ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

МІКРОЛ



КОНТРОЛЛЕР

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ

МИК-52Н

Руководство по эксплуатации

ПРМК.421457.009 РЭ1

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Данное руководство по эксплуатации является официальной документацией предприятия МИКРОЛ.

Продукция предприятия МИКРОЛ предназначена для эксплуатации квалифицированным персоналом, применяющим соответствующие приемы и только в целях, описанных в настоящем руководстве.

Коллектив предприятия МИКРОЛ выражает большую признательность тем специалистам, которые прилагают большие усилия для поддержки отечественного производства на надлежащем уровне, за то, что они еще сберегли свою силу духа, умение, способности и талант.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение 5

2 Общие сведения 6

2.1 Назначение и общая характеристика 6
2.2 Основные свойства 7
2.3 Основные технические характеристики 9

3 Состав изделия 14

3.1 Комплект поставки контроллера 14
3.2 Заказ контроллера МИК-52Н 15
3.3 Заказ модуля расширения МР-51Н для контроллера МИК-52Н 15

4 Функциональные возможности 16

4.1 Архитектура контроллера 16
4.2 Функциональные блоковые диаграммы (FBD) 17
4.3 Общие свойства функциональных блоков 18
4.4 Возможности конфигурирования 21
4.5 Сигналы и параметры 23
4.6 Порядок обслуживания функциональных блоков 25

5 Сетевая архитектура 26

5.1 Общее описание сети 26
5.2 Физическая организация сети 26
5.3 Логическая организация сети 26
5.4 Коммуникационные функции 29

6 Оперативное управление 37

6.1 Элементы оперативного управления 37
6.2 Оперативное управление контурами регулирования 40
6.3 Оперативное управление программными задатчиками 46
6.4 Оперативное управление панелями индикации 49
6.5 Оперативное управление панелью индикации входов функциональных блоков 50
6.6 Оперативное управление панелью индикации выходов функциональных блоков 51

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.7 Оперативное управление панелью индикации и редактирования параметров функциональных блоков 52
6.8 Контроль ошибок 53

7 Программирование, настройка и контроль 54

7.1 Лицевая панель в режиме программирования 54
7.2 Технологическое программирование и тестирование 56

8 Указание мер безопасности 65

9 Порядок установки и монтажа 66

10 Организация ввода-вывода информации. Внешние соединения 68

10.1 Особенности организации ввода-вывода 68
10.2 Внешние цепи контроллера МИК-52Н 68
10.3 Внешние цепи подключения сигналов 70
10.4 Внешние подключения модулей расширения МР-51Н. 75
10.5 Внешние цепи подключения сигналов модулей расширения 87

11 Подготовка к работе. Порядок работы 89

11.1 Общие указания 89
11.2 Первое включение контроллера 89
11.3 Программирование контроллера 89
11.4 Калибровка, контроль и тестирование входов-выходов контроллера 90
11.5 Включение контроллера в локальную управляющую сеть 92
11.6 Сохранение программы пользователя и настроек в энергонезависимой памяти 92
11.7 Порядок работы 92

12 Техническое обслуживание 94

13 Транспортирование и хранение 94

14 Гарантии изготовителя 94

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

1 Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления потребителей с назначением, моделями, принципом действия, устройством, монтажом, эксплуатацией и обслуживанием **микропроцессорных контроллеров МИК-52Н** (в дальнейшем контроллеров МИК-52Н).

РЭ состоит из двух самостоятельных документов.

В первом из них – «Контроллеры малоканальные многофункциональные микропроцессорные МИК-52Н (ПРМК.421457.009 РЭ1)» – приводится описание состава, функциональных возможностей и инструкция по эксплуатации контроллеров МИК-52Н.

Во втором – «Контроллеры малоканальные многофункциональные микропроцессорные МИК-51 (ПРМК.421457.005 РЭ2)» - описывается библиотека функциональных блоков контроллеров МИК-51, аналогом по функциональному назначению и возможностям которого является контроллер МИК-52Н.

.

ВНИМАНИЕ !

Перед использованием изделия, пожалуйста, ознакомьтесь с настоящим руководством по эксплуатации контроллеров МИК-52Н.

Пренебрежение мерами предосторожности и правилами эксплуатации может стать причиной травмирования персонала или повреждения оборудования!

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей характеристики, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

Сокращения, принятые в данном руководстве

В наименованиях параметров, на рисунках, при цифровых значениях и в тексте использованы сокращения и аббревиатуры (см. таблицу 1.1), означающие следующее:

Таблица 1.1 - Сокращения и аббревиатуры

Аббревиатура (символ)	Полное наименование	Значение
PV или X	Process Variable	Измеряемая величина (контролируемый и регулируемый параметр)
SP или W	Setpoint	Заданная точка (задание регулятору)
T, t	Time	Время, интервал времени
AI	Analogue Input	Аналоговый ввод
DI	Discrete Input	Дискретный ввод
AO	Analogue Output	Аналоговый вывод
DO	Discrete Output	Дискретный вывод
CP	Средний	Средний контакт дискретного выхода
HO	Нормально открытый	Нормально открытый контакт дискретного выхода

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

2 Общие сведения

2.1 Назначение и общая характеристика

МИК-52Н – это компактный малоканальный многофункциональный микропроцессорный контроллер, предназначенный для автоматического регулирования и логического управления технологическими процессами. Он предназначен для применения в электротехнической, энергетической, химической, металлургической, пищевой, цементной, стекольной и других отраслях промышленности.

Контроллер МИК-52Н позволяет вести локальное, каскадное, программное, супервизорное, многосвязное регулирование.

Архитектура контроллера обеспечивает возможность вручную или автоматически включать, отключать, переключать и реконфигурировать контуры регулирования, причем все эти операции выполняются безударно независимо от сложности структуры управления. В сочетании с обработкой аналоговых сигналов контроллер МИК-52Н позволяет выполнять также логические преобразования сигналов и вырабатывать не только аналоговые или импульсные, но и дискретные команды управления. Логические функциональные блоки формируют логическую программу шагового управления с заданием контрольного времени на каждом шаге. В сочетании с обработкой дискретных сигналов контроллер позволяет выполнять также разнообразные функциональные преобразования аналоговых сигналов и вырабатывать не только дискретные, но и аналоговые управляющие сигналы.

МИК-52Н содержит средства оперативного управления, расположенные на лицевой панели контроллера. Эти средства позволяют вручную изменять режимы работы, устанавливать задание, управлять ходом выполнения программы, вручную управлять исполнительными устройствами, контролировать сигналы и индицировать ошибки. Стандартные аналоговые и дискретные датчики и исполнительные устройства подключаются к контроллеру МИК-52Н с помощью индивидуальных кабельных связей. Внутри контроллера сигналы обрабатываются в цифровой форме.

Контроллеры МИК-52Н могут объединяться в локальную управляющую сеть шинной конфигурации. Для такого объединения никаких дополнительных устройств не требуется. Через сеть контроллеры могут обмениваться информацией в цифровой форме.

Программирование контроллера выполняется с помощью клавиш передней панели или по интерфейсу с помощью специального программного обеспечения - визуального редактора FBD-программ АЛЬФА. Программный пакет редактор FBD-программ АЛЬФА распространяется бесплатно. Он доступен на нашем сайте в интернете: www.microl.ua.

Система программирования реализована в соответствии с требованиями стандарта Международной Электротехнической Комиссии (МЭК) IEC 1131-3 и предназначена для разработки прикладного программного обеспечения сбора данных и управления технологическими процессами, выполняемыми на программируемых контроллерах.

В качестве языка программирования в системе реализован язык функциональных блоковых диаграмм Function Block Diagram (FBD), предоставляющий пользователю механизм объектного визуального программирования.

Процесс программирования сводится к тому, что выбором из библиотеки функциональных блоков, зашитой в постоянной памяти, вызываются нужные их них и объединяются в систему заданной конфигурации и в которых устанавливаются требуемые параметры настройки.

С помощью встроенной энергонезависимой памяти программа пользователя сохраняется при отключении питания.

Контроллер МИК-52Н представляет собой комплекс технических средств. В его состав входит центральный микропроцессорный блок и набор разъемов для подключения цепей ввода-вывода. Центральный блок преобразует аналоговую и дискретную информацию в цифровую форму, ведет обработку цифровой информации и вырабатывает управляющие воздействия.

Контроллер МИК-52Н это - проектно-компонуемое изделие, которое позволяет пользователю выбрать нужный комплект модулей расширения (УСО – устройства связи с объектом) согласно числу и виду входных и выходных сигналов. Его состав и ряд параметров определяются потребителем и указываются в заказе. К одному контроллеру МИК-52Н подключается только один модуль расширения.

В контроллер МИК-52Н встроены развитые средства самодиагностики, сигнализации и идентификации неисправностей, в том числе при отказе аппаратуры, выходе сигналов за допустимые границы, сбое в ОЗУ, нарушении обмена по сети и т.п.

2.2 Основные свойства

В контроллере МИК-52Н предусмотрено:

• До 9 независимых контуров регулирования, каждый из которых может быть локальным или каскадным, с аналоговым или импульсным выходом, с ручным, программным (в том числе многопрограммным) или супервизорным задатчиком.

• Более 80 типов зашитых в ПЗУ функциональных блоков непрерывной и дискретной обработки информации, включая функциональные блоки ПИД регулирования, функциональные блоки математических, динамических, нелинейных, аналого-дискретных и логических преобразований.

• До 98 используемых блоков со свободным их заполнением любыми функциональными блоками из библиотеки и свободным конфигурированием между собой и с входами-выходами контроллера. Ручная установка или автоподстройка любых свойств, параметров и коэффициентов в любых функциональных блоках.

• Изменение режимов управления, включение/отключение, переключение и реконфигурация контуров регулирования любой степени сложности.

• Оперативное управление контурами регулирования с помощью клавиш лицевой панели, 2-х четырехразрядных, и одного трехразрядного цифровых индикаторов и ряда светодиодов, позволяющих менять режимы, устанавливать задание, управлять исполнительными механизмами, контролировать сигналы, индицировать аварийные ситуации. При программном регулировании средства оперативного управления позволяют выбирать требуемую программу, пускать, останавливать, и сбрасывать программу, переходить к следующему участку программы, а также контролировать ход выполнения программы.

• Объединение до 31 контроллеров в локальную управляющую сеть, причем в эту сеть могут включаться также и другие модели контроллеров или другие устройства.

• Контроллеры МИК-52Н могут комплектоваться модулем расширения (см. подраздел 3.2 «Заказ контроллера МИК-52»).

Количество входов-выходов в базовой модели контроллера:
- аналоговые входы – 8 (унифицированные);
- аналоговые выходы – 1;
- дискретные входы – 3 (1 импульсный вход*);
- дискретные выходы – 5.

Модели и коды модулей расширения (УСО) - см. раздел 2.2.1:
- МР-51Н-11: 16 дискретных входов, 1 аналоговый выход;
- МР-51Н-13: 8 дискретных входов, 8 дискретных выходов, 1 аналоговый выход;
- МР-51Н-15: 16 дискретных выходов, 1 аналоговый выход;
- МР-51Н-16: 16 дискретных входов, 3 аналоговых выхода;
- МР-51Н-17: 8 дискретных входов, 8 дискретных выходов, 3 аналоговых выхода;
- МР-51Н-18: 16 дискретных выходов, 3 аналоговых выхода.

Примечание.

* - 1 импульсный вход из числа дискретных входов (максимальная частота следования импульсов 2кГц).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

2.2.1 Базовая модель контроллера и модули расширения

Базовая модель контроллера МИК-52Н и модули расширения МР-51Н имеют в своем составе набор аналоговых и дискретных входов-выходов, которые приведены ниже в таблицах.

При заказе контроллера может быть заказан только один модуль расширения.

Входа-выхода базовой модели контроллера МИК-52Н (без модуля расширения)

Модель контроллера	Аналоговый		Дискретный	
	Вход	Выход	Вход	Выход
МИК-52Н-00*-…	8	1	3 (1 импульсный)	5

Примечание.
* без модуля расширения

Входа-выхода модулей расширения УСО МР-51Н

Модель модуля расширения	Код модели модуля расширения	Аналоговый	Дискретный	
		Выход	Вход	Выход
МР-51Н-11	11	1	16	-
МР-51Н-13	13	1	8	8
МР-51Н-15	15	1	-	16
МР-51Н-16	16	3	16	-
МР-51Н-17	17	3	8	8
МР-51Н-18	18	3	-	16

Примечание.
1) «-» – вход (выход) отсутствует;

Суммарное количество входов-выходов контроллера МИК-52Н с установленным модулем расширения

Модель контроллера	Модель модуля расширения	Аналоговый		Дискретный	
		Вход	Выход	Вход	Выход
МИК-52-11	МР-51Н-11	8	2	19	5
МИК-52-13	МР-51Н-13	8	2	11	13
МИК-52-15	МР-51Н-15	8	2	3	21
МИК-52-16	МР-51Н-16	8	4	19	5
МИК-52-17	МР-51Н-17	8	4	11	13
МИК-52-18	МР-51Н-18	8	4	3	21

Технические характеристики входов-выходов базовой модели и модулей расширения УСО приведены в разделе 2.3.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

2.3 Основные технические характеристики

2.3.1 Характеристики входов-выходов

Число, номенклатура и характеристики входов-выходов приведены в таблицах 2.1-2.5.

2.3.1.1 Аналоговые входные сигналы:

Таблица 2.1

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество аналоговых входов - в базовой модели контроллера	8
Тип входного аналогового сигнала	унифицированный по ГОСТ26.011-80: 0-5 мА, Rвх=400 Ом 0-20 мА, Rвх=100 Ом 4-20 мА, Rвх=100 Ом 0-10В, Rвх не менее 25 кОм
Разрешающая способность АЦП	≤ 0,0015% (16 разрядов)
Точность индикации	≤ 0,01 %
Предел допустимой приведенной погрешности измерения	0,2 %
Влияние температуры окружающей среды	≤ 0,02 %/°С
Период измерения, не более	0,1 с
Гальваническое разделение цепей	Аналоговые входы гальванически изолированы друг от друга, от выходных и других входных цепей и цепей питания. Напряжение гальванической развязки не менее 500 В.

2.3.1.2 Аналоговые выходные сигналы:

Таблица 2.2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество аналоговых выходов в базовой модели контроллера	1
Тип выходного аналогового сигнала	унифицированный по ГОСТ26.011-80: 0-5 мА, Rн ≤ 2000 Ом 0-20 мА, 4-20 мА, Rн ≤ 500 Ом 0-10В, Rн ≥ 2000 Ом
Разрешающая способность ЦАП для выходов в базовой модели контроллера	≤ 0,0015 % (16 разрядов)
Предел допускаемой основной приведенной погрешности формирования выходного сигнала после калибровки для выходов в базовой модели контроллера	≤ 0,2 %
Предел допустимого значения дополнительной погрешности выходного сигнала при изменении сопротивления нагрузки не превышает	≤ 0,1 %
Влияние температуры окружающей среды	≤ 0,02 %/°С
Гальваническое разделение цепей	Аналоговый выход гальванически изолирован от входных и других выходных цепей и цепей питания. Напряжение гальванической развязки не менее 500 В.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 2.3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество аналоговых выходов на модуле расширения УСО	1 либо 3 (см. раздел 2.2.1)
Тип выходного аналогового сигнала	унифицированный по ГОСТ26.011-80: 0-5 мА, Rн ≤ 2000 Ом 0-20 мА, 4-20 мА, Rн ≤ 500 Ом 0-10В, Rн ≥ 2000 Ом
Разрешающая способность ЦАП для выходов на модуле расширения УСО	≤ 0,024 % (12 разрядов)
Предел допускаемой основной приведенной погрешности формирования выходного сигнала после калибровки для выходов на модуле расширения УСО	≤ 0,4 %
Предел допустимого значения дополнительной погрешности выходного сигнала при изменении сопротивления нагрузки не превышает	≤ 0,1 %
Влияние температуры окружающей среды	≤ 0,02 %/°С
Гальваническое разделение цепей	Аналоговые выходы гальванически изолированы друг от друга, от входных и других выходных цепей и цепей питания. Напряжение гальванической развязки не менее 500 В.
Напряжение внешнего источника питания	стабилизированное, (24-28)В постоянного тока

2.3.1.3 Дискретные входные сигналы:

Таблица 2.4

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество дискретных входов - в базовой модели контроллера - на модуле расширения УСО	 3 см. раздел 2.2.1
Сигнал логического "0" – состояние ОТКЛЮЧЕНО Сигнал логической "1" – состояние ВКЛЮЧЕНО	0-7В 18-30В
Максимальная частота следования импульсов: - для импульсного входа - для дискретных входов	 ≤ 2кГц ≤ 5Гц
Входной ток (потребление по входу)	≤ 10 мА
Гальваническое разделение цепей	Дискретные входы гальванически изолированы друг от друга, от выходных и других входных цепей и цепей питания. Напряжение гальванической развязки не менее 500 В.

2.3.1.4 Дискретные (импульсные) выходные сигналы:

В зависимости от заказа используются транзисторные или релейные.

Транзисторный выход. Обозначение «Т» при заказе.

Таблица 2.5

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество дискретных выходов - в базовой модели контроллера - на модуле расширения УСО	 5 см. раздел 2.2.1
Тип выхода	Открытый коллектор (NPN транзистора)
Максимальное напряжение коммутации	40 В постоянного тока
Максимальный ток нагрузки каждого выхода	100 мА
Гальваническое разделение цепей	Дискретные выходы соединены в группу из пяти выходов и гальванически изолированы от входов, других выходов и остальных цепей. Напряжение гальванической развязки не менее 500 В.
Сигнал логического "0" Сигнал логической "1"	Разомкнутое состояние транзисторного ключа Замкнутое состояние транзисторного ключа.
Напряжение внешнего источника питания	Нестабилизированное, от 20 до 40 В постоянного тока

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Релейный выход. Обозначение «Р» при заказе.

Таблица 2.5.1

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество дискретных выходов - в базовой модели контролера - на модуле расширения УСО	 5 см. раздел 2.2.1
Тип выхода	Замыкающие контакты реле
Максимальное напряжение коммутации: - переменного тока - постоянного тока	 250В 30В
Максимальный ток нагрузки каждого выхода	5 А
Гальваническое разделение цепей	Дискретные выходы гальванически изолированы друг от друга, от входов, других выходов и остальных цепей. Напряжение гальванической развязки не менее 1500 В.
Сигнал логического "0" Сигнал логической "1"	Разомкнутое состояние контактов реле. Замкнутое состояние контактов реле.
Вид нагрузки	Активная, индуктивная

2.3.2 Общие функциональные параметры

Таблица 2.6

Техническая характеристика	Значение
Максимальное число функциональных блоков в программе	98
Число функциональных блоков в библиотеке	Более 80
Выполнение программы пользователя, не более	0,1 с
Погрешность цифровой обработки информации: суммирование, вычитание умножение, деление извлечение квадратного корня	 0,001% 0,001% 0,01%
Погрешность часов реального времени за сутки, не более	3 сек

2.3.3 Функциональные параметры регуляторов

Таблица 2.7

Техническая характеристика	Значение
Максимальное число независимых контуров	9
Вид регулятора в каждом контуре	Локальный аналоговый, локальный импульсный, каскадный аналоговый, каскадный импульсный
Режим работы каждого контура	Локальный, каскадный, дистанционный, ручной
Вид задания в каждом контуре	Ручное, программное, внешнее (супервизорное)
Закон регулирования в каждом контуре	ПИД, ПИ, ПД, П, Трехпозиционное, двухпозиционное
Контролируемые параметры	Задание, вход, рассогласование, выход, значение произвольного параметра
Параметры настройки	См. паспорт соответствующего функционального блока
Параметры ручного задатчика:	
Способ установки	Больше-меньше
Дискретность установки	0,01%
Время изменения на 100%, не более	16 с
Вид балансировки	Динамическая, статистическая
Разрешающая способность контроля положения исполнительного механизма по цифровому индикатору “Выход”	0,1%

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

2.3.4 Функциональные параметры программных задатчиков

Таблица 2.8

Техническая характеристика	Значение
Максимальное число участков одной программы	48
Выполнение программы	Однократное, многократное, циклическое
Максимальное число многократного повторения программы	99
Команды управления программой	Выбор программы, пуск, стоп, сброс, переход к следующему участку
Состояния программы	Пуск, стоп, сброс, конец программы
Контролируемые параметры	Номер программы; номер повторения; номер участка; время, оставшееся до окончания участка; состояние программы
Управление выходами:	
Способ управления в ручном режиме	Больше-меньше
Время изменения аналогового сигнала в ручном режиме	Не более 16 сек

2.3.5 Внешний интерфейс

Магистральный последовательный канал интерфейсной связи используется для построения локальной или распределенной сети и имеет следующие характеристики:

Таблица 2.9

Техническая характеристика	Значение
Тип канала	Асинхронный полудуплексный
Топология сети	"Общая шина"
Конфигурации сети	Многоточечная
Интерфейс	RS-485
Протокол связи	ModBus RTU
Число контроллеров (приемопередатчиков) в сети	До 31 на одном сегменте сети
Тип приемопередатчиков	Дифференциальный, потенциальный
Скорость передачи данных (устанавливается пользователем)	2,4; 4,8; 9,6; 14,4; 19,2; 28,8; 38,4; 57,6; 115,2; 230,4; 460,8; 921,6 Кбит/с
Гальваническая развязка	Интерфейс гальванически изолирован от входов-выходов и остальных цепей
Длина линии связи сети	До 1,2 км в зависимости от установленной скорости передачи данных
Тип линий связи	Витая пара, экранированная витая пара
Назначение интерфейса	Для конфигурирования прибора, для использования в качестве удаленного контроллера при работе в современных сетях управления и сбора информации (приема-передачи команд и данных), для междуконтроллерного обмена

2.3.6 Общие технические характеристики

Таблица 2.10

Техническая характеристика	Значение
Габаритные размеры блока контроллера	(110 x 160 x 58) mm
Напряжение питания	~ от 100 до 242 В (50 ± 1) Гц =(24±4) В постоянного тока
Потребляемая мощность	Не более 7 ВА (~ 220 В), Ток потребления не более 300 мА (= 24 В).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

2.3.7 Корпус. Условия эксплуатации

Таблица 2.11

Техническая характеристика	Значение
Тип корпуса	Корпус для DIN-реечного монтажа
Крепление корпуса	В электрощитах
Рабочая температура	от минус 40 °С до плюс 70 °С
Температура хранения (предельная)	от минус 40 °С до плюс 70 °С
Климатическое исполнение	исполнение группы 4 согласно ГОСТ 22261, но для работы при температуре от минус 40 °С до 70 °С
Атмосферное давление	От 85 до 106,7 кПа
Вибрация	исполнение 5 согласно ГОСТ 22261
Помещение	Закрытое, взрыво- пожаробезопасное. Воздух в помещении не должен содержать пыли и примеси агрессивных паров и газов, вызывающих коррозию (в частности: газов, содержащих сернистые соединения или аммиак).
Положение при монтаже	Любое
Степень защиты	IP20 по ГОСТ 14254-96
Вес, не более	0,5 кг

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3 Состав изделия

3.1 Комплект поставки контроллера

3.1.1 В состав программируемого контроллера МИК-52Н входят изделия, перечисленные в табл. 3.1.

Таблица 3.1 - Комплект поставки контроллера МИК-52Н

Обозначение	Наименование	Кол
ПРМК.421457.009	Контроллер микропроцессорный МИК-52Н	1 шт.
ПРМК.421457.009 ПС	Паспорт	1 экз.
ПРМК.421457.009 РЭ1 ПРМК.421457.005 РЭ2	Руководство по эксплуатации	*)
232-209/026-000	Розетка угловая	**)
232-206/026-000	Розетка угловая	***)
734-203	Розетка прямая	***)
231-131	Рычаг монтажный	1 шт.
734-230	Рычаг монтажный	***)
*) 1 экз. на любое количество изделий данного типа при поставке в один адрес **) 4 шт. при условии заказа контроллера с напряжением питания 24 В постоянного тока 5 шт. при условии заказа контроллера с напряжением питания 220 В переменного тока ***) 1 шт. при условии заказа контроллера с напряжением питания 24 В постоянного тока		

3.1.2 В состав модуля расширения МР-51Н входят изделия, перечисленные в табл. 3.2.

Таблица 3.2 - Комплект поставки модуля расширения МР-51Н

Обозначение изделия	Наименование изделия	Количеств
ПРМК.421459.004 ПС	Модуль расширения МР-51Н	1 шт.
ПРМК.421459.004 ПС	Паспорт	1 экз.
	Шлейф соединительный	1 шт.
232-203/026-000	Разъем питания	*)
734-203	Разъем питания	**)
734-106	Разъем для подключения цепей аналоговых сигналов	1 шт.
232-209/026-000	Разъем для подключения цепей ввода-вывода дискретных сигналов	4 шт.
231-131	Рычаг монтажный	1 шт.
734-230	Рычаг монтажный	1 шт.
*) 1 шт. при поставке модуля расширения с питанием переменного тока **) 1 шт. при поставке модуля расширения с питанием постоянного тока		

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.2 Заказ контроллера МИК-52Н

Обозначение при заказе: МИК-52Н-F-AA-BB-CC-DD-GG-HH-JJ-KK-E-U-L,

где:

F – тип дискретных выходных сигналов

Т – транзисторные выходные сигналы

Р – релейные выходные сигналы

AA, BB, CC, DD, GG, HH, JJ, KK - код входного сигнала соответственно 1-го, 2-го, 3-го, 4-го, 5-го, 6-го, 7-го и 8-го каналов:

01 - 0-5 мА,
02 - 0-20 мА,
03 - 4-20 мА,
04 - 0-10 В,

E - код выходного унифицированного аналогового сигнала:

1 - 0-5 мА,
2 - 0-20 мА,
3 - 4-20 мА,
4 - 0-10В,

U - напряжение питания:

220 - 220В переменного тока,
24 - 24В постоянного тока.

3.3 Заказ модуля расширения МР-51Н для контроллера МИК-52Н

Обозначение при заказе: МР-51Н-ММ-F-RST-U,

где:

ММ – модуль расширения

11 – 1 аналоговый выход +16 дискретных входов
13 – 1 аналоговый выход + 8 дискретных входов + 8 дискретных выходов
15 – 1 аналоговый выход + 16 дискретных выходов
16 – 3 аналоговых выхода +16 дискретных входов
17 – 3 аналоговых выхода + 8 дискретных входов + 8 дискретных выходов
18 – 3 аналоговых выхода + 16 дискретных выходов

F – тип выходных сигналов модуля расширения

0 – для модели МР-51Н-11 и МР-51Н-16
Т – транзисторные выходные сигналы
Р – релейные выходные сигналы

RST – код выходного аналогового сигнала (соответственно 1,2 и 3 выхода)

01 - 0-5 мА,
02 - 0-20 мА,
03 - 4-20 мА,
04 - 0-10 В,

Для моделей

- 11, 13 и 15 (с одним аналоговым выходом) указывается код только первого канала **R00**
- 16, 17 и 18 (три аналоговых выхода) указывается код для всех трех каналов **RST**

U - напряжение питания:

220 - 220В переменного тока,
24 - 24В постоянного тока.

Примечание! Питающее напряжение МИК-52Н и модуля расширения МР-51Н рекомендуется заказывать одинаковыми.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4 Функциональные возможности

4.1 Архитектура контроллера

4.1.1 Базовые архитектурные элементы

Архитектура контроллера МИК-52Н описывает информационную организацию контроллера и характеризует его как звено системы управления.

Часть архитектурных элементов структуры реализована аппаратно, часть - программно. Все программное обеспечение, формирующее архитектуру, зашито в постоянном запоминающем устройстве и пользователю недоступно. Независимо от того, как реализованы элементы архитектуры – аппаратно или программно – пользователь может представлять контроллер как изделие, в котором все элементы реально существуют в виде отдельных узлов.

В состав архитектуры контроллера входит (см. рис.4.1):

- аппаратура ввода-вывода информации (базовой модели и модулей расширения);
- аппаратура оперативного управления и настройки;
- аппаратура интерфейсного канала;
- функциональные блоки;
- библиотека функциональных блоков.

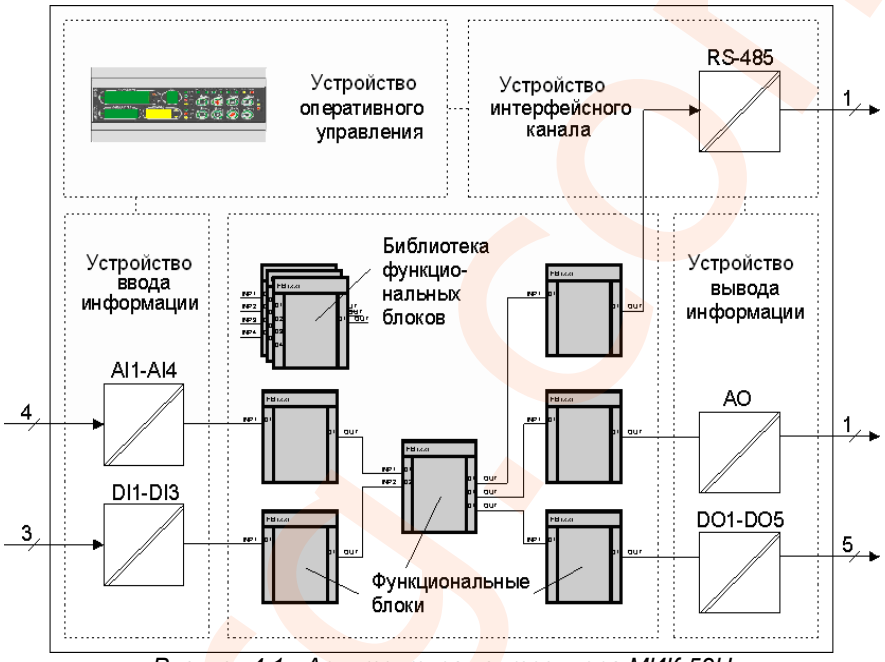


Рисунок 4.1 - Архитектура контроллера МИК-52Н

4.1.2 Внешние сигналы и аппаратура ввода-вывода

Контроллер рассчитан на прием и выдачу двух видов сигналов:

- аналоговых;
- дискретных.

Формирование импульсных сигналов на выходе импульсного регулятора выполняется программно и эти сигналы поступают на исполнительные механизмы через дискретные выходы контроллера. Аппаратура ввода (входные УСО) преобразуют аналоговые и дискретные сигналы, поступающие на вход контролера, в цифровую форму. Аппаратура вывода (выходные УСО) осуществляет обратное преобразование.

Внешние цепи подключаются к контролеру через внешний разъем и разъемы для подключения цепей ввода-вывода.

Все аналоговые и дискретные входы и выходы контроллера полностью универсальны в таком смысле, что в исходном состоянии они не «привязаны» к каким-либо функциям контроллера. Такая привязка осуществляется пользователем и реализуется в процессе программирования.

4.1.3 Аппаратура оперативного управления и настройки

Аппаратура оперативного управления (лицевая панель) рассчитана на оператора-технолога и оператора-наладчика. Лицевая панель имеет набор клавиш, светодиодных и цифровых индикаторов, с помощью которых оператор-технолог «ведет» технологический процесс: контролирует его параметры, изменяет режимы управления, меняет уставки, пускает, останавливает и сбрасывает программу и т. д.

С помощью лицевой панели можно программировать контроллер, выполнять настройку его параметров, а также контролировать значения переменных во внутренних точках структуры.

В общем виде лицевую панель (пульт настройки) можно рассматривать как интерфейс с человеком.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.1.4 Аппаратура интерфейсного канала

В контроллере имеется интерфейсный канал последовательной связи. Этот канал имеет приемо-передатчик, преобразующий входной поток последовательных бит информации в цифровую информацию, представленную в виде байтов (т. е. преобразующий последовательный код в параллельный), а также осуществляющий обратное преобразование.

Принимаемые и передаваемые сообщения хоть и являются цифровыми, но они могут «представлять» любые сигналы, обрабатываемые контроллером: аналоговые, временные, числовые и т.д.

Все сигналы передаются через интерфейс последовательно, но скорость их передачи достаточно велика для того, чтобы для процессов большого и среднего быстродействия можно было считать, что все сигналы передаются одновременно.

4.2 Функциональные блоковые диаграммы (FBD)

4.2.1 Функциональные блоки

В исходном состоянии функциональные блоки отсутствуют и никакие функции по обработке сигналов контроллером не выполняются.

Реализованные программно функциональные блоки образуют область управления контроллера.

Функциональный блок является элементарным звеном FBD-программ.

Система программирования реализована в соответствии с требованиями стандарта Международной Электротехнической Комиссии (МЭК) IEC 1131-3 и предназначена для разработки программного обеспечения предназначенного для сбора данных и управления технологическими процессами, выполняемыми на программируемых контроллерах.

В качестве языка программирования в системе реализован язык функциональных блоковых диаграмм Function Block Diagram (FBD), предоставляющий пользователю механизм объектного визуального программирования.

4.2.2 Библиотека функциональных блоков

Контроллер содержит обширную библиотеку функциональных блоков, достаточную для того, чтобы решать сравнительно сложные задачи автоматического регулирования и логико-программного управления. Помимо функциональных блоков автоматического регулирования и логико-программного управления в библиотеке имеется большой набор функциональных блоков, выполняющих динамические, статические, математические, логические и аналого-дискретные преобразования сигналов.

Часть библиотечных функциональных блоков выполняет особую задачу: она связывает аппаратуру контроллера с основной массой функциональных блоков. К этим «связным» функциональным блокам относятся:

- функциональные блоки ввода и вывода аналоговых и дискретных сигналов,
- функциональные блоки обслуживания лицевой панели,
- функциональные блоки приема и передачи сигналов через интерфейсный канал.

Аппаратные элементы структуры контроллера (входные и выходные УСО, лицевая панель, интерфейсный канал) начинают выполнять свои функции лишь после того, как будут использованы какие-либо соответствующие функциональные блоки.

Более подробно библиотека и описание функциональных блоков представлены в руководстве *ПРМК.421457.005 РЭ2*.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.3 Общие свойства функциональных блоков

4.3.1 Входы-выходы и параметры функциональных блоков

В общем случае функциональный блок имеет свои входы, выходы, параметры настройки и функциональное ядро.

Функциональный блок - это графическое изображение вызова одной из функций. Графически каждый функциональный блок можно представить в виде прямоугольника (см. рис.4.2), внутри которого имеется обозначение функции, выполняемой блоком. Входы функционального блока соединяются связями с другими блоками. Один или несколько функциональных блоков соединенные связями между собой, образуют программу на языке FBD.

Функциональным блокам в программе пользователя присваиваются **порядковые номера**, которые идентифицируют блок в системе, а также определяют очередность выполнения блоков в программе.

Далее по тексту руководства по эксплуатации используется единая система условных обозначений функциональных блоков (порядковых номеров, типов, модификатора) в программе пользователя:

08-SUMM(13)-04, где:

08	- порядковый номер функционального блока в программе пользователя,
SUMM(13)	- условное обозначение типа (функции блока) и библиотечный номер блока,
04	- модификатор количества входов (число входов) (указывается для функциональных блоков, в которых имеется модификатор, и не указывается для блоков, в которых модификатор отсутствует).

Каждый блок в зависимости от выполняемой им функции имеет определенное количество входов и выходов. Входы всегда расположены слева, а выходы - справа.

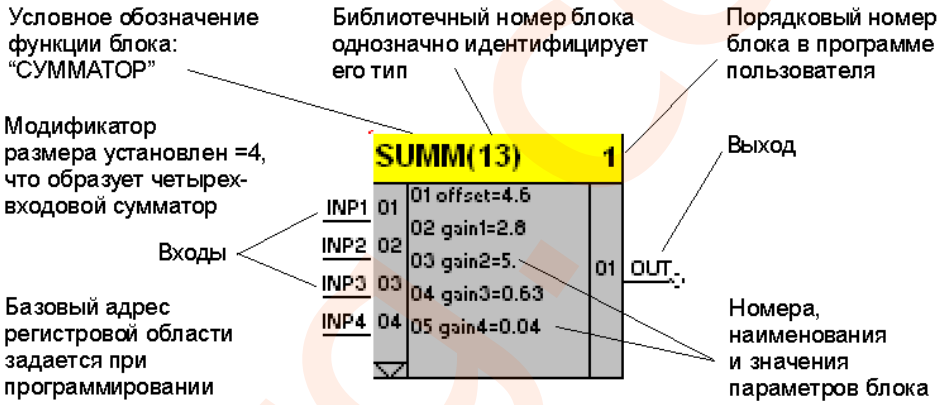


Рисунок 4.2 - Функциональный блок сумматора

Параметры настройки функционального блока задают различные свойства, например, номер входного сигнала, коэффициент усиления, масштабный коэффициент, смещение сигнала, постоянная времени фильтра, максимальные и минимальные границы изменения какого-либо параметра и т.п.

В результате выполнения функциональным блоком соответствующей функции на его выходах формируются сигналы, которые определяются состоянием входных сигналов и настроечных параметров.

Под базовым адресом регистровой памяти разуметься память выделена под каждое свойство функциональных блоков. К примеру функциональный блок SUMM(13) изображен на рисунке 4.2, занимает ячейки памяти 01,02…05. Если в программе есть еще один идентичный блок, как изображен на рисунке 4.2 и его порядковый номер 2, то уже его свойства будут занимать ячейки с 06 по 10 и т д. Блоки без свойств не вносятся в регистровую область.

