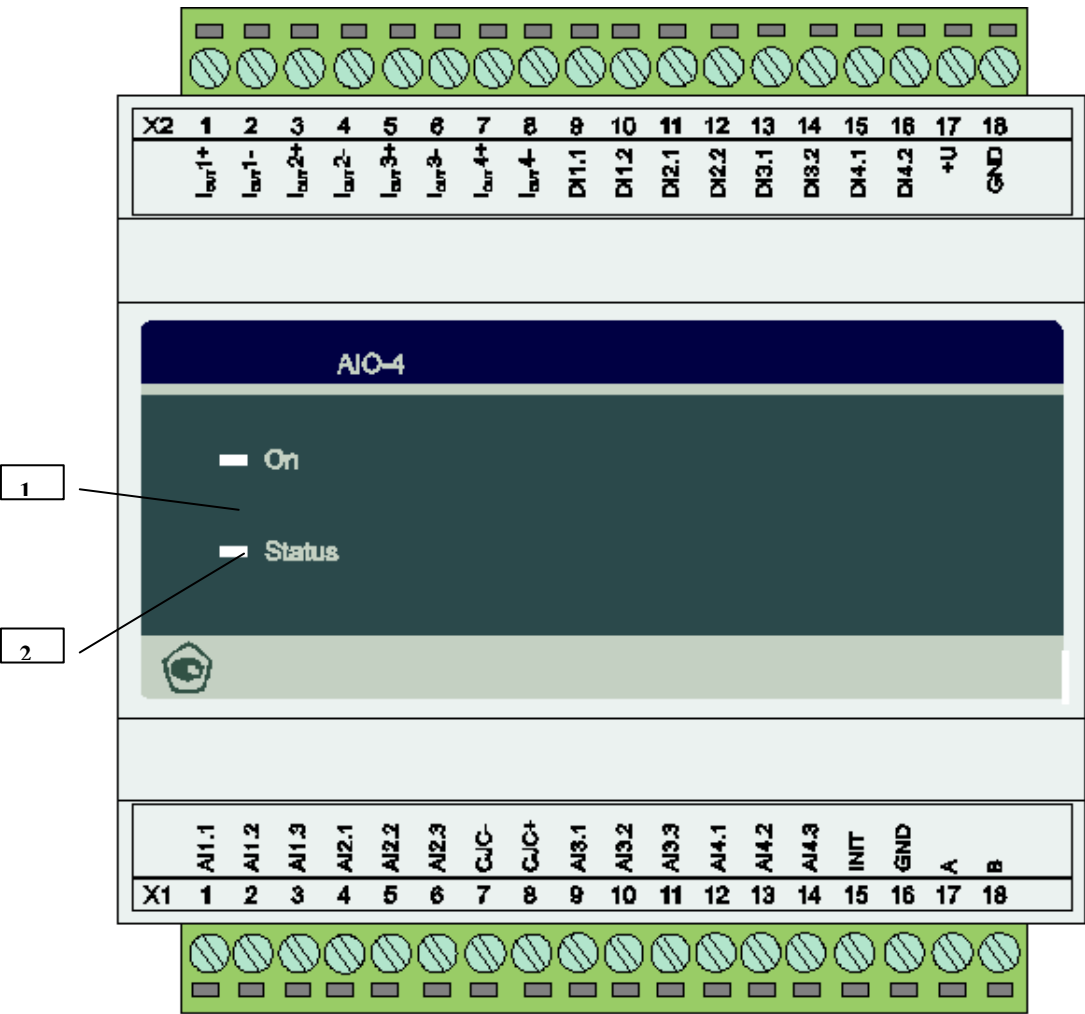


Рисунок 1 – Внешний вид модуля

Таблица 3 – Назначение органов индикации

№ поз.	Описание (название)	Назначение
1.	Индикатор «On» (Синий)	Индикация питания модуля
2.	Индикатор «Status» (Красный)	Горит или мигает при возникновении особой ситуации (таблица 4). При отсутствии особых ситуаций погашен.

Описание работы индикатора «Status» приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Описание работы индикатора «Status»

Состояние модуля	Индикатор «Status» (Красный)	Вероятные причины. Действия по устранению аварийной ситуации
Нарушение сохранности данных энергонезависимой памяти	Постоянное свечение	Неисправность модуля. Ремонт на предприятии-изготовителе.
Неисправность датчика температуры холодного ТЭП	Свечение – 4 с Погашен – 1 с	Неисправность датчика. Проверить подключение датчика к клеммам X1:7, X1:8. Затянуть винты клеммных соединителей
Обрыв одного или нескольких датчиков, подключённых к измерительным каналам	Свечение – 0,1 с Погашен – 0,1 с	Авария. Неисправность датчиков, ошибочное подключение, неверный тип датчика. Проверить соответствие выбранного типа датчика реально установленному. Проверить целостность линий подключения датчиков. Проверить правильность подключения датчиков (см. п. 7.2)
Выход за диапазон измерения значения одного или нескольких датчиков, подключённых к измерительным каналам	Свечение – 0,5 с Погашен – 0,5 с	Авария. Выход за диапазон измерения измеренного значения, неверный тип датчика. Проверить соответствие выбранного типа датчика реально установленному. Проверить исправность технологической установки, датчика.
Срабатывание сетевого сторожевого таймера	Свечение – 0,1 с Погашен – 0,9 с	Сетевой сторожевой таймер активирован, но запросов по интерфейсу нет. Проверить целостность цепей интерфейса и наличие запросов от ведущего устройства.
Режим «Init»	Свечение – 0,1 с Погашен – 4,9 с	Клеммы X1:15 X1:16 замкнуты между собой. Модуль находится в режиме «Init» со следующими настройками интерфейса: протокол обмена – Modbus RTU скорость обмена – 9600 бит/с адрес – 1 число стоп-битов – 1
Работа	Постоянно погашен	-
Старт	Постоянное свечение	-

### 4.3 Структура и работа модуля

#### 4.3.1 Общие принципы функционирования модуля

Функциональная структура модуля представлена на рисунке 2. Функционирование модуля определяется значениями его параметров.

Параметры модуля содержатся в его регистрах, доступ к которым осуществляется по протоколу Modbus RTU через интерфейс RS-485. Регистровая модель модуля приведена в Приложении А.

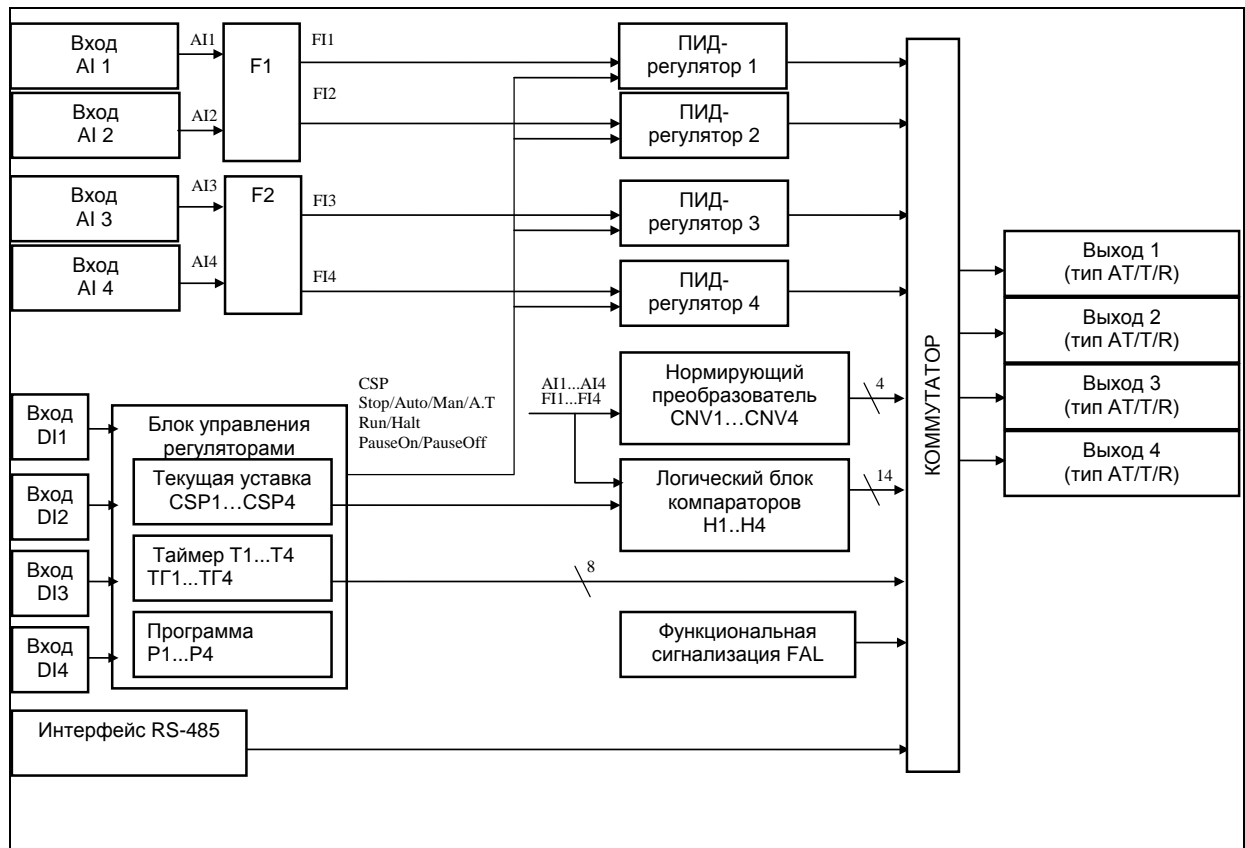


Рисунок 2 – Функциональная структура модуля AIO-4/X/F1

- Вход AI1...AI4 – 4 универсальных измерительных входа;
- Вход DI1...DI4 – 4 дискретных входа;
- Выход 1...4 – 4 выхода (возможные типы (зависит от модификации модуля) (AT – аналоговый (4...20) мА, Т - оптотранзистор, R – электромеханическое реле);
- F1,F2 - блоки преобразования входных сигналов в соответствии с функцией преобразования ( п. 12 Приложения А);
- ПИД-регулятор 1...4 - функциональные блоки ПИД-регуляторов, формирующие дискретные сигналы ШИМ - управления и аналоговые сигналы управления;
- Нормирующий преобразователь CNV1... CNV4 - функциональный блок, формирующий аналоговые сигналы нормирующих преобразователей;
- Логический блок компараторов Н1... Н4 - функциональный блок, формирующий дискретные сигналы выходов компараторов, логических функций компараторов;
- Функциональная сигнализация FAL - функциональный блок, формирующий дискретный сигнал аварийной сигнализации;
- Блок управления регуляторами - функциональный блок, обрабатывающий входные дискретные сигналы и команды, поступающие по интерфейсу, и формирующий сигналы управления ПИД-регуляторами (задание текущей уставки CSP, команды СТОП/АВТО (Stop/Auto), ПУСК/СБРОС (Run/Halt), ПАУЗА ВКЛ/ПАУЗА ВЫКЛ (PauseOn/PauseOff)) и др. (п. 68 Приложения А). Блок содержит таймеры ВЫДЕРЖКИ (Т1...Т4) и таймеры ГОТОВНОСТИ (ТГ1...ТГ4).

Блок управления обеспечивает следующие режимы работы ПИД-регуляторов:

- РЕГУЛЯТОР (ПИД-регулятор не связан с работой временных алгоритмов ТАЙМЕРА/ПРОГРАММЫ);

- РЕГУЛЯТОР и ТАЙМЕР (ПИД-регулятор под управлением временного алгоритма ТАЙМЕР);
- РЕГУЛЯТОР и ПРОГРАММА (ПИД-регулятор под управлением временного алгоритма ПРОГРАММА);

Блок управления реализует:

- НЕПРЕРЫВНЫЙ НАГРЕВ/ОХЛАЖДЕНИЕ;
- ПОВТОРЯЮЩАЯСЯ ТЕРМООБРАБОТКА с сигнализацией по времени ВЫДЕРЖКИ и ГОТОВНОСТИ;
- УПРАВЛЕНИЕ ТЕРМООБРАБОТКОЙ ПО ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОЙ ПРОГРАММЕ с сигнализацией по времени ВЫПОЛНЕНИЯ и ГОТОВНОСТИ.