Так, например, на рис.4.2, на вход сумматора поступает 4 сигнала. Эти сигналы суммируются с учетом соответствующих масштабных коэффициентов, которые указаны в параметрах, добавляется смещение и результирующий сигнал поступает на выход функционального блока.

Таким образом, на выходе функционального блока сумматора формируется сигнал, который зависит от входных сигналов и установленных параметров и для примера на рис. 4.2, может быть представлен математической зависимостью:

$$OUT = 2,8*INP1 + 5*INP2 + 0,63*INP3 + 0,04*INP4 + 4,6$$

Число входов и выходов функционального блока не фиксировано и определяется видом функционального блока. Ни в одном функциональном блоке число ВХОДОВ не превышает 12, число ВЫХОДОВ также не превышает 12.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

В частном случае функциональный блок может не иметь входов или выходов. Выше речь шла о доступных или явных входах и выходах функционального блока, т. е. тех входах-выходах, которые можно свободно конфигурировать – подключать к другим функциональным блокам.

Некоторые функциональные блоки имеют неявные входы и (или) выходы, имеющие специальное назначение и не доступные для конфигурирования. К таким функциональным блокам относятся вся группа связных функциональных блоков: функциональные блоки ввода-вывода, функциональные блоки приемо-кпередачи, функциональные блоки оперативного управления, функциональные блоки пользовательской панели индикации и управления.

Как только один из таких функциональных блоков используется, его неявные входы и (или) выходы автоматически соединяются с аппаратурой, обслуживать которую призван данный функциональный блок.

Например, как только будет использован функциональный блок аналогового ввода, неявные входа этого функционального блока автоматически соединятся с АЦП соответствующего канала, обрабатывающим сигналы. А на выходах этого функционального блока будут сформированы общедоступные сигналы, эквивалентные сигналам, поступающим на аналоговые входы контроллера.

Поэтому, если на вход какого-либо функционального блока нужно подать аналоговый сигнал, этот вход при программировании следует соединить с соответствующим выходом (масштабированным или не масштабированным) функционального блока аналогового ввода AIN (рис. 4.3).

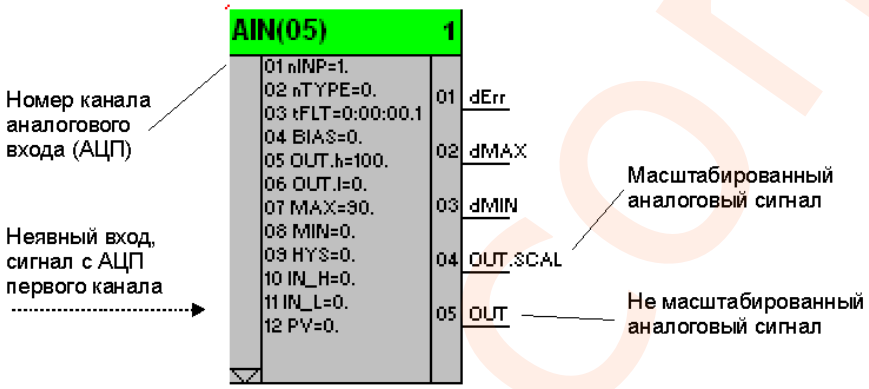


Рисунок 4.3 - Функциональный блок аналогового ввода с неявными входами

Неявные входы и выходы на графических схемах функциональных блоков не отображаются.

Все входы и параметры функционального блока, имеют сквозную нумерацию от 1 до 98. Выходы функционального блока также нумеруются двухзначной десятичной цифрой от 1 до 98.

Если параметры функционального блока являются связанными параметрами, т.е. подключенными к каким-либо выходам других блоков, то их нумерация осуществляется со смещением, равным максимальному номеру входа.

В каждом конкретном функциональном блоке, число входов и (или) выходов может быть меньше указанного максимального значения.

4.3.2 Реквизиты функциональных блоков

В общем случае библиотечный функциональный блок имеет следующие реквизиты:

- библиотечный номер, соответствующий номеру выполняемой функции;
- базовый адрес регистровой области параметров;
- модификатор размера, определяющий, например, количество входов блока и т.п.

Библиотечный номер представляет собой двухзначную десятичную цифру и является основным параметром, характеризующим свойства функционального блока.

В библиотеке контроллера нет ни одного функционального блока, который не имел бы номера, но в диапазоне чисел от 00 до 98 есть номера, которым не соответствует ни один из имеющихся типов функциональных блоков. Такие номера называются «пустыми» и этим номерам условно можно поставить в соответствие понятие «пустого» функционального блока. «Пустой» функциональный блок не имеет входов-выходов, никакой работы не выполняет и не влияет на работу других функциональных блоков, но в памяти занимает определенное место и требует некоторого (небольшого) времени на обслуживание.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Обычно **модификатор** задает число однотипных входов или операций, которые может выполнять один функциональный блок. Модификатор размера также задает дополнительные свойства функционального блока. Например, в сумматоре модификатор размера задает число суммируемых ВХОДОВ, а в программном задатчике – число участков программы и т. п.

Модификатор размера (количества входов) устанавливается на УРОВНЕ 2 программирования функциональных блоков.

Ряд функциональных блоков (например, интегрирования, умножения и т. д.) модификатора не имеет.

Функциональные блоки одного типа с одним и тем же номером функции, используемые в разных блоках, могут иметь индивидуальный модификатор в каждом функциональном блоке.

Наличие модификатора существенно расширяет возможности функциональных блоков. Например, при использовании функционального блока многовходового «И», один блок может иметь четыре входа, а в другом случае три - см. пример на рис. 4.4.

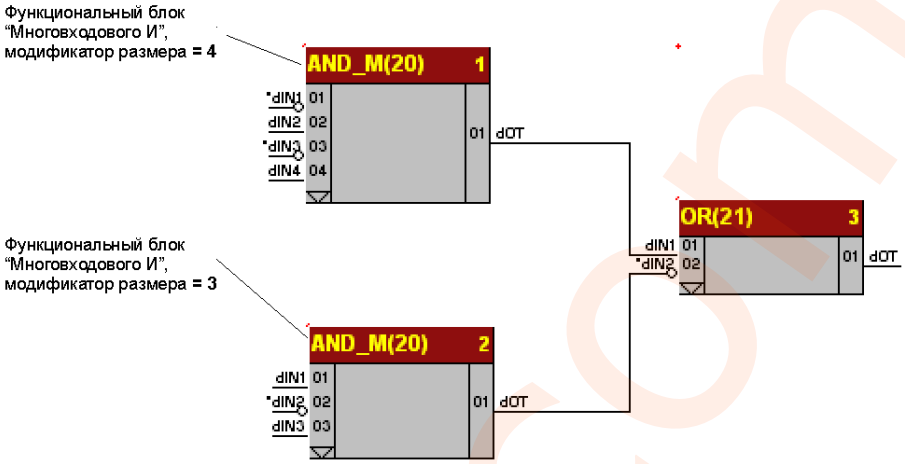


Рисунок 4.4 - Влияние модификатора размера

Базовый адрес регистровой области параметров. Параметры каждого функционального блока должны размещаться в регистровой области друг за другом, по порядку, начиная с адреса 0000, указанного в соответствующем реквизите функционального блока. То есть базовый адрес функционального блока – это номер ячейки регистровой области памяти контролера в которой должен размещаться первый параметр этого функционального блока. Базовый адрес регистровой области параметров функционального блока настраивается пользователем в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЯ на уровне конфигурирования функционального блока (уровне №2).

4.3.3 Программирование функциональными блоками

При программировании функциональными блоками в большинстве случаев действуют правила:

• функциональным блокам присваиваются порядковые номера, которые идентифицируют блок в системе, а также определяют очередность выполнения блоков в программе;
• функциональному блоку может быть присвоен любой порядковый номер;
• в одной программе функциональные блоки одного и того же типа можно использовать многократно;
• не может быть свободных (неподключенных) входов функционального блока;
• допускаются связи входов и выходов любого типа, т.к. преобразование типов осуществляется автоматически.

Из этих правил имеются следующие исключения:

• для некоторых функциональных блоков имеется ограничение на кратность их использования в пределах одного контроллера. Так, функциональный блок аналогового ввода можно использовать лишь столько раз сколько аналоговых входов его повторное использование лишено смысла. Аналогичные ограничения (по аналогичным причинам) имеют другие функциональные блоки ввода-вывода информации.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.3.4 Программная модель функционального блока

Программная модель функционального блока представлена на рис. 4.5.

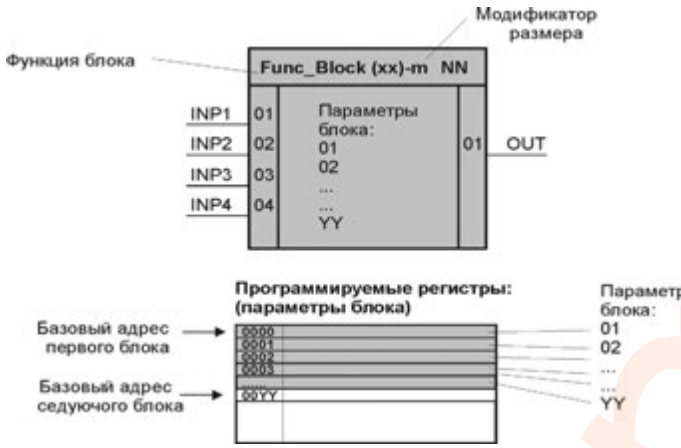


Рисунок 4.5 - Программная модель функционального блока

4.4 Возможности конфигурирования

4.4.1 Задачи конфигурирования

В процессе конфигурирования для каждого входа каждого функционального блока задается источник сигнала (здесь и далее имеются в виду только явные входы и выходы функциональных блоков, неявные входы и выходы имеют фиксированную «приписку» и конфигурированию не подлежат). Все возможности конфигурирования одинаковы как для входов, так и для параметров, поэтому в дальнейшем между ними не делается различия.

Не может быть свободных (неподключенных) входов функционального блока.

Сигналы, подаваемые на входа поступают с выходов функциональных блоков. При конфигурации для входов задается номер функционального блока и номер выхода, к которому подключается данный вход.

Указанные конфигурационные возможности позволяют строить управляющие структуры самых различных конфигураций. Так, связи входов с выходами функциональных блоков позволяют выполнять сложную алгоритмическую обработку сигналов. Например, нужно связать 12 свойство (задание ПИД-регулятора) с 2 аналоговым входом. Для этого на 3 уровне (программирование связей) нужно выбрать номер и выход блока которого нужно связать, в нашем случае 1 блок 4 выход, после этого выбрать номер блока свойство которого нужно связать (в данном случае 3 блок) и номер который формируется как «номер свойства которое должно быть связное» + «все входа данного функционального блока».

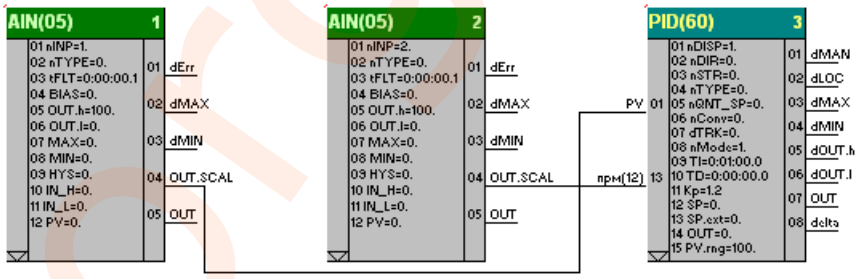


Рисунок 4.6 – Связные параметры

Аналогичная связь параметров функциональных блоков позволяет выполнить автоматическое изменение любого параметра настройки (автоподстройка).

4.4.1.1 Инверсия сигналов

Расширению функциональных возможностей служит еще одна возможность - сигнал на любом входе при необходимости можно инвертировать.

Используется только для дискретных сигналов и обозначает изменение состояния (замену 1 на 0 и 0 на 1) см. рис. 4.4, 4.6.

Возможность инвертирования позволяет управлять инвертированным сигналом, запускать или сбрасывать таймер не передним, а задним фронтом сигнала и т. д.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.4.2 Правила конфигурирования

Возможности конфигурирования не зависят от функционального блока и определяются следующими правилами (рис. 4.7):

• Не может быть свободных (неподключенных) входов функционального блока.
• Любой дискретный вход функционального блока можно инвертировать (в исходном состоянии инверсия отсутствует).
• К любому входу любого функционального блока можно подключить специальный функциональный блок, который задает сигнал в виде значения (константы или коэффициента).
• Выхода функционального блока могут оставаться свободными (неподключенными).

На рис. 4.7 представлен пример конфигурирования.

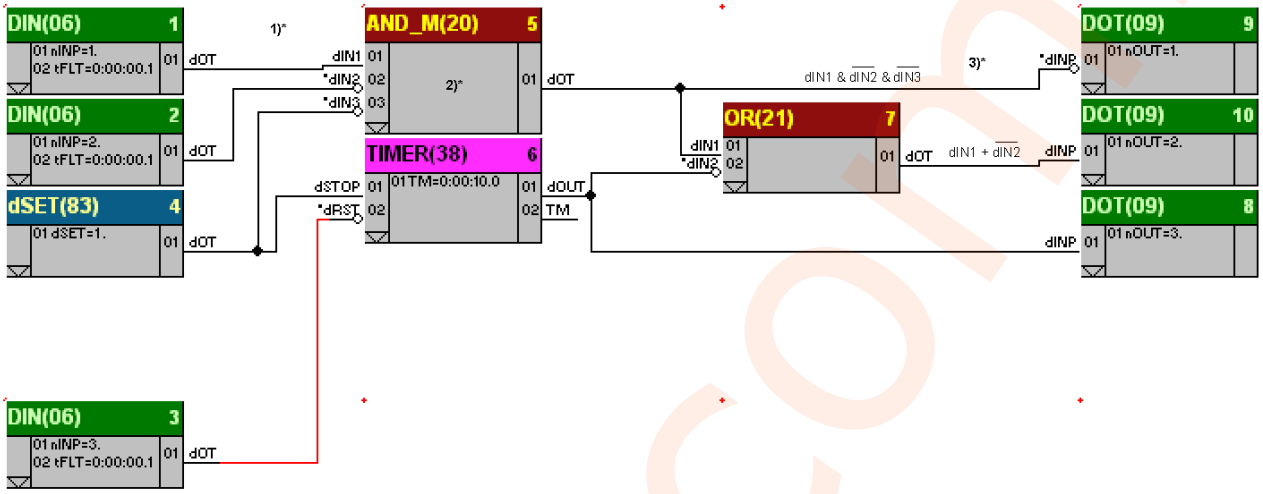


Рисунок 4.7 - Пример конфигурирования

Единая система условных обозначений функциональных блоков: их порядковых номеров в программе пользователя, обозначение типа (функции блока) и библиотечный номер блока, а также значение модификатора размера (количества входов) приводится в разделе 4.3.1.

На рис. 4.7 представлены различные примеры и варианты конфигурирования:

1) показана связь функционального блока многовходового «И» 5-MULTI_AND(20)-03 и функционального блока дискретного входа 01-DIN(06). Для образования данной связи, на уровне конфигурации, вход 01 функционального блока 5-MULTI_AND(20)-03 подключается к выходу 01 функционального блока 01-DIN(06).

2) показан вариант конфигурации, при которой два внешних входных дискретных сигнала и один коэффициент (в данном случае роль коэффициента выполняет логическая переменная, установленная функциональным блоком 4-dSET(83) обрабатываются функциональным блоком многовходового логического «И» 5-MULTI_AND(20)-03 в соответствии с зависимостью:

$$dOT = dIN1 \,\&\, \overline{dIN2} \,\&\, \overline{dIN3}.$$

где: dOT - результат обработки, dIN1, dIN2 - дискретные сигналы, поступающие на вход контроллера, dIN3 - коэффициент, принимающий значения 0 или 1 и устанавливаемый оператором вручную. Для подключения к дискретным входам контроллера используются функциональные блоки ввода дискретных сигналов 01-DIN(06) и 02-DIN(06). Входы 01 и 02 функционального блока многовходового И 5-MULTI_AND(20)-03 подключаются к выходу 01 блока 01-DIN(06) и выходу 01 функционального блока 02-DIN(06), а вход 03 функционального блока многовходового И 5-MULTI_AND(20)-03 подключается к блоку 4-dSET(83) для задания логической переменной.

3) Выходной сигнал функционального блока многовходового И 5-MULTI_AND(20)-03 подается на 1-й дискретный выход контроллера, для чего на вход 01 блока дискретного выхода 9-DOT(09) подключен 01 выход блока многовходового И 5-MULTI_AND(20)-03. Сигнал на входе 01 функционального блока дискретного выхода 9-DOT(09) инвертируется.

4) На рис.4.7 показана инверсия входов следующих функциональных блоков:
Вход 02 и 03 блока 5-MULTI_AND(20)-03, вход 02 блока 6-TIMER(38), вход 02 блока 7-OR(21), вход 01 блока 9-DOT(09).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.5 Сигналы и параметры

4.5.1 Типы сигналов, параметров и типы данных

Несмотря на то, что входные и выходные сигналы контроллера могут быть только двух видов - аналоговые и дискретные, функциональные блоки рассчитаны на обработку сигналов, имеющие большие разнообразия.

Наличие более разнообразных сигналов связано с двумя обстоятельствами. Во-первых, в составе библиотеки есть функциональные блоки, связанные с отсчетом реального времени (таймеры, программные задатчики и т. п.) и со счетом числа событий (счетчики). Во-вторых, как указывалось в п. 4.3.1, параметры настройки функциональных блоков задаются с помощью сигналов на его настроечных входах, а параметров настройки с точки зрения их формата имеют большое разнообразие.

В табл. 4.1 представлен полный перечень сигналов, обрабатываемых функциональными блоками. В связи с тем, что параметры настройки могут задаваться аналогичными сигналами, поступающими на настроечные входы функциональных блоков, в таблице не делается различия между сигналами и параметрами настройки. В табл. 4.1 приведен максимальный диапазон изменения сигналов. В конкретном функциональном блоке этот диапазон может быть ограничен. Например, выходной сигнал функционального блока регулирования ограничен установленными уровнями встроенного ограничителя или например, числовой сигнал, характеризующий номер текущего участка программы, ограничен параметром функционального блока программного задатчика, задающего количество участков, и т. п.

Перечень сигналов, обрабатываемых функциональными блоками, включает следующие типы:

- аналоговый (измеряемые параметры, значение аналоговых входов-выходов, технические единицы, коэффициент, скорость изменения параметра и т.п.);
- дискретный, импульсный;
- числовой;
- временной (уставка времени, длительность импульса).

В контроллере МИК-52Н все описанное выше многообразие типов сигналов и параметров настройки обслуживается общепринятым набором типов данных.

При этом обеспечивается простой интерфейс с базами данных других языков программирования, что способствует унификации и развитию программного обеспечения контроллера. В таблице 4.1. представлен набор типов данных языка, используемых при реализации функциональных блоков.

Таблица 4.1 - Типы данных

Наименование типа	Диапазон изменения*	Объем занимаемой памяти	Количество используемых регистров
Дискретное	0 или 1	2 байта	1 регистр
Целое стандартное	-32768 … 32767	2 байта	1 регистр
Целое длинное	-2147483648 … 2147483647	4 байта	2 регистра
Вещественное	$-3{,}4\times10^{-38}$ … $3{,}4\times10^{+38}$	4 байта	2 регистра

* Примечание. Диапазон изменения типов данных на лицевой панели контроллера ограничен соответственно числами от –9999 до 9999.

Соответствие типов данных, типов сигналов и параметров настройки функциональных блоков приведено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Соответствие типов данных, типов сигналов и параметров настройки

Сигналы и параметры настройки функциональных блоков	Размерность	Типы данных
1 Аналоговый (измеряемые параметры, значение аналоговых входов-выходов, технические единицы, коэффициент, скорость изменения параметра и т.п.	% или технические единицы	Вещественный
2 Дискретный, импульсный	0 / 1	Целое стандартное
3 Числовой	-	Целое стандартное
4 Временной (время, длительность импульса)	часы, минуты, секунды, десятые доли секунд, для индикации: 0 – 99ч 59м (0 – 3599999 – для изменения параметров по сети)*1	Целое длинное

**1. Например если есть значение времени ЧЧ:ММ:СС:Д (часы:минуты:секунды:доли секунд), то значение целого длинного Х буде равно: Х = Д + 10*СС + 600*ММ + 36000*ЧЧ.*

Размерность аналоговых сигналов и параметров, а также скорости их изменения определяется в процессе калибровки контроллера и может быть задана либо в процентах, либо в технических единицах.

Размерность временных параметров задается диапазоном времени конкретного функционального блока (часы, минуты или минуты, секунды соответственно).

В процессе вычислений значения сигналов и параметров контроллера автоматически ограничиваются диапазоном изменения соответствующих типов данных.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

При контроле аналоговых сигналов в технических единицах на цифровых индикаторах разрешающая способность индикации не превышает 0,001 единиц (или 0,01%).

Аналоговые сигналы формируются на выходе таких функциональных блоков, как регуляторы, сумматоры, задатчики, интеграторы и т. д. К аналоговым сигналам относятся такие параметры настройки, как пределы срабатывания компаратора, уровень ограничения и т. п. Несмотря на то, что на аналоговых входах и выходах контроллера сигнал меняется в диапазоне 0-100% на выходе функциональных блоков аналоговый сигнал может изменяться в более широком диапазоне – в диапазоне соответствующих типов данных. Это позволяет, например, складывать два числа, каждое из которых равно 90%, и на выходе сумматора получать правильный результат. Если результат каких-либо вычислений оказывается больше установленного типа данных, то сигнал на выходе функционального блока ограничивается значениями соответствующего типа данных.

Временные сигналы формируются на выходе таймеров, программных задатчиков, одновибраторов и т. п. функциональных блоков. К временным сигналам относятся такие параметры настройки, как постоянные времени, протяженность участка, время выдержки и т. п. В контролере предусмотрены четыре размерности для временных сигналов: десятые доли секунд, секунды, минуты и часы. Конкретная размерность определяется соответствующим типом функционального блока (см. табл. 4.2).

Для временных сигналов минимальный шаг изменения и установки в действительности реализуется, только если этот шаг больше времени цикла, с которым работает контроллер.

Числовые сигналы – это сигналы на выходе счетчика или других функциональных блоках, работа которых связана с отсчетом событий. Числовыми могут быть и параметры настройки, например, число может задать граничное значение сигнала на выводе счетчика, номер этапа, к которому должна перейти логическая программа и т. п.

Дискретные сигналы обычно обрабатываются логическими функциональными блоками и функциональными блоками, связанными с переключением сигналов. Однако дискретными могут быть и параметры настройки. Например, дискретные сигналы в функциональном блоке задания определяют, должна ли выполняться статическая и динамическая балансировка.

Масштабный коэффициент – это параметр настройки ряда функциональных блоков, где требуется масштабирование сигналов. Так, этот коэффициент используется в функциональных блоках аналогового ввода и вывода, суммирования с масштабированием и т. п. Коэффициент пропорциональности используется в основном в функциональных блоках регулирования.

Скорость изменения аналоговых сигналов – это параметр настройки задающий, например, скорость изменения при динамической балансировке или задающей ограничения скорости в функциональном блоке ограничения скорости.

Длительность импульса – это параметр настройки функционального блока импульсного вывода. Этот параметр задает минимальную длительность импульса, формируемого импульсным регулятором. Длительность импульса отсчитывается в десятых долях секунды.

Технические единицы – это параметры настройки функциональных блоков оперативного контроля. С помощью этих параметров задается формат числа, в котором контролируемые параметры (например, параметр, задание, рассогласование и т. д.) выводятся на индикаторы лицевой панели.

4.5.2 Взаимное соответствие сигналов и параметров

При конфигурировании функциональных блоков разнотипность сигналов на соединяемых входах не является препятствием для их соединения. Единственно, что необходимо при этом учитывать - это взаимное соответствие диапазона изменения различных сигналов.

Например, если временной выход таймера связать с аналоговым входом сумматора, то значение на входе сумматора будет определяться согласно соотношению: X = 10*T.

Взаимное соотношение имеется не только между непрерывными сигналами, но и между непрерывными сигналами, с одной стороны, и дискретными с другой. Если, например, вход сумматора связать с выходом логического функционального блока, то при изменении сигнала на выходе последнего с нуля на единицу сигнал на входе сумматора будет дискретно изменяться с 0 на 1 (единиц или %).

Взаимное соответствие различных сигналов на выходах и входах функциональных блоков приведено в табл. 4.3.

Таблица 4.3 - Взаимное соответствие сигналов

Сигнал на входе блока (приемник)	**Сигнал на выходе блока (источник)**			
	Аналоговый, X,%	**Временной, T**	**Числовой, N**	**Дискретный, D**
Аналоговый, X,%	X = X	X = 10*T	X = N	X = 0, при D = 0 X = 1, при D = 1
Временной, T	T = целая часть X	T = T	T = 0,1*N	T = 0, при D = 0 T = 0,1, при D = 1
Числовой, N	N = целая часть X	N = 10*T	N = N	N = 0, при D = 0 N = 1, при D = 1
Дискретный, D	D = 1, при X > 0 D = 0, при X ≤ 0	D = 1 при любом T	D = 1, при N > 0 D = 0, при N ≤ 0	D = D

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.6 Порядок обслуживания функциональных блоков

4.6.1 Цикличность работы

Циклограмма работы контроллера представлена на рисунке 4.8. Время цикла выполнения программы пользователя фиксировано и составляет 0,1 секунды. Вначале обслуживается первый функциональный блок, затем второй и т.д. пока не будет обслужен последний функциональный блок. Когда время в пределах установленного времени цикла истечет программа вновь перейдет к обслуживанию первого функционального блока.

Сеанс сетевого обмена с верхним уровнем условно показан в цикле контроллера. На самом деле сетевой обмен носит случайный характер по отношению к циклу контроллера.

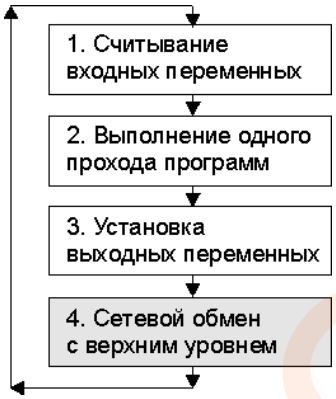


Рисунок 4.8 - Циклограмма работы контроллера

Общее время, затрачиваемое на обслуживание функциональных блоков $T_{ФБ}$ и интерфейсного канала $T_{ИН}$, должно быть меньше времени цикла, равного 0,1 сек:

$$T_{ФБ} + T_{ИН} < 0,1 \text{ сек}$$

4.6.2 Задержка обслуживания функциональных блоков

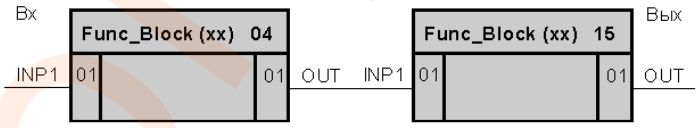
В каждом цикле функциональный блок получает на свои входы сигналы, вычисленные в предыдущем цикле функциональными блоками, к которым данный функциональный блок подключен по конфигурации.

Цикличность обслуживания функциональных блоков приводит к тому, что задержка в обработке сигналов зависит от порядка программирования соединенных между собой функциональных блоков.

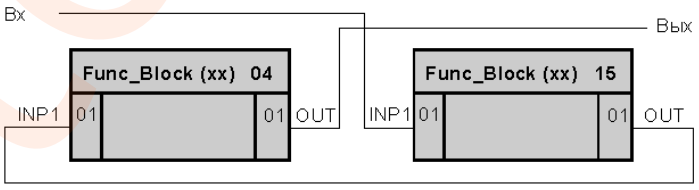
Поэтому, например, в схеме рис. 4.9а общая задержка обработки составляет один цикл, а в схеме рис. 4.9б – два цикла.

Это обстоятельство следует учитывать при программировании функциональных блоков.

Общая рекомендация: для минимизации задержки желательно, чтобы функциональный блок-источник имел меньший номер, чем функциональный блок-приемник (величина этой разницы значения не имеет).



а) Номер блока-источника меньше номера блока-приемника, задержка - один цикл



б) Номер блока-источника больше номера блока-приемника, задержка - два цикла

Рисунок 4.9 - Задержка обслуживания

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5 Сетевая архитектура

5.1 Общее описание сети

Контроллер МИК-52Н имеет интерфейсный канал последовательной связи, с помощью которого контроллеры могут объединяться в локальную или распределенную управляющую сеть. В сети контроллеры могут обмениваться информацией, как с компьютером, так и между собой.

Физическая организация сети представлена в разделе 5.2.

Логическая организация сети представлена в разделе 5.3 и имеет следующие возможности сетевого обмена информацией:

1) обмен информацией между контроллерами (компьютер является диспетчером сетевого обмена),

2) обмен информацией между контроллерами и компьютером,

3) комбинированная организация обмена, объединяющая все преимущества двух первых способов сетевого обмена.

5.2 Физическая организация сети

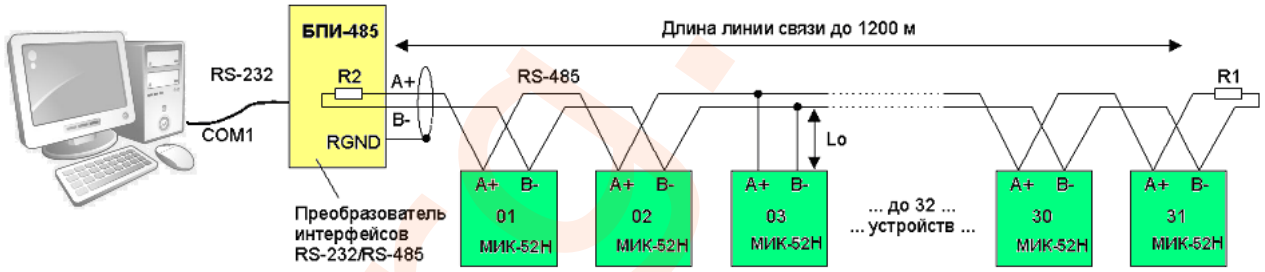
Контроллеры в сети связываются друг с другом с помощью витой пары проводов. Длина линии связи может достигать 1200 м (на одном сегменте сети) в зависимости от установленной скорости передачи данных. Для увеличения длины линии связи, а также количества сегментов - используют магистральные усилители.

Сеть имеет многоточечную конфигурацию и шинную топологию. Для построения сети контроллеров (до 31), предназначенных для обмена информацией с компьютером необходимо дополнительное устройство, которое используется для преобразования интерфейсов RS-232 в RS-485 - БПИ-485 (или USB в RS-485 - БПИ-52).

Если контролеры размещаются недалеко друг от друга (например, в пределах одного помещения), экранировать провода не требуется. При значительных расстояниях между контроллерами и наличии помех на линии предпочтительно использовать экранированную витую пару.

К интерфейсным входам контроллеров, расположенным в крайних точках соединительной линии необходимо подключить два терминальных резистора сопротивлением 120 Ом (R1 и R2). Подключение резисторов к контроллерам № 01-30 не требуется. Подключение терминальных резисторов в блоке преобразования интерфейсов БПИ-485 (БПИ-52) смотри в руководстве по эксплуатации на БПИ-485 (БПИ-52). Подключение терминальних резисторов в контроллерах МИК-52Н см. рисунок 5.1, 10.10.

Структурная схема подключения интерфейсных цепей показана на рис. 5.1.



** Длина ответвлений от линии связи L_0 (при указанном способе подключения) должна быть наименьшей.*

Рисунок 5.1 - Структурная схема подключения интерфейсных цепей

5.3 Логическая организация сети

5.3.1 Сетевая адресация контроллеров

Каждому контроллеру МИК-52Н, подключенному к сети, присваивается уникальный логический номер - сетевой адрес или номер прибора в сети. Этот номер устанавливается в процессе программирования на уровне конфигурации в процедуре «системные параметры» (см. раздел. 7).

Порядок сетевых адресов в сети никак не связан с физическим порядком включения контроллеров. Сетевые адреса могут устанавливаться в любой последовательности или иметь пропуски.

При установке сетевых адресов должны выполняться следующие правила:

- значение сетевого адреса устанавливается в пределах 0-255;
- контроллер, который участвует в обмене, не должен иметь сетевой адрес, равный 0. При N=0 контроллер программно отключен от сети, и не реагирует ни на какие запросы внешних абонентов, но при этом целостность сети сохраняется;
- максимальное число контроллеров, объединяемых одним сегментом сети, не должно превышать 31. При использовании магистральных усилителей количество контроллеров не должно превышать 250;
- в одной сети не должно быть двух или более контроллеров, имеющих одинаковый сетевой адрес.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.3.2 Возможности обмена информацией между контроллерами

Обмен информацией между контроллерами осуществляется на уровне выходов и/или параметров функциональных блоков.

Инициализацию обмена информацией между контроллерами производит мастер-устройство сети – компьютер или другой контроллер, посылая в сеть специальную широковещательную команду о начале сетевого обмена. Компьютер (или другой контроллер) являясь диспетчером сетевого обмена, проводит синхронизацию и контроль над обменом по сети. Контроллер (диспетчер сетевого обмена) должен использовать функциональный блок LAN_SV(1).

Физическая организация сети представлена в разделе 5.2.

При связи функциональных блоков через сеть имеется ряд особенностей:

• Непосредственно связывать функциональные блоки через сеть нельзя - для такой связи используются два специальных функциональных блока: блок интерфейсного вывода LAN_OUT(04) и блок интерфейсного ввода LAN_IN(03).

• Если выходные сигналы каких-либо функциональных блоков должны передаваться в другие контроллеры, соответствующие выходы функциональных блоков по стандартной процедуре конфигурирования подключаются к входам функционального блока интерфейсного вывода LAN_OUT(04).

• Если какие-либо функциональные блоки одного контроллера должны принимать сигналы от другого контроллера, их входы по стандартной конфигурации соединяются с выходами блока интерфейсного ввода LAN_IN(03).

• Один функциональный блок интерфейсного ввода LAN_IN(03) организует связь только с одним функциональным блоком интерфейсного вывода LAN_OUT(04) другого контроллера. Если данному контроллеру необходимо связаться с несколькими контроллерами, в нем необходимо запрограммировать несколько функциональных блоков интерфейсного ввода LAN_IN(03).

• В функциональном блоке интерфейсного ввода LAN_IN(03) устанавливается сетевой адрес контроллера-источника, т.е. того контроллера, от которого будут получены данные.

• В каждом контроллере может устанавливаться любое число функциональных блоков интерфейсного ввода-вывода. Каждый контроллер может передавать в сеть произвольное количество сигналов.

В качестве примера на рис. 5.2 показана связь двух контроллеров, имеющих сетевые адреса 05 и 11.

При данной конфигурации:

1) Вход 01 блока аналогового выхода 5-AOT(08) контроллера №1 через сеть подключен к выходу 01 блока суммирования 01-SUMM(13)-02 контроллера №2.

2) Вход 01 блока логического ИЛИ 6-OR(21) контроллера №1 через сеть подключен к выходу 01 блока логического И 2-AND(19) контроллера №2.

Более подробно библиотека и описание функциональных блоков, в том числе блоков интерфейсного вывода LAN_OUT(04) и интерфейсного ввода LAN_IN(03) представлены в руководстве по эксплуатации *ПРМК.421457.005 РЭ2*.



Рисунок 5.2 - Связь двух контроллеров через функциональные блоки интерфейсного ввода-вывода

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.3.3 Возможности обмена информацией между контроллерами и компьютером

Инициализацию обмена информацией между контроллерами производит мастер-устройство сети - компьютер. В сети возможна связь между любым контроллером и компьютером.

Физическая организация сети представлена в разделе 5.2.

Компьютер может взаимодействовать с контроллером на следующих уровнях:

- на уровне входов-выходов функционального блока,
- на уровне программируемых регистров – параметров функционального блока (см. модель блока рис.4.5).

При обмене информацией с функциональным блоком указывается номер блока, а при обмене с программируемыми регистрами - номер регистра.

Компьютер посылает контроллеру запрос или команду и получает от контролера соответственно ответ или подтверждение (см. рис. 5.3). Запрос посылается компьютером при необходимости получить от контроллера (функционального блока) какую-либо информацию.

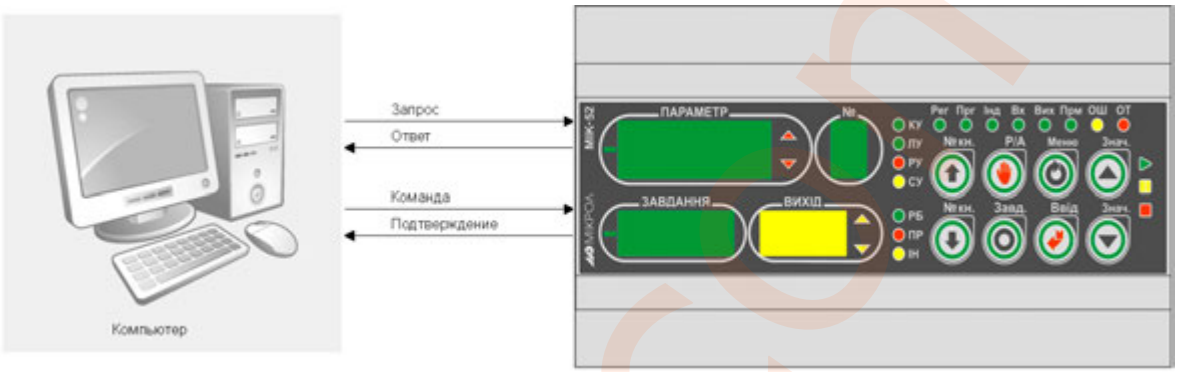


Рисунок 5.3 - Виды сообщений при связи с компьютером

Получив запрос, контроллер готовит требуемую информацию и передает ее компьютеру в виде ответа. Команда посылается компьютером при необходимости изменить параметры настройки блока.

Получив команду, контроллер ее исполняет и передает компьютеру подтверждение.

Компьютер при обмене информацией с контроллерами имеет ряд возможностей:

- Запросить значение сигнала на любом выходе любого блока в любом контроллере.
- Запросить значение любого параметра настройки любого блока в любом контроллере.
- Изменить значение любого параметра любого блока в любом контроллере.
- Осуществлять пуск/стоп программного задатчика.
- Запросить наличие ошибок в любом контроллере. При работе с оперативными параметрами компьютер может запрашивать и изменять те же параметры, которые наблюдает и изменяет оператор, работая с лицевой панелью контроллера (см. гл. 6).

5.3.4 Возможности комбинированной организации обмена информацией между контроллерами и компьютером

Комбинированная организация обмена, объединяет все преимущества двух первых способов сетевого обмена:

1) обмен информацией между контроллерами (через компьютер),
2) обмен информацией между контроллерами и компьютером.

Логическая организация комбинированного обмена по сети имеет следующие возможности:

1) при обмене информацией между контроллерами (компьютер является диспетчером сетевого обмена), - контроллеры передают информацию по сети от одного - другому с помощью функциональных блоков сетевого обмена,

2) данная передаваемая информация (между контроллерами) по сети оказывается доступной и компьютеру.

Таким образом, комбинированная организация обмена предоставляет возможность сделать доступной информацию при сеансе обмена между контроллерами сразу нескольким абонентам сети: компьютеру и одному или нескольким контроллерам. Что тем самым сокращает время доступа к данным и период обмена по сети.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.4 Коммуникационные функции

Связь компьютера с сетью контроллеров организуется на трех уровнях: физическом, информационном и транспортном.

Физический уровень предназначен для электрической связи между компьютером и контроллерами. На физическом уровне используется интерфейс RS-485. Физический уровень организации сети представлен в разделе 5.2.

Информационный уровень придает передаваемым сообщениям определенный формат передаваемого кадра: на передающей стороне добавляет к сообщениям адрес устройства, функциональный код операции и байты контрольной суммы, а на приемной стороне выделяет данные и контролирует контрольную сумму сообщения. Смысл сообщения на информационном уровне не расшифровывается.

Транспортный уровень формирует смысловое содержание сообщения при передаче и расшифровывает смысл этого сообщения при приеме.

Интерфейс контроллера предназначен для программирования и конфигурирования прибора, для использования в качестве удаленного контроллера при работе в современных сетях управления и сбора информации (приема-передачи команд и данных), SCADA системах и т.п.

Протоколом связи по интерфейсу RS-485 является протокол MODBUS режим RTU (Remote Terminal Unit).

Для работы необходимо настроить коммуникационные характеристики контроллера таким образом, чтобы они совпадали с настройками обмена данными компьютера и других контроллеров. Характеристики сетевого обмена настраиваются на соответствующем уровне конфигурации, см. раздел 7.

При обмене по интерфейсному каналу связи, если происходит передача данных от контроллера в сеть, на лицевой панели контроллера мигает индикатор IHT.

Формирование области программируемых регистров контроллера представлено в разделе 5.4.1.

Количество запрашиваемых регистров не должно превышать 16. Если в кадре запроса заказано более 16 регистров, контроллер МИК-52Н в ответе ограничивает их количество до первых 16-ти регистров.

При программировании с компьютера необходимо контролировать диапазоны изменения значений параметров, указанные в таблицах 4.1-4.2.

Для обеспечения минимального времени реакции на запрос от ЭВМ в контроллере существует параметр - «Тайм-аут кадра запроса в системных тактах контроллера 1 такт = 250 мкс». Минимально возможные тайм-ауты для различных скоростей приведены в таблице 5.1:

Таблица 5.1 - Тайм-аут кадра запроса

Скорость, бит/с	**Время передачи кадра запроса, мсек**	**Тайм-аут, в системных тактах 1 такт = 250 мкс**
2400	36,25	135
4800	18,13	70
9600	9,06	35
14400	6,04	25
19200	4,53	20
28800	3,02	15
38400	2,27	12
57600	1,52	8
76800	1,13	5
115200	0,76	4
230400	0,38	3
460800	0,2	2
921600	0,1	1

Время передачи кадра запроса - пакета из 8-ми байт определяется соотношением (где: один передаваемый байт = 1 старт бит+ 8 бит + 1стоп бит = 10 бит):

$$T_{передачи} = 1000 * \frac{10\ бит * 8\ байт}{V\ бит/сек},\ мсек$$

Если наблюдаются частые сбои при передаче данных от контроллера, то необходимо увеличить значение его тайм-аута, но при этом учесть, что необходимо увеличить время повторного запроса от ЭВМ, т.к. всегда время повторного запроса должно быть больше тайм-аута контроллера.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.4.1 Формирование области программируемых регистров

На рисунке 5.4 приведен пример распределения базовых адресов параметров функциональных блоков, что определяет сформированную область программируемых регистров контроллера.

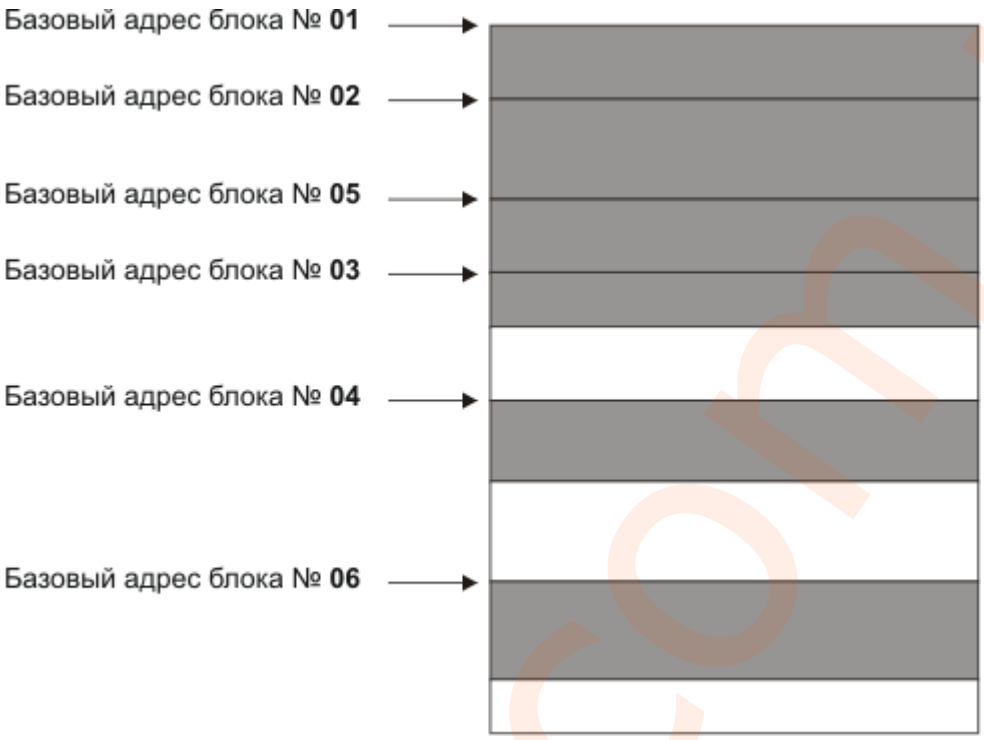


Рисунок 5.4 – Пример распределения базовых адресов параметров

Формирование регистров осуществляется в процессе программирования путем присвоения каждому функциональному блоку соответствующего базового адреса параметров (свойств) в регистровой области.

Присвоение базового адреса параметров каждого функционального блока производится на 2-м уровне программирования (см. раздел 7). Для каждого блока, начиная с первого, указывается только базовый адрес первого свойства (для блоков без свойств базовые адреса не выделяются), последующие свойства выделяются автоматически, для каждого следующего блока базовый адрес записывается с учетом уже существующих адресов. Например: для 1 блока с 4 свойствами первый адрес будет 0, а для следующего адрес будет 0+4, то есть его свойства будут занимать регистры с 4 по N.

Это позволяет зафиксировать свойства блоков в регистровой области, и их адресация (прямая) в дальнейшем не будет зависеть от изменений самой программы.

Косвенная адресация (Номер блока – Номер параметра или номер выхода) зависит от номера, который присваивается блоку в процессе программирования, изменение этого номера, например, с целью изменить порядок выполнения функциональных блоков, будет требовать изменения настройки в SCADA-системе.

5.4.2 MODBUS протокол

5.4.2.1 Формат байта, который принимается и передается контроллерами следующий:

1 start bit, 8 data bits, 1 Stop Bit (No Parity Bit)
LSB (Least Significant bit) младший бит передается первым.

Кадр сообщения протокола Modbus:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA	CRC CHECK
8 BITS	8 BITS	k x 8 BITS	16 BITS

Где k≤16 – количество запрашиваемых регистров. Если в кадре запроса заказано более 16 регистров, контроллер МИК-52Н в ответе ограничивает их количество до первых 16-ти регистров.

5.4.2.2 Device Address. Адрес устройства

Адрес контроллера (slave-устройства) в сети (1-255), по которому обращается SCADA система (master-устройство) со своим запросом. Когда удаленный контроллер посылает свой ответ, он размещает этот же (собственный) адрес в этом поле, чтобы master-устройство знало какое slave-устройство отвечает на запрос.

5.4.2.3 Function Code. Функциональный код операции

Контроллер МИК-51 поддерживает следующие функции протокола **Modbus RTU «Микрол»**:

Function	Функция	Метод адресации
03	Чтение регистра(ов) **(№+1)**	Непрямая адресация
04	Чтение параметров**(№+1)**	Непрямая адресация
16	Запись параметров	Непрямая адресация
65	Запись параметров	Прямая адресация
74	Чтение параметров	Прямая адресация
80	Инициализация обмена по сети	
81	Обмен по сети	

Контроллер МИК-51 поддерживает следующие функции протокола **Modbus RTU «Modicon»**:

Function	Функция	Метод адресации
03	Чтение и запись параметров **(№+1)*** Чтение регистров **(№+200)****	Непрямая адресация
16	Запись параметров	Непрямая адресация
65	Запись параметров	Прямая адресация
74	Чтение параметров	Прямая адресация
80	Инициализация обмена по сети	
81	Обмен по сети	

Подробный формат функциональных кодов операции представлен в разделе 5.4.4.

* Для чтения/записи значений параметров блоков, необходимо использовать следующую формулу:

Порядковый номер блока*256+(1+((Номер параметра блока -1)*2))=Регистр чтения/записи свойств блока

Например, если необходимо считать/записать значение параметра SP (номер свойства 12) блока USER(63) с порядковым номером 2, то по формуле:

2*256+(1+((12-1)*2))=535

** Для чтения значений выходов блоков, необходимо использовать следующую формулу:

Порядковый номер блока*256+(Номер выхода блока +200)=Регистр чтения выхода блока

Если выход блока – вещественный, то этот выход резервирует 2-а регистра, рассмотрим пример, необходимо рассчитать все регистры для выходов функционального блоку AIN(05) с порядковым номером 1, то по формуле:

Выход dErr: 256+1+200=457;
Выход dMAX: 256+2+200=458;
Выход dMIN: 256+3+200=459;
Выход OUT.SCAL: 256+4+200=460;
Выход OUT: 256+(5+1)+200=462

,где (5+1) - 5 - номер выхода OUT;
1 – выход OUT.SCAL – вещественный и резервирует 2 регистры.

5.4.2.4 CRC Check. Поле значения контрольной суммы

Значение этого поля - результат контроля с помощью циклического избыточного кода (Cyclical Redundancy Check -CRC).

После формирования сообщения (**address, function code, data**) передающее устройство рассчитывает CRC код и помещает его в конец сообщения. Приемное устройство рассчитывает CRC код принятого сообщения и сравнивает его с переданным CRC кодом. Если CRC код не совпадает, это означает что имеет место коммуникационная ошибка. Устройство не выполняет действий и не дает ответ в случае обнаружения CRC ошибки.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Последовательность CRC расчетов:

1. Загрузка CRC регистра (16 бит) единицами (FFFFh).
2. Исключающее ИЛИ с первыми 8 бит байта сообщения и содержимым CRC регистра.
3. Сдвиг результата на один бит вправо.
4. Если сдвигаемый бит = 1, исключающее ИЛИ содержимого регистра с A001h значением.
5. Если сдвигаемый бит нуль, повторить шаг 3.
6. Повторять шаги 3, 4 и 5 пока 8 сдвигов не будут иметь место.
7. Исключающее ИЛИ со следующими 8 бит байта сообщения и содержимым CRC регистра.
8. Повторять шаги от 3 до 7 пока все байты сообщения не обработаются.
9. Конечное содержимое регистра и будет значением контрольной суммы.

Когда CRC размещается в конце сообщения, младший байт CRC передается первым.

5.4.3 Пример расчета контрольной суммы (CRC)

Пример расчета контрольной суммы на языке СИ:

Example of CRC calculation in "C" language

```
unsigned int crc_calculation (unsigned char *buff, unsigned char number_byte)
{
  unsigned int crc;
  unsigned char bit_counter;

 crc = 0xFFFF;                                  // initialize crc

  while ( number_byte>0 )
          {
             crc ^= *buff++ ;                   // crc XOR with data
             bit_counter=0;                     // reset counter
             while ( bit_counter < 8 )
                      {
                        if ( crc & 0x0001 )
                           {
                             crc >>= 1;         // shift to the right 1 position
                             crc ^=  0xA001; // crc XOR with  0xA001
                           }
                         else
                           {
                             crc >>=1;          // shift to the right 1 position
                           }
             bit_counter++;                     // increase counter
          }

       number_byte--;                           // adjust byte counter
     }

  return (crc);                                 // final result of crc
}
```

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.4.4 Формат функциональных кодов операции

5.4.4.1 Чтение значения выхода функционального блока (адресация непрямая) Функциональный код операции 03

03 **Read Output Reg** Indirect Address

QUERY
Запрос

	Field Name	
1	Device	
2	Function	
3	NumBlock	block_num
4	NumOutput	out_num
5	QuantityHI	quantity
6	QuantityLO	
7	CRC_LO	
8	CRC_HI	

RESPONSE
Ответ

	Field Name type INT	**Field Name** type FLOAT, TIME	
1	Device	Device	
2	Function	Function	
3	QuantityByte	QuantityByte	
4	DataHI	DataHI (WordHI)	**3**
5	DataLO	DataLO (WordHI)	**2**
6	CRC_LO	DataHI (WordLO)	**1**
7	CRC_HI	DataLO (WordLO)	**0**
		CRC_LO	
		CRC_HI	

Где, 1,2,3 … - номер байта;
quantity – количество регистров (двух байтных);
QuantityByte – количество запрашиваемых байт данных (зависит от типа данных).

5.4.4.2 Чтение параметров (непрямая адресация) Функциональный код операции 04

04 **Read Property Reg** Indirect Address

QUERY
Запрос

	Field Name	
1	Device	
2	Function	
3	NumBlock	block_num
4	NumProperty	prop_num
5	QuantityHI	quantity
6	QuantityLO	
7	CRC_LO	
8	CRC_HI	

RESPONSE
Ответ

	Field Name
1	Device
2	Function
3	QuantityByte
4	DataHI
5	DataLO
6	DataHI
7	DataLO
8	CRC_LO
9	CRC_HI

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.4.4.3 Запись параметров (непрямая адресация) Функциональный код операции 16

16 **Write Property Reg** Indirect Address

QUERY
Запрос

Field Name		
1	Device	xx
2	Function	16
3	DataAddressHI	block_num
4	DataAddressLO	prop_num
5	DataQuantityHI	0
6	DataQuantityLO	2
7	ByteQuantity	4
8	DataHI	xx
9	DataLO	xx
10	DataHI	xx
11	DataLO	xx
12	CRC_LO	xx
13	CRC_HI	xx

RESPONSE
Ответ

Field Name	
1	Device
2	Function
3	DataAddressHI
4	DataAddressLO
5	DataQuantityHI
6	DataQuantityLO
7	CRC_LO
8	CRC_HI

5.4.4.4 Запись параметров (прямая адресация) Функциональный код операции 65

65 **Write Property Reg** Direct Address

QUERY
Запрос

Field Name	
1	Device
2	Function
3	DataAddressHI
4	DataAddressLO
5	DataQuantityHI
6	DataQuantityLO
7	ByteQuantity
8	DataHI
9	DataLO
10	DataHI
11	DataLO
12	CRC_LO
13	CRC_HI

RESPONSE
Ответ

Field Name	
1	Device
2	Function
3	DataAddressHI
4	DataAddressLO
5	DataQuantityHI
6	DataQuantityLO
7	CRC_LO
8	CRC_HI

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.4.4.5 Чтение параметров (прямая адресация)
Функциональный код операции 74

74 **Read Property** Direct Address

QUERY
Запрос

Field Name

1	Device
2	Function
3	DataAddressHI
4	DataAddressLO
5	QuantityHI
6	QuantityLO
7	CRC_LO
8	CRC_HI

RESPONSE
Ответ

Field Name

1	Device
2	Function
3	QuantityByte
4	DataHI
5	DataLO
6	DataHI
7	DataLO
8	CRC_LO
9	CRC_HI

5.4.4.6 Инициализация обмена по сети, обмен по сети
Функциональные коды операции 80, 81

80 **InitEXCHANGE**
81 **EXCHANGE**

80 InitEXCHANGE

QUERY
Запрос

Field Name

1	Device	XX
2	Function	80
3	NumBlockLanHI	block_num
4	NumBlockLanLO	0
5	QuantityHI	NOT USE
6	QuantityLO	NOT USE
7	CRC_LO	XX
8	CRC_HI	XX

81 EXCHANGE

RESPONSE
Ответ

Field Name

1	Device	XX
2	Function	81
3	NumBlockLanHI	block_num
4	NumBlockLanLO	0
5	DataQuantityHI	0
6	DataQuantityLO	quantity
7	ByteQuantity	XX
8	1DataHI	XX
9	1DataLO	XX
10	1DataHI	XX
11	1DataLO	XX
	…….	
53	12DataHI	XX
54	12DataLO	XX
55	12DataHI	XX
56	12DataLO	XX
57	CRC_LO	XX
58	CRC_HI	XX

Где: «NOT USE» - произвольное значение.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.4.4.7 Запись системных регистров
Функциональный код операции 13

13 **Write SYS registers**

QUERY Запрос **Field Name**		RUN	PROGRAM	**RESPONSE** Ответ **Field Name**
1	Device	xx	xx	1 Device
2	Function	13	13	2 Function
3	DataAddressHI	0	0	3 DataAddressHI
4	**DataAddressLO**	xx	xx	4 DataAddressLO
5	QuantityHI	0	0	5 QuantityHI
6	QuantityLO	0xFF	0	6 QuantityLO
7	CRC_LO	xx	xx	7 CRC_LO
8	CRC_HI	xx	xx	8 CRC_HI

Адрес	**Команда**	**Знач**	**Состояние**
DataAddressLO	Command	**QuantityLO**	State
1	PRG_STATUS Режим работы	0xFF 0	RUN PROGRAM
2	CHANGE_EN Разрешение изменения	0 0xFF	Disable Enable
3	LOAD(RAM) Загрузка программы		
4	SAVE(EEPROM) Сохранение в EEPROM		

5.4.4.8 Чтение системных регистров
Функциональный код операции 77

77 **Read SYS registers**

QUERY Запрос **Field Name**			**RESPONSE** Ответ **Field Name**	
1	Device	xx	1 Device	xx
2	Function	77	2 Function	77
3	DataAddressHI	0	3 QuantityByte	04
4	DataAddressLO	xx	4 DataHI	
5	QuantityHI	0	5 DataLO	
6	QuantityLO	2	6 DataHI	
7	CRC_LO	xx	7 DataLO	
8	CRC_HI	xx	8 CRC_LO	
			9 CRC_HI	

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6 Оперативное управление

6.1 Элементы оперативного управления

Для лучшего наблюдения и управления технологическим процессом контроллер МИК-52Н оборудован активной четырехразрядной цифровой индикацией. Для отображения измеряемой величины используется дисплей **ПАРАМЕТР**, заданной точки - дисплей **ЗАВДАННЯ**, значения управляющего воздействия - дисплей **ВИХІД**. Лицевая панель контроллера содержит необходимое количество клавиш обслуживания и сигнализационных светодиодных индикаторов для различных статусных режимов и сигналов. Внешний вид лицевой панели и элементов оперативного управления контроллера МИК-52Н приведен на рис. 6.1.

Назначения элементов оперативного управления контроллера МИК-52Н – дисплеев, светодиодных индикаторов и клавиш приведено в разделах 6.1.1-6.1.3.

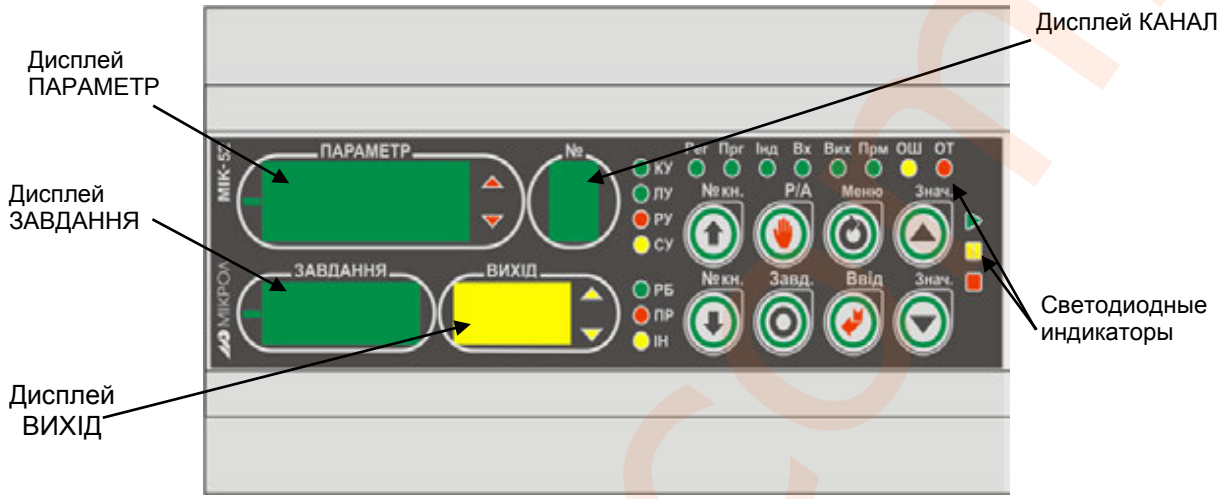


Рисунок 6.1 - Элементы оперативного управления

6.1.1 Назначение дисплеев лицевой панели

Дисплей	Назначение дисплея
• **ПАРАМЕТР**	В режиме РАБОТА индицирует значение выбранной измеряемой величины, регулируемой величины и т.п. В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ индицирует номер выбранного параметра.
• **ЗАВДАННЯ**	В режиме РАБОТА индицирует значение заданной точки выбранного контура регулирования или значение заданной точки выбранного программного задатчика или другое значение технологического параметра. В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ индицирует значение параметра программирования или конфигурации.
• **ВИХІД**	В режиме РАБОТА индицирует значение управляющего воздействия, подаваемого на аналоговый или импульсный выход устройства или сигнал положения исполнительного механизма (в %) выбранного регулятора. Индицирует значение управляющего воздействия задатчика выбранной пользовательской панели индикации и управления. В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на данный дисплей выводятся значения вспомогательных параметров.
• **КАНАЛ**	В режиме РАБОТА индицирует номер выбранного канала регулятора, программного задатчика, номер пользовательской панели. В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ индицирует номер уровня программирования.

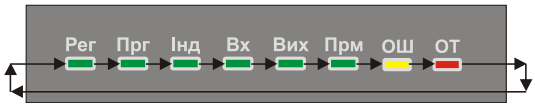
ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.1.2 Назначение светодиодных индикаторов

Индикатор	Назначение индикатора
• **Рег**	Светится, если выбрана *панель индикации и управления регулятором (PID(60), PID_CAS(61), PID_IMP(62), D_PID(95) или D_PID_I(96))*. Переключение номера регулятора осуществляется с помощью клавиш “№кн↑“ и “№кн↓“. Максимальное количество регуляторов задается при программировании (не более 9).
• **Прг**	Светится, если выбрана *панель индикации и управления программным задатчиком (т.е. функциональным блоком TM_PRG(57))*. Переключение номера программного задатчика осуществляется с помощью клавиш “№кн↑“ и “№кн↓“. .
• **Інд**	Светится, если выбрана *пользовательская панель индикации и управления*. Информация и управление определяются пользователем при программировании в функциональном блоке USER(63).
• **Вх**	Светится, если выбрана *панель индикации входов* функциональных блоков.
• **Вих**	Светится, если выбрана *панель индикации выходов* функциональных блоков.
• **Прм**	Светится, если выбрана *панель индикации и редактирования параметров* функциональных блоков. (см. также п.7.2.1.4).
• **ОШ**	Светится в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ и мигает в режиме РАБОТА при наличии ошибок программирования.
• **ОТ**	Светится только в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ, если существует системный или программируемый ОТКАЗ (см. раздел 7.2.1.7 – Контроль отказов).
• ►	Светится, если программный задатчик находится в режиме "работа".
• ||	Светится, если программный задатчик находится в режиме "ожидание" или "останов".
• ■	Светится, если программный задатчик находится в режиме "стоп" или "конец программы".
• **КУ**	Светится (в зависимости от выбранной структуры регулятора), если регулятор находится в каскадном режиме управления.
• **ЛУ**	Светится, если регулятор находится в локальном режиме управления.
• **РУ**	Светится, если регулятор находится в ручном режиме управления, и не светится, если регулятор находится в автоматическом режиме управления.
• **СУ**	Светится, если регулятор находится в следящем режиме управления (tracking).
• **РБ**	Светится, если контроллер МИК-52Н находится в режиме РАБОТА
• **ПР**	Светится, если контроллер МИК-52Н находится в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ.
• **ІН**	Мигает, если происходит передача данных по интерфейсному каналу связи.
• ▲ (дисплей ПАРАМЕТР)	Светится, если значение выбранной измеряемой величины превышает значение уставки сигнализации отклонения **MAX**.
• ▼ (дисплей ПАРАМЕТР)	Светится, если значение выбранной измеряемой величины меньше значения уставки сигнализации отклонения **MIN**.
• ▲ (дисплей ВИХІД)	Светодиодный индикатор состояния ключа БОЛЬШЕ импульсного или трехпозиционного регулятора. Светится при включенном ключе БОЛЬШЕ.
• ▼ (дисплей ВИХІД)	Светодиодный индикатор состояния ключа МЕНЬШЕ импульсного или трехпозиционного регулятора. Светится при включенном ключе МЕНЬШЕ.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.1.3 Назначение клавиш

Клавиша	Назначение клавиши
• **[↻] Меню**	В режиме РАБОТА с помощью данной клавиши осуществляется переключение панелей режимов индикации обозначенных светодиодными индикаторами, расположенными под дисплеем ЗАВДАННЯ. Каждое нажатие клавиши МЕНЮ приводит к переключению на следующий справа индикатор (и т.д. по кругу) - см. рис. 6.2:  *Рисунок 6.2 - Порядок переключения индикаторов режимов* В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ данная клавиши выполняет функцию отмены выполненных действий, операций.
• **[↵] Ввід**	Клавиша предназначена для подтверждения выполняемых действий, операций и для фиксации вводимых значений. Например, подтверждение перехода из автоматического режима работы в режим ручного управления и обратно, фиксация ввода измененной заданной точки, продвижение по уровням программирования и т.п.
• **[№кн ↑]**	Клавиша предназначена для изменения индицируемого канала (входа, регулятора, шага программного задатчика) в сторону увеличения. В режиме конфигурирования используется для настройки условий переходов программного задатчика.
• **[№кн ↓]**	Клавиша предназначена для изменения индицируемого канала (входа, регулятора, программного задатчика) в сторону уменьшения.
• **[Р/А]**	• Каждое нажатие клавиши вызывает переход регулятора из автоматического режима работы в режим ручного управления и обратно (совместно с нажатием клавиши **[↵]**, для подтверждения выполнения операции перехода). • Также, если выбрана панель индикации состояния программного задатчика, этой клавишей можно перевести программный задатчик в режим "работа", "ожидание" или "стоп".
• **[Завд.]**	Клавиша предназначена для вызова индицируемого значения внутренней заданной точки для редактирования или для переключения режимов заданных величин.
• **[▲] Знач.**	Клавиша "больше". При каждом нажатии этой клавиши осуществляется увеличение значений, заданной точки, выходного сигнала управления (управляющего воздействия) или значения изменяемого параметра. При удерживании этой клавиши в нажатом положении увеличение значений происходит непрерывно.
• **[▼] Знач.**	Клавиша "меньше". При каждом нажатии этой клавиши осуществляется уменьшение значений, заданной точки, выходного сигнала управления (управляющего воздействия) или значения изменяемого параметра. При удерживании этой клавиши в нажатом положении уменьшение значений происходит непрерывно.

Изменение значений выводимых на различные дисплеи (цифровые индикаторы) представлено на рисунке 6.3:

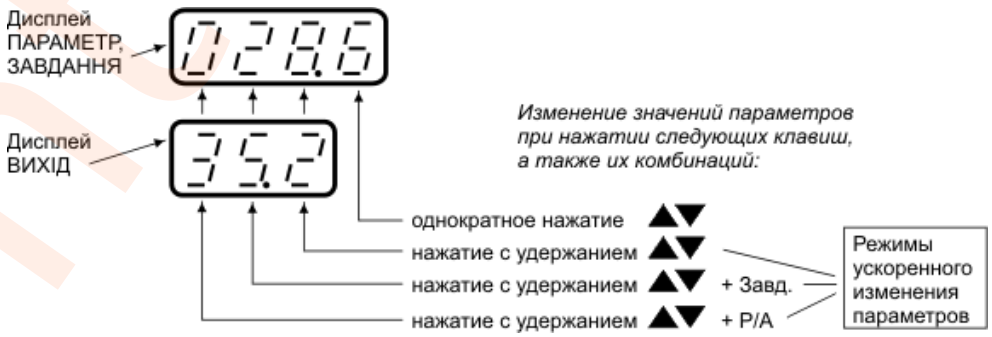


Рисунок 6.3 - Изменение значений на различных дисплеях

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.2 Оперативное управление контурами регулирования

6.2.1 Общие правила

Для того, чтобы вести оперативное управление контуром регулирования контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации регуляторов – светится индикатор РЕГ.

В контроллере можно организовать от 0 до 9 контуров регулирования.

Оперативное управление ведется по избирательному принципу: выбирается номер контура и для него контролируются и изменяются режимы, параметры и сигналы. Исключение составляет лишь контроль ошибок, который ведется для всего контроллера в целом.

6.2.2 Лицевая панель

Лицевая панель предназначена для оперативного управления контурами регулирования и содержит необходимые светодиодные, цифровые индикаторы и клавиатуру.

Лицевая панель контроллера МИК-52Н в режиме оперативного управления контурами регулирования представлена на рис.6.4.

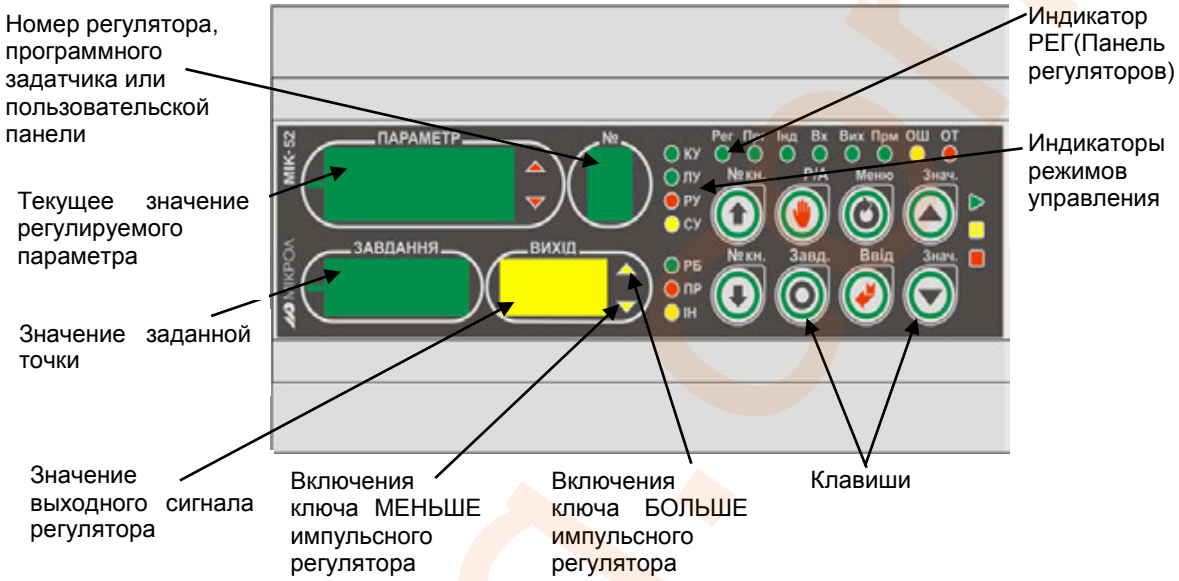


Рисунок 6.4 - Лицевая панель в режиме оперативного управления контурами регулирования

Одноразрядный дисплей "№" – контур - показывает номер контура регулятора, с которым работает оператор.

На четырехразрядный дисплей ПАРАМЕТР выводится текущее значение регулируемого параметра. Два светодиодных индикатора ▼ и ▲ в этой группе сигнализируют о срабатывании сигнализации выхода индицируемого параметра за уставки "меньше" или "больше".

На четырехразрядный дисплей ЗАВДАННЯ выводится текущее значение заданной точки.

На трехразрядный дисплей ВИХІД выводится значение сигнала на выходе регулятора. Два светодиодных индикатора ▼ и ▲ в этой группе сигнализируют о срабатывании выходов импульсного регулятора в направлении "меньше" или "больше".

Четыре светодиодных индикатора «режим управления» указывают, в каком режиме работает контур:

КУ – каскадное управление,
ЛУ – локальное управление,
РУ – ручное управление,
СУ – следящее управление.

Лицевая панель имеет 8 клавиш, с помощью которых ведется оперативное управление контурами регулирования.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.2.3 Изменение режимов рабочего уровня, уровни защиты рабочего уровня

На рабочем уровне возможно изменение режима работы регулятора – осуществление перехода из автоматического режима управления (каскадный – КУ и локальный - ЛУ) в ручной режим управления (РУ) и обратно, осуществлять изменение значения заданной точки, изменять значение управляющего воздействия (в ручном режиме управления регулятором).

Имеется уровень защиты для изменения режимов работы рабочего уровня. Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши **[↵]**, то данные действия оператора воспринимаются как неверное действие или случайное переключение режима работы. Это и представляет *уровень защиты* от случайного переключения режима работы, индикатор **КУ** перестанет мигать и погаснет, а регулятор останется в автоматическом локальном режиме управления.

6.2.3.1 Изменение режима работы регулятора

В регуляторах, используемых в контроллере МИК-52Н, имеется **три** режима работы управления объектом регулирования:

- автоматический режим работы, который состоит из режимов:
  - каскадный режим управления - КУ
  - локальный режим управления - ЛУ
- ручной режим работы - РУ.

Режим работы регулятора - автоматический (каскадный, локальный) или ручной является *запоминаемым состоянием*. После включения питания регулятор находится в том режиме, в котором он находился на момент отключения.

Каскадный режим работы регулятора выбирается при соответствующей конфигурации структуры функционального блока выбранного регулятора.
Более подробно библиотека и описание функциональных блоков, представлены в руководстве по эксплуатации *ПРМК.421457.005 РЭ2*.

Выбор режима управления: ручной РУ, локальный ЛУ, каскадный КУ осуществляется нажатием клавиши **[Р/А]** на лицевой панели регулятора с последующим нажатием клавиши **[↵]**. Переход из ручного режима управления РУ в каскадный КУ блокирован, и возможен только после выбора локального режима управления ЛУ. Блок-схема изменения режимов работы представлена на рис.6.5.