## 5. РАЗМЕЩЕНИЕ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ

### 5.1 Монтаж модуля

Модуль рассчитан на монтаж на монтажную шину (DIN-рельс) типа NS 35/7,5. Модуль должен быть установлен в месте, исключающем попадание воды, посторонних предметов, большого количества пыли внутрь корпуса.

Габаритные и присоединительные размеры модуля приведены на рисунок 3.

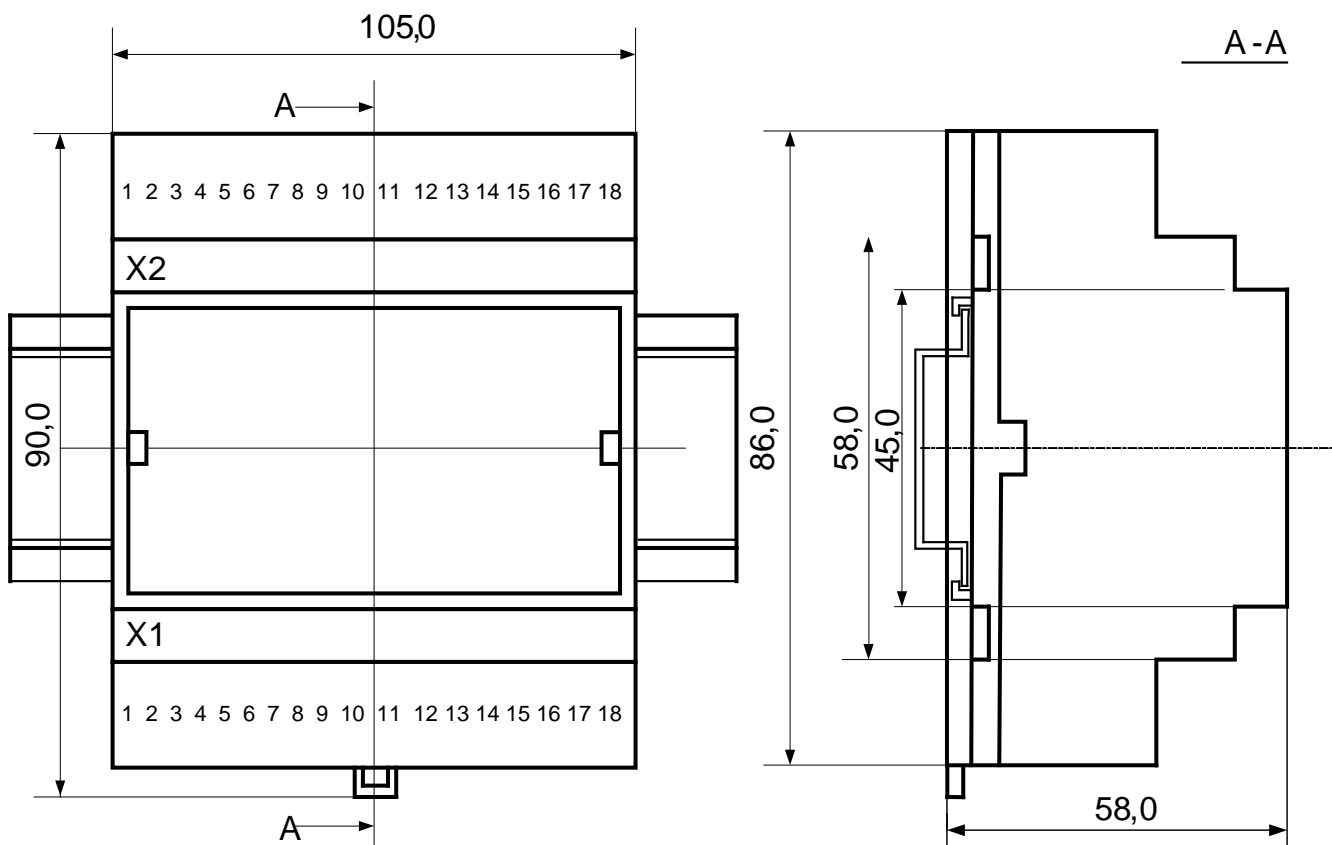


Рисунок 3 – Габаритные и присоединительные размеры модуля

Для наиболее точного измерения температуры холодных спаев термопар модуль следует располагать в местах с постоянной температурой окружающего воздуха. На точность измерения температуры холодного спаея очень сильно влияют потоки воздуха, а также любые рядом находящиеся источники тепла, способные своим излучением или конвективным теплом за короткое время изменить температуру кабеля термопары.

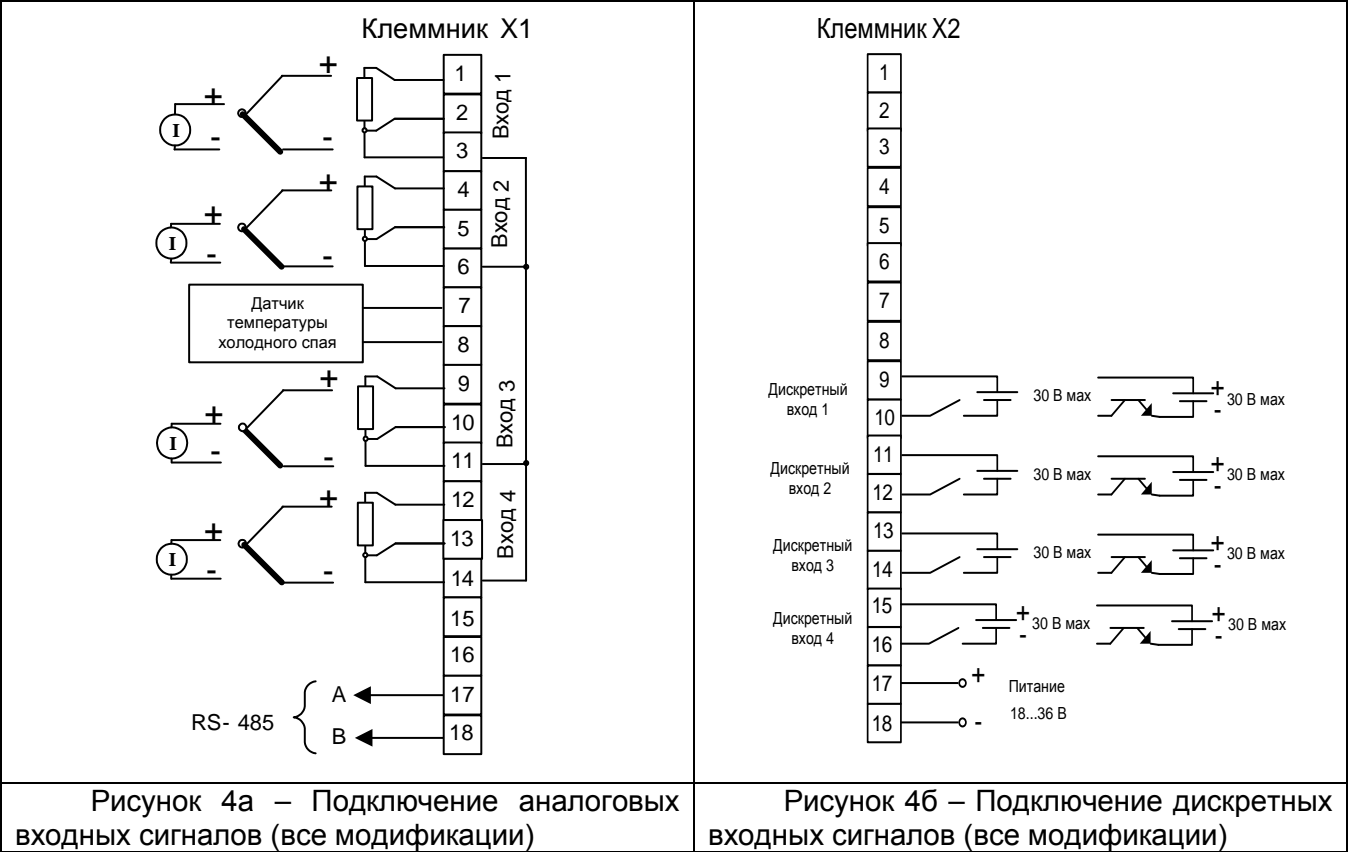
**⚠ Внимание! Запрещается установка модуля рядом с мощными источниками тепла.**

Модуль не предназначен для эксплуатации в местах с большой концентрацией в воздухе агрессивных паров и газов, веществ вызывающих коррозию.

**5.2 Электрические подключения**

Электрические соединения модуля с другими элементами системы автоматического регулирования осуществляются с помощью разъемных клеммных соединителей X1 и X2. Клеммы модуля рассчитаны на подключение проводов с максимальным сечением не более 2,5 мм<sup>2</sup>.

5.2.1 Схемы подключения к клеммным соединителям для различных модификаций модулей приведены на рисунках 4а...4д.




<p>Рисунок 4в – Подключение дискретного выхода, модификация <b>AIO-4/4R/F1</b></p>	<p>Рисунок 4г – Подключение аналогового выхода, модификация <b>AIO-4/0R/F1</b></p>	<p>Рисунок 4д – Подключение дискретного выхода, модификация <b>AIO-4/4T/F1</b></p>

#### Примечания.

1. При подключении входов модулей к источникам сигналов следует учитывать, что уровень сигнала, подаваемого на вход, не должен превышать 35 В.

2. При подключении модулей к другим элементам систем автоматического регулирования следует руководствоваться следующим общим правилом: цепи каналов ввода, линии интерфейса и шины питания необходимо прокладывать отдельно, выделив их в отдельные кабели. Не рекомендуется прокладывать вышеуказанные цепи в одном жгуте.

3.  **Внимание! Датчик температуры холодного спая является НЕСЪЁМНЫМ.**

#### 5.2.2 Подключение цепей электропитания модуля

Электропитание модулей необходимо производить от источника напряжения постоянного тока, цепь электропитания которого не связана с электропитанием мощных электроустановок.

Подключение к источнику постоянного напряжения нескольких модулей производится отдельными проводами для каждого модуля. Электропитание одного модуля от другого не рекомендуется.

«Минус» источника постоянного напряжения подключается к клемме **X2:18**

«Плюс» источника постоянного напряжения подключается к клемме **X2:17**.

#### 5.2.3 Подключение цепей интерфейса RS-485

Подключение интерфейса RS-485 производится витой парой к клеммам А (контакт X1:17) и В (контакт X1:18) разъёма X1.

Характеристики интерфейса (скорость передачи и сетевой адрес модуля) задаются при подготовке модуля к работе.

Управление обменом данными осуществляется управляющим компьютером (контроллером).

При выпуске модуль сконфигурирован на работу:

– с протоколом обмена *Modbus RTU*;



- адрес 01, скорость передачи данных 115200 бит/с;
- тайм-аут сетевого «сторожевого» таймера равен 0;
- тип датчика – ХА(К).

#### 5.2.4 Подключение датчиков к измерительным входам


Подключение различных типов датчиков к измерительным входам осуществляется в соответствии с п. 7.2.1. Конфигурирование типов входных сигналов (первичных датчиков) производится пользователем при подготовке модуля к работе путем установки соответствующих значений регистров в соответствии с Приложением А.

##### 5.2.4.1 Подключение источников напряжения и тока

При подключении источников напряжения и тока необходимо учитывать, что все минусовые клеммы источников сигналов **X1:3, X1:6, X1:11, X1:14** в модуле соединены в общую точку.

##### 5.2.4.2 Подключение термопар

Сигналы от термопар преобразуются в соответствии с НСХ в значение измеренной температуры. При использовании термопары температура «холодного» спая измеряется с помощью датчика, встроенного в клеммный соединитель, и в результат измерения вносится соответствующая поправка.

 **Внимание! Не допускается подключение термопар с неизолированным рабочим спаем.** Для работы с такими термопарами рекомендуем использовать нормирующие преобразователи с гальванической развязкой.

##### 5.2.4.3 Подключение сопротивлений и термопреобразователей сопротивлений

Сигналы от термопреобразователей сопротивлений преобразуются в соответствии с НСХ в значение измеренной температуры. При измерении сигналов сопротивлений и термопреобразователей сопротивлений необходимо учитывать, что используется трёхпроводная схема подключения датчиков. Для минимизации погрешности измерения подключение датчиков должно выполняться соединительными проводами с одинаковым сопротивлением.