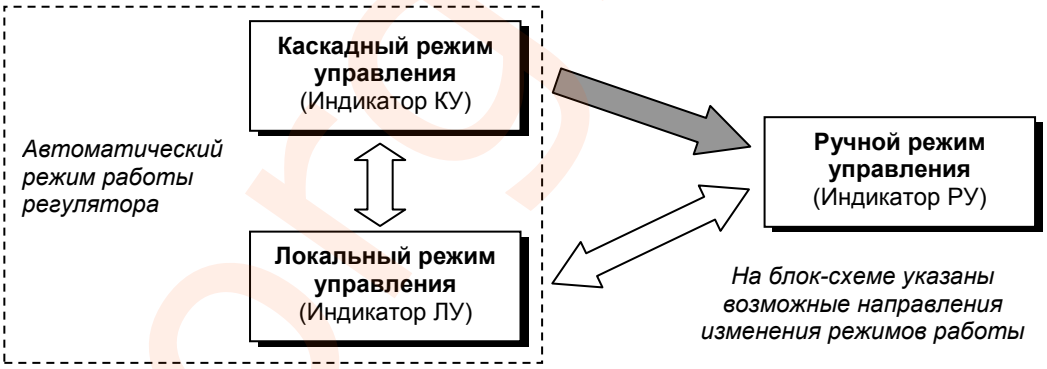


Рисунок 6.5 – Блок-схема изменения режимов работы

Выбор режима управления сопровождается свечением соответствующего светодиодного индикатора на лицевой панели прибора:

- в каскадном режиме светится индикатор **КУ**,
- в локальном режиме светится индикатор **ЛУ**,
- в ручном режиме светится индикатор **РУ**.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.2.3.2 Автоматический каскадный или локальный режим работы регуляторов

Переход на ручной режим работы

Автоматический каскадный или локальный режим работы

● В автоматическом каскадном или локальном режиме работы регулятор управляет объектом регулирования согласно выбранного закона регулирования и с соответствующими настройками пользователя.

○ **РУ**

● В автоматическом режиме работы индикатор **РУ** на лицевой панели погашен. Светится один из индикаторов **ЛУ** или **КУ**, в соответствии с выбранным на данный момент режимом.

☞ **[Р/А]**

● Для перехода в *ручной* режим управления необходимо нажать клавишу **[Р/А]** на лицевой панели регулятора.

✹ **РУ**

● Индикатор **РУ** на лицевой панели начинает мигать.

☞ **[↵]**

● **РУ**

● Если оператор нажал клавишу **[↵]** в процессе мигания индикатора **РУ** (приблизительно 10-15 секунд) – произойдет *фиксация выбранного режима* и регулятор перейдет в режим ручного управления, индикатор **РУ** будет светиться – что будет в дальнейшем указывать на ручной режим работы.

Уровень защиты

● Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши **[↵]**, то данные действия оператора воспринимаются как неверное действие или случайное переключение режима работы.
● Это и представляет ***уровень защиты*** от случайного переключения режима работы, индикатор **РУ** перестанет мигать и погаснет, а регулятор останется в автоматическом режиме управления – каскадном или локальном.

6.2.3.3 Ручной режим работы регуляторов

Переход на автоматический локальный режим работы

Ручной режим работы

● В ручном режиме работы оператор с лицевой панели с помощью клавиш **[▲]** “больше” и **[▼]** “меньше”, управляет выходом регулятора, тем самым формирует значение управляющего воздействия, подаваемое на исполнительный механизм.

○ **КУ**
○ **ЛУ**
● **РУ**

● Индикатор **РУ** на лицевой панели светится. Индикаторы **КУ** и **ЛУ** не светятся.

☞ **[Р/А]**

● Для перехода в автоматический *локальный* режим управления необходимо *дважды* нажать клавишу **[Р/А]** на лицевой панели регулятора.

○ **КУ**
✹ **ЛУ**
● **РУ**

● Индикатор **ЛУ** на лицевой панели начинает мигать, если оператор нажал клавишу **[↵]** в процессе мигания индикатора **ЛУ** (приблизительно 10-15 секунд) – произойдет *фиксация выбранного режима* и регулятор перейдет в режим автоматического *локального* управления.

☞ **[↵]**

○ **КУ**
● **ЛУ**
○ **РУ**

● Индикатор **РУ** погаснет и засветится индикатор **ЛУ** – что будет в дальнейшем указывать на автоматический *локальный* режим работы.

Уровень защиты

● Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши **[↵]**, то данные действия оператора воспринимаются как неверное действие или случайное переключение режима работы.
● Это и представляет *уровень защиты* от случайного переключения режима работы, индикатор **ЛУ** перестанет мигать и погаснет, а регулятор останется в ручном режиме управления.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.2.3.4 Автоматический локальный режим работы регуляторов

Переход на автоматический каскадный режим работы.

Автоматический локальный режим работы

● В автоматическом локальном режиме работы регулятор управляет объектом регулирования согласно выбранного закона регулирования и с соответствующими настройками пользователя.

○ **КУ**
● **ЛУ**
○ **РУ**

● Индикатор **ЛУ** на лицевой панели светится. Индикаторы **РУ** и **КУ** не светятся.

☞ **[Р/А]**

● Для перехода в автоматический *каскадный* режим управления необходимо *трижды* нажать клавишу **[Р/А]** на лицевой панели регулятора.

✹ **КУ**
● **ЛУ**
○ **РУ**

☞ **[↵]**

● Индикатор **КУ** на лицевой панели начинает мигать, если оператор нажал клавишу **[↵]** в процессе мигания индикатора **КУ** (приблизительно 10-15 секунд) – произойдет *фиксация выбранного режима* и регулятор перейдет в режим автоматического *каскадного* управления.

● **КУ**
○ **ЛУ**
○ **РУ**

● Индикатор **ЛУ** погаснет и засветится индикатор **КУ** – что будет в дальнейшем указывать на автоматический *каскадный* режим работы.

Уровень защиты

● Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши **[↵]**, то данные действия оператора воспринимаются как неверное действие или случайное переключение режима работы.
● Это и представляет *уровень защиты* от случайного переключения режима работы, индикатор **КУ** перестанет мигать и погаснет, а регулятор останется в автоматическом локальном режиме управления.

Индикация

● В каскадном регуляторе индикация параметров Master осуществляется при переходе на каскадное регулирование (свечение светодиода **КУ**), а Slave на локальном (свечение светодиода **ЛУ**)

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.2.4 Изменение значения заданной точки регуляторов

Для того, чтобы изменить заданную точку контура регулирования контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации регуляторов – светится индикатор РЕГ. На дисплей **ПАРАМЕТР** выводится значение измеряемой величины, а на дисплей **ЗАВДАННЯ** — значение заданной точки.

В регуляторе имеется заданная точка, используемая только в автоматическом режиме управления. По отношению к функциональному блоку регулирования заданная точка регулятора может быть внутренней или внешней.

Внутренняя заданная точка изменяется с лицевой панели прибора. Значение внутренней заданной точки является *запоминаемым значением*. После включения питания регулятор начинает работу с тем значением и с тем видом заданной точки, которое было на момент отключения.

Внешняя заданная точка регулятора может задаваться, например, с внешнего аналогового входа или формироваться другим функциональным блоком. При выбранном виде заданной точки как ВНЕШНЯЯ возможен только ее контроль на дисплее **ЗАВДАННЯ**, изменить ее значение с лицевой панели регулятора невозможно.

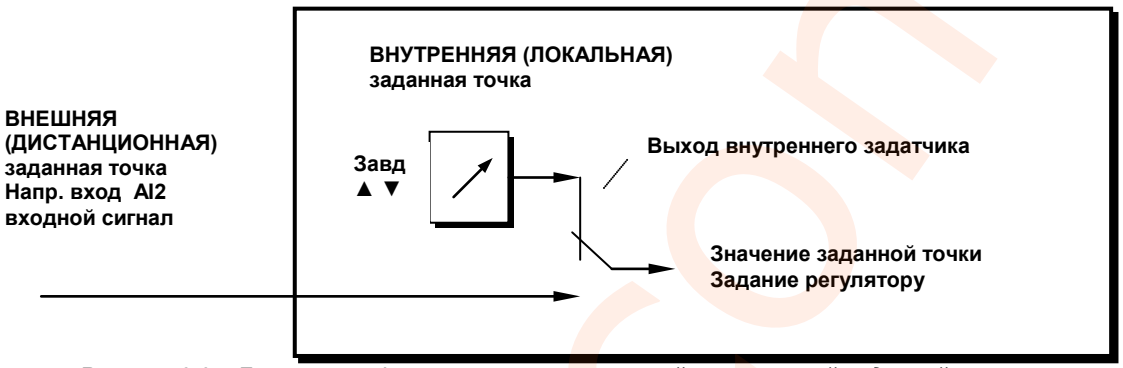


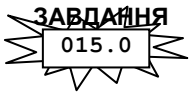
Рисунок 6.6 – Блок-схема формирования внутренней или внешней заданной точки

Процедура изменения значения внутренней заданной точки

● При выбранном регуляторе выбрать соответствующий режим индикации изменения заданной точки.

☞ **[Завд]**

● Для изменения значения внутренней (локальной) заданной точки необходимо нажать клавишу **[Завд]**.



● На лицевой панели начинает мигать дисплей **ЗАВДАННЯ**. На данном этапе при мигающем дисплее **ЗАВДАННЯ** возможно изменение значения внутренней заданной точки.

☞ **[▲]**
☞ **[▼]**

● С лицевой панели с помощью клавиш **[▲]** “больше” и **[▼]** “меньше”, установить необходимое значение внутренней заданной точки, индицируемой на дисплее **ЗАВДАННЯ**.

9

☞ **[↵]**

● Если оператор нажал клавишу **[↵]** в процессе мигания дисплея **ЗАВДАННЯ** (приблизительно 10-15 секунд) - регулятор перейдет на режим управления с новым значением внутренней заданной точки.

Уровень защиты

● Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши **[↵]** в процессе мигания индикатора **ЛУ** (приблизительно 10-15 секунд), то данные действия оператора воспринимаются как неверное действие или случайное изменение значения.

● Это и представляет *уровень защиты* от случайного изменения значения внутреннего задания, индикатор **ЛУ** перестанет мигать и начнет светиться, а регулятор вернется в работу с прежним значением внутренней (локальной) заданной точки.

Примечание. При изменении заданной точки регулятора действуют режимы ускоренного изменения значений – см. рис.6.3.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.2.5 Изменение значения управляющего воздействия

● **РУ**

● Для изменения значения управляющего воздействия регулятор должен находиться в ручном режиме управления. Если регулятор находится в автоматическом режиме, его необходимо перевести в ручной режим управления – см. раздел 6.4.1. Индикатор **РУ** на лицевой панели светится. Выбран ручной режим управления.

☞ **[▲]**
☞ **[▼]**

● В ручном режиме работы оператор с лицевой панели с помощью клавиш **[▲]** “больше” и **[▼]** “меньше”, управляет выходом регулятора, тем самым формирует значение управляющего воздействия, подаваемое на исполнительный механизм через ключи БОЛЬШЕ-МЕНЬШЕ или аналоговый выход, в зависимости от выбранного типа регулятора (см. параметры соответствующего функционального блока регулирования).

ВИХІД

20.0

● Значение выходного сигнала в % (в зависимости от выбранной структуры регулятора) индицируется значение на дисплее **ВИХІД**:
- выходного аналогового сигнала,
- значение выдаваемой мощности на выходные ключи БОЛЬШЕ-МЕНЬШЕ,
- внешний сигнал положения механизма.

ВИХІД

40.0

● При изменении значения управляющего воздействия после первого нажатия любой из клавиш **[▲]** “больше” или **[▼]** “меньше” начинает мигать дисплей **ВИХІД**, либо светодиодные индикаторы ▲ или ▼, указывая тем самым оператору какой параметр (сигнал) в данный момент изменяется.

ВИХІД

40.0

● После окончания изменения значения управляющего воздействия, по отпускании клавиш **[▲]** “больше” или **[▼]** “меньше” по истечении 3-4 секунд дисплей **ВИХІД** перестает мигать, а значение выхода фиксируется в энергонезависимой памяти.

Примечание. При изменении управляющего воздействия регулятора действуют режимы ускоренного изменения значений – см. рис.6.3.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.3 Оперативное управление программными задатчиками

6.3.1 Общие правила

Для того, чтобы вести оперативное управление программными задатчиками контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации програмного за датчика – светится индикатор ПРГ.

В контроллере можно организовать от 0 до 9 программных задатчиков.

Оперативное управление ведется по избирательному принципу: выбирается номер и для него контролируются и изменяются номера шагов задатчика.

6.3.2 Лицевая панель

Лицевая панель предназначена для оперативного управления контурами регулирования и содержит необходимые светодиодные, цифровые индикаторы и клавиатуру.

Лицевая панель контроллера МИК-52Н в режиме оперативного управления контурами регулирования представлена на рис.6.7.

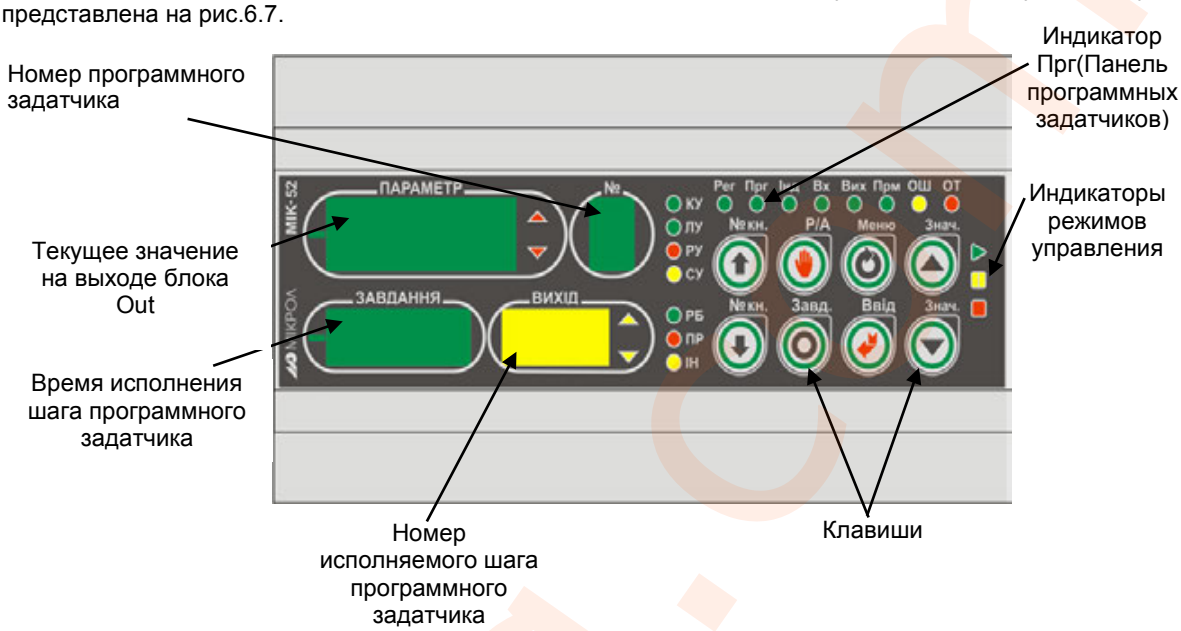


Рисунок 6.7 - Лицевая панель в режиме оперативного управления программным задатчиком

Одноразрядный дисплей "№" – показывает номер программного задатчика, с которым работает оператор.

На четырехразрядный дисплей ПАРАМЕТР выводится текущее значение подаваемое на выход программного задатчика.

На четырехразрядный дисплей ЗАВДАННЯ выводится время до окончания текущего шага программы.

На трехразрядный дисплей ВИХІД текущий шаг программного задатчика

Три светодиодных индикатора указывают, в каком состоянии работает контур:

- ▶ – программный задатчик в режиме «работа»,
- ⏸ – программный задатчик в режиме «пауза»,
- ■ – программный задатчик в режиме «стоп».

Лицевая панель имеет 8 клавиш, с помощью которых ведется оперативное управление контурами регулирования.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.3.3 Изменение режимов рабочего уровня, уровни защиты рабочего уровня

На рабочем уровне возможно изменение режима работы («работа», «пауза», «стоп») – осуществление перехода из режима работа в режим пауза, из режима паузы в режим стоп, из режима стоп в режим работа и наоборот.

Имеется уровень защиты для изменения режимов. Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши **[↵]**, то данные действия оператора воспринимаются как неверное действие или случайное переключение режима работы.

6.3.3.1 Изменение режима программных задатчиков

В регуляторах, используемых в контроллере МИК-52Н, имеется **три** режима

▶ – режим «работа»,
❚❚ – режим «пауза»,
■ – режим «стоп».

Режим работы программного задатчика - является *запоминаемым состоянием*. После включения питания регулятор находится в том режиме и на том же шаге, в котором он находился на момент отключения.

Более подробно библиотека и описание функциональных блоков, представлены в руководстве по эксплуатации *ПРМК.421457.005 РЭ2*.

Выбор режима управления: работа, пауза, стоп осуществляется нажатием клавиши **[P/A]** на лицевой панели регулятора с последующим нажатием клавиши **[↵]**.

Выбор режима управления сопровождается свечением соответствующего светодиодного индикатора на лицевой панели прибора:

- в режиме «работа» светится индикатор ▶,
- в режиме «пауза» светится индикатор ❚❚,
- в режиме «стоп» светится индикатор ■.

6.3.3.2 Переход между режимами

☛ **[P/A]**	● Для перехода в другой режим необходимо нажать клавишу **[P/A]** на лицевой панели регулятора.
▶ ❚❚ ■	При этом начнет мигать один из индикаторов ▶, ❚❚ или ■.
☛ **[↵]**	Для перехода в тот или иной режим нужно при мигании соответствующего индикатора подтвердить его клавишей «Ввід».
Уровень защиты	● Если оператор не нажал клавишу **[↵]** в процессе мигания одного из индикаторов – *фиксация выбранного режима* не произойдет.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.3.4 Изменение шага программного задатчика

Для того, чтобы изменить шаг программного задатчика контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации программного задатчика – светится индикатор Прг. На дисплей **ВИХІД** выводится номер текущего шага программного задатчика/

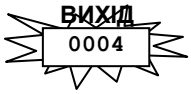
Шаг программного задатчика является *запоминаемым значением*. После включения питания программный задатчик начинает работу с того шага на котороом было на момент отключения.

Процедура изменения шага программного задатчика

● При выбранном соответствующем режиме индикации выбрать интересующий номер программного задатчика(1-9).

☞ **[Завд]**

● Для изменения номера шага программного задатчика необходимо нажать клавишу **[Завд]**.



● На лицевой панели начинает мигать дисплей **ВИХІД**. На данном этапе при мигающем дисплее **ВИХІД** возможно изменение значения внутренней заданной точки.

☞ **[▲]**
☞ **[▼]**

● С лицевой панели с помощью клавиш **[▲]** “больше” и **[▼]** “меньше”, установить необходимый шаг, индицируемой на дисплее **ВИХІД**.

☞ **[↵]**

● Если оператор нажал клавишу **[↵]** в процессе мигания дисплея **ВИХІД** - задатчик перейдет на выбранный шаг.

Уровень защиты

● Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши **[↵]** в процессе мигания индикатора **ВИХІД** то переход на выбранный шаг не произойдет.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.4 Оперативное управление панелями индикации

6.4.1 Общие правила

Для того, чтобы вести оперативное управление панелями индикации контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации – светится индикатор ІНД.

В контроллере можно организовать от 0 до 9 панелей индикации.

Оперативное управление ведется по избирательному принципу: выбирается номер и для него контролируются и задаются параметры.

6.4.2 Лицевая панель

Лицевая панель предназначена для оперативного управления и содержит необходимые светодиодные, цифровые индикаторы и клавиатуру.

Лицевая панель контроллера МИК-52Н в режиме оперативного управления представлена на рис.6.8.

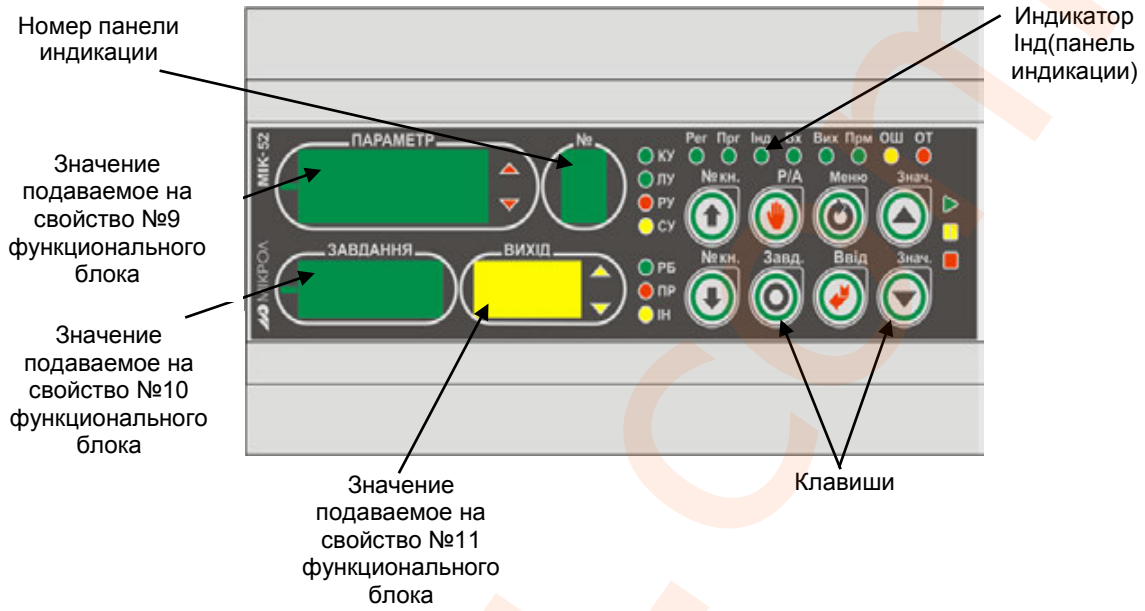


Рисунок 6.8 - Лицевая панель в режиме оперативного управления программным задатчиком

Одноразрядный дисплей "№" – показывает номер панели индикации, с которым работает оператор.

На четырехразрядный дисплей ПАРАМЕТР, ЗАВДАННЯ и трехразрядный ВИХІД выводится текущие значения связных параметров.

Лицевая панель имеет 8 клавиш, с помощью которых ведется оперативное управление контурами индикации.

6.4.3 Изменение заданной точки панели индикации

Для того, чтобы изменить выход функционального блока индикации контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации – светится индикатор Інд.

Выход данного функционального блока является *запоминаемым значением*. После включения питания блок индикации начинает работу с тем же выходом что и был на момент отключения.

Процедура изменения выхода блока индикации

● При выбранном соответствующем режиме индикации выбрать интересующий номер панели индикации (1-9).

☞ **[Завд]**

● Для изменения номера шага программного задатчика необходимо нажать клавишу **[Завд]**.



● На лицевой панели начинает мигать дисплей **ЗАВДАННЯ**. На данном этапе при мигающем дисплее **ЗАВДАННЯ** возможно изменение выхода функционального блока индикации.

☞ **[▲]**
☞ **[▼]**

● С лицевой панели с помощью клавиш **[▲]** “больше” и **[▼]** “меньше”, установить необходимый выход.

☞ **[⏎]**

● Если оператор нажал клавишу **[⏎]** в процессе мигания дисплея **ЗАВДАННЯ** – выход измениться на тот который был задан.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.5 Оперативное управление панелью индикации входов функциональных блоков

6.5.1 Общие правила

Для того чтобы просмотреть вход функционального блока контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации входов функциональных блоков – светится индикатор ВХ.

6.5.2 Лицевая панель

Лицевая панель предназначена для оперативного управления и содержит необходимые светодиодные, цифровые индикаторы и клавиатуру.

Лицевая панель контроллера МИК-52Н в режиме оперативного управления представлена на рис. 6.9.

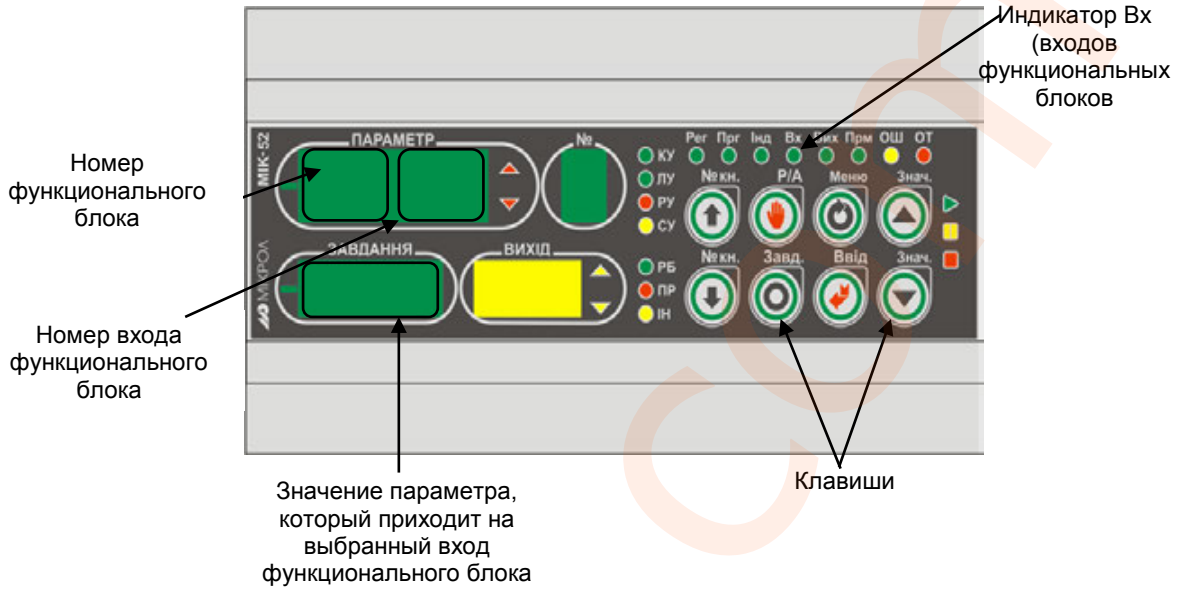


Рисунок 6.9 - Лицевая панель в режиме индикации входных параметров функциональных блоков

Четырехразрядный дисплей ПАРАМЕТР, в частности первых 2 разряда индикации указывают на номер функционального блока, а 3,4 разряды на номер входа этого функционального блока, который нужно индицировать. На дисплей ЗАВДАННЯ выводится текущие значение входного параметра.

Лицевая панель имеет 8 клавиш, с помощью которых ведется оперативное управление контурами индикации.

Данное меню предназначено только для индикации интересующего входного параметра функционального блока.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.6 Оперативное управление панелью индикации выходов функциональных блоков

6.6.1 Общие правила

Для того чтобы просмотреть выход функционального блока контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации входов функциональных блоков – светится индикатор ВИХ.

6.6.2 Лицевая панель

Лицевая панель предназначена для оперативного управления и содержит необходимые светодиодные, цифровые индикаторы и клавиатуру.

Лицевая панель контроллера МИК-52Н в режиме оперативного управления представлена на рис.6.10.

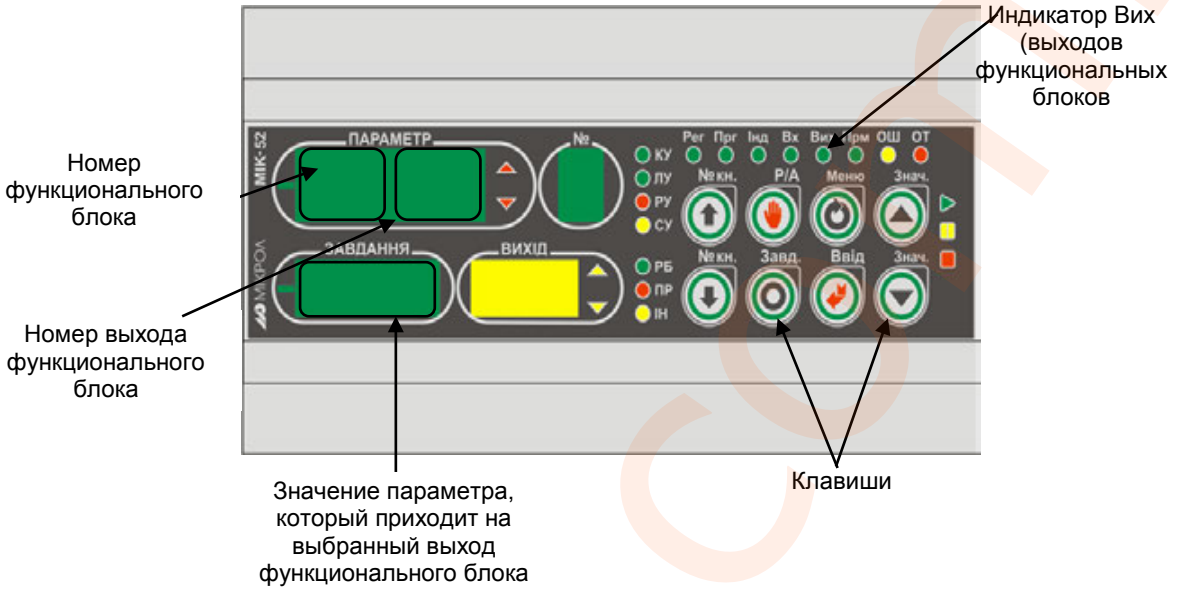


Рисунок 6.10 - Лицевая панель в режиме индикации выходных параметров функциональных блоков

Четырехразрядный дисплей ПАРАМЕТР, в частности первых 2 разряда индикации указывают на номер функционального блока, а 3,4 разряды на номер выхода этого функционального блока, который нужно индицировать. На дисплей ЗАВДАННЯ выводится текущие значение выходного параметра.

Лицевая панель имеет 8 клавиш, с помощью которых ведется оперативное управление контурами индикации.

Данное меню предназначено только для индикации интересующего выходного параметра функционального блока.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.7 Оперативное управление панелью индикации и редактирования параметров функциональных блоков

6.7.1 Общие правила

Для того чтобы просмотреть или редактировать параметр функционального блока контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации входов функциональных блоков – светится индикатор ПРМ. Параметру, который нужно отредактировать также нужно присвоить флаг разрешения программирования в режиме РАБОТА (см. п. 7.2.1.4) - флаг «Pch» при программировании из программного пакета «Альфа».

6.7.2 Лицевая панель

Лицевая панель предназначена для оперативного управления и содержит необходимые светодиодные, цифровые индикаторы и клавиатуру.

Лицевая панель контроллера МИК-52Н в режиме оперативного управления представлена на рис.6.11.



Рисунок 6.11 - Лицевая панель в режиме индикации параметров функциональных блоков

Четырехразрядный дисплей ПАРАМЕТР, в частности первых 2 разряда индикации указывают на номер функционального блока, а 3,4 разряды на номер параметра функционального блока, который нужно индицировать или редактировать. На дисплей ЗАВДАННЯ выводится текущие значение выбранного параметра.

Лицевая панель имеет 8 клавиш, с помощью которых ведется оперативное управление контурами индикации.

Данное меню предназначено только для индикации интересующего выходного параметра функционального блока.

6.7.3 Изменение выбранного параметра функционального блока

Для того чтобы изменить параметр функционального блока контроллер МИК-52Н должен быть переведен в режим РАБОТА. Так же должна быть выбрана панель индикации и редактирования параметров функциональных блоков – светится индикатор Прм. Параметр данного функционального блока является *запоминаемым значением*. После включения питания блок начинает работу с тем же параметром что и был отредактирован на момент отключения.

Процедура изменения параметра функционального блока

● При выбранном соответствующем режиме индикации и редактирования параметров функциональных блоков. Выбрать необходимый номер функционального блока и номер параметра который нужно отредактировать.

☛ **[▲]**
☛ **[▼]**

● С лицевой панели с помощью клавиш **[▲]** “больше” и **[▼]** “меньше”, установить необходимое значение параметра функционального блока.

☛ **[↵]**

● Если оператор нажал клавишу **[↵]** – выход измениться на тот который был задан.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.8 Контроль ошибок

6.8.1 Общие назначение

Контроллер МИК-52Н оснащен функцией определения ошибок, при возникновении которых мигает индикатор меню «Ош», на данном уровне меню есть возможность просмотра типа и кода ошибки неисправностей (см. таблицу 7.6.2).

6.8.2 Лицевая панель

Лицевая панель предназначена для оперативного обнаружения ошибок и содержит необходимые светодиодные, цифровые индикаторы и клавиатуру.

Лицевая панель контроллера МИК-52Н в режиме оперативного управления представлена на рис.6.12.

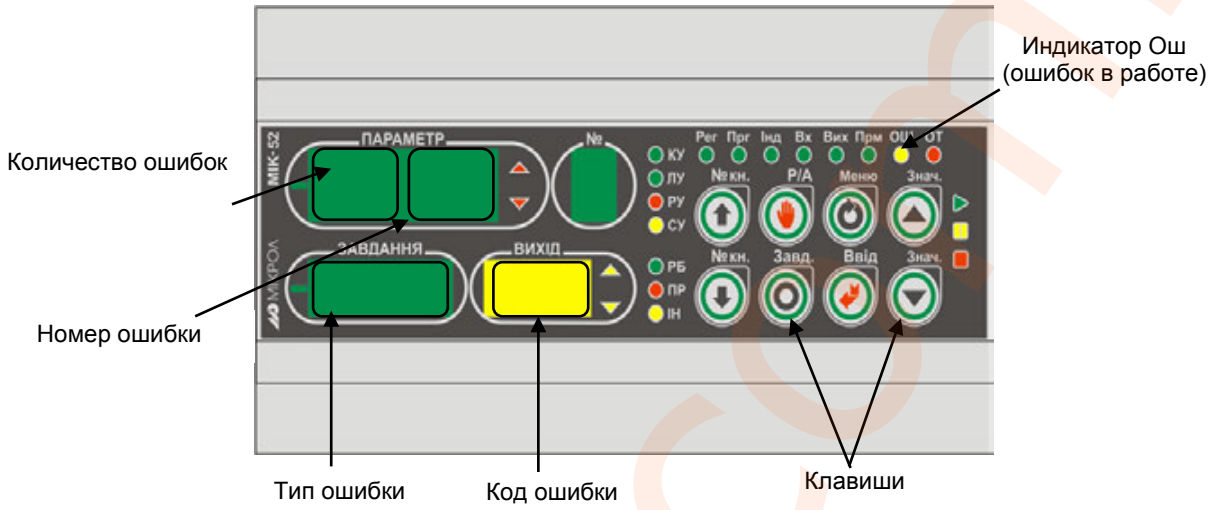


Рисунок 6.12 - Лицевая панель в режиме индикации ошибок

Четырехразрядный дисплей ПАРАМЕТР, в частности первых 2 разряда индикации указывают на количество ошибок, 3,4 разряды на номер выбранной ошибки. На дисплей ЗАВДАННЯ выводится тип выбранной ошибки, а на дисплей ВИХІД код ошибки (или в режиме программирования параметр 6.04).

Лицевая панель имеет 8 клавиш, с помощью которых ведется оперативное управление контурами индикации ошибок.

Данное меню предназначено только для индикации типа и кода ошибки.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7 Программирование, настройка и контроль

7.1 Лицевая панель в режиме программирования

Для технологического программирования, настройки и контроля контроллера МИК-52Н используются индикаторы и клавиши лицевой панели.

Лицевая панель контроллера МИК-52Н в режиме программирования и настройки представлена на рис.7.1.

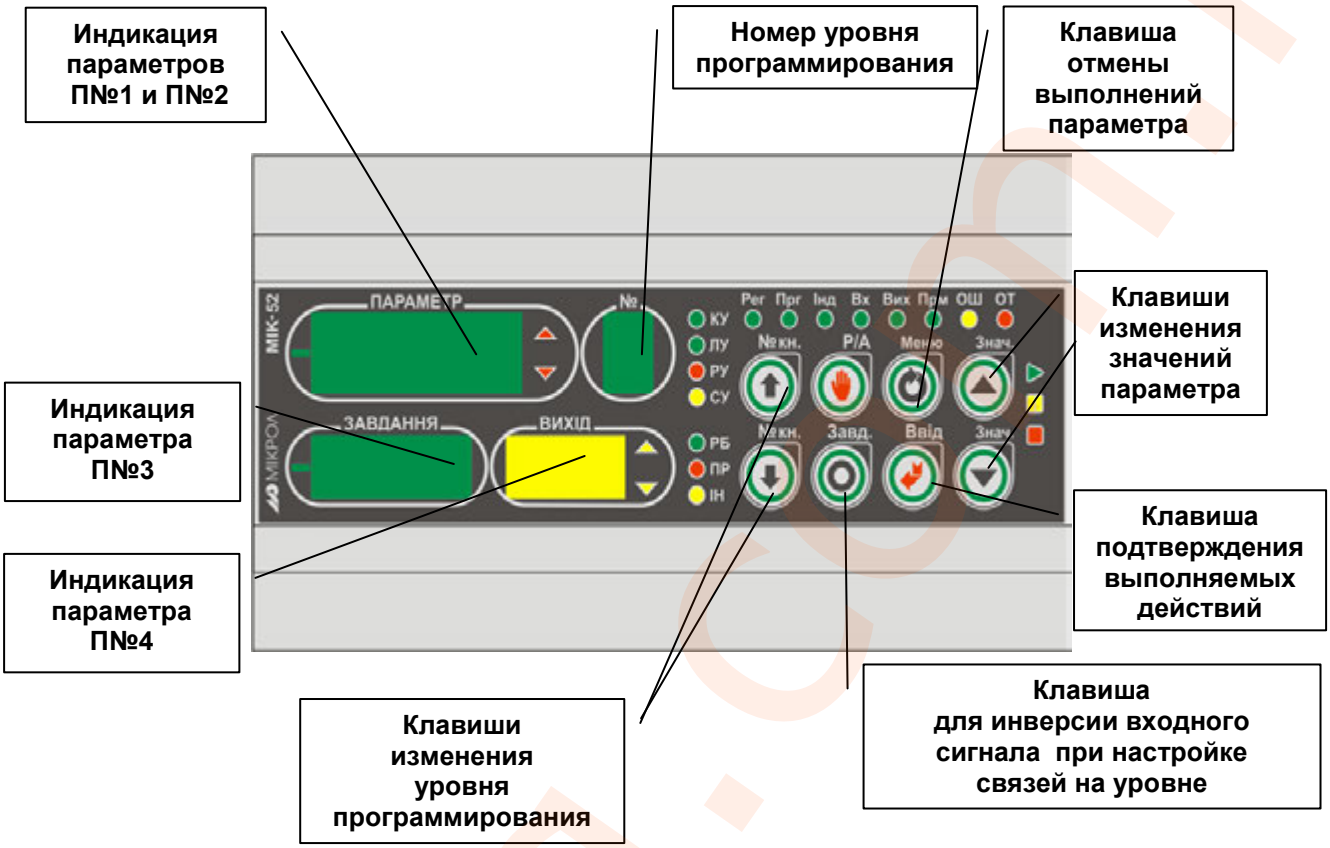


Рисунок 7.1 - Лицевая панель контроллера МИК-52Н в режиме программирования

7.1.1 Индикаторы и дисплеи

Светодиодные индикаторы сигнализируют о режиме работы, выбранной процедуре и ошибках. На цифровые семисегментные индикаторы выводятся номера и значения параметров.

Дисплей	Назначение дисплея в режиме программирования
• **КАНАЛ (№)**	Индицирует номер уровня программирования.
• **ПАРАМЕТР**	Индицирует номер выбранного параметра.
• **ЗАВДАННЯ**	Индицирует значение параметра программирования или конфигурации.
• **ВИХІД**	На данный дисплей выводятся значения вспомогательных параметров.

Индикатор	Назначение индикатора в режиме программирования
• **ПР**	Светится, если контроллер находится в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ. Не светится, если контроллер находится в режиме РАБОТА.
• **ОТ**	Индицирует наличие отказов.
• **ОШ**	Индицирует наличие ошибок.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.1.2 Клавиатура

Клавиши используются для выбора уровня программирования, режимов, для изменения параметров, запуска тестов и т.д.

Клавиша или комбинация	Назначение клавиш в режиме программирования
Комбинация клавиш [↻] Меню + [№кн ↓]	Используется для перехода в режим программирования. Пароль для входа в режим программирования «0002». О переходе в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ свидетельствует свечение индикатора ПР. При этом в режиме программирования функциональные блоки не выполняются и в контроллере можно изменять все запрограммированные параметры, блоки, конфигурацию, константы и т. д.
Комбинация клавиш [↻] Меню + [№кн ↑]	Используется для перехода в режим РАБОТА. При переходе в режим РАБОТА индикатор ПР гаснет и засветится индикатор РБ. В режиме работы можно контролировать сигналы и параметры, но никакие параметры кроме коэффициентов изменять нельзя.
• **[↻] Меню**	В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ данная клавиша выполняет функцию отмены выполненных действий, операций. «**[↻] Меню**» – клавиша отмены. Нажатие этой клавиши сбрасывает вызванные параметры, оставляя на дисплее лишь первый параметр. Если клавиша «**[↻] Меню**» нажимается до последнего нажатия клавиши «**[↵] Ввід**», установленные параметры в память не вводятся.
• **[↵] Ввід**	Клавиша предназначена для подтверждения выполняемых действий, операций и для фиксации вводимых значений. Например, фиксация ввода измененного значения параметра, а также продвижение по уровням программирования и т.п. «**[↵] Ввід**» – клавиша имеет двойное назначение: она используется для выбора нужного параметра и для ввода установленных параметров в память. В каждой операции по программированию, настройке и контролю используется несколько параметров. Вызов этих параметров на дисплей осуществляется последовательно: при каждом нажатии клавиши «**[↵] Ввід**» на соответствующий дисплей вызывается очередной параметр, участвующий в данной операции. Этот параметр при необходимости может изменяться с помощью клавиш «**[▲]**», «**[▼]**». После того, как все параметры, участвующие в данной процедуре, будут вызваны и установлены, очередное (последнее нажатие клавиши «**[↵] Ввід**» сбрасывает вызванные параметры. Кроме того, в режиме программирования это последнее нажатие клавиши «**[↵] Ввід**» вводит установленные параметры в память.
• **[№кн ↑]**	Используется для изменения номера уровня меню в сторону увеличения.
• **[№кн ↓]**	Используется для изменения номера уровня меню в сторону уменьшения.
• **[Завд.]**	Используется для инверсии входного сигнала при конфигурировании связей на уровне 3.
• **[▲] Знач.**	Клавиша "больше". При каждом нажатии этой клавиши осуществляется увеличение значения изменяемого параметра. При удерживании этой клавиши в нажатом положении увеличение значений происходит непрерывно.
• **[▼] Знач.**	Клавиша "меньше". При каждом нажатии этой клавиши осуществляется уменьшение значения изменяемого параметра. При удерживании этой клавиши в нажатом положении уменьшение значений происходит непрерывно.

Примечание. При изменении значений параметров действуют режимы ускоренного изменения значений – см. рис.6.3.

7.1.3 Режим программирования и работы

Контроллер может находиться в одном из двух режимов: программирования (ПР) или работы (РБ). В режиме программирования программа контроллера не работает. В этом режиме состояние всех его выходов, таймеров, счетчиков и ячеек накопления заморожено, а на лицевой панели светится индикатор ПР. Исключением является только таймер реального времени.

В режиме программирования можно изменять все параметры, как контроллера в целом, так и функциональных блоков.

В режиме работы светится светодиодный индикатор РБ (ПР не светится).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

В режиме работы контроллер включен в режим управления. При переходе в этот режим работа контроллера начинается с того состояния, в котором он находился в момент перехода в режим программирования (это верно лишь для той части структуры функциональных блоков, которая не менялась в режиме программирования).

В режиме работы можно контролировать параметры и выхода блоков, а также изменять параметры. При переходе из режима «программирование» в режим «работа» контуры регулирования включаются в работу безударно.

При наличии отказов в контроллере невозможно перейти в режим работы контроллера до полного устранения отказов.

7.2 Технологическое программирование и тестирование

7.2.1 Процедура программирования

Вызов режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ защищен паролем и осуществляется из режима РАБОТА длительным, более 3-х секунд, нажатием комбинации клавиш **Меню** + **[№кн ↓]**.

После этого на дисплей ПАРАМЕТР выводятся символы "PASS" – ввод пароля. На дисплей ЗАВДАННЯ выводится мигающее значение пароля: «**0000**».

С помощью клавиши ▲ ввести пароль: «**0002**» и кратковременно нажать клавишу **[↵]**.

Если пароль введен *не верно* – прибор остается в *режиме РАБОТА*.

Если пароль введен *верно* - то прибор перейдет в *режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ*.

Переход в режим ПРОГРАММИРОВАНИЯ указывает светящийся индикатор ПР.

В режиме программирования задаются все программируемые параметры контроллера, определяющие его функциональную структуру.

Элементы лицевой панели (дисплеи, индикаторы, клавиши) в режиме программирования представлены в разделе 7.1. Формат индикации информации на дисплеях при программировании и тестировании приведен на рис. 7.1.

В контроллере имеются восемь процедур (и соответственно восемь уровней) программирования, которые представлены ниже. Каждая процедура программирования имеет свой уровень, индицируемый на дисплее «№» (КАНАЛ). В последующих разделах приводится подробное описание каждой процедуры технологического программирования и тестирования.

Состояние дисплея «№» (КАНАЛ) Номер уровня	**Наименование уровня и процедуры программирования**
1	Настройка количества функциональных блоков, количества контуров регулирования, программных задатчиков и количества пользовательских панелей индикации и управления
2	Программируются функциональные блоки в программе пользователя, номер, тип блока, базовый адрес параметров и модификатор количества входов
3	Программируются связи функционального блока в программе пользователя
4	Настройка параметров функциональных блоков
5	Тестирование дискретных и аналоговых входов-выходов, калибровка аналоговых входов и калибровка аналоговых выходов
6	Системные параметры (версия ПО, свободная память программ, свободная память данных, сетевой адрес, скорость сетевого обмена, тайм-аут)
7	На данном уровне производится контроль отказов при программировании
8	На данном уровне производится сохранение программы пользователя, настроек и параметров в энергонезависимой памяти контроллера

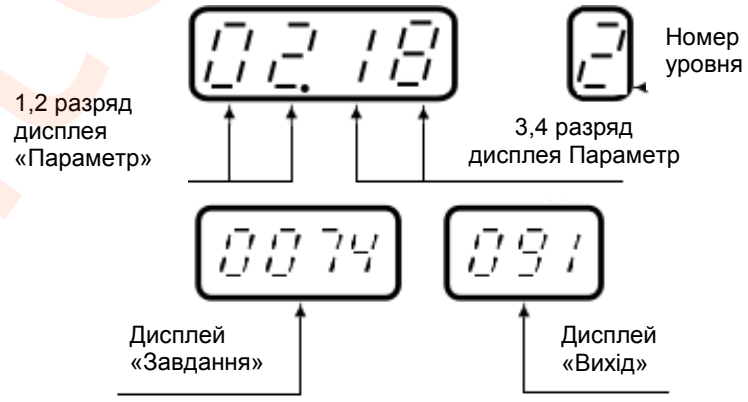


Рисунок 7.2 Индикация параметров настройки в режиме программирования

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.2.1.1 Настройка количества блоков

На данном уровне программирования устанавливается необходимое количество функциональных блоков, количество контуров регулирования (регуляторов), количество программных задатчиков, а также количество пользовательских панелей индикации и управления.

Таблица 7.1

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
1	00 ... 98 Количество функциональных блоков	00 ... 09 Количество контуров регулирования	0000 ... 0009 Количество программных задатчиков	000 ... 009 Количество пользовательских панелей

После ввода вышеперечисленной информации в контроллере формируется исполнительный программный модуль программы пользователя, загруженной с компьютера или введенной с передней панели.

При вводе значения «00» в 1-м и 2-м разряде дисплея ПАРАМЕТР производится очистка программы пользователя.

Внимание! **Данную операцию необходимо выполнить перед записью новой программы в контролер.**

При вводе параметров данного уровня возможно свечение индикатора отказ ОТ, в данном случае необходимо проверить правильность программирования функциональных блоков, программирование связей блоков, установку и настройку параметров, или подтвердить еще раз все значения данного уровня.

7.2.1.2 Программирование функциональных блоков

На данном уровне программируется номер функционального блока в программе пользователя, тип блока (согласно библиотеке функциональных блоков), базовый адрес параметров и модификатор количества входов и/или параметров.

Таблица 7.2

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
2	00 ... 98 Номер блока	00 ... 99 * Тип блока	0000 ... 0600 Базовый адрес параметров	001 ... 012 ** Модификатор количества входов и параметров.

* См. библиотеку функциональных блоков.

** Для блоков, которые не имеют модификатора, этот параметр всегда равен 001.

7.2.1.3 Программирование связей

На данном уровне программируются связи функционального блока в программе пользователя.

Таблица 7.3

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
3	00 ... 98 Номер блока	01 ... 99 * Номер входа	0000 ... 0099 Номер блока	01 ... 12 ** или -01 ... -12 ** Номер выхода **

* 00 … N – все входа блоков (N – входов)

(N+1) … (N+M) – все свойства блока (M – свойств).

В каждого блока должны быть связаны все входа, иначе будет выдаваться сигнал отказа (отказ №6 – не подключенный вход). Также можно связывать и свойства блока, для того чтобы в каждом цикле программы записывать в свойство данного блока значение нужного выхода другого блока.

** При программировании связей, после ввода значения номера выхода на дисплее ВИХІД, нажатие клавиши [Завд.] устанавливает инверсию данной связи, что отображается символом «-».

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.2.1.4 Настройка параметров

На данном уровне производится настройка параметров функциональных блоков.

Таблица 7.4

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
4	00 ... 98 Номер блока	01 ... 99 Номер параметра	-9999 ... 9999 Значение параметра	000, 001 Разрешение изменения параметров*

* Установка данного значения разрешает или запрещает производить изменение данного параметра в режиме РАБОТА. Для измерения параметра нужно в режиме работы контроллера перейти на панель индикации и редактирования параметров функциональных блоков (см. п.6.1.2).
Состояние данного значения:

000 – запрещено изменять данный параметр в режиме РАБОТА,
001 – разрешено изменять данный параметр в режиме РАБОТА.

7.2.1.5 Тестирование и калибровка входов-выходов

На данном уровне производится тестирование дискретных и аналоговых входов-выходов контроллера, а также автоматическая и ручная калибровка аналоговых входов и калибровка аналоговых выходов.

Таблица 7.5

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
5	**01** Тест аналоговых входов AI1-AI8	**Номер входа** 01 – 1-й вход	xxxx – значение входного сигнала (%)	000
			xxxx – значение входного сигнала, что соответствует началу шкалы (%)	001
			xxxx – значение входного сигнала, что соответствует концу шкалы (%)	002
		02 – 2-й вход	Аналогично 1-му входу	
		03 – 3-й вход	Аналогично 1-му входу	
		04 – 4-й вход	Аналогично 1-му входу	
		05 – 5-й вход	Аналогично 1-му входу	
		06 – 6-й вход	Аналогично 1-му входу	
		07 – 7-й вход	Аналогично 1-му входу	
		08 – 8-й вход	Аналогично 1-му входу	
	02 Тест аналогового выхода AO1 (AO2-AO4 на модуле расширения)	**Номер выхода** 01 – 1-й выход	xxxx – изменение значения выхода (▲, ▼) xxxx – смещение выхода, в % xxxx – коэффициент усиления, в ед.	000 001 002
		02 – 2-й выход	Аналогично 1-му выходу (при наличии модуля расширения)	-“-
		03 – 3-й выход	-“-	-“-
		04 – 4-й выход	-“-	-“-
	03 Тест дискретных входов DI1-DI3 (DI4-DI19 на модуле расширения)	**Номер входа** 01 – 1-й вход	0000 – вход отключен 0001 – вход включен (подано =24В)	000
		02 – 2-й вход	Аналогично 1-му входу	
		03 – 3-й вход	Аналогично 1-му входу	
		04 – 4-й вход	Аналогично 1-му входу (при наличии модуля расширения)	
		.....	.....	
		19 – 19-й вход	Аналогично 1-му входу (при наличии модуля расширения)	

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Продолжение таблицы 7.5

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
5	**04** Тест дискретных выходов DO1-DO5 (DO6-DO21 на модуле расширения)	**Номер выхода** 01 – 1-й выход	0000 – выход отключен 0001 – выход включен	000
		02 – 2-й выход	Аналогично 1-му выходу	
		03 – 3-й выход	Аналогично 1-му выходу	
		04 – 4-й выход	Аналогично 1-му выходу	
		05 – 5-й выход	Аналогично 1-му выходу	
		06 – 6-й выход	Аналогично 1-му выходу (при наличии модуля расширения)	
		.....	.....	
	05 Автоматическая калибровка аналоговых входов AI1-AI8	**Номер входа** 01 – 1-й вход	xxxx – Состояние физического входа Автоматическая калибровка не проводится	000
			xxxx – Состояние физического входа Автоматическая калибровка начала шкалы	001
			xxxx – Состояние физического входа Автоматическая калибровка конца шкалы	002
		02 – 2-й вход	Аналогично 1-му входу	
		03 – 3-й вход	Аналогично 1-му входу	
		04 – 4-й вход	Аналогично 1-му входу	
		05 – 5-й вход	Аналогично 1-му входу	
		06 – 6-й вход	Аналогично 1-му входу	
		07 – 7-й вход	Аналогично 1-му входу	
		08 – 8-й вход	Аналогично 1-му входу	
	06 Ручная калибровка начала шкалы аналоговых входов AI1-AI5	**Номер входа** 01 – 1-й вход	xxxx – Состояние физического входа Ручная калибровка начала шкалы	000 – не сохранять 001 - сохранять
		02 – 2-й вход	Аналогично 1-му входу	
		03 – 3-й вход	Аналогично 1-му входу	
		04 – 4-й вход	Аналогично 1-му входу	
		05 – 5-й вход	Аналогично 1-му входу	
		06 – 6-й вход	Аналогично 1-му входу	
		07 – 7-й вход	Аналогично 1-му входу	
		08 – 8-й вход	Аналогично 1-му входу	
	07 Ручная калибровка конца шкалы аналоговых входов AI1-AI8	**Номер входа** 01 – 1-й вход	xxxx – Состояние физического входа Ручная калибровка конца шкалы	000 – не сохранять 001 - сохранять
		02 – 2-й вход	Аналогично 1-му входу	
		03 – 3-й вход	Аналогично 1-му входу	
		04 – 4-й вход	Аналогично 1-му входу	
		05 – 5-й вход	Аналогично 1-му входу	
		06 – 6-й вход	Аналогично 1-му входу	
		07 – 7-й вход	Аналогично 1-му входу	
		08 – 8-й вход	Аналогично 1-му входу	
	08 Ручная калибровка начала шкалы аналогового выхода AO1-4 (AO2-AO4 на модуле расширения)	**Номер выхода** 01 – 1-й выход	xxxx – Значение, подаваемое на выход при калибровке начала шкалы	000 – не сохранять 001 - сохранять
		02 – 2-й выход	Аналогично 1-му выходу (при наличии модуля расширения)	
		03 – 3-й выход	Аналогично 1-му выходу (при наличии модуля расширения)	
		04 – 4-й выход	Аналогично 1-му выходу (при наличии модуля расширения)	

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Окончание таблицы 7.5

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
5	**09** Ручная калибровка конца шкалы аналогового выхода AO1-4 (AO2-AO4 на модуле расширения)	**Номер выхода** 01 – 1-й выход	xxxx – Значение, подаваемое на выход при калибровке конца шкалы	000 – не сохранять 001 - сохранять
		02 – 2-й выход	Аналогично 1-му выходу (при наличии модуля расширения)	
		03 – 3-й выход	Аналогично 1-му выходу (при наличии модуля расширения)	
		04 – 4-й выход	Аналогично 1-му выходу (при наличии модуля расширения)	
	10 Калибровка таймера реального времени	01 - секунды	0000 – 0059	000 – не сохранять 001 - сохранять
		02 - минуты	0000 – 0059	000 – не сохранять 001 - сохранять
		03 - часы	0000 – 0023	000 – не сохранять 001 - сохранять
		04 - день недели	0001 – 0007	000 – не сохранять 001 - сохранять
		05 - число месяца	0001 – 0031	000 – не сохранять 001 - сохранять
		06 - месяц	0001 – 0012	000 – не сохранять 001 - сохранять
		07 - год	0000 – 0099 (2000 – 2099)	000 – не сохранять 001 - сохранять

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.2.1.6 Системные параметры

На данном уровне производится настройка системных параметров контроллера и контроль ошибок.

Таблица 7.6.1

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
6	**01** Системные параметры	**01** Версия программного обеспечения	**00.xx** где: 00 – код модели контроллера xx – номер версии	000
		02 Код модели модуля расширения (см.страницу 8)	0000 – 0015 (см. примечание *[1])	000
	02 Параметры сетевого обмена	**01** Сетевой адрес	0000 – 0255 (0000 – отключен от сети)	000
		02 Скорость сетевого обмена, бит/сек	xxxx 0000 – 0012, где: 0000 – 2400 0001 – 4800 0002 – 9600 0003 – 14400 0004 – 19200 0005 – 28800 0006 – 38400 0007 – 57600 0008 – 76800 0009 – 115200 0010 – 230400 0011 – 460800 0012 – 921600	000
		03 Тайм-аут кадра запроса в системных тактах 1 такт = 250 мкс	xxxx см. раздел 5.4, таблица 5.1	000
		04 Протокол обмена**	0000 – Modbus RTU (стандарт «Микрол») 0001 - Modbus RTU (стандарт «Modicon»)	000
		05 Порядок следования**	0000 – «3-2-1-0» 0001 – «1-0-3-2» 0002 – «0-1-2-3»	000
	03 Ресурс системы	**01** Свободная память программ	xxxx 0000 – 0400 *[2]	000
		02 Свободная память выходных регистров	xxxx 0000 – 0800 *[2]	000
		03 Свободная память параметров (свойств)	xxxx 0000 – 0640 *[2]	000
	04 Системные ошибки	**00-99** Номер ошибки (количество ошибок)	0000 – 0002 Тип ошибки См. табл.7.6.2	000 – 999 Код ошибки См. табл. 7.6.2

*[1] При подключенных модулях расширения МР-51-11 и МР-51-16 необходимо указывать 11 номер модуля, при МР-51-13 и МР-51-17 необходимо указывать 13 номер модуля и при подключенных МР-51-15 и МР-51-18 необходимо указывать 15 номер модуля.

*[2] В данном параметре указывается количество записей, одна запись равна 4 байта (например, номер блока, номер входа, номер блока, номер выхода).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Типы (коды) системных и программируемых ОШИБОК, индицируемых на уровне 6, подуровня 04, указанных в таблице 7.6.1

Таблица 7.6.2

Тип ошибки	Код ошибки	Причина ошибки	Метод устранения ошибки
01	01	Ошибка аналогового входа AI1 Сигнал на входе вышел за диапазон шкалы	Устранить причину выхода сигнала за диапазон шкалы (или калибровать шкалу)
	…	… …	… …
	05	Ошибка аналогового входа AI5 Сигнал на входе вышел за диапазон шкалы	… …
02	01	Ошибка при обращении к внешней энергонезивисимой памяти EEPROM	1. Выключить, а затем включить контроллер 2. Заменить модуль расширения
	02	Ошибка при обращении к таймеру реального времени модуля процессора	1. Выключить, а затем включить контроллер
	03	Ошибка при обращении к узлу ЦАП AO2 2-го канала модуля расширения	1. Выключить, а затем включить контроллер 2. Заменить модуль расширения
	04	Ошибка при обращении к узлу ЦАП AO3 3-го канала модуля расширения	1. Выключить, а затем включить контроллер 2. Заменить модуль расширения
	05	Ошибка при обращении к узлу ЦАП AO4 4-го канала модуля расширения	1. Выключить, а затем включить контроллер 2. Заменить модуль расширения
	06	Ошибка при обращении к узлу каналов дискретного ввода/вывода модуля расширения 1 группы (1-8 дискретный ввод/вывод)	1. Выключить, а затем включить контроллер 2. Проверить правильность указания модуля расширения (пункт меню 6.01.02) 3. Заменить модуль расширения
	07	Резерв	
	08	Ошибка при обращении к узлу каналов дискретного ввода/вывода модуля расширения 2 группы (9-16 дискретный ввод/вывод)	1. Выключить, а затем включить контроллер 2. Проверить правильность указания модуля расширения (пункт меню 6.01.02) 3. Заменить модуль расширения

7.2.1.7 Контроль отказов

На данном уровне производится контроль отказов при программировании.

Таблица 7.7.1

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
7	**00 ... 99** Номер отказа (количество отказов)	**01 ... 05** Тип (код) отказа – см. табл.7.7.2	xxxx Служебная информация	xxx Служебная информация
		06 Тип (код) отказа – см. табл.7.7.2	0000-0099 Номер блока	0000-0099 Номер входа (не подключенного)
		07 Тип (код) отказа – см. табл.7.7.2	0000-0099 Номер блока *1	0000-0099 Номер блока *1
		08 Тип (код) отказа – см. табл.7.7.2	0000-0099 Номер блока	0000-0099 Номер входа блока программируемого отказа

Примечание!

*1. На данных дисплеях указывается номера блоков, в которых на этапе программирования произошло «перекрытие» областей адресов параметров.

Перейти в режим «работы» при наличии отказов невозможно. Их нужно исправить в режиме программирования.

Ошибки (табл.7.6.2) можно видеть и в режиме «работы». Для этого нужно перейти в режим панели отказов и ошибок:

ОШ ОТ

(□ □ □ □ □ □ ■ □)

При этом будет возможность просмотреть по порядку коды всех ошибок. На дисплее будет видно количество ошибок, номер ошибки, тип и код ошибки (см. рисунок 7.3).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

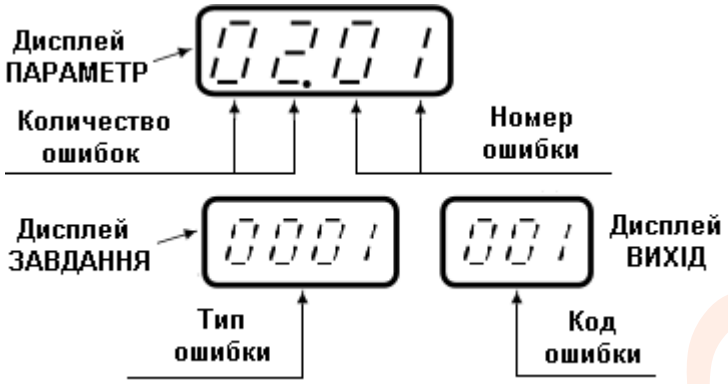


Рисунок 7.3 Индикация параметров настройки в режиме робота

Типы (коды) ОТКАЗОВ,
индицируемых на уровне 7, указанных в таблице 7.7.1

Таблица 7.7.2

Код отказа	Причина отказа	Метод устранения отказа
01	Отказ энергонезависимой внешней EEPROM	1. Выключить, а затем включить контроллер
02	Ошибка при тестировании и диагностике ОЗУ (RAM, оперативной памяти) процессора на этапе начальной инициализации контроллера	1. Выключить, а затем включить контроллер
03	Не соответствие контрольной суммы CRC области редактирования конфигурации и контрольной суммы CRC исполнительного модуля	1. Найти и устранить несоответствие в программе либо, если не нужно устранять несоответствие - выключить, а затем включить контроллер. 2. Выполнить ввод системных параметров программы пользователя (уровень 1). При этом загрузка на уровне 1 контролирует объем используемой памяти, связи блоков и саму программу пользователя.
04	Не соответствие контрольной суммы CRC загруженной программы пользователя и контрольной суммы CRC сохраненной программы пользователя	1. Выполнить операцию сохранения (см. уровень 8), если несоответствие должно быть сохранено. 2. Если не нужно устранять несоответствие - выключить, а затем включить контроллер.
05	Ошибка контрольной суммы CRC исполняемой программы пользователя в ОЗУ (осуществление контроля во время работы)	1. Выключить, а затем включить контроллер для инициализации тестов начальной загрузки контроллера
06	Отказ программы пользователя Не подключенный вход	1. При возникновении данного отказа на индикации указывается номер блока и номер неподключенного входа. Найти и устранить ошибку конфигурации связей функциональных блоков.
07	Неправильное распределение базовых адресов функциональных блоков (совпадение базовых адресов в нескольких блоках)	1. При возникновении данного отказа на индикации указывается номера блоков с совпавшими базовыми адресами. Найти и устранить ошибку конфигурации функциональных блоков.
08	Программируемый отказ	1. Локализовать неисправность согласно запрограммированной логике работы формирования программируемых отказов

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.2.1.8 Сохранение программы пользователя и настроек в энергонезависимой памяти

На данном уровне производится сохранение программы пользователя, настроек и параметров в энергонезависимой памяти контроллера.

Таблица 7.8

Дисплей «№» КАНАЛ Номер уровня	Дисплей ПАРАМЕТР		Дисплей ЗАВДАННЯ	Дисплей ВИХІД
	1-й, 2-й разряд	3-й, 4-й разряд		
8	00 ... 98 Индикация заданного количества блоков	01 ... 98 Индикация задействованного количества блоков	0000 – не записывать в энергонезависимую память 0001 – записать в энергонезависимую память	000 000

Примечание.

Изменение в режиме РАБОТА некоторых параметров НЕ требует команды сохранения на уровне 8.

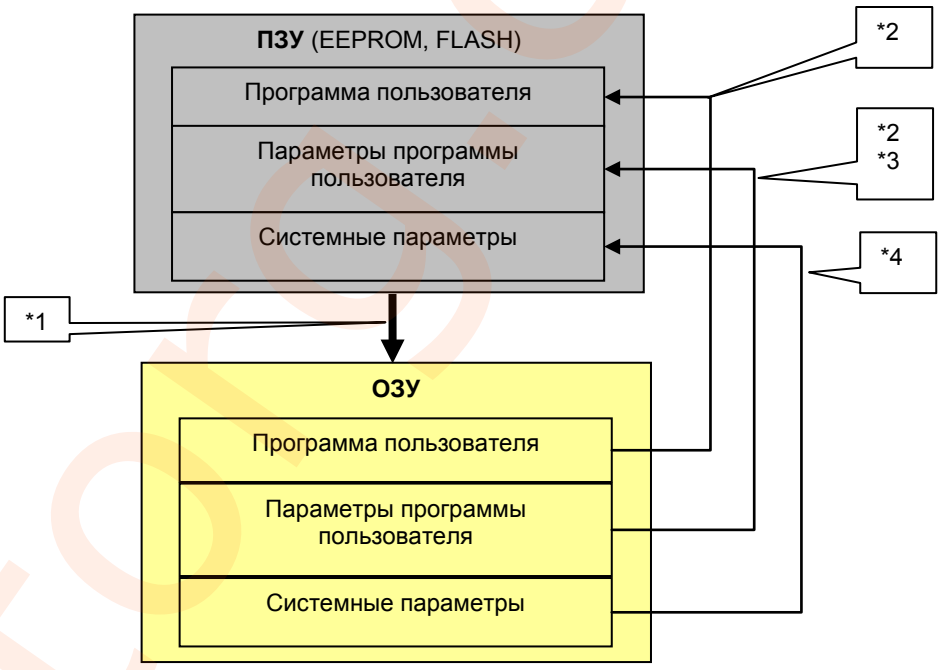
1) Оперативных параметров (режимы работы регуляторов, программных задатчиков, значение заданной точки регулятора, значение аналогового выходного воздействия регулятора в ручном режиме).

2) Параметров функциональных блоков, изменение которых разрешено на уровне 4.

3) Изменение параметров функциональных блоков по сети (в режиме РАБОТА и в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ).

4) Некоторые выхода блоков также остаются неизменными после выключения контроллера. Это выхода блоков накопления (счетчик и интегратор).

Запоминание следующих параметров происходит автоматически:



*1. Копирование из ПЗУ в ОЗУ происходит после включения питания прибора, а также если по какой то причине испорчена рабочая программа пользователя.

*2. Запись программы пользователя в ПЗУ происходит при сохранении на уровне программирования 8.

*3. При работе контроллера запись параметров программы в ПЗУ происходит только для определенных блоков. Запись производится циклически по времени или при изменении свойства блока (при изменении свойств с программного пакета ALFA свойства автоматически записываются в ПЗУ и в ОЗУ, при изменении параметров из передней панели контроллера свойства записываются только в ОЗУ, если нужно чтобы измененные свойства остались в силе и при следующем запуску контроллера, нужно записать программу на 8 уровне).

*4. Запись в ПЗУ производится автоматически. Под системными параметрами разумеется 6 уровень режима программирования контроллера.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8 Указание мер безопасности

8.1 К эксплуатации контроллера МИК-52Н допускаются лица, имеющие разрешение для работы на электроустановках напряжением до 1000 В и изучившие руководство по эксплуатации в полном объеме.

8.2 Эксплуатация контроллера МИК-52Н разрешается при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной предприятием-потребителем в установленном порядке и учитывающей специфику применения контроллера на конкретном объекте. При эксплуатации необходимо соблюдать требования действующих правил ПТЭ и ПТБ для электроустановок напряжением до 1000В.

8.3 Контроллер МИК-52Н должен эксплуатироваться в соответствии с требованиями действующих "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ).

8.4 Используйте напряжения питания (220В/50Гц переменного тока или 24В постоянного тока), соответствующие требованиям к электропитанию для контроллера МИК-52Н. При подаче напряжения питания необходимое его значение должно устанавливаться не более, чем за 2-3 сек.

8.5 Все монтажные и профилактические работы должны проводиться при отключенном электропитании.

8.6 Запрещается подключать и отключать соединители при включенном электропитании.

8.7 Тщательно производите подключение с соблюдением полярности выводов. Неправильное подключение или подключение разъемов при включенном питании может привести к повреждению электронных компонентов прибора.

8.8 Не подключайте неиспользуемые выводы.

8.9 При разборке прибора для устранения неисправностей контроллер МИК-52Н должен быть отключен от сети электропитания.

8.10 При извлечении прибора из корпуса не прикасайтесь к его электрическим компонентам и не подвергайте внутренние узлы и части ударам.

8.11 Располагайте контроллер МИК-52Н как можно далее от устройств, генерирующих высокочастотные излучения (например, ВЧ-печи, ВЧ-сварочные аппараты, машины, или приборы использующие импульсные напряжения) во избежание сбоев в работе.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

9 Порядок установки и монтажа

9.1 Общие указания

Контроллер МИК-52Н рассчитан на монтаж на рельс DIN35x7.5 EN50022 согласно рис. 9.1.

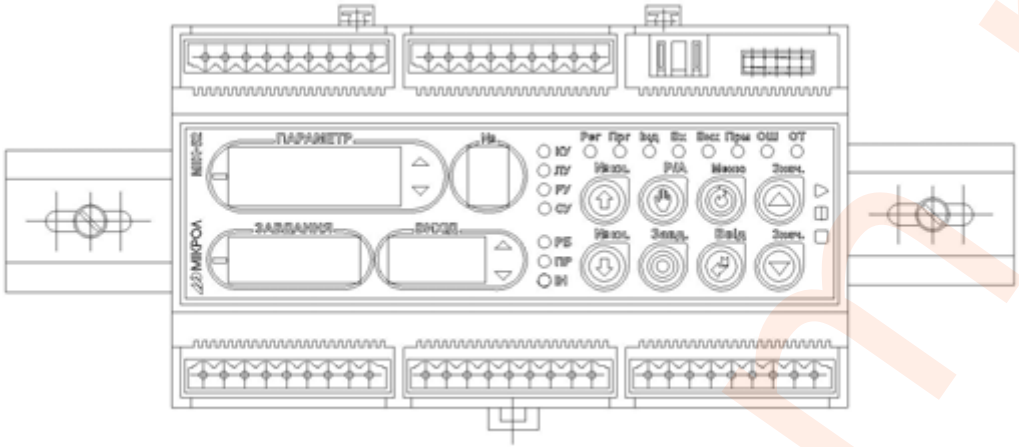


Рисунок 9.1 – Положение МИК-52Н при монтаже не DIN-Рельс

9.2 Требования к месту установки

Контроллеры МИК-52Н должны устанавливаться в закрытом взрывобезопасном и пожаробезопасном помещении.

Условия эксплуатации контроллеров не хуже следующих:

- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 70°С;
- относительная влажность от 40 до 95 %;
- атмосферное давление от 85 до 106,7 кПа;
- должна быть защита от влияния внешних магнитных полей с напряженностью более 400 А/м;
- должна отсутствовать вибрация мест крепления с частотой выше 25 Гц и с амплитудой более 0,1 мм;
- окружающая среда не должна содержать агрессивных паров и газов.

9.3 Соединение контроллера с внешними устройствами

Кабельные связи, соединяющие контроллеры МИК-52Н с датчиками и исполнительными механизмами, подключаются к ним через разъемы подключения цепей ввода-вывода согласно проекту автоматизации в виде кабельных связей и жгутов вторичной коммутации.

Подключение осуществляется с помощью соединителей на основе безвинтовых плоско-пружинных клемм. Типы проводников, подключаемые к безвинтовых плоско-пружинным клеммам: одножильные, многожильные, многожильные тонкопроволочные (в том числе с уплотненно-зажатыми жилами), тонкопроволочные с концевой втулкой или со штифтовым кабельным наконечником. Характеристики разъемных соединителей (разъемов-клемм) и клемм, устанавливаемых на прибор:

- сечение подключаемых проводников 0,08 - 2,5 мм^2,
- глубина зачистки проводника (длина втулки, штифта) 5 - 7 мм,
- максимальное напряжение 250 В,
- напряжение изоляции между клеммами 4 кВ,
- максимальный ток через клемму 12 А.

Прокладка кабелей и жгутов должна отвечать требованиям действующих «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ). Не допускается объединять в одном кабеле (в жгуте) цепи, по которым передаются входные аналоговые и сильноточные выходные дискретные (импульсные) сигналы.

Экранировать входные и выходные дискретные (импульсные) кабельные цепи не требуется. Необходимость в экранировании кабеля, по которым передается аналоговая информация, зависит от длины связей и от уровня помех в зоне прокладки кабеля.

Сетевое напряжение электропитания контроллеров МИК-52Н подается черев внешний силовой щит, оборудованный автоматическими выключателями.

Блоки контроллеров МИК-52Н, датчики и исполнительные устройства, входящие в один контур регулирования или управления, должны быть отнесены («привязаны») к одному автоматическому выключателю.

Параметры сети электропитания – однофазная сеть переменного тока напряжением от 110В до 242В и частотой (50 ± 1) Гц или от 20 до 28 В, в зависимости от заказа.

Все блоки контроллеров МИК-52Н должны быть заземлены проводом сечения не менее 1,5 мм^2.