##### 5.2.4.4 Подключение датчиков к дискретным входам

Подключение различных типов датчиков к дискретным входам осуществляется в соответствии с п. 5.2. (Рисунок 4б). Конфигурирование функций дискретных входов производится пользователем при подготовке модуля к работе путем установки соответствующих значений регистров в соответствии с Приложением А.

##### 5.2.4.5 Подключение устройств к дискретным и аналоговым выходам

Подключение различных исполнительных устройств к выходам модуля осуществляется в соответствии с п. 5.2. (Рисунки 4в...4д).

Конфигурирование функций дискретных и аналоговых выходов производится пользователем при подготовке модуля к работе путем установки соответствующих значений регистров в соответствии с Приложением А данного РЭ.

## 6. Подготовка модуля к работе

### 6.1 Подготовительные операции

Для подготовки модуля к работе необходимо выполнить следующие операции:

- *подготовить рабочее место по схеме, приведенной на рисунке 5.*

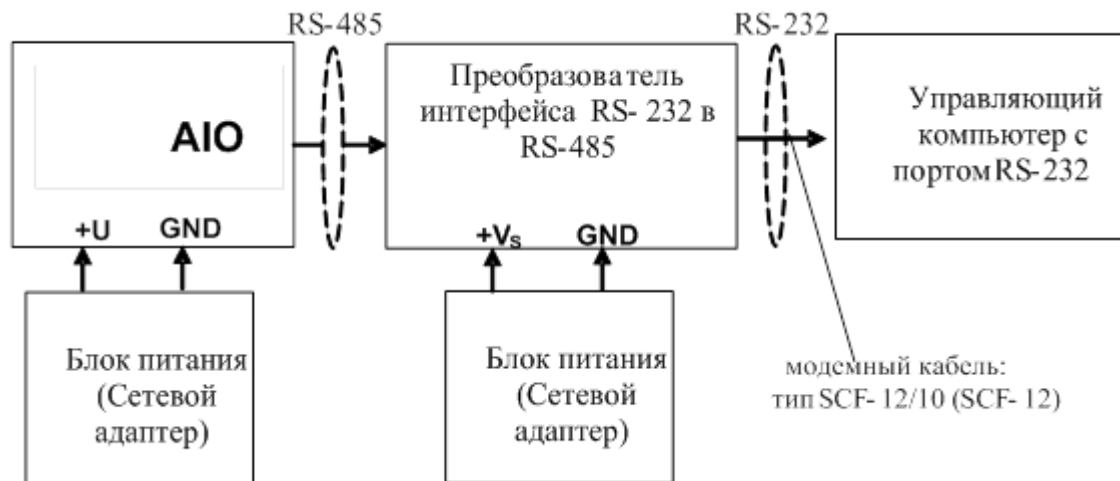


Рисунок 5 – Общая схема подключения модуля к порту RS-232

- для связи с управляющим компьютером необходимо использовать преобразователь интерфейса RS-232/RS-485 с блоком питания при использовании порта RS-232 или USB/RS-485, при использовании порта USB или аналогичные;
- подать на модуль и преобразователь интерфейса питание.

Примечание:

При неизвестных сетевом адресе модуля или предустановленной скорости сетевого обмена необходимо замкнуть клеммы «Init» **X1:15**, **X1:16**. При этом для модуля устанавливаются следующие параметры обмена данными:

- сетевой адрес 01;
- скорость передачи данных 9600 бод;
- число стоп-битов 1.

### 6.2 Конфигурирование модуля

Для конфигурирования (задания параметров функционирования) модуля необходимо:

- запустить на персональном компьютере программу-конфигуратор .
- в программе выбрать протокол обмена;
- выбрать скорость обмена по сети, такую же, какую использует модуль;
- выполнить процедуру «Поиск модуля в сети»;
- проверить, а при необходимости установить значения регистров, в соответствии Приложением А данного РЭ.

### 6.3 Заключительные операции

Для завершения подготовки модуля к работе необходимо:

- выключить питание модуля;
- выполнить монтаж и необходимые электрические подключения внешних цепей.

## 7. Работа модуля

### 7.1 Общие положения

Работа с модулем заключается в том, что пользователь, подавая соответствующие команды с помощью установленного на управляющем контроллере программного обеспечения, считывает из модуля измеренные значения входных сигналов, проверяет и/или задает режимы работы и конфигурацию модуля, а также анализирует его состояние. Модуль формирует выходные сигналы в соответствии с заданными алгоритмами.

Дополнительно для управления ПИД-регуляторами модуля могут использоваться сигналы дискретных входов.

Конфигурирование модуля может быть выполнено с помощью программы-конфигуратора. Описание регистров Modbus RTU приведено в Приложении А данного РЭ. Далее все пункты указываются для Приложения А.

### 7.2 Ввод аналоговых сигналов

Для измерения аналоговых сигналов необходимо:

- выполнить необходимые подключения;
- провести конфигурирование измерительных каналов в соответствии с пунктами Приложения А;

п.12, п.13, п.14, п.15, п.16, п.17, п.18, п.19, п.20 – для 1 измерительного канала;

п.23, п.24, п.25, п.26, п.27, п.28, п.29, п.30, п.31 – для 2 измерительного канала;

п.34, п.35, п.36, п.37, п.38, п.39, п.40, п.41, п.42 – для 3 измерительного канала;

п.45, п.46, п.47, п.48, п.49, п.50, п.51, п.52, п.53 – для 4 измерительного канала

- считывать «Измеренное значение FI», «Входное значение AI», «Входной сигнал» в соответствии с п.352, п.353, п.354, п.355, п.356, п.357, п.358, п.359, п.360, п.361, п.362, п.363

### 7.3 Контроль аналоговых сигналов

В процессе работы модуль контролирует входные сигналы и обнаруживает следующие ситуации:

- обрыв датчика;
- замыкание датчика;
- выход измеренного значения за верхнюю границу диапазона измерения;
- выход измеренного значения за нижнюю границу диапазона измерения.

Признаки аварийных ситуаций содержатся в соответствующем регистре «Диагностика входов» (п. 336) и отображают текущее состояние модуля. При появлении признаков аварийных ситуаций устанавливается дискретный сигнал «Функциональная сигнализация FAL».

Блокировку отдельных признаков аварийных ситуаций и задержку установки дискретного сигнала FAL можно выполнить в соответствии с п.232, 233

### 7.4 Ввод дискретных сигналов

Для ввода дискретных сигналов необходимо:

- выполнить необходимые подключения;
- провести конфигурирование дискретных каналов ввода в соответствии с п.56, п.57, п.58, п.59, п.60, п.61, п.62, п.63, п.64, п.65, п.66, п.67

- считывать состояние:

«Функциональных дискретных входов» (п.337);

«Дискретных входов» (п. 338);

«Защёлок «1»» (п. 339);

«Защёлок «0»» (п. 340);

«Флагов заёма и переполнения счётчиков» (п. 341, п.342);

«Счётчиков» (п.343, п.344, п.345, п.346);

«Тахометров» (п.347, п.348, п.349, п.350)

## 7.5 Вывод аналоговых и дискретных сигналов

Для модуля AIO-4/X/F1 особенностью вывода аналоговых и дискретных сигналов является возможность локального и удалённого управления выходами.

При локальном управлении физическим выходом его состояние определяется сигналом функционального блока, который к нему подключен. Подключение сигналов к каждому выходу производится независимо в соответствии с кодом подключения выхода.

К выходу модуля могут быть подключены сигналы следующих функциональных блоков:

- ПИД-регуляторов;
- компараторов и логических функций компараторов;
- нормирующих преобразователей;
- функциональной сигнализации;
- таймеров ВЫДЕРЖКИ/ выполнения ПРОГРАММЫ/ таймеров ГОТОВНОСТИ.

При удалённом управлении выходом его состояние задаётся по интерфейсу (код подключения соответствующего выхода должен иметь значение **13 (Host)**).

Для вывода дискретных сигналов по интерфейсу реализован следующий набор функций:

- без автовозврата;
- автовозврат в состояние «0» с параметром «Задержка автовозврата»;
- автовозврат в состояние «1» с параметром «Задержка автовозврата»;
- сигнал ШИМ непрерывно с параметрами «Период ШИМ» и «Уровень выходного сигнала»;
- сигнал ШИМ импульс с параметрами «Период ШИМ» и «Уровень выходного сигнала»;

Для вывода аналоговых сигналов, переданных по интерфейсу, необходимо задать значение сигнала.

Для вывода дискретных и аналоговых сигналов необходимо:

- выполнить необходимые подключения;
- настроить параметры выходов в соответствии с
  - п. 178,179,180,181,182 - для 1 канала вывода;
  - п. 194,195,196,197,198 - для 2 канала вывода;
  - п. 210,211,212,213,214 - для 3 канала вывода;
  - п. 226,227,228,229,230 - для 4 канала вывода.
- задать выходные значения аналоговых сигналов (183, 199, 215, 231), дискретных сигналов (п. 351).

Текущее состояние дискретных сигналов (включая физические выходы) отображается в регистре «Состояние дискретных сигналов» (п.364).

Текущее состояние выходных аналоговых сигналов отображается в регистрах «Значение выходного сигнала канала» (п.365,366,367,368) и «Выходной сигнал в % канала» (п.369,370,371,372).

## 7.6 Сетевой «WatchDog» (Сторожевой таймер)

Сетевой «WatchDog» контролирует интервал времени между транзакциями по сети между устройством управления и модулями MDS AIO.

При превышении интервала между транзакциями заранее установленного значения (п.10) модуль индицирует ошибку тайм-аута и переводит выходы при **удалённом управлении** в безопасное состояние.

## 7.7 Диагностика

Модули AIO выполняют тесты самодиагностики. Состояние модуля отображается в регистрах «Диагностика прибора» и «Диагностика входов» (п. 335, 336).

## 7.8 Дополнительные возможности

Модули AIO:

- возможность задания имени прибора (п. 9) - 30 символьная строка;
- возможность задания задержки включения (п.11);
- возможность контроля версии встроенного ПО (п.3 6 символьная строка, доступная по чтению);
- возможность контроля кода верификации ПО (п. 406);

## 7.9 ПИД-регуляторы

### 7.9.1 Функционирование ПИД-регуляторов

#### 7.9.1.1 Режим работы ПИД-регулятора

ПИД-регуляторы могут функционировать в четырёх основных режимах в соответствии с таблицей 5.

Режим работы ПИД-регулятора задаётся значениями параметров **ModePIDx**. Изменение режимов работы ПИД-регулятора производится с помощью набора команд (п.68,93,118,143), задаваемых по интерфейсу, и/или с помощью сигналов управления от дискретных входов **DI** модуля (п.83,108,133,158).

Реализован следующий набор команд:

- **СТОП** – переводит ПИД-регулятор в режим **«СТОП»**;
- **АВТО** – переводит ПИД-регулятор в режим **«АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ»**;
- **РУЧНОЙ** – переводит ПИД-регулятор в режим **«РУЧНОЙ»**;
- **АВТОНАСТРОЙКА** - переводит в режим **«АВТОНАСТРОЙКА»**;
- **ПАУЗА ВКЛ** – задаёт состояние **«ПАУЗА ВКЛ»** ПИД-регулятора, таймера **ВЫДЕРЖКИ, ПРОГРАММЫ**;
- **ПАУЗА ВЫКЛ** – задаёт состояние **«ПАУЗА ВЫКЛ»** ПИД-регулятора, таймера **ВЫДЕРЖКИ, ПРОГРАММЫ**;
- **ПУСК** – запускает временной алгоритм **ТАЙМЕР** (ПИД-регулятор в режиме управления по времени **«РЕГУЛЯТОР и ТАЙМЕР»** находится под управлением алгоритма **ТАЙМЕР**) или временной алгоритм **ПРОГРАММА** (ПИД-регулятор в режиме управления по времени **«РЕГУЛЯТОР и ПРОГРАММА»** находится под управлением алгоритма **ПРОГРАММА**);
- **СБРОС** – сбрасывает таймер **ВЫДЕРЖКИ** или завершает выполнение **ПРОГРАММЫ**;
- **СБРОС ШАГА** – вызывает переход к следующему шагу выполнения **ПРОГРАММЫ**;
- **СТОП/АВТО** – переводит ПИД-регулятор в режиме **«СТОП»** в режим **«АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ»** и наоборот;
- **ПАУЗА ВКЛ/ПАУЗА ВЫКЛ** – изменяет состояние **«ПАУЗА ВКЛ»** на состояние **«ПАУЗА ВЫКЛ»** и наоборот.

Таблица 5 – Основные режимы работы ПИД-регулятора

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>ModePID1</b> (п. 69) <b>ModePID2</b> (п.94) <b>ModePID3</b> (п. 119) <b>ModePID4</b> (п. 144)	Режим работы ПИД-регулятора	0	Режим <b>«СТОП»</b>
		1	Режим <b>«АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ»</b>
		2	Режим <b>«РУЧНОЙ»</b>
		3	Режим <b>«АВТОНАСТРОЙКА»</b>

В режиме работы **«СТОП»** устанавливается уровень мощности выходного сигнала ПИД-регулятора равный 0 %, интегральная компонента ПИД алгоритма обнуляется.

В режиме «**АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**» сигналы управления формируются в соответствии с приведённым в п. 9.9.1 ПИД-алгоритмом. Для управления исполнительным устройством может быть использован как аналоговый сигнал, так и дискретный сигнал с ШИМ (в зависимости от модификации модуля).

В модуле реализовано 3 алгоритма автоматического регулирования:

- **НЕПРЕРЫВНЫЙ НАГРЕВ/ОХЛАЖДЕНИЕ:** в качестве **АКТИВНОЙ** уставки применяется **ОПЕРАТИВНАЯ** уставка ПИД-регулятора (п.71,96,121,146), скорость изменения **ТЕКУЩЕЙ** уставки (стремящейся к **АКТИВНОЙ**) определяется параметром (п.72,97,122,147);
- **РАЗОГРЕВ/ВЫДЕРЖКА/ОХЛАЖДЕНИЕ** (временной алгоритм **ТАЙМЕР**): при подаче команды **ПУСК** в качестве **АКТИВНОЙ** уставки применяется **ПРЕДУСТАВКА** ПИД-регулятора (п.21,32,43,54), скорость изменения **ТЕКУЩЕЙ** уставки (стремящейся к **АКТИВНОЙ**) определяется параметром **СКОРОСТЬ ПЕРЕХОДА К ПРЕДУСТАВКЕ** (п.92,117,142,167). Время выдержки определяется уставкой таймера **ВЫДЕРЖКИ**. Запуск отсчёта времени производится в соответствии с п.9.9.2.1
- **ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННАЯ ПРОГРАММА** (временной алгоритм **ПРОГРАММА**): в качестве **АКТИВНОЙ** уставки применяется **КОНЕЧНАЯ** уставка текущего шага программы, скорость изменения **ТЕКУЩЕЙ** уставки (стремящейся к **АКТИВНОЙ**) вычисляется для каждого шага. **ПРОГРАММА** содержит до 60 шагов, дополнительно на каждом шаге формируются 8 дискретных выходных сигналов, которые могут быть считаны по интерфейсу.

Переход из режима «**АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**» в режим «**РУЧНОЙ**» производится безударно.

В режиме работы «**РУЧНОЙ**» устанавливается уровень сигнала управления в соответствии со значением параметра **ManualPIDx** (пп.87,112,137,162).

Переход из режима работы «**РУЧНОЙ**» в режим работы «**АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ**» производится безударно.

В режиме работы «**АВТОНАСТРОЙКА**» регулятор работает в двухпозиционном режиме, после одного полного цикла колебаний регулятор переходит в режим «**АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ**» с вновь определёнными параметрами ПИД алгоритма. При необходимости повышения качества регулирования, найденные параметры можно скорректировать вручную.

Перечень параметров ПИД-регулятора приведён в таблице 6

Таблица 6 Параметры ПИД-регулятора

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>ModePIDx</b> (п. 69) (п.94) (п. 119) (п. 144)	Режим работы	0...3	Задаёт режим работы ПИД-регулятора («СТОП», « <b>АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ</b> », « <b>РУЧНОЙ</b> », « <b>АВТОНАСТРОЙКА</b> ») Изменение режимов производится командами по интерфейсу и/или сигналами с дискретных входов <b>DI</b>

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>EE_SP_PIDx</b> (п. 70) (п. 95) (п. 120) (п. 145)	Энергонезависимая уставка <b>EESP</b>	-999...9999	Энергонезависимая уставка <b>EESP</b> ПИД-регулятора. Применяется в режиме « <b>АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ</b> », алгоритм НЕПРЕРЫВНЫЙ НАГРЕВ/ОХЛАЖДЕНИЕ
<b>VOL_SP_PIDx</b> (п.71) (п. 96) (п. 121) (п. 146)	Оперативная уставка <b>SP</b>	-999...9999	Оперативная уставка <b>SP</b> ПИД-регулятора Применяется в режиме « <b>АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ</b> » в качестве АКТИВНОЙ уставки, алгоритм НЕПРЕРЫВНЫЙ НАГРЕВ/ОХЛАЖДЕНИЕ
<b>S_SP_PIDx</b> (п.72) (п. 97) (п. 122) (п. 147)	Скорость перехода на уставку <b>S.SP</b>	0...99999999	Скорость перехода текущей уставки <b>C.SP</b> на оперативную уставку <b>SP</b> в единицах измеренной величины/мин, 0 – параметр отключен. Применяется в режиме « <b>АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ</b> », алгоритм НЕПРЕРЫВНЫЙ НАГРЕВ/ОХЛАЖДЕНИЕ
<b>EE_PB_PIDx</b> (п.73) (п. 98) (п. 123) (п. 148)	Зона пропорциональности <b>PB</b>	0...9999	Зона пропорциональности ПИД-регулятора в единицах измеренной величины
<b>Ti_PIDx</b> (п.74) (п. 99) (п. 124) (п. 149)	Постоянная времени интегрирования <b>Ti</b>	1...9999 0 - интегральная компонента отключена	Постоянная времени интегрирования ПИД-регулятора в секундах, значение 0 - интегральная компонента отключена
<b>tD_PIDx</b> (п.75) (п.100) (п.125) (п.150)	Постоянная времени дифференцирования <b>tD</b>	1...9999 0– дифференциальная компонента отключена	Постоянная времени дифференцирования ПИД-регулятора в секундах, значение 0 - дифференциальная компонента отключена
<b>TypePIDx</b> (п.76) (п.101) (п.126) (п. 151)	Тип регулирования	0, 1	0 – «НАГРЕВ» 1 – «ОХЛАЖДЕНИЕ»

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>pwmT_PIDx</b> (п.77) (п.102) (п.127) (п.152)	Период ШИМ сигнала управления ( <b>PP</b> )	1...9999	Период ШИМ сигнала управления ПИД-регулятора в секундах
<b>MinPulsePwmPIDx</b> (п. 238) (п. 247) (п. 256) (п. 265)	Минимально допустимая длительность импульса $\tau$ сигнала ШИМ	Кодировка 1...255 (0,01...2,55 с)	Минимально допустимая длительность импульса $\tau$ сигнала ШИМ в сотых долях секунды
<b>MAX_E_PIDx</b> (п.78) (п.103) (п.128) (п.153)	Максимальный уровень сигнала управления	0...100	Максимально допустимый уровень сигнала управления ПИД-регулятора в процентах
<b>MIN_E_PIDx</b> (п.79) (п.104) (п.129) (п.154)	Минимальный уровень сигнала управления	0...100	Минимально допустимый уровень сигнала управления ПИД-регулятора в процентах
<b>AL_E_PIDx</b> (п.80) (п.105) (п.130) (п.155)	Аварийный уровень сигнала управления	0...100	Аварийный уровень сигнала управления ПИД-регулятора в процентах при срабатывании функциональной сигнализации
<b>AT_EE_SP_PIDx</b> (п.81) (п.106) (п.131) (п.156)	Смещение уровня АВТОНАСТРОЙКИ ( <b>At.S</b> )	-999...9999	Значение смещения уставки автонастройки в единицах измеренной величины ПИД-регулятора. Применяется в режиме «АВТОНАСТРОЙКА»
<b>DI1_RegFunc</b> (п.83) <b>DI2_RegFunc</b> (п.108) <b>DI3_RegFunc</b> (п.133) <b>DI4_RegFunc</b> (п.158)	Функция дискретного входа DIx для формирования сигналов управления ПИД-регуляторами	Кодировка	Содержит код функции дискретного входа DIx формирующий сигнал управления ПИД-регуляторами



Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>DI1_ChannelMask</b> (п.84) <b>DI2_ChannelMask</b> (п.109) <b>DI3_ChannelMask</b> (п.134) <b>DI4_ChannelMask</b> (п.159)	Маска функции дискретного входа DIx для формирования сигналов управления ПИД-регуляторами	Кодировка	Содержит маску функции дискретного входа DIx, определяющую набор (каналы) ПИД-регуляторов управляемые по данному дискретному входу DIx
<b>AttribPIDx</b> (п.86) (п.111) (п.136) (п.161)	Набор атрибутов	Кодировка	Содержит набор атрибутов: ПРОГРАММА (условия перехода к следующему шагу) Нормирующий преобразователь (выбор аварийного уровня) Таймер ГОТОВНОСТИ (условия запуска)
<b>ManualPIDx</b> (п.87) (п.112) (п.137) (п.162)	Уровень сигнала управления в режиме «РУЧНОЙ»	0...100	Задаёт уровень сигнала управления ПИД-регулятора в процентах в режиме «РУЧНОЙ»
<b>EE_TIMER_SP_Tx</b> (п.234) (п.243) (п.252) (п.261)	Энергонезависимая уставка таймера ВЫДЕРЖКИ <b>EE_TIMER_SP</b>	0...65535	Энергонезависимая уставка таймера ВЫДЕРЖКИ <b>Tx</b> , содержит значение времени выдержки в минутах. При включении питания и записи значение <b>EE_TIMER_SP</b> копируется в оперативную уставку <b>OP_TIMER_SP</b>
<b>OP_TIMER_SP_Tx</b> (п.235) (п.244) (п.253) (п.262)	Оперативная уставка таймера ВЫДЕРЖКИ <b>OP_TIMER_SP</b>	0...65535	Оперативная уставка таймера ВЫДЕРЖКИ <b>Tx</b> , содержит значение времени выдержки в минутах.
<b>ControlTx</b> (п.236) (п.245) (п.254) (п.263)	Управление работой таймера ВЫДЕРЖКИ	кодировка	Определяет условия запуска таймера ВЫДЕРЖКИ <b>Tx</b> , а также сценарий действий по завершению работы таймера ВЫДЕРЖКИ <b>Tx</b> или завершению работы ПРОГРАММЫ <b>Px</b>

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>ControlPausePIDx</b> (п.237) (п.246) (п.255) (п.264)	Управление работой ПИД-регулятора при подаче команды (сигнала) <i>ПАУЗА ВКЛ</i>	кодировка	Определяет режим работы таймера ВЫДЕРЖКИ <b>Tx</b> или таймера ПРОГРАММЫ <b>Px</b> , а также задаёт уровень сигнала управления ПИД-регулятора при подаче команды (сигнала) <i>ПАУЗА ВКЛ</i>
<b>NV_PPWR_PIDx</b> (п.239) (п.248) (п.257) (п.266)	Уровень сигнала управления в % (смещение уровня сигнала управления) ПИД-регулятора при подаче команды управления <i>ПАУЗА ВКЛ</i>	-100...100	Уровень сигнала управления в % (смещение уровня сигнала управления) ПИД-регулятора при подаче команды (сигнала) <i>ПАУЗА ВКЛ</i>
<b>ATimerSPChx</b> (п.21) (п.32) (п.43) (п.54)	Предустановка ПИД-регулятора <b>PSP</b>	-999...9999	Предустановка ПИД-регулятора. Применяется в режиме «АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ» в качестве АКТИВНОЙ уставки, временной алгоритм ТАЙМЕР
<b>S_PSP_PIDx</b> (п.92) (п. 117) (п. 142) (п. 167)	Скорость перехода на предустановку <b>S.PSP</b>	0...99999999	Скорость перехода текущей уставки <b>C.SP</b> на предустановку <b>PSP</b> в единицах измеренной величины/мин, 0 – параметр отключен. Применяется в режиме «АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ», временной алгоритм ТАЙМЕР