Схемы внешних соединений приводятся в главе 10.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Внешний вид и габаритные размеры

МИК-52Н

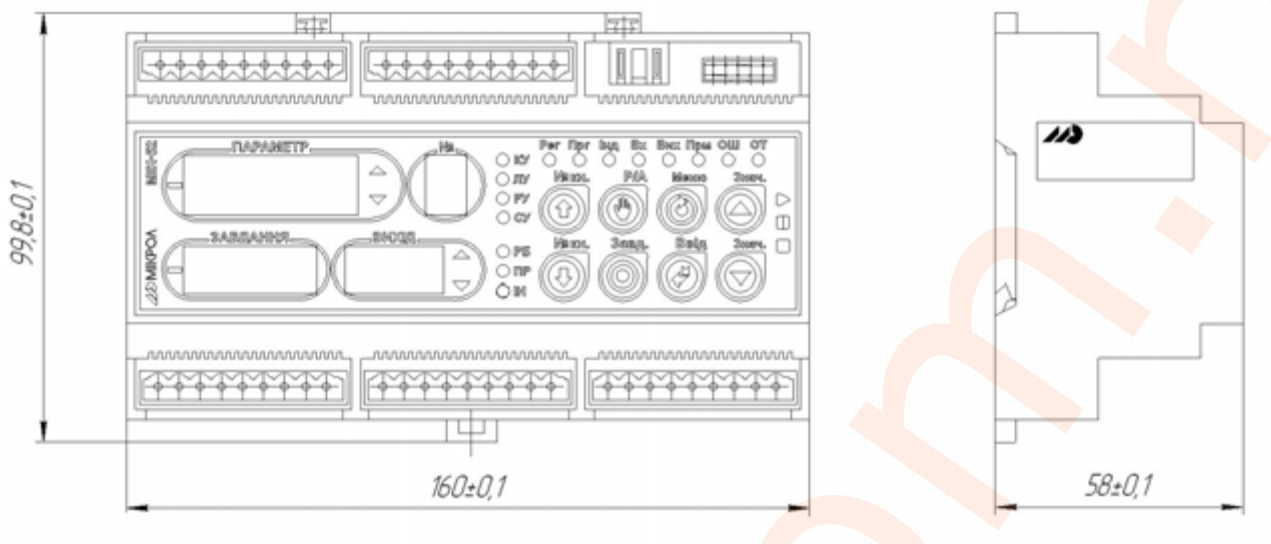


Рисунок 9.2- Контроллер малоканальный микропроцессорный многофункциональный МИК-52Н, внешний вид и габаритные размеры

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10 Организация ввода-вывода информации. Внешние соединения

10.1 Особенности организации ввода-вывода

Все внешние цепи, подключаются к контроллеру с помощью разъемов для подключения внешних цепей ввода-вывода. Цепи ввода-вывода подключаются к контроллеру через разъемы расположены сверху и снизу прибора.

Схема подключения контроллера МИК-52Н зависит от модификации дискретных выходов и напряжения питания указанных при заказе прибора.

10.2 Внешние цепи контроллера МИК-52Н

Через соединительные разъемы подключаются цепи, к которым относятся:

- аналоговые входы;
- дискретные входы;
- цепи питания дискретных выходов;
- цепь питания прибора;
- аналоговый выход;
- дискретные выходы;
- интерфейс;
- модуль расширения.

В разделах 10.2 – 10.16 приводятся схемы подключения цепей для различных типов сигналов и модулей расширения.

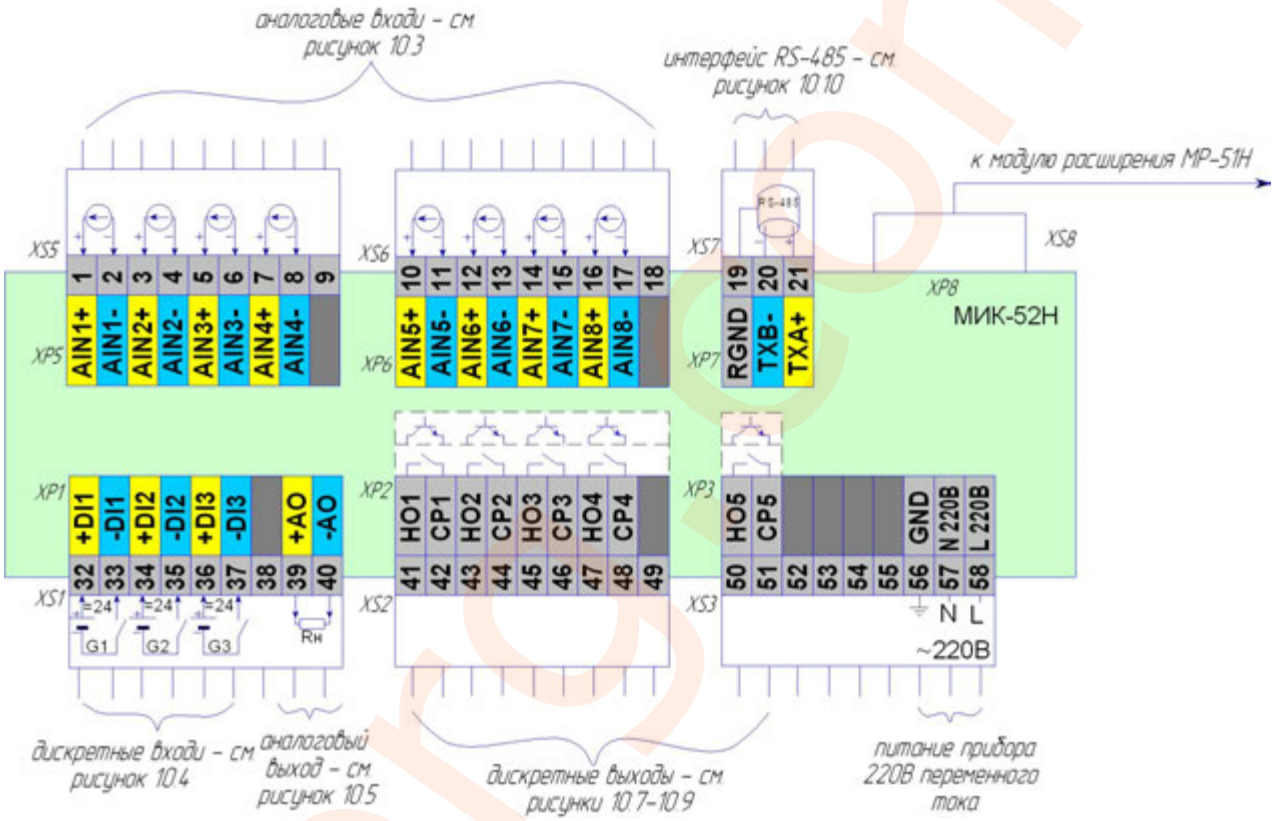


Рисунок 10.1 - Контроллер малоканальный микропроцессорный многофункциональный МИК-52Н с питанием 220 В переменного тока, внешний вид схем подключения

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

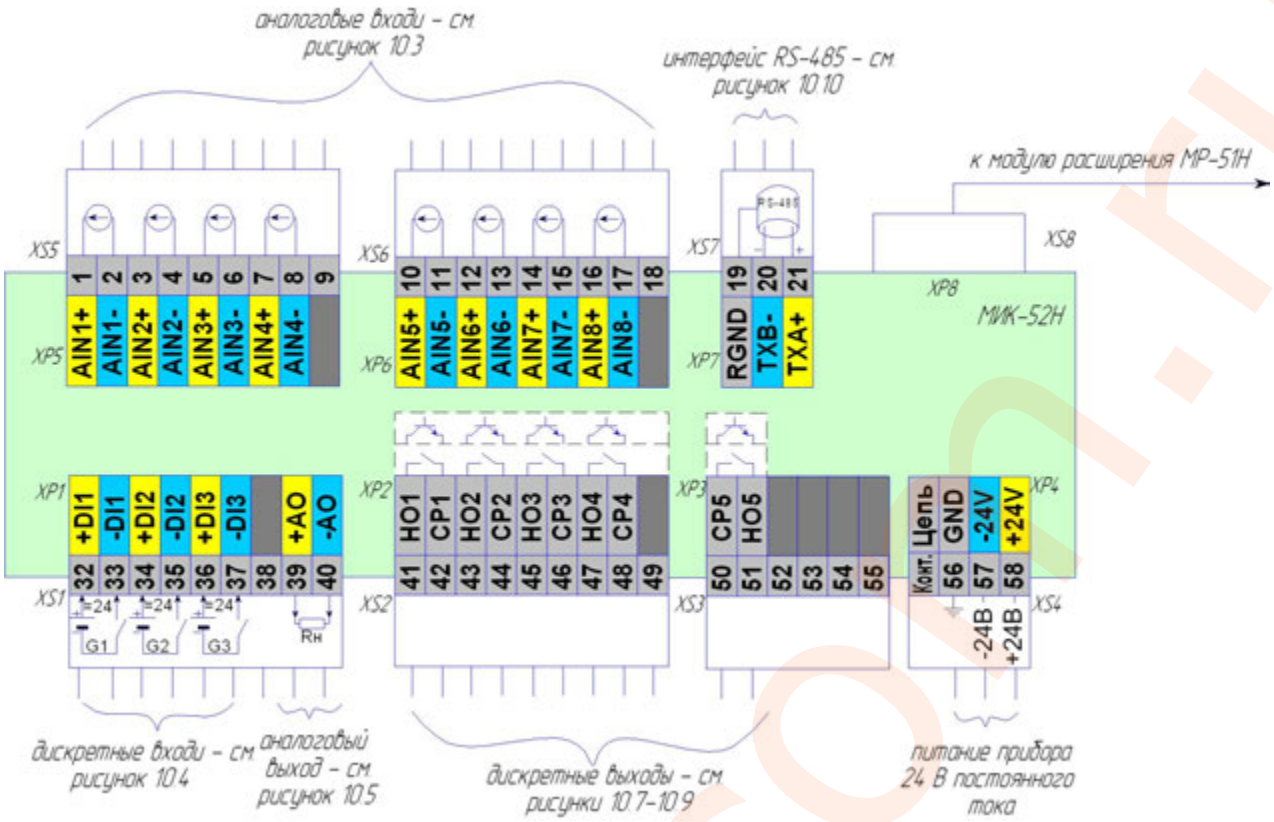


Рисунок 10.2 - Контроллер малоканальный микропроцессорный многофункциональный МИК-52Н с питанием 24 В постоянного тока, внешний вид схем подключения

amtorg.com.ru

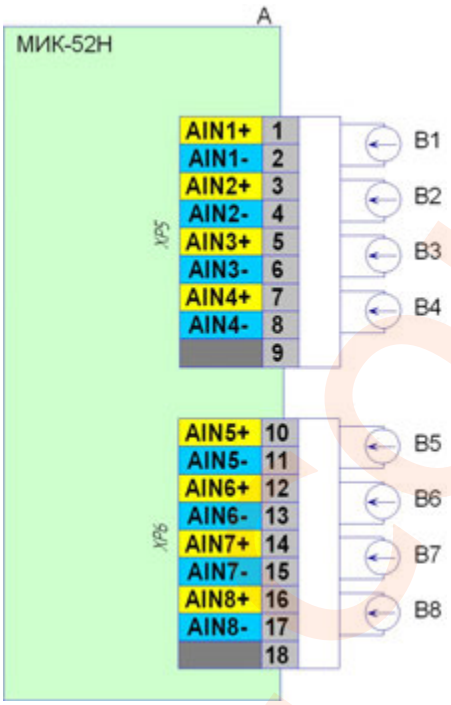
ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.3 Внешние цепи подключения сигналов
10.3.1 Подключение аналоговых входов

Положение перемычек на плате процессора для настройки различных типов входных сигналов приведено в табл. 10.1.

Преобразование сигналов постоянного тока 0-5 мА, 0(4)-20 мА или сигналов постоянного напряжения 0-10В осуществляется с помощью нормирующих резисторов, входящих в состав изделия. Выбор сигнала 0-20мА или 4-20мА осуществляется программно с помощью функционального блока аналогового ввода.

Каждый аналоговый вход гальванически изолирован от других аналоговых входов и других цепей контроллера. Подключение аналоговых входов представлено на рис. 10.3



A - контроллер малоканальный многофункциональный микропроцессорный МИК-52Н ПРМК.421457.009;
B1…B8 – датчик сигналов постоянного тока (напряжения)
XP5,XP6 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.3 - Схема подключения аналоговых входов

Внимание!

При подключении аналогового входного сигнала проверьте на модуле устройства связи с объектом установку перемычек выбора входных сигналов блоков перемычек JP1 – JP8 в соответствии с указанным в таблице 10.1.

Таблица 10.1 - Положение перемычек JP1 – JP8 на процессорной плате для настройки аналоговых входов AI1 – AI8

Тип входного сигнала	Положения перемычек							
	JP1 Вход AI1	JP2 Вход AI2	JP3 Вход AI3	JP4 Вход AI4	JP5 Вход AI5	JP6 Вход AI6	JP7 Вход AI7	JP8 Вход AI8
0-5мА	[1-2],[7-8]	[1-2],[7-8]	[1-2],[7-8]	[1-2],[7-8]	[1-2],[7-8]	[1-2],[7-8]	[1-2],[7-8]	[1-2],[7-8]
0-20мА, 4-20мА	[1-2],[5-6]	[1-2],[5-6]	[1-2],[5-6]	[1-2],[5-6]	[1-2],[5-6]	[1-2],[5-6]	[1-2],[5-6]	[1-2],[5-6]
0-10В	[2-4],[5-7]	[2-4],[5-7]	[2-4],[5-7]	[2-4],[5-7]	[2-4],[5-7]	[2-4],[5-7]	[2-4],[5-7]	[2-4],[5-7]

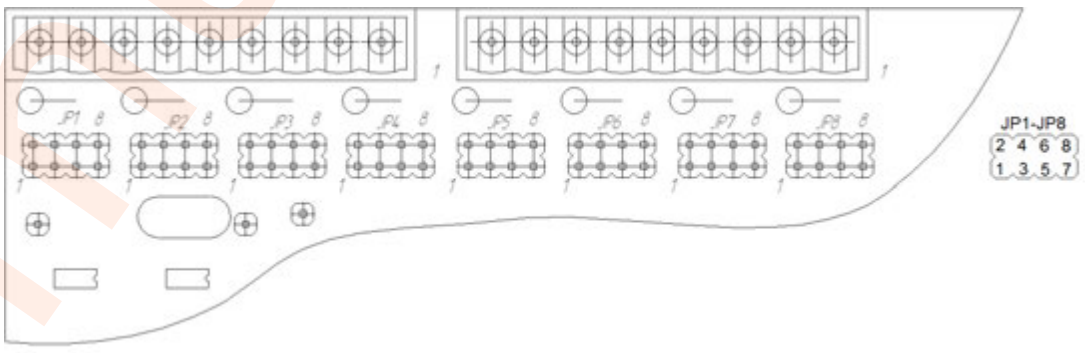


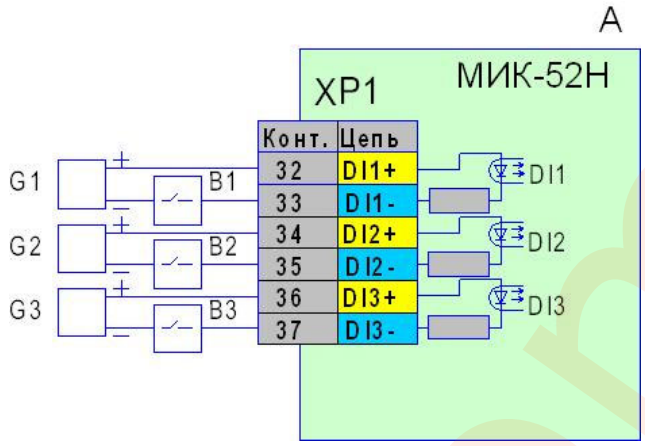
Рисунок 10.3.1 – Положение перемычек аналоговых входов

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.3.2 Подключение дискретных входов

Каждый дискретный вход гальванически изолирован от других дискретных входов и других цепей контроллера.

Для питания дискретных входов (датчиков) требуется внешнее напряжение 24В постоянного тока. Подключение дискретных входов представлено на рис. 10.4



A - контроллер малоканальный многофункциональный микропроцессорный МИК-52Н ПРМК.421457.009;

G1…G3 – источник питания (напряжение постоянного тока (24^{+4}_{-4})В и ток нагрузки не менее 10 мА);

B1…B3 – датчик дискретного сигнала;

XP1 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.4– Схема подключения дискретных входов

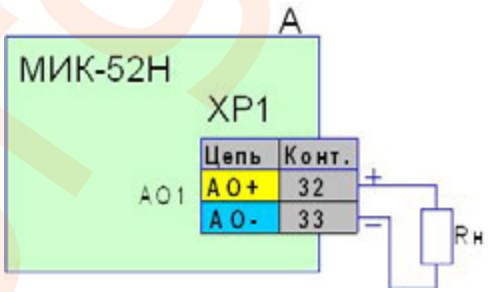
Примечание!

Возможно применение одного источника питания с током нагрузки не менее 30 мА, в этом случае входа DI1-DI3 будут иметь общий «плюс».

10.3.3 Подключение аналоговых выходов

Аналоговый выход базовой модели контроллера является активным, поэтому для его питания не требуется внешний источник 24 В постоянного тока.

Аналоговый выход гальванически изолирован от других цепей контроллера. Подключение аналоговых выходов представлено на рис. 10.5



A - контроллер малоканальный многофункциональный микропроцессорный МИК-52Н ПРМК.421457.009;

Rн – нагрузка;

XP1 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.5– Схема подключения аналогового выхода

Внимание!

При подключении аналогового выходного сигнала проверьте на модуле устройства связи с объектом установку перемычек выбора выходных сигналов блока перемычек J1 в соответствии с указанным в таблице 10.2.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

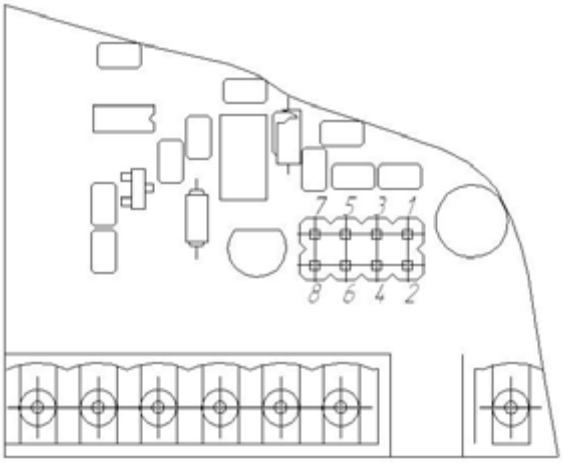


Рисунок 10.6– Положение перемычек для настройки аналогового выхода

Таблица 10.2 - Положение перемычек J1 на процессорной плате для настройки аналогового выхода АО1

Тип выходного сигнала	Положение перемычек J1
0-5мА	[2-4], [7-8]
0-20мА, 4-20мА	[2-4], [5-6]
0-10В	[1-2], [3-4]

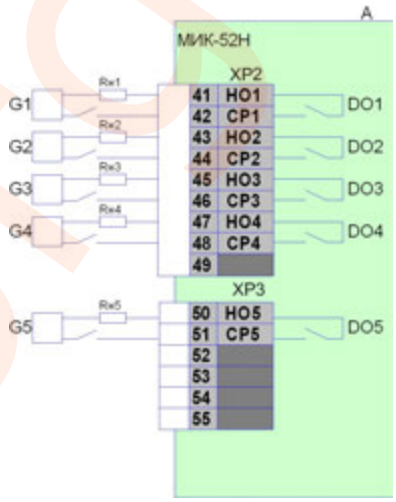
10.3.4 Подключение дискретных выходов

Дискретные выходы выполнены в виде реле, при этом логическому 0 соответствует разомкнутое положение контактов указанных на рисунке, а логической 1 - замкнутое состояние выходных контактов реле СР и НО.

10.3.4.1 Схема подключения дискретных выходов релейного типа представлено на рис. 10.7

Каждый дискретный релейный выход гальванически изолирован от других дискретных выходов и других цепей контроллера.

Дискретные выходы выполнены в виде реле, при этом логическому 0 соответствует разомкнутое положение контактов указанных на рисунке, а логической 1 - замкнутое состояние выходных контактов реле СР и НО.



A - контроллер малоканальный многофункциональный микропроцессорный МИК-52Н ПРМК.421457.009;
Rн1…Rн5 – нагрузка;
G1-G5 – источник питания (напряжение постоянного тока не более 250В и ток нагрузки не более 5 А);
XP2, XP3 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.7 – Схема подключения дискретных выходов релейного типа

Параметры дискретных выходов релейного типа:

1. На рисунке показано расположение и назначение переключающих контактов выходных реле каналов DO1-DO5.
2. Контакты выходных реле указаны в положении выключено, или при обесточенной обмотке реле.
3. Неиспользуемые клеммы разъема не подключать.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4. Максимальное потребление (обмоток реле) пяти включенных каналов от внешнего источника постоянного тока 24В – 100мА.

5. Напряжение внешнего источника питания - нестабилизированное, (20-28) В постоянного тока.

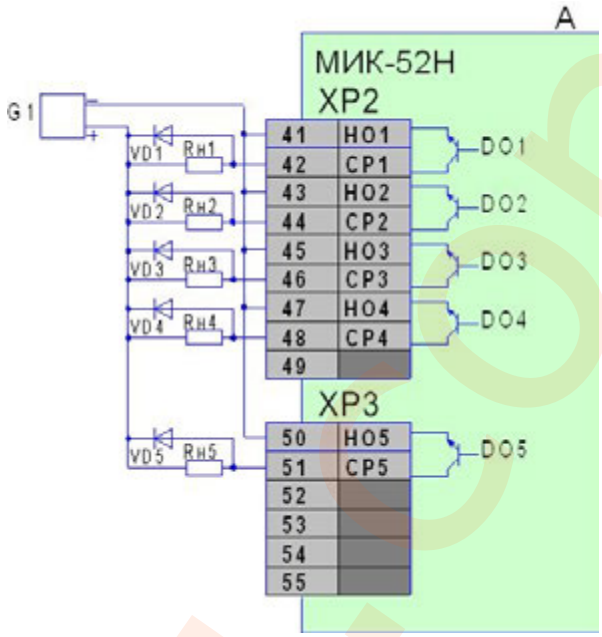
Примечание!

В цепях переменного тока для подключения индуктивных нагрузок к дискретному релейному выходному сигналу рекомендуется использовать RC-демпфирующую цепочку.

Пример такой схемы изображен на рисунке 10.9

Рекомендуется для цепей переменного тока напряжением 220 В вместо RC-цепочки использовать варистор СН2-1 на напряжение 420В. Применение варистора позволяет предотвратить не только индуктивные наводки, но и погасить большие всплески сигнала, возникающие в силовых цепях питания от другого оборудования.

10.3.4.2 Схема подключения дискретных выходов транзисторного типа представлено на рис. 10.8.



A - контроллер малоканальный многофункциональный микропроцессорный МИК-52Н ПРМК.421457.009;
Rн1…Rн5 – нагрузка;
G1 – источник питания переменного тока (напряжение постоянного тока не более 40В и ток нагрузки не более 100мА);
VD1…VD5- диод;
XP2, XP3 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.8- Схема подключения к дискретному выходному сигналу

Параметры дискретных выходов транзисторного типа:

1. На рисунке показано расположение и назначение пассивных транзисторных ключей с открытым коллектором и общим эмиттером каналов DO1-DO5.

2. Логическому 0 соответствует разомкнутое, а логической 1 - замкнутое состояние ключа.

3. Неиспользуемые клеммы разъема не подключать.

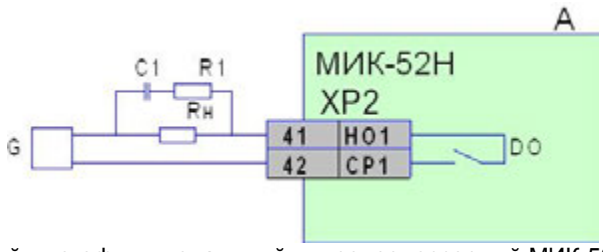
4. Для питания дискретных нагрузок требуется внешнее нестабилизированное напряжение (20-28) В постоянного тока.

Примечание!

При подключении индуктивных нагрузок (реле, пускатели, контакторы, соленоиды и т.п.) к дискретным транзисторным выходам контроллера, во избежание выхода из строя выходного транзистора из-за большого тока самоиндукции, параллельно нагрузке (обмотке реле) необходимо устанавливать блокирующий диод VD – см. схему подключения10.9. Внешний диод устанавливать на каждом канале, к которому подключена индуктивная нагрузка.

Тип устанавливаемого диода - КД209, КД258, 1N4004…1N4007 (или аналогичный), рассчитанный на обратное напряжение 100В и прямой ток 0,5А.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



A - контроллер малоканальный многофункциональный микропроцессорный МИК-52Н ПРМК.421457.009;
Rн – нагрузка;
G – источник питания переменного тока;
C1 – конденсатор),022 мкФ 600В;
R1 – резистор 100 Ом 0,5 Вт;
XP2, XP3 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.9 – Схема подключения индуктивной нагрузки к дискретному релейному выходному сигналу

10.3.5 Подключение интерфейса

Все ответвители приемо-передатчиков, присоединенные к одной общей передающей линии, должны согласовываться только в двух крайних точках. Длина ответвлений L_0 должна быть как можно меньшей.

Необходимость экранирования кабелей, по которым передается информация, зависит от длины кабельных связей и от уровня помех в зоне прокладки кабеля.

Применение экранированной витой пары в промышленных условиях является предпочтительным, поскольку это обеспечивает получение высокого соотношения сигнал/шум и защиту от синфазной помехи.

К компьютеру может быть подключено до 31 кнтроллера на одном сегменте сети.

Общая длина кабельной линии связи одного сегмента сети не должна превышать 1200м.

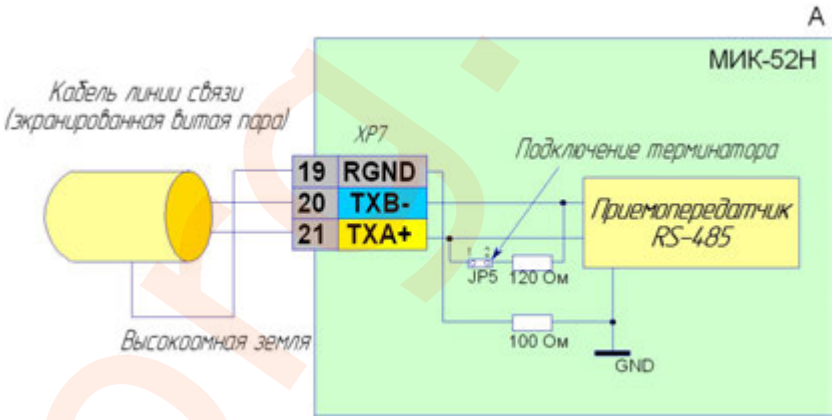
В качестве кабельной линии связи предпочтительно использовать экранированную витую пару.

Длина ответвлений от линии связи L_0 должна быть как можно меньшей.

К интерфейсным входам контроллеров, расположенным в крайних точках соединительной линии необходимо подключить два терминальным резистора сопротивлением 120 Ом.

Подключение терминальных резисторов в контроллерах показано на рисунке 10.10

Подключение терминальных резисторов в блоке преобразования интерфейсов БПИ-485 приведено в «Блок преобразования интерфейсов БПИ-485.Руководство по эксплуатации».



A - контроллер малоканальный многофункциональный микропроцессорный МИК-52Н ПРМК.421457.009;
XP7 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.10 – Схема подключения интерфейса

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.4 Внешние подключения модулей расширения МР-51Н.

10.4.1 Подключение внешних цепей модулей расширения МР-51Н-11

Модуль расширения имеет 16 дискретных входов и один аналоговый выход, то есть контроллер МИК-52Н с данным модулем расширения будет иметь 19 дискретных входов (3 базовых + 16 на модуле расширения).

Каждый дискретный вход гальванически изолирован от других дискретных входов и других цепей контроллера.

Для питания дискретных входов (датчиков) требуется внешнее нестабилизированное напряжение 24В постоянного тока.

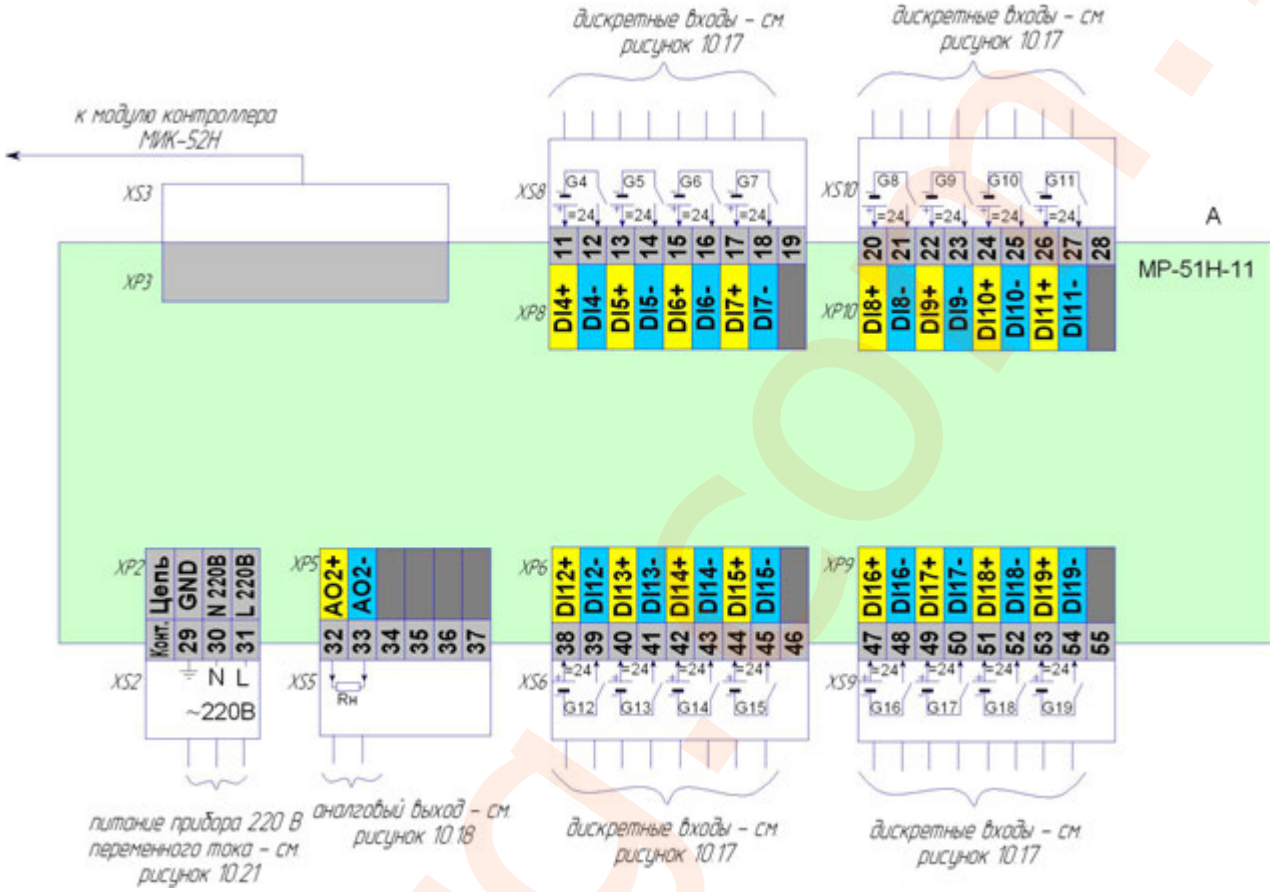


Рисунок 10.11.1 - Схема подключения сигналов модуля расширения МР-51Н-11 с питанием 220В переменного тока, внешний вид

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

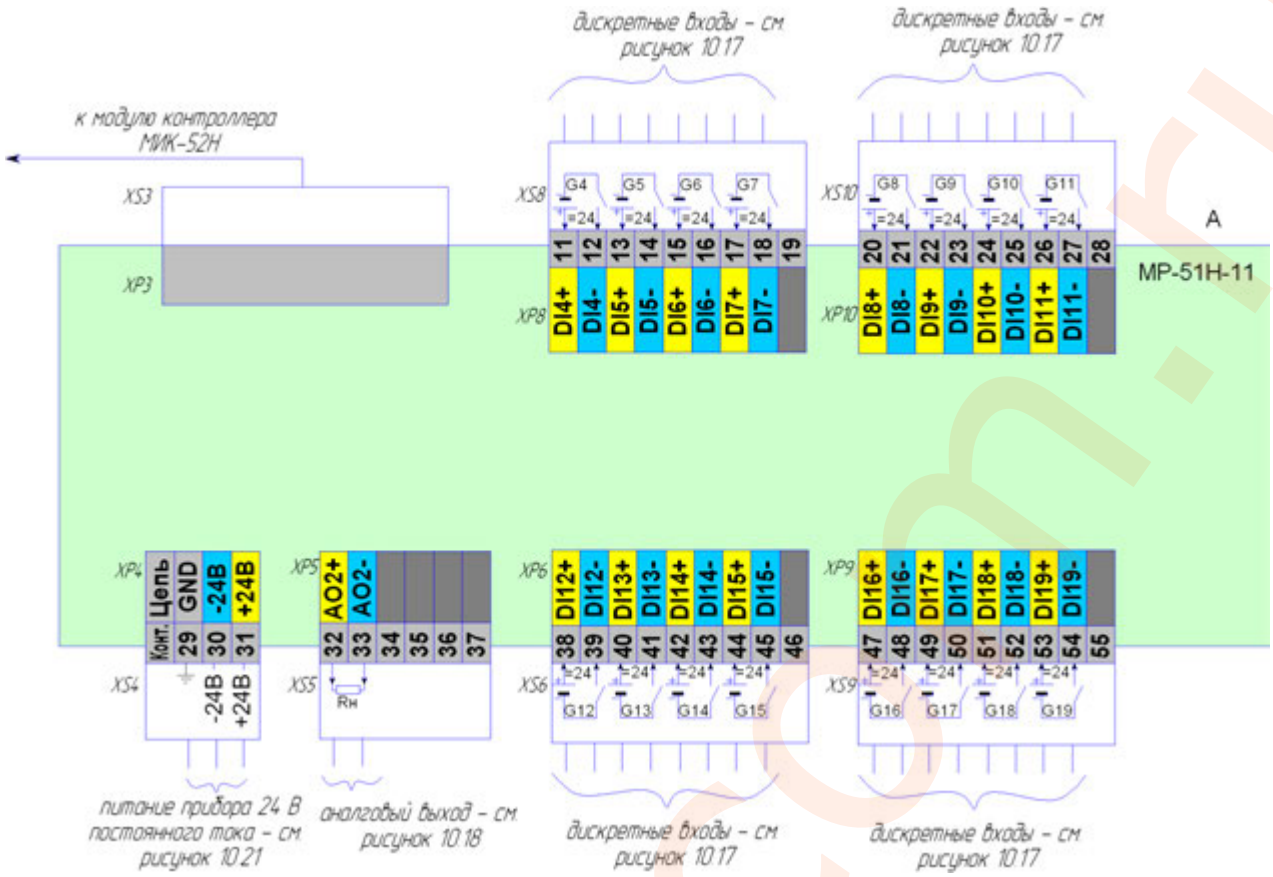


Рисунок 10.11.2 - Схема подключения сигналов модуля расширения МР-51Н-11 с питанием 24В постоянного тока, внешний вид

Примечания.

1. Положение перемычек J1 на модуле расширений для настройки аналогового выхода приведено в таблице:

Диапазон выходного сигнала	Положение перемычек на модуле расширения
0 - 5 мА	[2-4], [7-8]
0 – 20 мА; 4 – 20 мА	[2-4], [5-6]
0 – 10 В	[1-2], [3-4]

2. Смещение выходного сигнала 4-20мА устанавливается программно.
3. Неиспользуемые клеммы не подключать.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.4.2 Подключение внешних цепей модулей расширения МР-51Н-13

Модуль расширения имеет 8 дискретных входов, 8 дискретных выходов и один аналоговый выход, то есть контроллер МИК-52Н с данным модулем расширения будет иметь 11 дискретных входов (3 базовых + 8 на модуле расширения) 13 дискретных выходов (5 базовых + 8 на модуле расширения) и 2 аналоговых выхода соответственно. Каждый дискретный вход гальванически изолирован от других дискретных входов и других цепей контроллера.

Для питания дискретных входов (датчиков) требуется внешнее нестабилизированное напряжение 24В постоянного тока.