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>StartTimerZoneChx</b> (п.22) (п.33) (п.44) (п.55)	Зона запуска таймера <b>ВЫДЕРЖКИ Tx</b>	-999...9999	Параметр содержит максимальное значение отклонения измеренного значения от предустановки ПИД-регулятора, при котором происходит запуск таймера <b>ВЫДЕРЖКИ</b> при выборе соответствующего сценария запуска, определяемого параметром <b>ControlT</b> (Временной алгоритм <b>ТАЙМЕР</b> ). Также используется при выполнении временного алгоритма <b>ПРОГРАММА</b> в качестве параметра одного из условий перехода к следующему шагу
<b>Tout_PIDx</b> (п.242) (п.Ошибка! <b>Источник ссылки не найден.)</b> (п.260) (п.Ошибка! <b>Источник ссылки не найден.)</b>	Интервал времени линейного уменьшения сигнала управления ПИД-регулятора до 0	0...65535	Параметр содержит значение интервала времени в секундах уменьшения сигнала управления от текущего уровня до 0 и перехода в режим «СТОП» при окончании времени <b>ВЫДЕРЖКИ</b> или <b>ПРОГРАММЫ</b> при выборе соответствующего сценария определяемого параметром <b>ControlT</b>
<b>NumPx</b> (п.278) (п.284) (п.290) (п.296)	Число шагов <b>ПРОГРАММЫ Px</b>	1...60	Параметр содержит число шагов <b>ПРОГРАММЫ Px</b>

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>WRNumPx</b> (п.279) (п.285) (п.291) (п.297)	Номер шага ПРОГРАММЫ <b>Px</b> для просмотра/изменения параметров шага:  <b>WRTimerSPPx</b> (уставка таймера шага),  <b>WREndSPPx</b> (конечная уставка значения), <b>RVirtDOPx</b> (выходные дискретные сигналы)	1...60	Параметр содержит номер шага ПРОГРАММЫ <b>Px</b> просмотра/изменения параметров
<b>WRTimerSPPx</b> (п.280) (п.286) (п.292) (п.298)	Уставка таймера шага с номером, определяемым значением параметра <b>WRNumPx</b>	0...65535	Параметр содержит значение длительности шага в секундах
<b>WREndSPPx</b> (п.281) (п.287) (п.293) (п.299)	Конечная уставка шага с номером, определяемым значением параметра <b>WRNumPx</b>	-32768...32767	Параметр содержит значение конечной уставки шага в единицах измерения <b>без учёта положения десятичной точки</b>
<b>WRVirtDOPx</b> (п.282) (п.288) (п.294) (п.300)	Состояние дискретных выходных сигналов шага ПРОГРАММЫ <b>Px</b> (8 бит) с номером, определяемым значением параметра <b>WRNumPx</b>	0x00...0xff	Параметр содержит состояние дискретных выходных сигналов шага ПРОГРАММЫ <b>Px</b> (8 бит) участка

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>WRCMDPx</b> (п.283) (п.289) (п.295) (п.301)	Команда записи параметров шага ПРОГРАММЫ в энергонезависимую память	1	При записи значения 1 производится запись значений параметров шага с номером <b>WRNumPx: WRTimerSPPx, WREndSPPx, WRVirtDOPx</b> в энергонезависимую память

Текущее состояние ПИД-регуляторов отображается в параметрах:

- режим работы ПИД-регулятора (п.373,381,389,397);
- рассогласование ПИД-регулятора (п.374,382,390,398);
- уровень сигнала управления в % ПИД-регулятора (п.375,383,391,399);
- уровень сигнала управления в мА ПИД-регулятора (п.376,384,392,400);
- текущая уставка ПИД-регулятора (п.377,385,393,401);
- текущее значение обратного отсчёта таймера ВЫДЕРЖКИ (п. 270,272,274,276) ;
- текущее значение прямого отсчёта таймера ВЫДЕРЖКИ (п.271,273,275,277);
- скорость изменения текущей уставки на выполняемом участке программы (п.302,310,318,326);
- номер выполняемого участка программы (п.303,311,319,327);
- значение конечной уставки на выполняемом участке программы (п.304,312,320,328);
- значение уставки таймера выполняемого участка программы (п.305,313,321,329);
- значение текущей уставки выполняемого участка программы (п.306,314,322,330);
- текущее значение таймера обратного отсчёта выполняемого участка программы (п.307,315,323,331);
- текущее значение таймера прямого отсчёта выполняемого участка программы (п.308,316,324,332);
- состояние дискретных выходов выполняемого участка программы (п.309,317,325,333).

Конфигурация внешнего управления режимами работы с помощью входных дискретных входов задаётся параметрами

**DI1\_RegFunc** (п.83),  
**DI2\_RegFunc** (п.108),  
**DI3\_RegFunc** (п.133),  
**DI4\_RegFunc** (п.158),  
**DI1\_ChannelMask** (п.84),  
**DI2\_ChannelMask** (п.109),  
**DI3\_ChannelMask** (п.134),  
**DI4\_ChannelMask** (п.159).

(в программе-конфигураторе **SetMaker** данные параметры отображаются на вкладке «Внешнее управление» (рис. 136)).

#### 7.9.1.2 Алгоритм регулирования

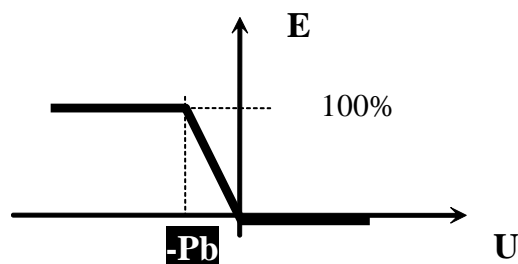
ПИД-регулятор обрабатывает сигнал рассогласования  $\varepsilon = T_{изм} - C.SP$  (где  $T_{изм}$  – измеренный сигнал,  $C.SP$  – текущая уставка) и вырабатывает на своем выходе сигнал  $E$ , который определяется по графикам на рисунке 14 и выражением:

$$U = \varepsilon + \frac{1}{t_i} \int \varepsilon dt + t_d \frac{d\varepsilon}{dt}$$

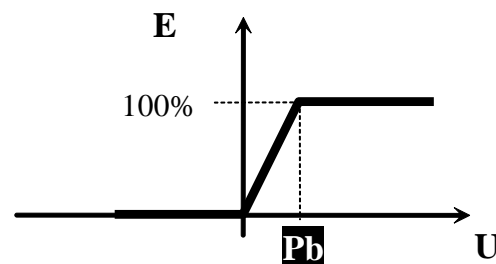
где:

$\varepsilon$  – значение рассогласования измеренного значения и текущей уставки

$t_i$  – постоянная времени интегрирования  
 $t_d$  – постоянная времени дифференцирования  
 $P_b$  – зона пропорциональности.



Обратная характеристика («Нагрев»)



Прямая характеристика («охлаждение»)

Рисунок 14 – Зависимость сигнала управления от рассогласования

Если значение  $U$  выходит за пределы зоны пропорциональности, интегральная компонента значение не изменяет.

Наклон характеристики на рисунке 14 (прямой или обратный) определяет характер обратной связи в контуре управления (параметр **TypePIDx**). Прямая характеристика используется в системах с «охлаждением» (рост сигнала управления вызывает уменьшение измеренного сигнала), обратная характеристика – в системах с «нагревом» (рост сигнала управления вызывает увеличение измеренного сигнала).

#### 7.9.1.3 Ограничение сигнала управления

Сигнал управления  $E$ , который изменяется в диапазоне от 0 до 100 %, может быть дополнительно ограничен значениями параметров **MIN\_E\_PIDx** (%) и **MAX\_E\_PIDx** (%). Ограниченный сигнал управления  $E_{out}$  изменяется в пределах от **MIN\_E\_PIDx** до **MAX\_E\_PIDx**:

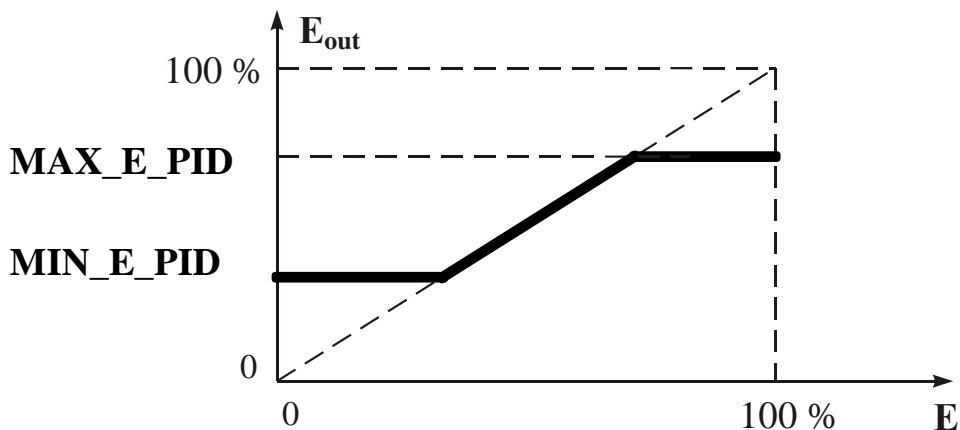


Рисунок 15 – Ограничение сигнала управления

Ограничение сигнала управления задается при конфигурировании, параметры **MAX\_E\_PIDx** и **MIN\_E\_PIDx**.

#### 7.9.1.4 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) сигнала управления

Ограниченный сигнал управления  $E_{out}$  поступает на ШИМ-модулятор, который преобразует его в последовательность импульсов с заданным периодом **PP** (параметр **pwmT\_PIDx**).

Длительность импульсов  $t$  пропорциональна значению сигнала управления в момент начала периода ШИМ.

Период ШИМ задается при конфигурировании, параметр **pwmT\_PIDx**, минимально допустимую длительность импульса  $t$  сигнала ШИМ можно задать с помощью параметра **MinPulsePwmPIDx** (п. 238, 247, 256, 265). Если расчётная длительность импульса  $t$  меньше

значения параметра **MinPulsePwmPIDx**, то импульс будет формироваться на нескольких периодах ШИМ с учётом накопления до параметра **MinPulsePwmPIDx**.

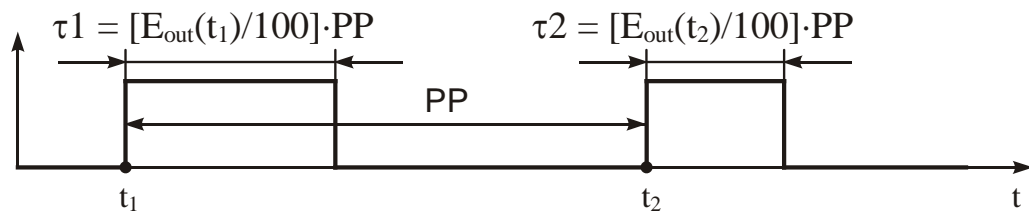


Рисунок 16 – Широтно-импульсная модуляция сигнала управления

ШИМ – сигнал управления ПИД-регулятора может быть подан на любой дискретный выход.

#### 7.9.1.5 Непрерывный токовый сигнал управления

Сигнал управления  $E_{out}$  может поступать на токовый выход. В этом случае унифицированный токовый сигнал будет пропорционален сигналу управления.

#### 7.9.1.6 Автонастройка параметров ПИД-регулятора

Настройка параметров ПИД-регулятора может проводиться вручную либо с помощью автоматической процедуры – АВТОНАСТРОЙКИ.

В процессе АВТОНАСТРОЙКИ регулятор работает в двухпозиционном режиме, после одного полного цикла колебаний регулятор переходит в режим «**АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**» с вновь определенными параметрами. При необходимости повышения качества регулирования, найденные параметры можно скорректировать вручную.

АВТОНАСТРОЙКУ можно проводить на уровне уставки **SP**, однако в процессе двухпозиционного регулирования будет происходить выбег за уставку - перерегулирование. Если такой эффект является нежелательным, то автонастройку можно провести на другом уровне **SP+At.S**, а затем регулятор автоматически переходит на уставку **SP**.

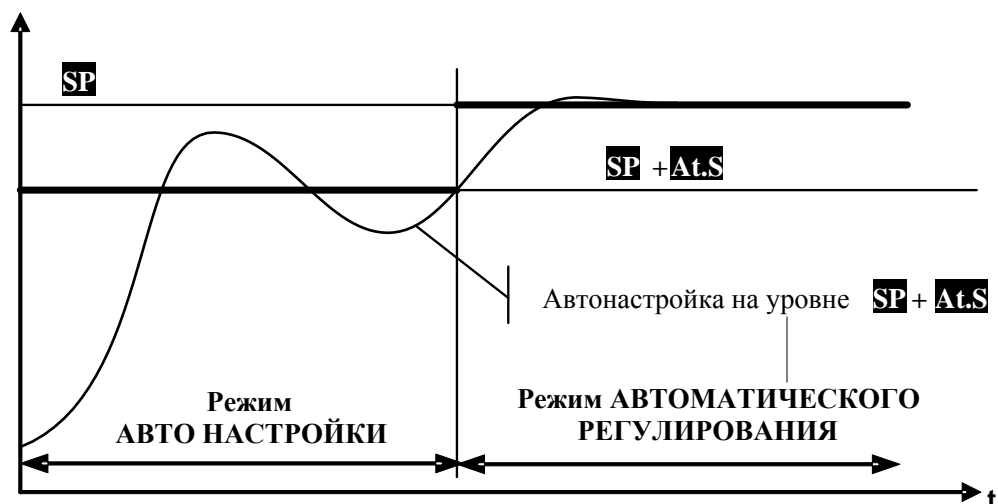


Рисунок 17 – Автонастройка параметров ПИД-регулятора

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При проведении **АВТОНАСТРОЙКИ** параметр скорость перехода не используется, регулятор сразу выходит на заданную уставку **SP+At.S**. **At.S** задаётся значением параметра **AT\_EE\_SP\_PIDx**.

### 7.9.2 Режим «АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ» алгоритм НЕПРЕРЫВНЫЙ НАГРЕВ/ОХЛАЖДЕНИЕ

Данный алгоритм выполняется при управлении по времени РЕГУЛЯТОР и после завершения временного алгоритма ТАЙМЕР (управление по времени РЕГУЛЯТОР и ТАЙМЕР) или ПРОГРАММА (управлении по времени РЕГУЛЯТОР и ПРОГРАММА).

В регуляторе при работе по алгоритму НЕПРЕРЫВНЫЙ НАГРЕВ/ОХЛАЖДЕНИЕ

определены следующие понятия уставок:

- оперативная уставка **SP**;
- активная уставка **A.SP = SP**;
- энергонезависимая уставка **EESP**;
- текущая уставка **C.SP**.

Работа регулятора в режиме «АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИЕ» (алгоритм НЕПРЕРЫВНЫЙ НАГРЕВ/ОХЛАЖДЕНИЕ) всегда задаётся текущей уставкой **C.SP**, которая линейно изменяется до значения оперативной уставки **SP** со скоростью, определяемой параметром **S.SP**.

Два типа уставок **SP** и **EESP** (оперативная и энергонезависимая) определены для обеспечения возможности неограниченного числа перезаписей значения оперативной уставки **SP** по интерфейсу.

При включении питания прибора значение энергонезависимой уставки **EESP** копируется в оперативную уставку **SP**.

При записи значения энергонезависимой уставки **EESP** по интерфейсу такое же значение принимает и оперативная уставка **SP**.

При записи значения оперативной уставки **SP** по интерфейсу значение энергонезависимой уставки **EESP** НЕ ИЗМЕНЯЕТСЯ.

Текущая уставка **C.SP** в момент запуска АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ, а также при смене оперативной уставки **SP** становится равной текущему измеренному значению **FI**, далее линейно изменяет свое значение со скоростью **S.SP**. Изменение текущей уставки **C.SP** заканчивается при достижении значения оперативной уставки **SP**. В режиме СТОП текущая уставка **C.SP** равна текущему измеренному значению **FI**

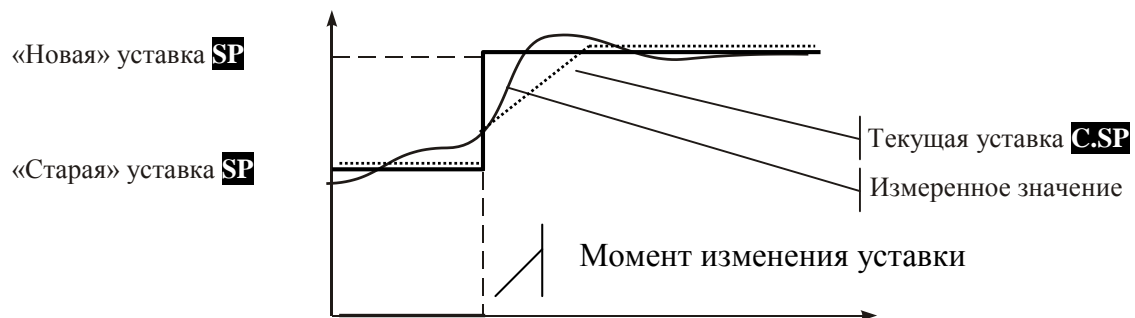


Рисунок 18— Уставки регулятора

#### 7.9.2.1 Таймер ВЫДЕРЖКИ **Tx** и Таймер ГОТОВНОСТИ **RTx**

Таймер ВЫДЕРЖКИ **Tx** задает время выполнения технологической операции. Таймер выдержки может быть запущен в любом режиме работы ПИД-регулятора по различным условиям, но оказывает влияние на работу ПИД-регулятора только в режиме АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ при управлении по времени РЕГУЛЯТОР и ТАЙМЕР. Сигнал таймера ВЫДЕРЖКИ/выполнения ПРОГРАММЫ может быть подан на выход модуля. По завершению работы таймера ВЫДЕРЖКИ при определённых условиях запускается таймер ГОТОВНОСТИ **RTx**.

##### 7.9.2.1.1. Работа таймера ВЫДЕРЖКИ **Tx** и таймера ГОТОВНОСТИ **RTx**

Таймер ВЫДЕРЖКИ можно запустить (описание регистра **ControlTx** (п.236, 245, 254, 263)):



- внешним сигналом по любому дискретному входу **Dlx**, если он настроен для формирования ПУСК (регистры **Dlx\_RegFunc**, **DI1\_ChannelMask**);
- командой ПУСК по интерфейсу RS-485.

Пользователь может задать два варианта запуска таймера ВЫДЕРЖКИ по команде (сигналу) ПУСК:

- безусловный пуск: ПУСК сразу запускает таймер ВЫДЕРЖКИ;
- условный пуск: с момента подачи ПУСК проверяется условия запуска таймера ВЫДЕРЖКИ. Таймер ВЫДЕРЖКИ запускается, если выполняется условие запуска. Если в момент подачи ПУСК условие уже выполняется, то таймер запускается одновременно с подачей команды (сигнала).

Сценарий работы таймера ГОТОВНОСТИ приведён в описании регистра **AttribPIDx** (п.86, 111, 136, 161).

Выход таймера ГОТОВНОСТИ обрабатывает время уставки или интервал времени вплоть до подачи команды (сигнала) ПУСК.

По команде (сигналу) СБРОС таймер ВЫДЕРЖКИ досрочно завершает работу, далее выполняются все действия по сценарию завершения работы таймера ВЫДЕРЖКИ.

Команда (сигнал) СБРОС во время работы таймера ГОТОВНОСТИ досрочно завершает работу таймера ГОТОВНОСТИ.

При подаче сигнала ПУСК активной уставкой становится предустановка **PSP**, скорость изменения текущей уставки **C.SP** определяется параметром **S.PSP** (Скорость перехода на предустановку).

Можно задать два вида условий запуска таймера ВЫДЕРЖКИ:

Запуск по уровню измеренного сигнала. Таймер ВЫДЕРЖКИ запускается, если измеренная величина попадает в зону предустановки **PSP  $\pm \Delta$**  (параметр **StartTimerZoneChx**).

Запуск по уровню уставки. Таймер ВЫДЕРЖКИ запускается, если текущая уставка **C.SP** вышла на уровень предустановки **PSP**.

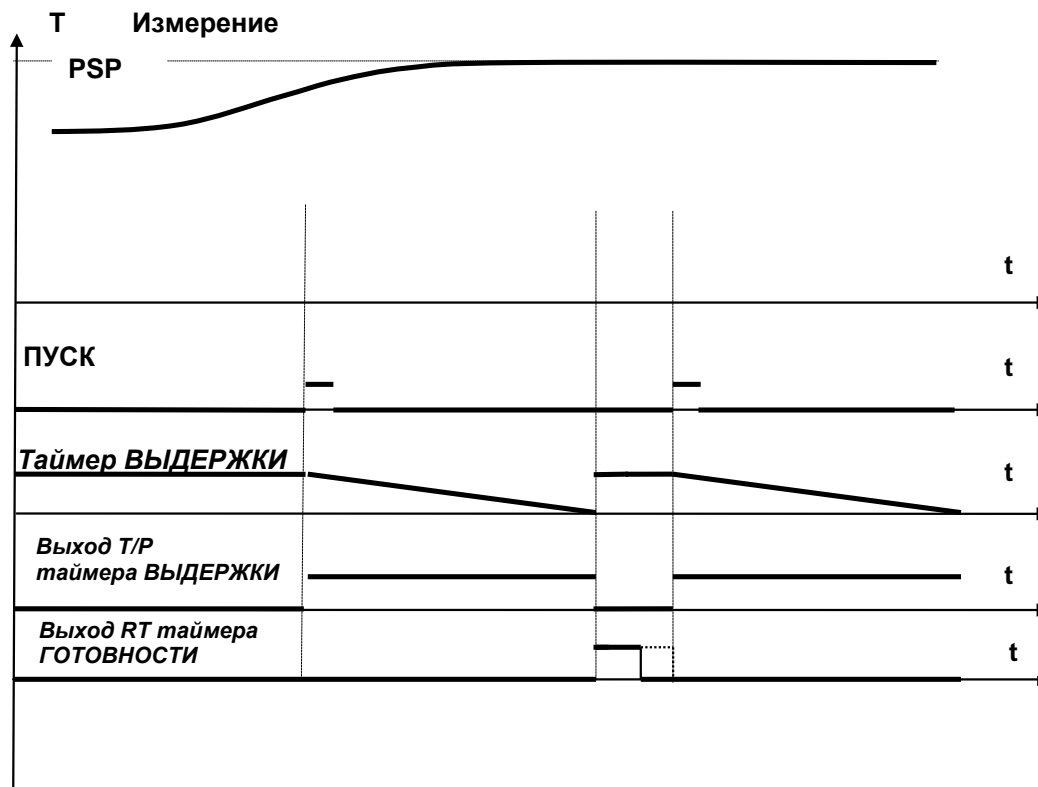


Рисунок 19 – Диаграмма работы таймера ВЫДЕРЖКИ с безусловным запуском командой (сигналом) ПУСК

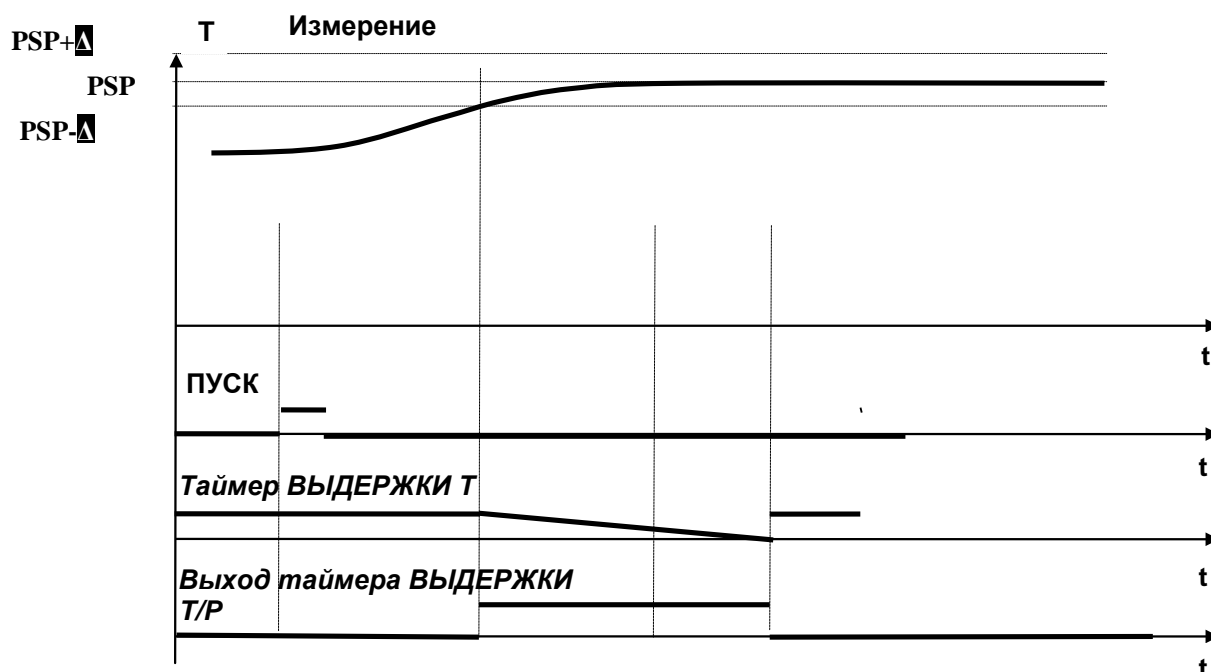


Рисунок 20 – Диаграмма работы таймера ВЫДЕРЖКИ с условным запуском командой (сигналом) ПУСК по уровню измеренного параметра