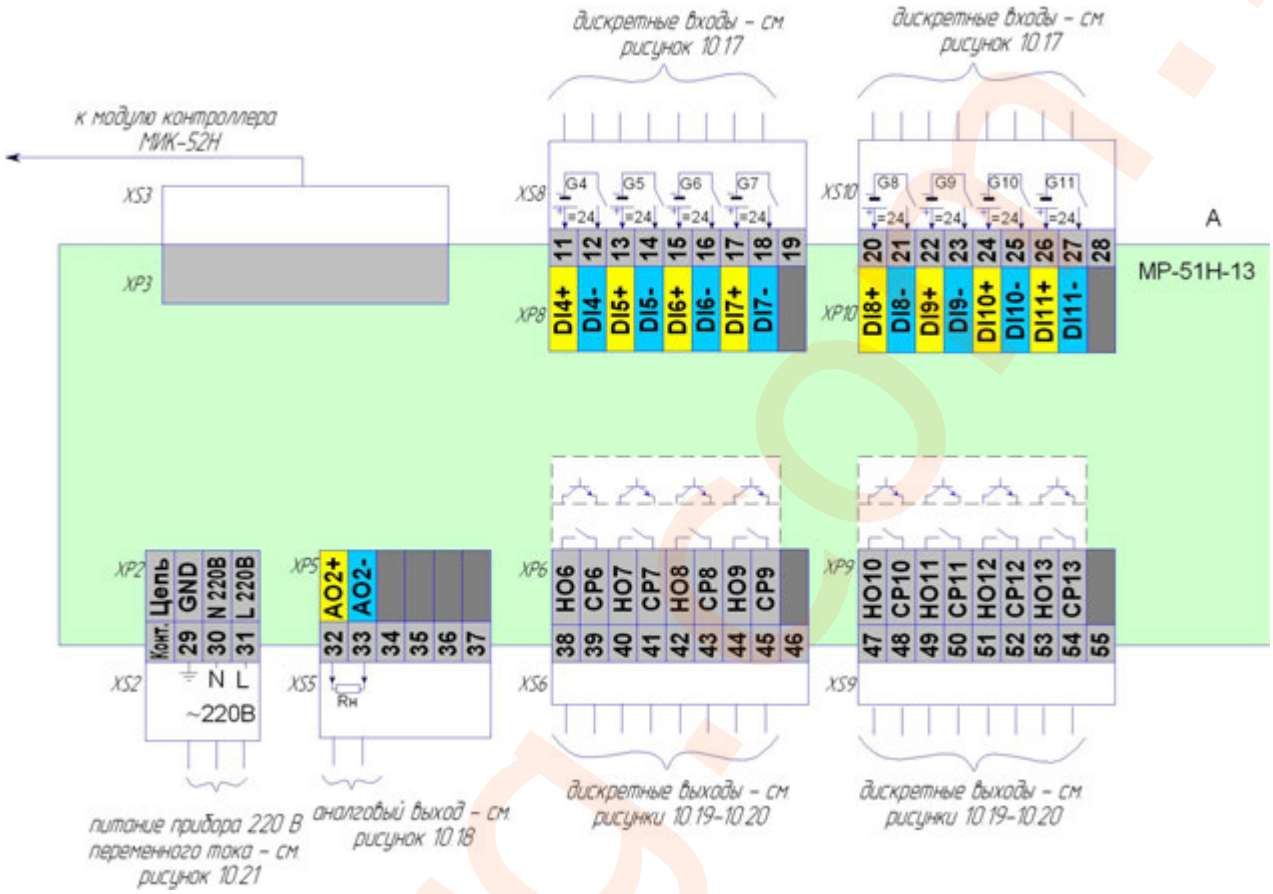


Рисунок 10.12.1 - Схема подключения сигналов модуля расширения МР-51Н-13 с питанием 220В переменного тока, внешний вид

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

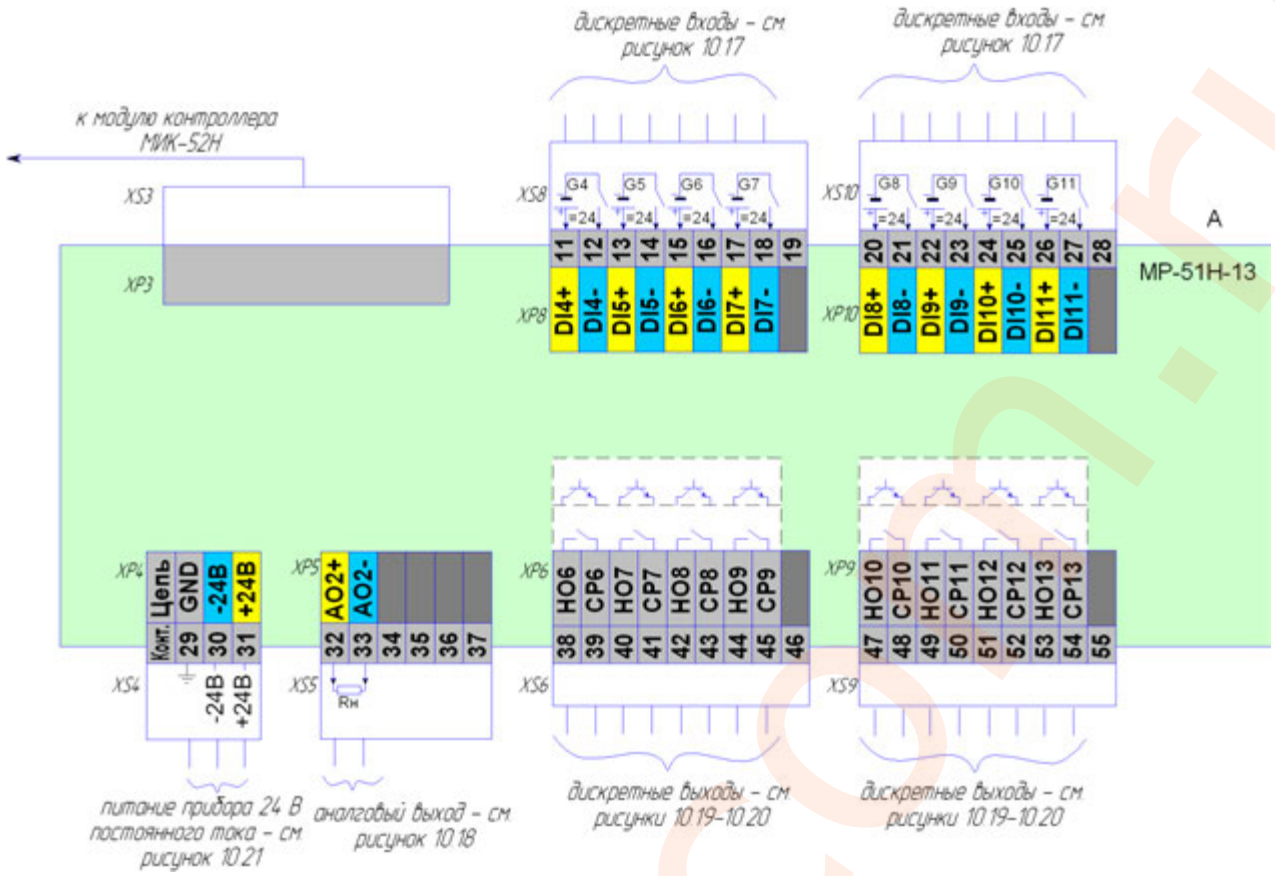


Рисунок 10.12.2 - Схема подключения сигналов модуля расширения MP-51H-13 с питанием 24В постоянного тока, внешний вид

Примечания.

1. При подключении индуктивных нагрузок (реле, пускатели, контакторы, соленоиды и т.п.) к дискретным транзисторным выходам контроллера, во избежание выхода из строя выходного транзистора из-за большого тока самоиндукции, параллельно нагрузке (обмотке реле) необходимо устанавливать блокирующий диод VD – см. схему подключения. Тип устанавливаемого диода КД209, КД258, 1N4004…1N4007 или аналогичный, рассчитанный на обратное напряжение 100В, прямой ток 0,5А.
2. Положение перемычек J1 на модуле расширений для настройки аналогового выхода приведено в таблице:

Диапазон выходного сигнала	Положение перемычек на модуле расширения
0 - 5 мА	[2-4], [7-8]
0 – 20 мА; 4 – 20 мА	[2-4], [5-6]
0 – 10 В	[1-2], [3-4]

3. Смещение выходного сигнала 4-20мА устанавливается программно.
4. Неиспользуемые клеммы не подключать.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.4.3 Подключение внешних цепей модулей расширения МР-51Н-15

Модуль расширения имеет 16 дискретных выходов и один аналоговый выход, то есть контроллер МИК-52Н с данным модулем расширения будет иметь 21 дискретных выходов (5 базовых + 16 на модуле расширения) и 2 аналоговых выхода соответственно. Каждый дискретный вход гальванически изолирован от других дискретных входов и других цепей контроллера.

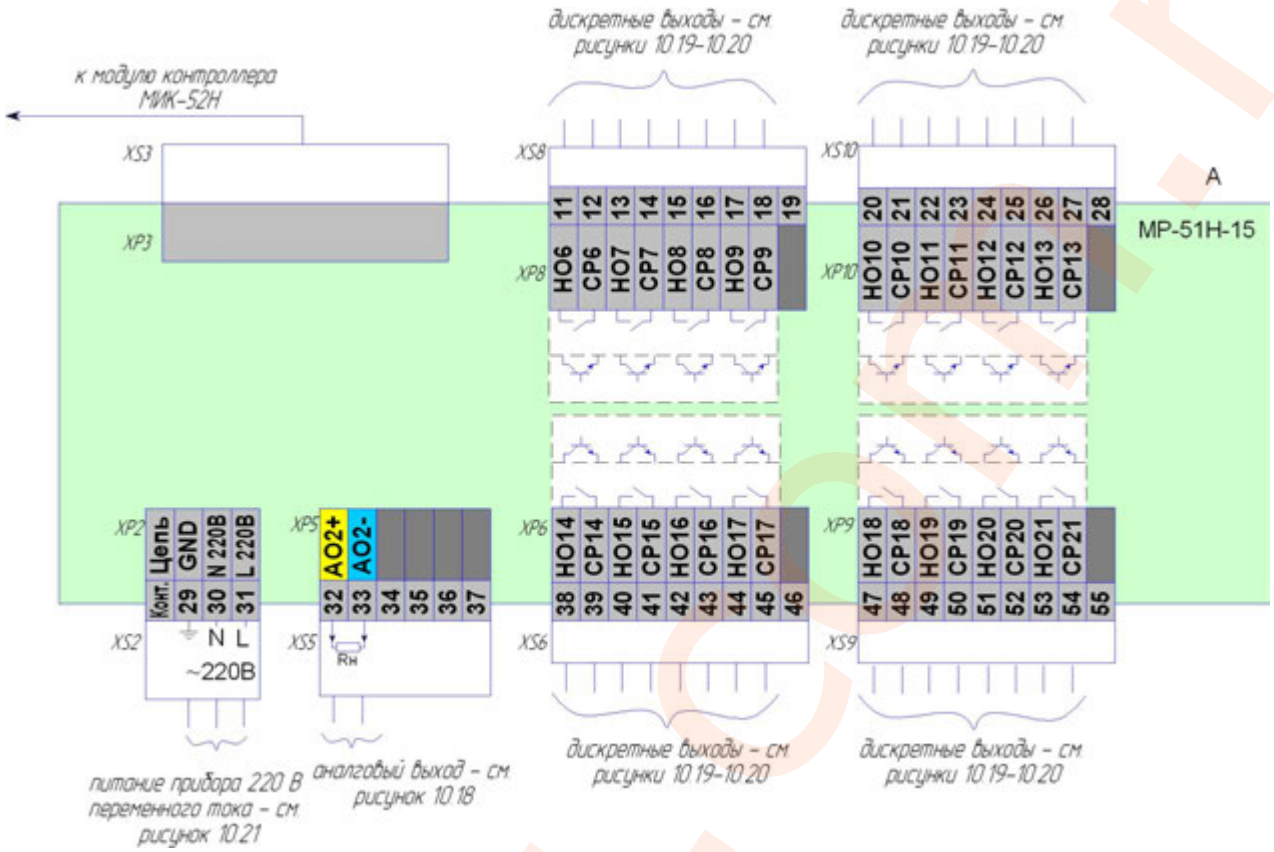


Рисунок 10.13.1 - Схема подключение сигналов модуля расширения МР-51Н-15 с питанием 220В переменного тока, внешний вид

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

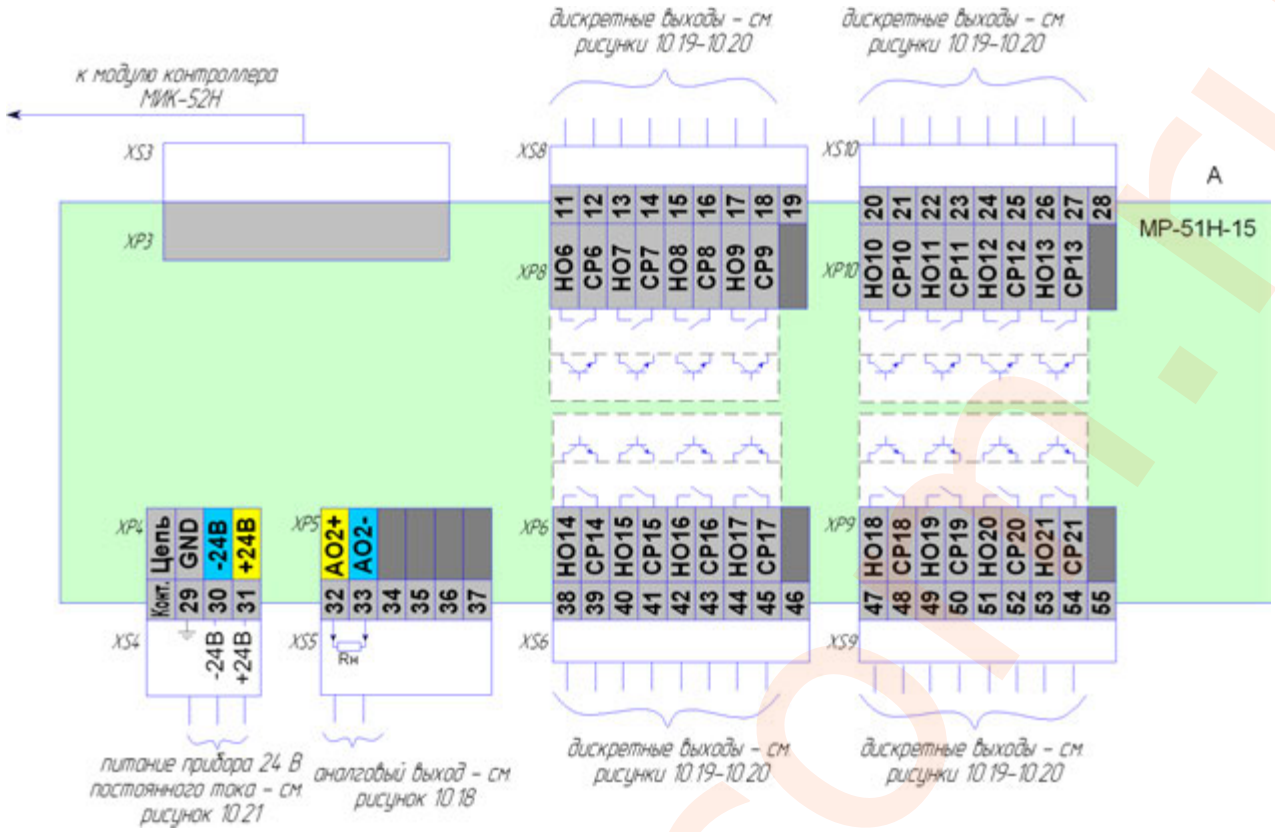


Рисунок 10.13.2 - Схема подключения сигналов модуля расширения МР-51Н-15 с питанием 24В постоянного тока, внешний вид

Примечания.

1. При подключении индуктивных нагрузок (реле, пускатели, контакторы, соленоиды и т.п.) к дискретным транзисторным выходам контроллера, во избежание выхода из строя выходного транзистора из-за большого тока самоиндукции, параллельно нагрузке (обмотке реле) необходимо устанавливать блокирующий диод VD – см. схему подключения. Тип устанавливаемого диода КД209, КД258, 1N4004…1N4007 или аналогичный, рассчитанный на обратное напряжение 100В, прямой ток 0,5А.
2. Положение перемычек J1 на модуле расширений для настройки аналогового выхода приведено в таблице:

Диапазон выходного сигнала	Положение перемычек на модуле расширения
0 - 5 мА	[2-4], [7-8]
0 – 20 мА; 4 – 20 мА	[2-4], [5-6]
0 – 10 В	[1-2], [3-4]

3. Смещение выходного сигнала 4-20мА устанавливается программно.
4. Неиспользуемые клеммы не подключать.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.4.4 Подключение внешних цепей модулей расширения МР-51Н-16

Модуль расширения имеет 16 дискретных входов и 3 аналоговых выходы, то есть контроллер МИК-52Н с данным модулем расширения будет иметь 19 дискретных входов (3 базовых + 16 на модуле расширения) и 4 аналоговых выхода. Каждый дискретный вход гальванически изолирован от других дискретных входов и других цепей контроллера.

Для питания дискретных входов (датчиков) требуется внешнее нестабилизированное напряжение 24В постоянного тока.

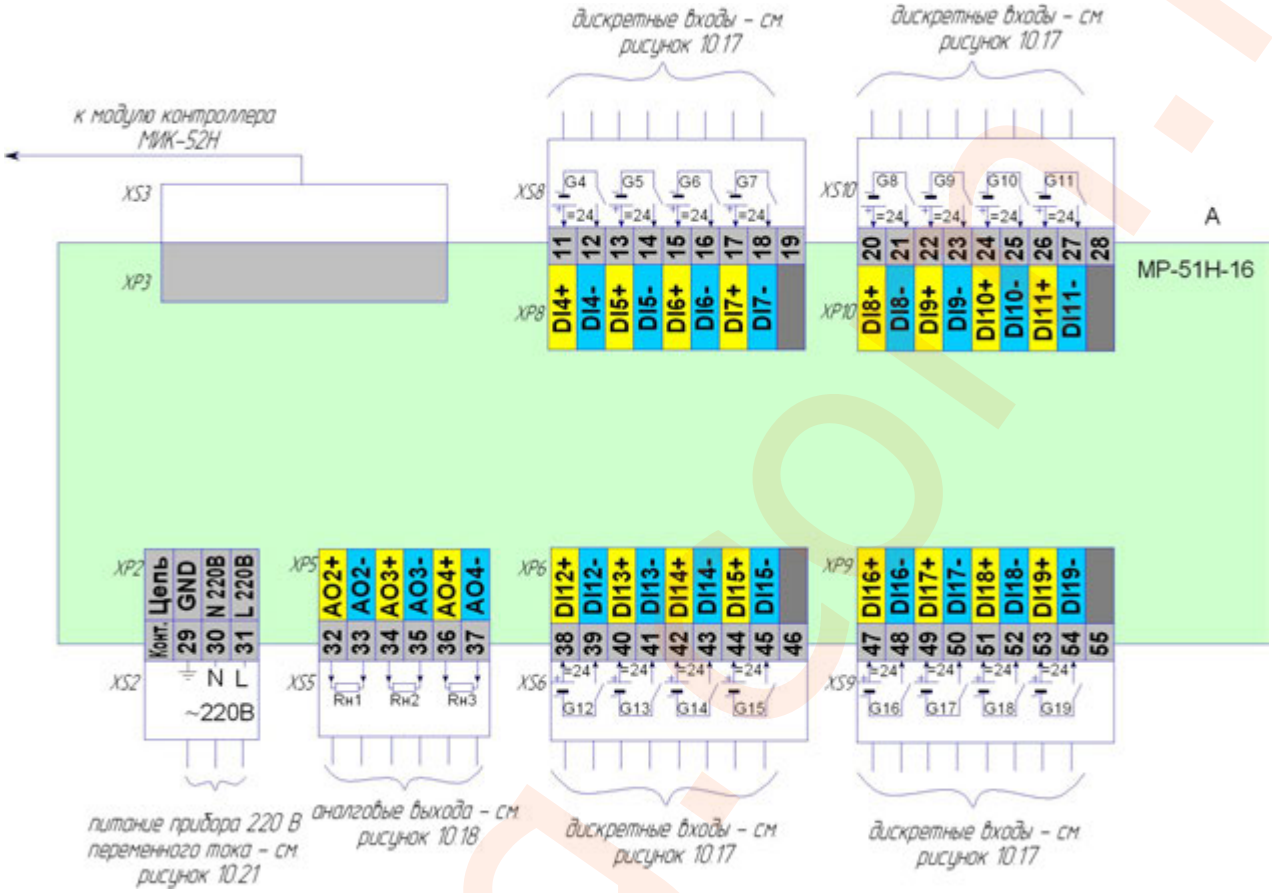


Рисунок 10.14.1 - Схема подключения сигналов модуля расширения МР-51Н-16 с питанием 220В переменного тока, внешний вид

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

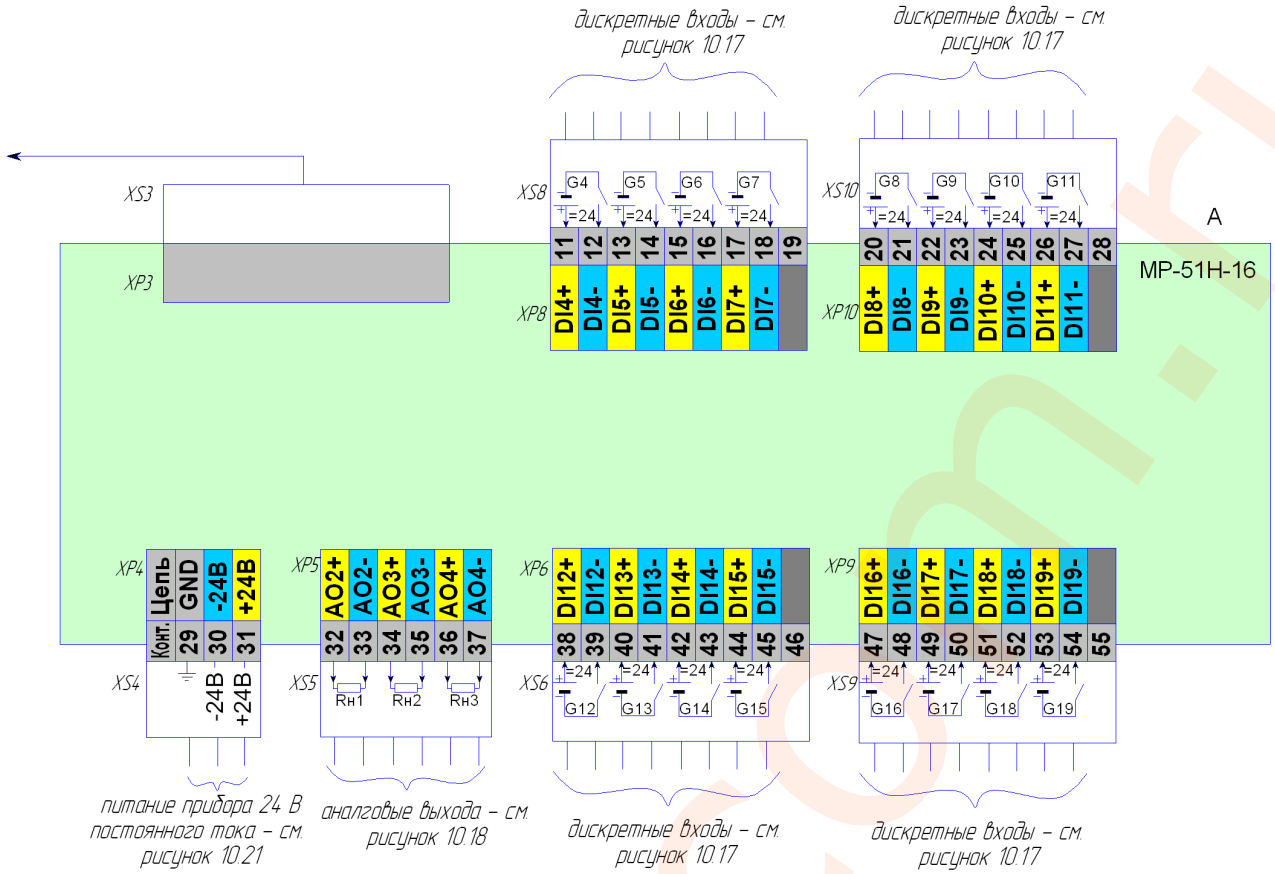


Рисунок 10.14.2 - Схема подключения сигналов модуля расширения МР-51Н-16 с питанием 24В постоянного тока, внешний вид

Примечания.

1. Положение перемычек J1,J2 и J3 на модуле расширений для настройки аналоговых выходов приведено в таблице:

Диапазон выходного сигнала	Положение перемычек на модуле расширения
0 - 5 мА	[2-4], [7-8]
0 – 20 мА; 4 – 20 мА	[2-4], [5-6]
0 – 10 В	[1-2], [3-4]

2. Смещение выходного сигнала 4-20мА устанавливается программно.
3. Неиспользуемые клеммы не подключать.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.4.5 Подключение внешних цепей модулей расширения МР-51Н-17

Модуль расширения имеет 8 дискретных входов, 8 дискретных выходов и 3 аналоговых выходы, то есть контроллер МИК-52Н с данным модулем расширения будет иметь 11 дискретных входов (3 базовых + 8 на модуле расширения) 13 дискретных выходов (5 базовых + 8 на модуле расширения) и 4 аналоговых выхода соответственно. Каждый дискретный вход гальванически изолирован от других дискретных входов и других цепей контроллера.

Для питания дискретных входов (датчиков) требуется внешнее нестабилизированное напряжение 24В постоянного тока.

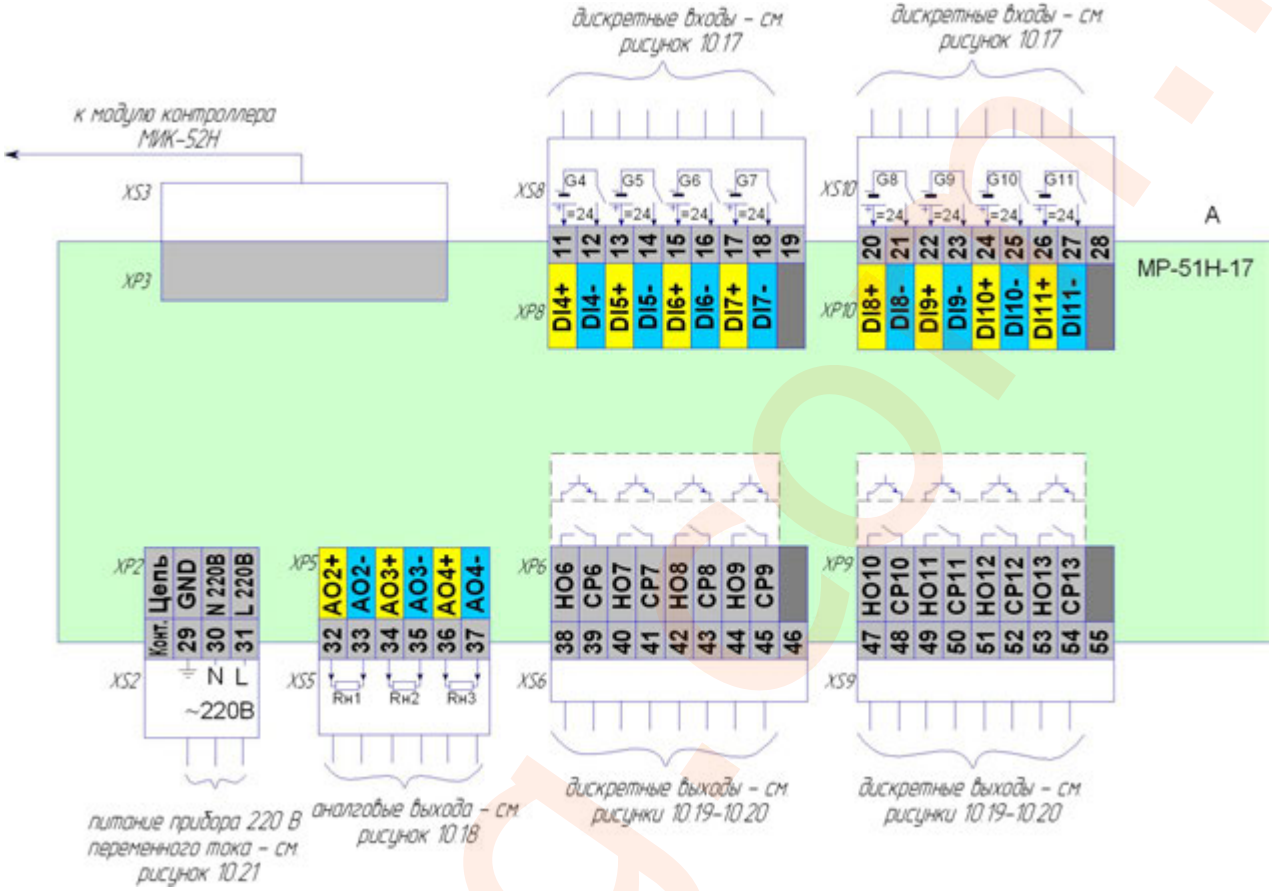


Рисунок 10.15.1 - Схема подключения сигналов модуля расширения МР-51Н-17 с питанием 220В переменного тока, внешний вид

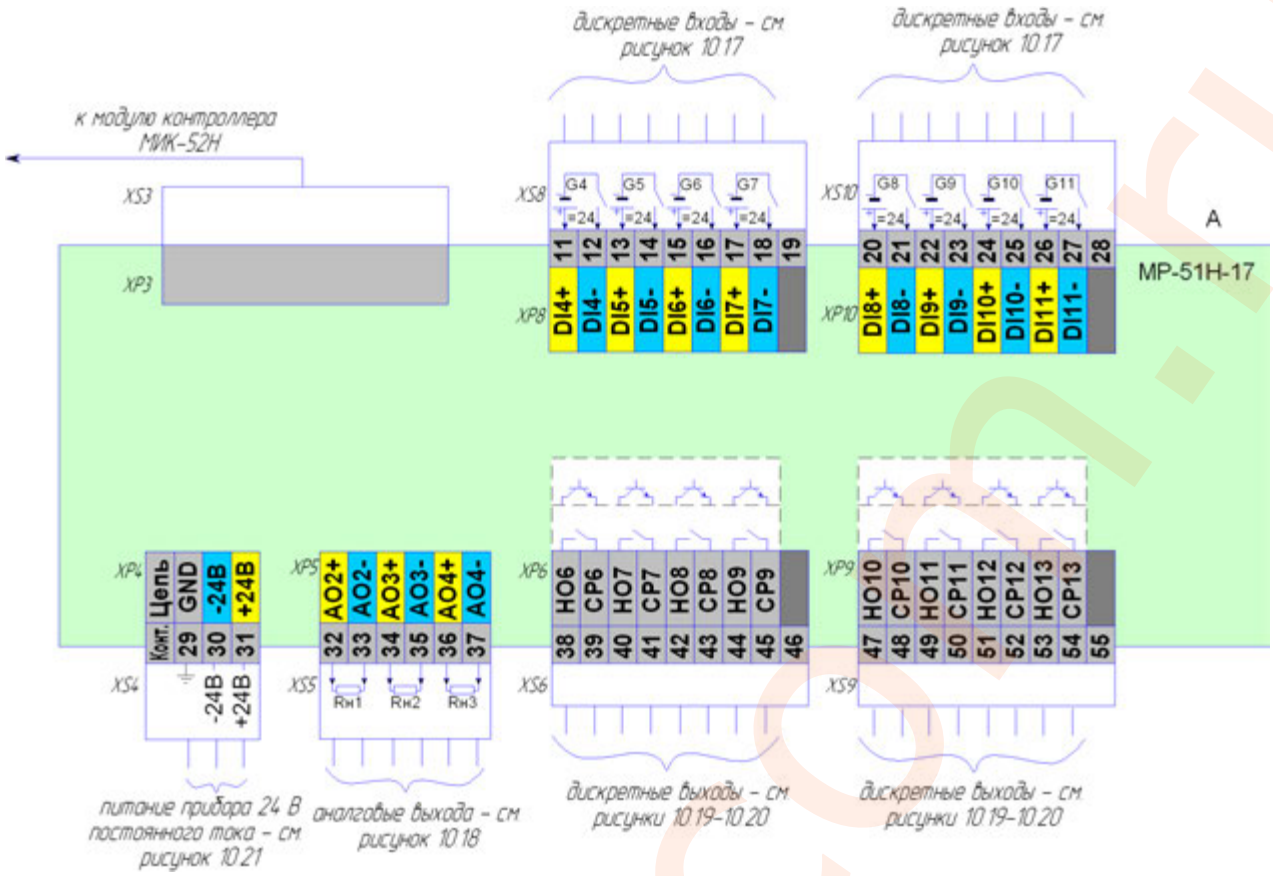


Рисунок 10.15.2 - Схема подключения сигналов модуля расширения MP-51H-17 с питанием 24В постоянного тока, внешний вид

Примечания.

1. При подключении индуктивных нагрузок (реле, пускатели, контакторы, соленоиды и т.п.) к дискретным транзисторным выходам контроллера, во избежание выхода из строя выходного транзистора из-за большого тока самоиндукции, параллельно нагрузке (обмотке реле) необходимо устанавливать блокирующий диод VD – см. схему подключения. Тип устанавливаемого диода КД209, КД258, 1N4004…1N4007 или аналогичный, рассчитанный на обратное напряжение 100В, прямой ток 0,5А.
2. Положение перемычек J1,J2 и J3 на модуле расширений для настройки аналоговых выходов приведено в таблице:

Диапазон выходного сигнала	Положение перемычек на модуле расширения
0 - 5 мА	[2-4], [7-8]
0 – 20 мА; 4 – 20 мА	[2-4], [5-6]
0 – 10 В	[1-2], [3-4]

3. Смещение выходного сигнала 4-20мА устанавливается программно.
4. Неиспользуемые клеммы не подключать.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.4.6 Подключение внешних цепей модулей расширения МР-51Н-18

Модуль расширения имеет 16 дискретных выходов и 3 аналоговых выходы, то есть контроллер МИК-52Н с данным модулем расширения будет иметь 21 дискретных выходов (5 базовых + 16 на модуле расширения) и 4 аналоговых выхода соответственно. Каждый дискретный вход гальванически изолирован от других дискретных входов и других цепей контроллера.

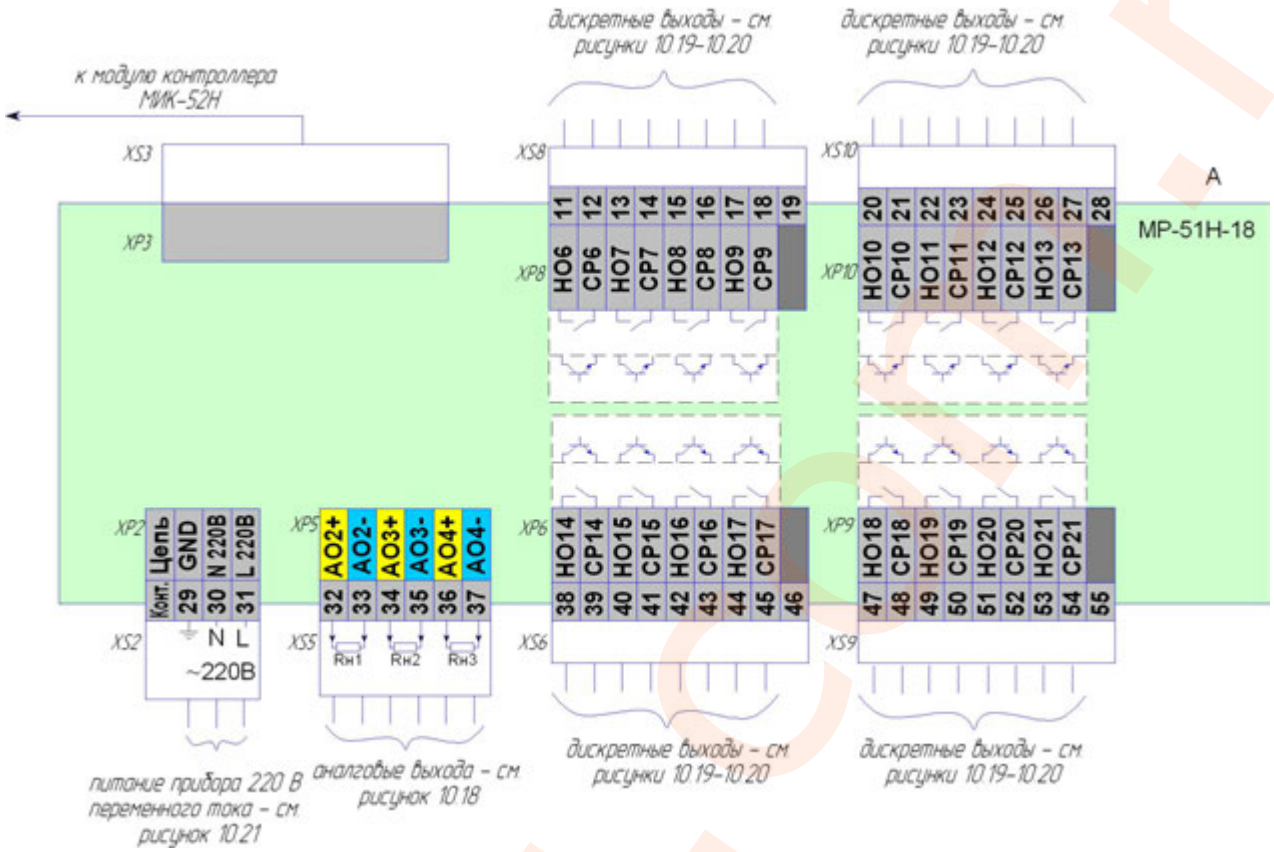


Рисунок 10.16.1 - Схема подключения сигналов модуля расширения МР-51Н-18 с питанием 220В переменного тока, внешний вид

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

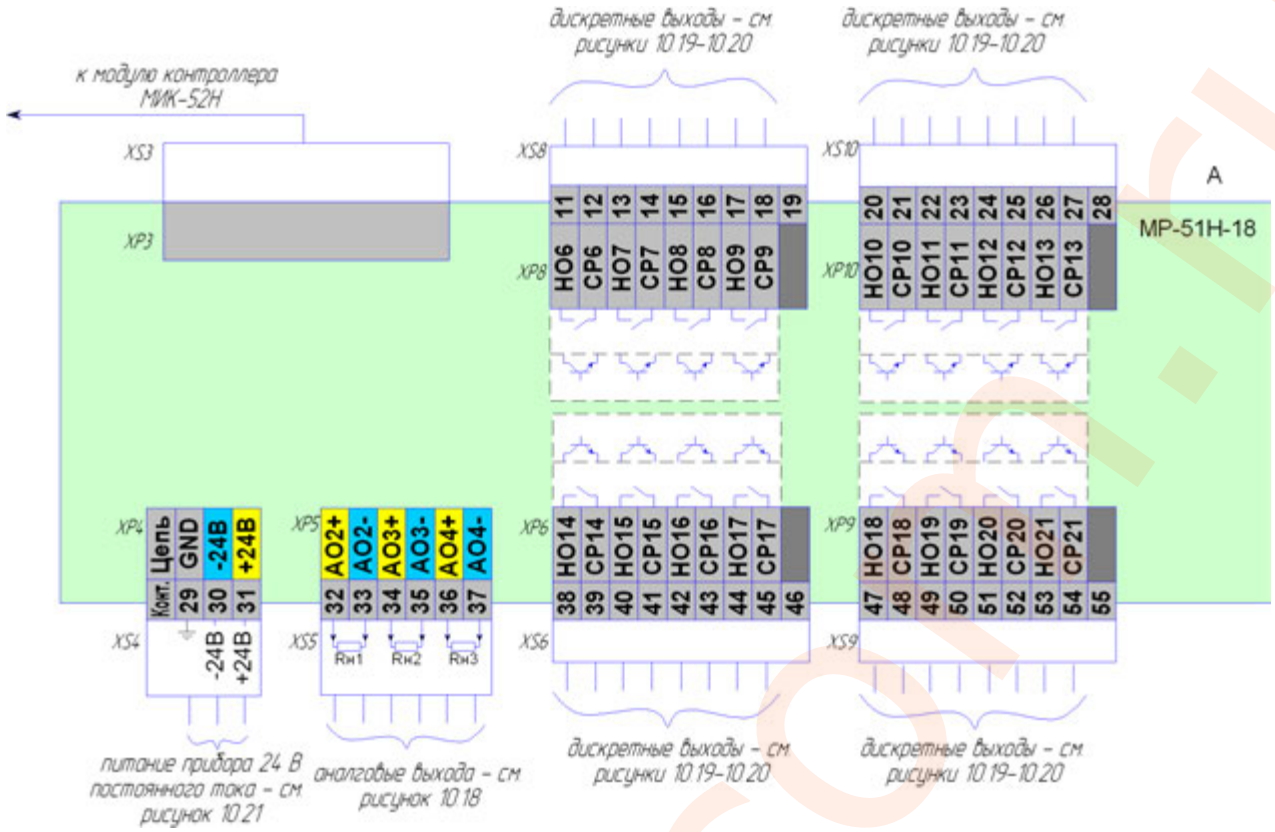


Рисунок 10.16.2 - Схема подключения сигналов модуля расширения МР-51Н-18 с питанием 24В постоянного тока, внешний вид

Примечания.