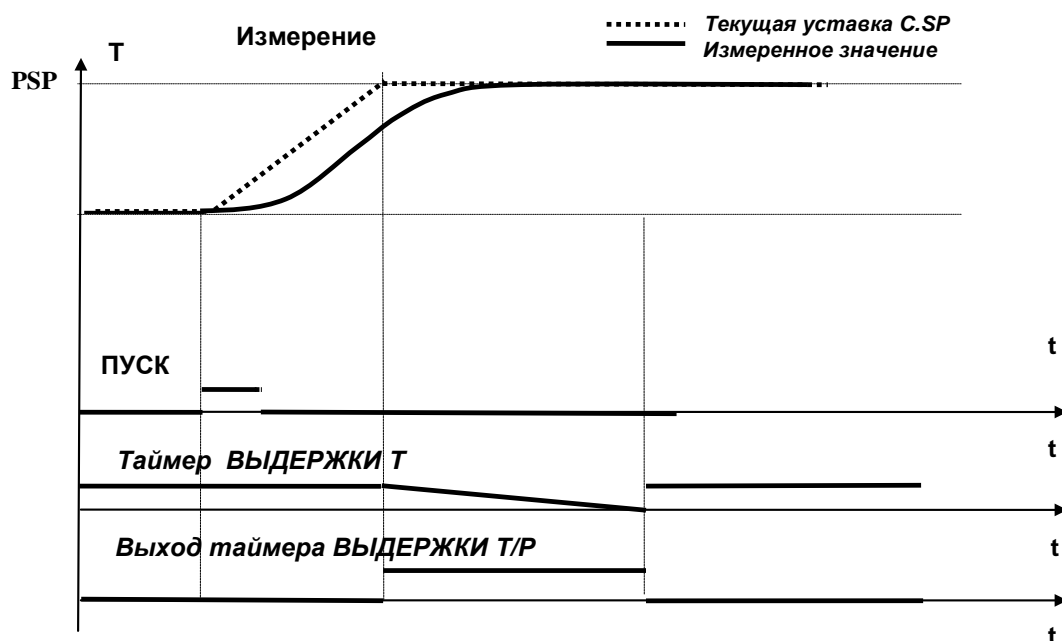


Рисунок 21 – Диаграмма работы таймера ВЫДЕРЖКИ с условным запуском командой (сигналом) ПУСК по уровню текущей уставки

#### 7.9.2.2 Работа регулятора по окончании времени ВЫДЕРЖКИ или завершении ПРОГРАММЫ

Возможны два сценария работы регулятора по окончании времени ВЫДЕРЖКИ (или завершении ПРОГРАММЫ), определяемых параметром **ControlTx** (п.236,245,254,263).

Сценарий 1. По завершению работы таймера ВЫДЕРЖКИ **Tx** ПИД-регулятор продолжает работать с оперативной уставкой **SPx**;

Сценарий 2. По завершению работы таймера выдержки **Tx** ПИД-регулятор линейно снижает уровень сигнала управления **E** до 0 за время, определяемой значением параметра **Tout\_PIDx** (п.242, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**,260, **Ошибка! Источник ссылки не**

найден.) и переходит в режим СТОП (рисунок 22). Текущая уставка **C.SP<sub>x</sub>** приравняется измеренному значению.

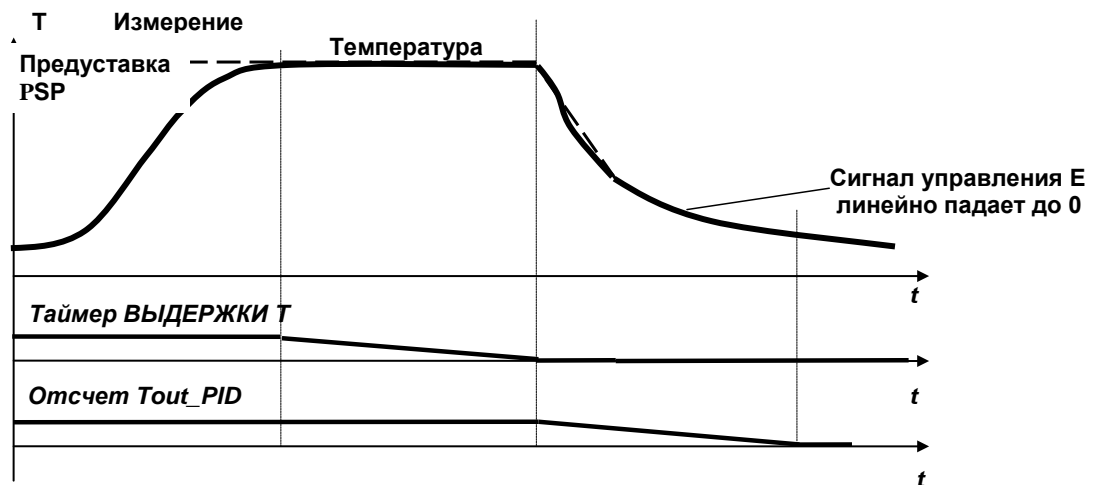


Рисунок 22 – Сценарий 2 работы регулятора по окончании времени выдержки

### 7.9.3 ПРОГРАММА

Программа может быть запущена на выполнение при режиме управления по времени РЕГУЛЯТОР и ПРОГРАММА и временном алгоритме ПРОГРАММА.

Регулятор при работе по программе выполняет управление по ПРОГРАММЕ **P<sub>x</sub>**, состоящей из нескольких шагов. Максимальное число шагов – 60.

На каждом шаге задаются:

- конечная уставка **EndSP<sub>x</sub>** (становится активной);
- время участка  $t$  (время перехода к конечной уставке);
- 8 выходных дискретных сигналов.

Скорость изменения текущей уставки вычисляется как разность конечных уставок делённая на  $t$ .

Запускается программа безусловно командой (сигналом) ПУСК, сбрасывается командой (сигналом) СБРОС.

ПРОГРАММА может быть запущена в любом из режимов работы регулятора. В режиме «АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ» активной уставкой становится конечная уставка текущего шага **EndSP<sub>x</sub>**.

Если режим «АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ» установлен после начала выполнения ПРОГРАММЫ, то роль первого шага играет текущий шаг ПРОГРАММЫ, текущая уставка **C.SP<sub>x</sub>** движется от измеренного значения **T<sub>x</sub>** к активной уставке **EndSP<sub>x</sub>**.

Команда (сигнал) СБРОС ШАГА приводит к безусловному началу выполнения следующего шага ПРОГРАММЫ, если текущий шаг последний, то к сценарию завершения ПРОГРАММЫ **P<sub>x</sub>** (п.9.9.2.2).

После завершения ПРОГРАММЫ **P<sub>x</sub>** (в соответствии с п.86, 111, 136, 161) запускается таймер ГОТОВНОСТИ **RT<sub>x</sub>** и также выполняется сценарий завершения ПРОГРАММЫ **P<sub>x</sub>** (п.9.9.2.2).

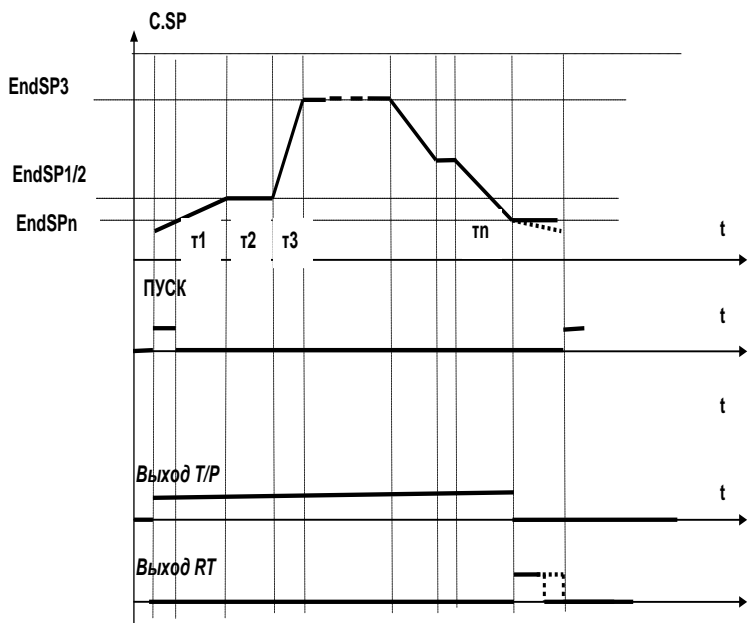


Рисунок 23 – Работа регулятора по ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОЙ ПРОГРАММЕ

7.9.4 Работа в состоянии ПАУЗА

Под действием команд (сигналов) ПАУЗА ВКЛ/ПАУЗА ВЫКЛ таймер ВЫДЕРЖКИ/таймер ПРОГРАММЫ в зависимости от значения параметра **ControlPausePIDx** (п.237,246,255,264):

- продолжает отсчёт (режим ПАУЗА не оказывает влияние на таймер ВЫДЕРЖКИ/таймер ПРОГРАММЫ);
- приостанавливает отсчёт/продолжает отсчёт.

Сигнал управления ПИД-регулятора:

- сохраняет текущий уровень сигнала управления;
- выдаёт фиксированный уровень сигнала управления в соответствии со значением параметра **VOL\_PPWR\_PIDx** (п.240,249,258,268);
- выдаёт текущий уровень сигнала управления со смещением, определяемым значением параметра **VOL\_PPWR\_PIDx** (п.240,249,258,268).

7.10 Компараторы

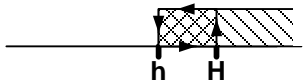
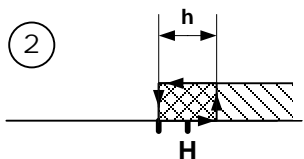
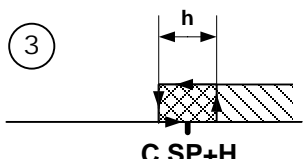
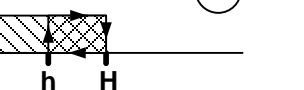
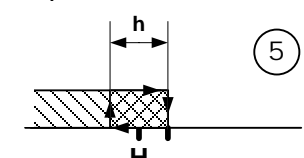
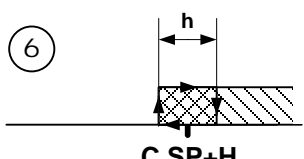
Модуль содержит **Логический блок компараторов Н1... Н4** - функциональный блок, формирующий дискретные сигналы выходов компараторов и логических функций компараторов.

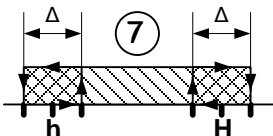
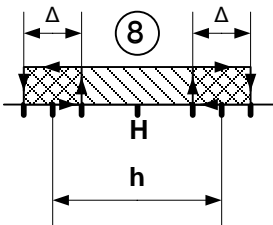
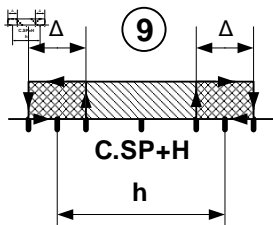
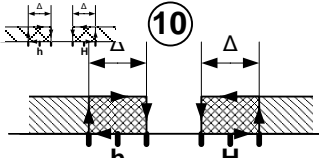
Компараторы обеспечивают формирование дискретных сигналов сигнализации по уровню измеренного параметра. Источник сигнала, тип функции и другие параметры компараторов выбираются программно. Могут быть заданы режим функции отложенной сигнализации и задержка срабатывания компаратора.

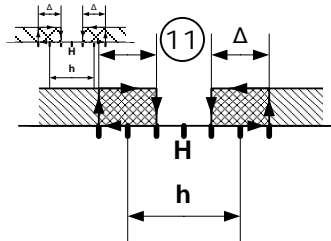
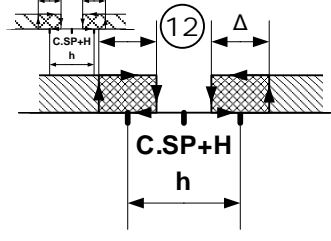
Состояние выходов компараторов доступно по интерфейсу (п. 364). Выход компаратора (или выход логической функции компараторов) может быть подключен к физическому выходу модуля (п.178,194,210,226).

Перечень параметров компаратора приведён в таблице 7  
Таблица 7 Параметры компаратора

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
-----------------------------	--------------------	-------------------------------	----------

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>InputCMPHx</b> (п.168) (п.184) (п.200) (п.216)	Источник сигнала компаратора <b>Hx</b>	0...7	<p>0 – <b>AI1</b>  1 – <b>AI2</b>  2 – <b>AI2</b>  3 – <b>AI3</b>  4 – <b>FI1</b>  5 – <b>FI2</b>  6 – <b>FI3</b>  7 – <b>FI4</b></p>
<b>FunctionCMPHx</b> (п.169) (п.185) (п.201) (п.217)	Код функции компаратора <b>Hx</b>	1...12	<p>①</p>  <p>Прямая функция с независимым заданием порогов срабатывания</p> <p>②</p>  <p>Прямая функция с заданием центра и ширины зоны гистерезиса</p> <p>③</p>  <p><b>C.SP+H</b></p> <p>Прямая функция с заданием центра относительно текущей уставки ПИД-регулятора <b>C.SPx</b> и ширины зоны гистерезиса</p> <p>④</p>  <p>Обратная функция с независимым заданием порогов срабатывания</p> <p>⑤</p>  <p>Обратная функция с заданием центра и ширины зоны гистерезиса</p> <p>⑥</p>  <p><b>C.SP+H</b></p>

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
			<p>Обратная функция с заданием центра относительно текущей уставки ПИД-регулятора <b>C.SPx</b> и ширины зоны гистерезиса</p>  <p>Попадание в интервал с независимым заданием границ интервала. Зона гистерезиса <math>\Delta^*</math> фиксирована и равна двум значениям единицы младшего разряда.</p>  <p>Попадание в интервал с заданием центра и ширины интервала. Зона гистерезиса <math>\Delta^*</math> фиксирована и равна двум значениям единицы младшего разряда</p>  <p>Попадание в интервал с заданием центра относительно текущей уставки ПИД-регулятора <b>C.SPx</b> и ширины интервала. Зона гистерезиса <math>\Delta^*</math> на границах интервала фиксирована и равна двум значениям единицы младшего разряда</p>  <p>Попадание вне интервала с независимым заданием</p>

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
			<p>границ интервала. Зона гистерезиса <math>\Delta^*</math> фиксирована и равна двум значениям единицы младшего разряда (<math>H \geq h + 2\Delta</math>)</p>  <p>Попадание вне интервала с заданием центра и ширины интервала. Зона гистерезиса <math>\Delta^*</math> фиксирована и равна двум значениям единицы младшего разряда</p>  <p>Попадание вне интервала с заданием центра относительно текущей уставки ПИД-регулятора <b>C.SP<sub>x</sub></b> и ширины интервала. Зона гистерезиса <math>\Delta^*</math> на границах интервала фиксирована и равна двум значениям единицы младшего разряда  <b>H</b>, <b>h</b> – оперативные уставки компаратора</p>
<b>EE_SPH_CMPH<sub>x</sub></b> (п.170) (п.186) (п.202) (п.218)	Энергонезависимая уставка компаратора <b>H<sub>x</sub></b>	-999...9999	<p>При включении питания значение данной уставки копируется в оперативную уставку <b>H</b></p> <p>При изменении по интерфейсу значение данной уставки копируется в оперативную уставку <b>H</b>.</p>
<b>VOL_SPH_CMPH<sub>x</sub></b> (п.171) (п.187) (п.203) (п.219)	Оперативная уставка компаратора <b>H<sub>x</sub></b>	-999...9999	<p>Работа компаратора выполняется с данной уставкой <b>H</b></p> <p>Количество пров записи данного параметра неограничено.</p>

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>EE_SPh_CMPHx</b> (п.172) (п.188) (п.205) (п.220)	Энергонезависи мая уставка <b>h</b> компаратора <b>Hx</b>	-999...9999	При включении питания значение данной уставки копируется в оперативную уставку <b>h</b> При изменении по интерфейсу значение данной уставки копируется в оперативную уставку <b>h</b> .
<b>VOL_SPh_CMPHx</b> (п.173) (п.189) (п.205) (п.221)	Оперативная уставка <b>h</b> компаратора <b>Hx</b>	-999...9999	Работа компаратора выполняется с данной уставкой <b>h</b> Количество пров записи данного параметра неограничено.
<b>DelayOn_CMPHx</b> (п.174) (п.190) (п.206) (п.222)	Задержка включения компаратора <b>Hx</b>	0...9999	Содержит значение времени задержки включения компаратора <b>Hx</b> в секундах (0...9999)
<b>DelayOff_CMPHx</b> (п.175) (п. 191) (п. 207) (п. 223)	Задержка выключения компаратора <b>Hx</b>	0...9999	Содержит значение времени задержки выключения компаратора <b>Hx</b> в секундах (0...9999)
<b>AttribCMPHxOUTx</b> (п.176) (п.192) (п.208) (п.224)	Атрибуты функции отложенной сигнализации компаратора <b>Hx</b>	Кодировка	Определяет условия работы функции отложенной сигнализации компаратора <b>Hx</b>

Примечание1 \* Значение единицы младшего разряда определяется **DotPointChx** (Положение десятичной точки измерительного канала) (п.16, п.27, п. 38, п. 49) .

## 7.11 Нормирующие преобразователи

Модуль содержит **Нормирующий преобразователь CNV1... CNV4** - функциональный блок, формирующий аналоговые сигналы нормирующих преобразователей.

Нормирующие преобразователи выполняют функцию:

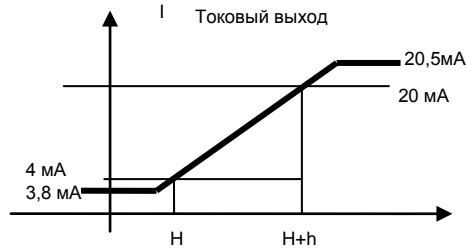
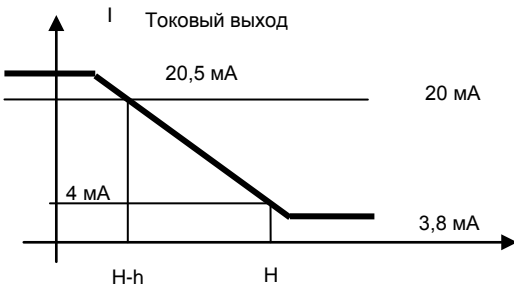
линейное преобразование части диапазона входного сигнала в полный диапазон выходного токового сигнала (трансляция с масштабированием, режим лупы).

Состояние выходов нормирующих доступно по интерфейсу (п.379,380,387,388,395,396,403,404). Выход нормирующего преобразователя может быть подключен к аналоговому ((4...20) мА) физическому выходу модуля (модификация MDS AIO-4/OR/F1) (п.178,194,210,226).

Перечень параметров нормирующего преобразователя приведён в таблице 8

Таблица 8 Параметры нормирующего преобразователя



Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>InputCNVx</b> (п.88) (п.113) (п.138) (п.163)	Источник сигнала нормирующего преобразователя <b>CNVx</b>	0...7	<p>0 – AI1 1 – AI2 2 – AI2 3 – AI3 4 – FI1 5 – FI2 6 – FI3 7 – FI4</p>
<b>TypeCNVx</b> (п.89) (п.114) (п.139) (п. 164)	Тип преобразования нормирующего преобразователя <b>CNVx</b>	0 – прямое преобразование 1- обратное преобразование	<p><b>Прямое преобразование</b>  <math>N</math> – значение измеренного сигнала, которому должен соответствовать выходной ток 4 мА,  <math>N+h</math> – значение измеренного сигнала, которому должен соответствовать выходной ток 20 мА</p>  <p><b>Обратное преобразование</b>  <math>N</math> – значение входного сигнала, которому должен соответствовать выходной ток 4 мА,  <math>N-h</math> – значение входного сигнала, которому должен соответствовать выходной ток 20 мА</p>  <p><math>N</math> – уставка нормирующего преобразователя  <math>h</math> – зона пропорциональности нормирующего преобразователя</p>

Мнемоническое имя параметра	Название параметра	Допустимые значения параметра	Описание
<b>SPH_CNVx</b> (п.90) (п.115) (п.140) (п.165)	Уставка нормирующего преобразователя <b>Н CNVx</b>	- 999...9999	Энергонезависимая уставка <b>Н</b> нормирующего преобразователя <b>CNVx</b> в единицах измеренной величины
<b>SPh_CNVx</b> (п.91) (п.116) (п.141) (п.166)	Зона пропорциональности <b>h</b> нормирующего преобразователя <b>CNVx</b>	- 999...9999	Энергонезависимая зона пропорциональности <b>h</b> нормирующего преобразователя <b>CNVx</b> в единицах измеренной величины
<b>AL_E_CNVx</b> (п.92) (п.117) (п.142) (п.167)	Аварийный уровень выходного сигнала нормирующего преобразователя <b>CNVx</b>	(3,6...21,5) мА	Параметр содержит программируемое значение уровня сигнала нормирующего преобразователя <b>CNVx</b> при срабатывании ФС (функциональной сигнализации)

## 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МОДУЛЯ

Для модуля установлено ежегодное обслуживание и обслуживание при проведении поверки. Ежегодное техническое обслуживание модуля состоит в контроле крепления модуля, контроле электрических соединений, удалении пыли с корпуса модуля, удалении с помощью смоченного в спирте тампона загрязнений с передней панели.

## 9. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Возможные неисправности и меры по их устранению приведены в таблице 4 (п.4.2).

## 10. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

По способу защиты человека от поражения электрическим током модуль соответствует классу II по ГОСТ IEC 60950-1-2014. При эксплуатации, техническом обслуживании и поверке модуля необходимо соблюдать требования указанного ГОСТа.

Подключение и ремонтные работы, а также все виды технического обслуживания оборудования с модулем должны осуществляться при отключенном питающем и коммутируемом напряжении.

Во избежание поражения электрическим током, монтаж модуля должен выполняться таким образом, что бы исключать возможность непосредственного контакта обслуживающего персонала с открытыми токоведущими частями модуля, находящиеся под высоким напряжением.

При эксплуатации модуля должны выполняться требования правил устройства электроустановок (ПУЭ) и требования техники безопасности, изложенные в документации на оборудование, в комплекте с которым он работает.

**11. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ**

Модуль должен транспортироваться в условиях, не превышающих заданных предельных значений:

- температура окружающего воздуха от минус 55 до плюс 70 °С;
- относительная влажность воздуха от 5 до 95 %.

Модуль должен транспортироваться всеми видами транспорта, кроме неотапливаемых и негерметизированных отсеков самолёта при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков. Не допускается бросание модуля.

Модуль должен храниться в складских помещениях потребителя и поставщика в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 0 до 50 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 35 °С;
- воздух помещения не должен содержать пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

**12. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА**

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие выпускаемых модулей всем требованиям ТУ на них при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев со дня ввода в действие (эксплуатацию), но не более 18 месяца со дня отгрузки с предприятия-изготовителя.

Документом, подтверждающим гарантию, является паспорт с отметкой предприятия-изготовителя.