1. При подключении индуктивных нагрузок (реле, пускатели, контакторы, соленоиды и т.п.) к дискретным транзисторным выходам контроллера, во избежание выхода из строя выходного транзистора из-за большого тока самоиндукции, параллельно нагрузке (обмотке реле) необходимо устанавливать блокирующий диод VD – см. схему подключения. Тип устанавливаемого диода КД209, КД258, 1N4004…1N4007 или аналогичный, рассчитанный на обратное напряжение 100В, прямой ток 0,5А.
2. Положение перемычек J1,J2 и J3 на модуле расширений для настройки аналоговых выходов приведено в таблице:

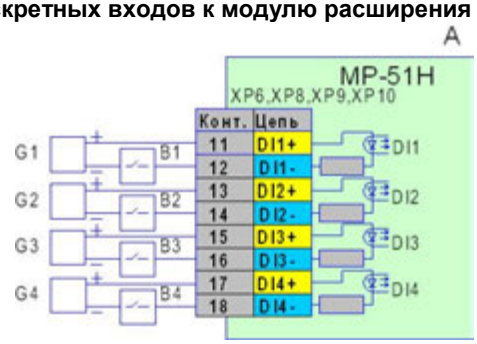
Диапазон выходного сигнала	Положение перемычек на модуле расширения
0 - 5 мА	[2-4], [7-8]
0 – 20 мА; 4 – 20 мА	[2-4], [5-6]
0 – 10 В	[1-2], [3-4]

3. Смещение выходного сигнала 4-20мА устанавливается программно.
4. Неиспользуемые клеммы не подключать.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.5 Внешние цепи подключения сигналов модулей расширения

10.5.1 Подключение дискретных входов к модулю расширения



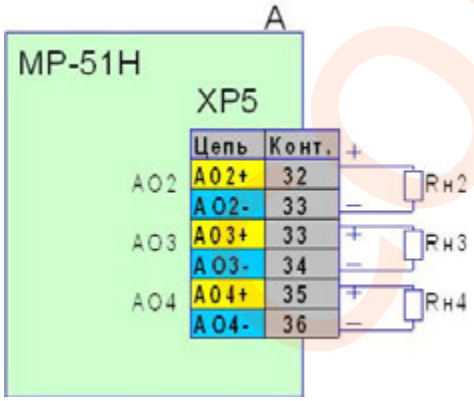
A – модуль расширения МР-51Н ПРМК.421459.004;

G1…G4 – источник питания (напряжение постоянного тока (24^{+4}_{-4})В и ток нагрузки не менее 10 мА);

B1…B4 – датчик дискретного сигнала;
XP6, XP8, XP9, XP10 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.17 Схема подключения дискретных входов к модулю расширения

10.5.2 Подключение аналоговых выходов



A – модуль расширения МР-51Н ПРМК.421459.004;
Rн2..4 – нагрузка;
XP5 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.18 Схема подключения аналоговых выходов к модулю расширения

10.5.3.1 Подключение дискретных выходов релейного типа

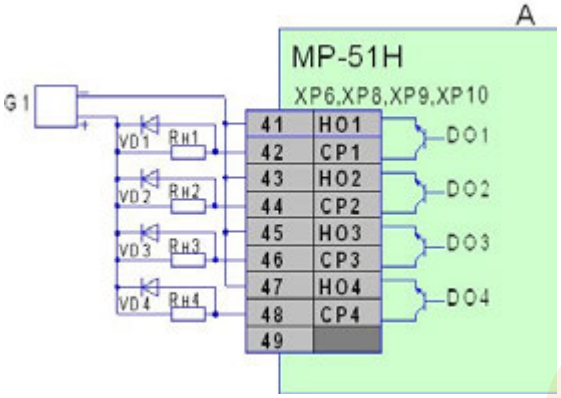


A – модуль расширения МР-51Н ПРМК.421459.004;
Rн1…Rн4 – нагрузка;
G1-G4 – источник питания (напряжение постоянного тока не более 250В и ток нагрузки не более 5 А);
XP6, XP8, XP9, XP10 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.19 Схема подключения дискретных выходов релейного типа к модулю расширения

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

10.5.3.2 Подключение дискретных выходов транзисторного типа



A – модуль расширения МР-51Н ПРМК.421459.004;
Rн1…Rн4 – нагрузка;
G1 – источник питания переменного тока (напряжение постоянного тока не более 40В и ток нагрузки не более 400мА);
VD1…VD4- диод;
XP6, XP8, XP9, XP10 – соединитель 232-209/026-000.

Рисунок 10.20 Схема подключения дискретных выходов транзисторного типа к модулю расширения

10.5.3.3 Подключение питания к МИК-52Н и МР-51Н.

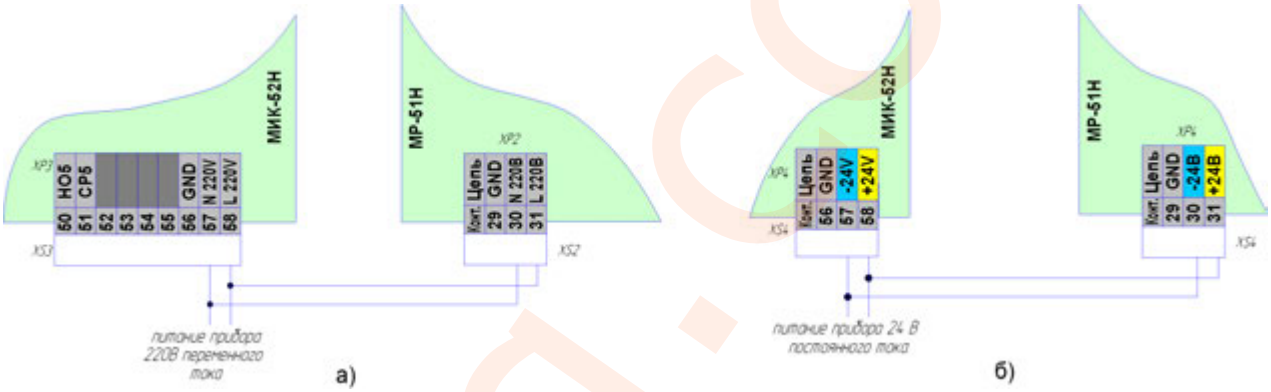


Рисунок 10.21 - Схема подключения питания МИК-52Н и модуля расширения МР-51Н.

Примечания.

1. Эксплуатация модуля расширения МР-51Н не подключенного к контроллеру МИК-52Н, а также эксплуатация модуля расширения в случае, когда управляющий им контроллер отключен от сети питания - **запрещена**. Питание МИК-52Н и МР-51Н должно быть реализовано таким образом, чтобы исключить возможность пропадания питающего напряжения контроллера, в то время как питание модуля расширения присутствует. Схема подключения питания указана на рис. 10.21

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

11 Подготовка к работе. Порядок работы

11.1 Общие указания

Контроллер МИК-52Н поставляется потребителю в соответствии с документацией заказа, разрабатываемой заказчиком, поэтому перед вводом в эксплуатацию необходимо проверить его комплектность.

При описании порядка включения предполагается, что все блоки установлены и закреплены на соответствующих стендах, а также выполнен электрический монтаж всех внешних соединений в соответствии с имеющимся проектом и данным руководством по эксплуатации.

Перед включением следует убедиться, что контроллер МИК-52Н, его модификация и остальные параметры соответствуют проекту.

Подготовка к работе заключается в выполнении следующих процедур:

- Первое включение контроллера.
- Программирование контроллера.
- Калибровка, контроль и тестирование входов-выходов.
- Включение контроллера в управляющую сеть.

Некоторые процедуры (первое включение, калибровка, контроль и тестирование входов-выходов) можно выполнить при помощи лицевой панели контроллера. Порядок выполнения этих процедур описан в настоящем документе.

11.2 Первое включение контроллера

11.2.1 Подключить питающее напряжение к разъему прибора и модулю расширения (если такой имеется), как указано на схеме подключения.

11.2.2 Запрограммировать контроллер. Процедура программирования приведена в разделе 7.2. Если на лицевой панели не светится индикатор ПР (режим программирования, - см. рис. 7.1), то нажать вместе клавиши [↻] Меню + [№кн ↓] и ввести пароль. Должен засветиться индикатор ПР, что означает переход в режим программирования. Если на лицевой панели уже светится индикатор ПР «программирование», то данную операцию не выполнять.

11.2.3 Нажать клавишу [№кн ↑], - номера уровней программирования на дисплее «№» КАНАЛ должны увеличиваться от 1 до 8 без пропусков. Нажать клавишу [№кн ↓] номера уровней программирования на дисплее «№» КАНАЛ должны уменьшаться от 8 до 1 без пропусков.

11.3 Программирование контроллера

11.3.1 На лицевой панели установить режим «программирование». Выполнить следующие операции (см. п. 7.2):

• произвести очистку программы пользователя;
• установить код комплектности, равный номеру модификации контроллера;
• проверить состав библиотеки алгоритмов и убедиться, что номер библиотеки соответствует модели контроллера, а номер версии соответствует указанной в документации на контроллер.

11.3.2 Порядок программирования. На лицевой панели установить режим «программирование». Процедуры программирования выполнить в следующей последовательности:

• настроить необходимое количество функциональных блоков, количество контуров регулирования, программных задатчиков и количество пользовательских панелей индикации и управления (процедура уровня 1);
• установить параметры функциональных блоков (процедуры уровней 2, 3, 4);
• установить (при необходимости) системные параметры (процедура уровня 6);
• записать (при необходимости) программу пользователя, настройки и параметры в энергонезависимую память контроллера (процедура уровня 8).

11.3.3 Установить процедуру «Настройка количества блоков» - уровень 1. Ввести необходимое количество функциональных блоков, количество контуров регулирования, программных задатчиков и количества пользовательских панелей индикации и управления.

После ввода вышеперечисленной информации в контроллере формируется исполнительный программный модуль программы пользователя введенной с передней панели.

11.3.4 Установить процедуру «Программирование функциональных блоков» - уровень 2.

На данном уровне программируется номер функционального блока в программе пользователя, тип блока (согласно библиотеке функциональных блоков), базовый адрес параметров и модификатор количества входов и/или параметров.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

По очереди, начиная с первого блока, ввести все требуемые функциональные блоки (см. п. 7.2).

Если какой-либо блок имеет модификатор также ввести и этот параметр. Если какие-либо блоки требуется пропустить, в них ввести блок с кодом 00.

11.3.5 Установить процедуру «программирование связей» (конфигурация) – уровень 3. Для всех входов всех блоков, которые должны быть связаны с входами других блоков или на которых должны задаваться коэффициенты, установить требуемую конфигурацию (см. п. 7.2).

Номера входов и выходов блоков устанавливаются индивидуально для каждого блока с контролем количества входов (и выходов) соответствующего типа.

В процессе установки конфигурации при необходимости ввести также инверсию (только для связанных входов). При программировании связей, после ввода значения номера выхода на дисплее ВИХІД, нажатие клавиши [Завд.] устанавливает инверсию данной связи, что отображается символом «-».

11.3.6 Установить процедуру «настройка параметров» - уровень 4. На данном уровне производится настройка параметров функциональных блоков. Для всех параметров всех блоков установить необходимые и соответствующие значения (см. п. 7.2).

На дисплее ВИХІД установить значение разрешения изменения параметров. Установка данного значения разрешает или запрещает производить изменение того или иного параметра в режиме РАБОТА. Состояние данного значения: 000 – запрещено изменять данный параметр в режиме РАБОТА, 001 – разрешено изменять данный параметр в режиме РАБОТА.

11.3.7 Перевести контроллер в режим «работа» и убедиться, что нет ошибок и отказов. Установить процедуру «системные параметры» - уровень 6 (см. п. 7.2). Определить ресурс системы – свободную память программ и данных. Для возможности последующего расширения алгоритмической структуры контроллера желательно, чтобы существовал определенный резерв. Если лимит памяти исчерпан, необходимо уменьшить объем решаемой задачи.

11.3.8. **Очистка программы пользователя.** Установить процедуру «Настройка количества блоков» - уровень 1. При вводе значения «0000» в всех дисплеях производится очистка программы пользователя.

Внимание! **Данную операцию необходимо выполнить перед вводом новой программы.**

11.4 Калибровка, контроль и тестирование входов-выходов контроллера

11.4.1 Калибровка аналоговых входов

Калибровку аналоговых входов проводить в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на уровне 5 (режимы 05, 06, 07).

В соответствии с таблицей п. 7.2.1.5 выполнить автоматическую (режим 05) или ручную (режимы 06, 07) калибровки всех аналоговых входов.

Вначале выполнять калибровку начала шкалы измерения, для чего на калибруемый аналоговый вход контроллера подать сигнал, соответствующий началу шкалы диапазона (выбирается с таблицы 11.1).

Затем выполнить калибровку конца шкалы измерения, для чего на калибруемый аналоговый вход контроллера от эталона источника или датчика подать контролируемый сигнал, равный верхнему значению диапазона (выбирается с таблицы 11.1 для конкретного типа датчика).

Сохранить значения калибровочных констант в энергонезависимой памяти (см. раздел 11.6).

Тестирование аналоговых входов проводить в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на уровне 5 (режим 01).

Таблица 11.1 - Типы датчиков и рекомендуемые пределы калибровки

Код входа **Параметр 2 nTYPE блока AIN**	**Тип входного сигнала**	**Градировочная характеристика и НСХ**	**Предельные индицируемые значения при калибровке прибора**	**Диапазон изменения**	
				Начал. значение	**Конечное значение**
0000	0-5 мА 0-20 мА 4-20 мА 0-10 В	Линейная	0,0 ... 100,0 % или в установленных технических единицах	0 мА 0 мА 4 мА 0 В	5 мА 20 мА 20 мА 10 В
0001	0-5 мА 0-20 мА 4-20 мА 0-10 В	Квадратичная (Вход калибруется как линейный, затем устанавливается квадратичная шкала)	0,0 ... 100,0 % или в установленных технических единицах	0 мА 0 мА 4 мА 0 В	5 мА 20 мА 20 мА 10 В

11.4.2 Калибровка аналогового выхода

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Калибровку аналоговых выходов проводить в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на уровне 5 (режимы 08, 09).

Для проведения калибровки к аналоговому выходу следует подключить миллиамперметр или вольтметр.

В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ нажимая клавиши **[№кн ↑]** или **[№кн ↓]** выбрать уровень 5, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**, выбрать режим 08 (ручная калибровка начала шкалы аналогового выхода) клавишами **[▲] Знач** или **[▼] Знач**, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**, выбрать режим 08.01 (ручная калибровка начала шкалы первого аналогового выхода) клавишами **[▲] Знач** или **[▼] Знач**, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**. В окне **ЗАДАНИЕ** индицируется значение коэффициента смещение, %, наблюдая выходной аналоговый сигнал по внешнему измерительному прибору, клавишами **[▲] Знач** или **[▼] Знач** установите нулевое значение аналогового выхода, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**, клавишами **[▲] Знач** или **[▼] Знач** установите в окне **ВЫХОД** значение **000** или **001**, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**. Внешний вид индикаторов в режиме калибровки нуля изображен на рисунке 11.1.

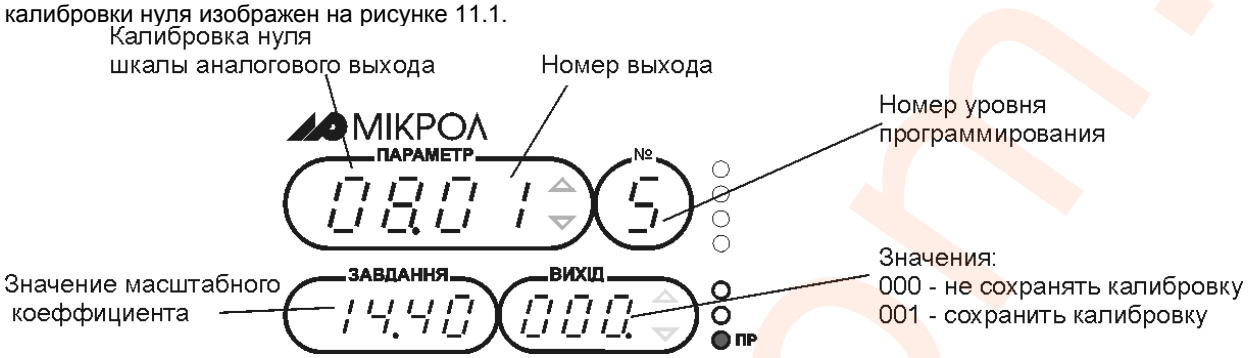


Рис 11.1 Внешний вид индикаторов при калибровке нуля аналогового выхода

В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ нажимая клавиши **[№кн ↑]** или **[№кн ↓]** выбрать уровень 5, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**, выбрать режим 09 (ручная калибровка конца шкалы аналогового выхода) клавишами **[▲] Знач** или **[▼] Знач**, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**, выбрать режим 09.01 (ручная калибровка конца шкалы первого аналогового выхода) клавишами **[▲] Знач** или **[▼] Знач**, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**. В окне **ЗАДАНИЕ** индицируется значение масштабного коэффициента, ед, наблюдая выходной аналоговый сигнал по внешнему измерительному прибору, клавишами **[▲] Знач** или **[▼] Знач** установите конечное значение аналогового выхода, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**, клавишами **[▲] Знач** или **[▼] Знач** установите в окне **ВЫХОД** значение **000** или **001**, нажать клавишу ввод **[↵] Ввід**. Внешний вид индикаторов в режиме калибровки нуля изображен на рисунке 11.2.

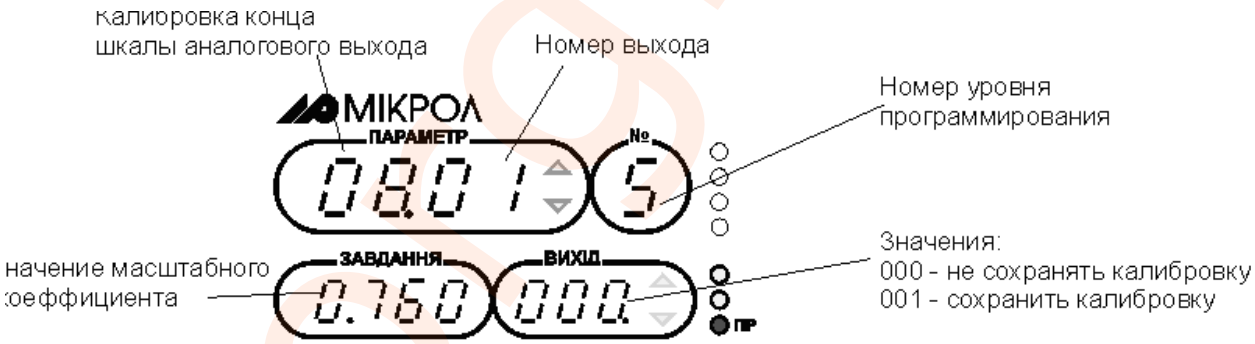


Рис 11.2 Внешний вид индикаторов при калибровке конечного значения аналогового выхода

В соответствии с методикой п. 7.2.1.5 выполнить калибровку всех аналоговых выходов.

Установить на аналоговом выходе контроллера (по миллиамперметру) значение равное 0% - 0 мА для диапазона 0-5 или 0-20 мА и значение 4 мА для диапазона 4-20 мА.

установить на выходе контроллера (по миллиамперметру) значение равное 100% - сигнал 5 мА для диапазона 0-5 мА и 20 мА для диапазона 0-20; 4-20 мА.

Сохранить значения калибровочных констант в энергонезависимой памяти.

11.4.3 Тестирование дискретных входов

Тестирование дискретных входов проводить в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на уровне 5 (режим 03).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

На дискретном входе контроллера от имитатора (задатчика) сигналов подавать сигналы, равные 0 В (логический 0), и 24 В (логическая 1).

В соответствии с методикой п. 7.2.1.5 выполнить контроль всех дискретных входов.

Подавая на каждый дискретный вход контроллера сигнал сначала 0В, а затем 24В убедиться, что этим сигналам соответствуют значения 0 и 1.

11.4.4 Тестирование аналоговых выходов

Тестирование аналоговых выходов проводить в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на уровне 5 (режим 02).

Аналоговые выходы тестируются при тех же исходных условиях, что и условия калибровки аналоговых выходов.

В отличие от калибровки, тест аналоговых выходов позволяет проверить работоспособность канала аналогового выхода.

Тестирование проводится в соответствии с методикой, изложенной в п. 7.2.1.5.

11.4.5 Тестирование дискретных выходов

Тестирование дискретных выходов проводить в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на уровне 5 (режим 04).

Тестирование проводится в соответствии с методикой, изложенной в п. 7.2.1.5.

Установить по дисплею ЗАВДАННЯ на каждом выходе значение коэффициента сначала 0000, затем 0001. Работу дискретных выходов контролировать по состоянию дискретных нагрузок, подключенных к контроллеру.

11.5 Включение контроллера в локальную управляющую сеть

В информационную сеть контроллер МИК-52Н следует включать после проверки работы контроллера на объекте в автономном режиме.

Физическая организация сети представлена в разделе 5.2. Логическая организация сети представлена в разделе 5.3.

Для включения в сеть перейти в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ и установить режим «системные параметры» см. уровень 6, режим 02. В соответствии с проектом автоматизации установить сетевой адрес контроллера. Необходимо следить, чтобы у каждого контроллера, включенного в данную сеть, был свой неповторяющийся в других контроллерах сетевой адрес. Также в данном режиме необходимо установить скорость сетевого обмена и тайм-аут кадра запроса.

11.6 Сохранение программы пользователя и настроек в энергонезависимой памяти

В процедуре сохранения программы пользователя и настроек в энергонезависимой памяти (в режиме программирования, уровень 8) происходит сохранение:

- установленного количества функциональных блоков, количества контуров регулирования (регуляторов), количества программных задатчиков, а также количества пользовательских панелей индикации и управления,
- установленных типов функциональных блоков,
- запрограммированных связей входов-выходов функциональных блоков,
- установленных параметров функциональных блоков.

После записи информации в энергонезависимую память (на уровне 8) изменяться могут лишь следующие параметры контроллера:

- оперативные параметры, изменение которых предусмотрено с помощью лицевой панели контроллера - режимы работы регуляторов, режимы работы программных задатчиков, значение заданной точки регулятора, значение аналогового выходного воздействия регулятора в ручном режиме;
- параметры функциональных блоков, изменение которых разрешено на уровне 4;
- изменение параметров функциональных блоков по сети (в режиме РАБОТА и в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ).

Остальные параметры (системные, функциональные блоки, конфигурация, параметры функциональных блоков, изменение которых не разрешено на уровне 4) - изменять нельзя.

Поэтому запись информации в энергонезависимую память (на уровне 8) следует проводить лишь после тщательной отладки системы управления.

11.7 Порядок работы

11.7.1 Перед установкой на объект контроллеры МИК-52Н рекомендуется проверить в лаборатории.

Перед проверкой убедиться, что модель, модификация и другие параметры блока контроллера соответствуют спецификации заказа.

11.7.2 Подключить контроллер к сети электропитания. Перейти в режим «программирование» и выполнить все тесты согласно табл.7.5 раздел 7.2.

Для тестирования аналоговых и дискретных выходов к контроллеру подключить имитаторы нагрузки (резисторы) и запитать эти нагрузки согласно схеме внешних соединений (см. раздел 10).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Если сигналы на аналоговом выходе измеряются с помощью цифрового вольтметра, рекомендуется параллельно измерительным цепям вольтметра установить емкость порядка 0,2-1,0 мкФ.

11.7.3 В режиме РАБОТА, проверить функционирование каждого аналогового и дискретного входа контроллера. Для этого от источника аналоговых и дискретных сигналов подавать сигналы поочередно на все имеющиеся аналоговые и дискретные входы контроллера.

11.7.4 Остальные процедуры по программированию можно проводить либо в лабораторных условиях, либо непосредственно на объекте. Перед выполнением программирования убедиться, что в режиме РАБОТА отсутствуют ошибки и отказы. Аналогичную проверку сделать после окончания программирования.

11.7.5 После установки блоков на объект проверить их функционирование, - сначала в ручном режиме, затем в автоматическом. Проверить также все процедуры оперативного управления. Предварительно контроллер перевести в режим РАБОТА.

11.7.6 После того, как система управления полностью отлажена и в нее не предполагается вносить изменения, чтобы перейти в режим РАБОТА нужно записать запрограммированную информацию в энергонезависимую память.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

12 Техническое обслуживание

12.1. При правильной эксплуатации контроллер МИК-52Н не требует повседневного обслуживания.

12.2. Периодичность профилактических осмотров и ремонтов контроллера МИК-52Н устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже двух раз в год.

12.3. При длительных перерывах в работе рекомендуется отключать контроллер МИК-52Н от сети электропитания.

12.4. Во время профилактических осмотров: проверять и чистить кабельные части соединений (вскрытие контроллера МИК-52Н не допускается); проверять прочность крепления блока, монтажных жгутов; проверять состояние заземляющих проводников в местах соединений.

12.5. Очистка прибора: Не используйте растворители и подобные вещества. Для очистки устройства пользуйтесь спиртом.

13 Транспортирование и хранение

13.1. Транспортирование контроллера МИК-52Н допускается только в упаковке предприятия-изготовителя и может производиться любым видом транспорта.

13.2. При получении контроллера МИК-52Н убедиться в полной сохранности тары.

13.3. После транспортирования контроллера МИК-52Н необходимо выдержать в помещении с нормальными условиями не менее 6-ти часов, только после этого произвести распаковку.

13.4. Предельный срок хранения - один год.

13.5. Контроллеры МИК-52Н должны храниться в сухом отапливаемом и вентилируемом помещении при температуре окружающего воздуха от -40°С до +70°С и относительной влажности от 30 до 80% (без конденсации влаги). Данные требования являются рекомендуемыми.

13.6. Воздух в помещении не должен содержать пыли и примеси агрессивных паров и газов, вызывающих коррозию (в частности: газов, содержащих сернистые соединения или аммиак).

13.7 В процессе хранения или эксплуатации не кладите тяжелые предметы на контроллер МИК-52Н и не подвергайте его никакому механическому воздействию, так как устройство может деформироваться и повредиться.

14 Гарантии изготовителя

14.1 Производитель гарантирует соответствие прибора техническим условиям ТУ У 33.2-13647695-013:2006. При не соблюдении потребителем требований условий транспортирования, хранения, монтажа, наладки и эксплуатации, указанных в настоящем руководстве, потребитель лишается права на гарантию.

14.2 Гарантийный срок эксплуатации - 5 лет со дня отгрузки изделия. Гарантийный срок эксплуатации изделий, которые поставляются на экспорт - 18 месяцев со дня проследования их через государственную границу Украины.

14.3 По договоренности с потребителем предприятие-изготовитель осуществляет послегарантийное техническое обслуживание, техническую поддержку и технические консультации по всем видам своей продукции.

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)			Всего листов в документе	Изменение в документе	Подп.	Дата
	Изме-ненных	Заме-ненных	Но-вых				
1.00				86		Лукащук Р.О	16.11.2010
1.01				91	1.Добавлено управление программными задатчиками и панелями индикации 2. Исправлен номер разъема подключения питания в МР.	Лукащук Р.О	23.12.2010
1.02				91	Добавлено описание при подключении модулей расширения МР-51-16, МР-51-17 и МР-51-18	Лукащук Р.О	23.11.2011
1.03				92	Приведено в соответствие с ТУ	Лукащук Р.О	06.12.2011
1.04				94	1. Добавлены в описание меню Вх, Вих, Прм, Ош. 2. Добавлен протокол передачи Modicon Modbus	Лукащук Р.О	30.01.2013
1.05				95	Добавлены коды ошибок	Лукащук Р.О	22.10.2013
1.05				95	Исправлены неточности в рисунках.	Сопуляк В.М	27.01.2014

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

МІКРОЛ



КОНТРОЛЛЕР МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ

МИК-51, МИК-51Н, МИК-52, МИК-52Н

Руководство по эксплуатации

ПРМК.421457.005 РЭ2

УКРАИНА, г.Ивано-Франковск
2013

amtorg.com.ru

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Данное руководство по эксплуатации является официальной документацией предприятия МИКРОЛ.

Продукция предприятия МИКРОЛ предназначена для эксплуатации квалифицированным персоналом, применяющим соответствующие приемы и только в целях, описанных в настоящем руководстве.

Коллектив предприятия МИКРОЛ выражает большую признательность тем специалистам, которые прилагают большие усилия для поддержки отечественного производства на надлежащем уровне, за то, что они еще сберегли свою силу духа, умение, способности и талант.

В случае возникновения вопросов, связанных с применением оборудования предприятия МИКРОЛ, а также с заявками на приобретение обращаться по адресу:

Предприятие МИКРОЛ

УКРАИНА, 76495, г.Ивано-Франковск, ул. Автолитмашевская, 5Б,
Тел (8-0342)-502701, 502702, 502703, 502704, 504410, 504411
Факс (8-0342)-502704, 502705
E-mail: microl@microl.ua, support@microl.ua
web: http://www.microl.ua/

Copyright © 2003-2013 by MICROL Enterprise. All Rights Reserved.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение 5
2 Библиотека функциональных блоков 5
2.1 Общие сведения 5
2.2 Программирование функциональными блоками 6
2.3 Условные обозначения 7
2.4 Сигналы и параметры 9
3 Функциональные блоки ввода-вывода 11
3.00 NOP(00) - Пустой функциональный блок 11
3.01 LAN_SV(01) - Интерфейсный супервизор (диспетчер сети) 12
3.02 DIN_FRQ(02) - Частотный ввод 14
3.03 LAN_IN(03) - Интерфейсный ввод 15
3.04 LAN_OUT(04) - Интерфейсный вывод 17
3.05 AIN(05) - Аналоговый ввод 18
3.06 DIN(06) - Дискретный ввод 20
3.07 DIN_CTU (07) - Импульсный ввод 21
3.08 AOT(08) - Аналоговый вывод 22
3.09 DOT(09) - Дискретный вывод 23
3.10 DOT_OP(10) - Управляемый дискретный вывод 24
3.11 AOT_OP(11) - Управляемый аналоговый вывод 25
3.67 DIN2_FRQ(67) - Частотный вход с пороговым значением 26
4 Математические функциональные блоки 27
4.12 MUL(12) - Умножение 27
4.13 SUMM(13) - Суммирование с масштабированием 28
4.14 DIV(14) - Деление 30
4.15 SQRT(15) - Корень квадратный 31
4.16 ABS(16) - Абсолютное значение 33
4.17 INTEG(17) - Интегрирование 34
4.18 DERIV(18) - Дифференцирование с задержкой 36
4.70 HMDT(70) - Блок вычисления влажности воздуха 38
4.72 EXP(72) - Блок вычисления экспоненты 39
4.73 LN(73) - Блок вычисления натурального логарифма 40
4.74 LOG(74) - Блок вычисления десятичного логарифма 41
5 Логические функциональные блоки 42
5.19 AND(19) - Логическое «И» 42
5.20 AND_M(20) - Многовходовое «И» 43
5.21 OR(21) - Логическое «ИЛИ» 45
5.22 OR_M(22) - Многовходовое «ИЛИ» 47
5.23 XOR(23) - Исключающее ИЛИ 49
5.24 MAJRT(24) - Мажорирование 50
5.25 TRIG(25) - Триггер 52
5.26 REG(26) - Регистр 53
5.27 EDGE(27) - Выделение фронта 55
5.28 CODER(28) - Шифратор 56
5.29 DECODER(29) - Дешифратор 58
6 Функциональные блоки управления программой 60
6.30 MIN(30) - Минимум 60
6.31 MAX(31) - Максимум 62
6.32 AVRG(32) - Скользящее среднее, задержка 64
6.33 EXTREM(33) - Экстремум 66
6.34 LIMIT(34) - Ограничение 68
6.35 LIMIT_RT(35) - Ограничение скорости 70
6.36 MUX(36) - Переключатель по номеру 72
6.37 CMP(37) - Компаратор 74
6.38 TIMER(38) - Таймер 76
6.39 COUNT(39) - Счетчик 77
6.40 OSC(40) - Одновибратор 79
6.41 OSC_M(41) - Мультивибратор 80
6.42 PULSE(42) - Импульсатор 81
6.43 MEM(43) - Запоминание 82
6.44 DMUX(44) - Переключатель 84
6.45 AVRG_8(45) - Среднее 86
7 Функциональные блоки управления технологическим процессом 88
7.50 FILTER(50) - Фильтр 88
7.51 SCALL(51) - Масштабирование 89
7.52 LINEAR(52) - Кусочно-линейная функция 90
7.53 SP(53) - Уставка аналоговая 91
7.54 SP_M(54) - Уставка аналоговая многоканальная 92
7.55 TM(55) - Уставка времени 93

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.56 TM_M(56) - Уставка времени многоканальная 94
7.57 TM_PRG(57) - Программный задатчик 95
7.58 RTA(58) - Таймер-сигнализатор реального времени 98
7.59 RAMP(59) - Линейное изменение параметра 99
7.63 USER(63) - Пользовательская панель 101
7.64 RTA_CYC(64) - Циклический таймер-сигнализатор реального времени 103
7.65 STEP(65) - Логическая шаговая программа 104
7.68 RTA_COR(68) - Синхронизация реального времени 107
8 Функциональные блоки регуляторов 108
8.60 PID(60) - Регулятор аналоговый 108
8.61 PID_CAS(61) - Регулятор аналоговый каскадный 121
8.62 PID_IMP(62) - Регулятор импульсный 134
8.90 PID_R(90) - Аналоговый ПИД-регулятор с расширенной схемой перехода между режимами РУЧ/АВТ/КАС 150
8.91 PID_I_R(91) - Импульсный ПИД-регулятор с расширенной схемой перехода между режимами РУЧ/АВТ/КАС 165
8.93 COR_S(93) - Корректор статический 182
8.94 COR_D(94) - Корректор динамический 184
8.95 D_PID(95) - Дельта-регулятор 186
8.96 D_PID_I(96) - Дельта-регулятор импульсный 201
9 Функциональные блоки управления состоянием 218
9.80 IF(80) - Если 218
9.81 THEN(81) - Тогда 220
9.82 STATE(82) - Блок состояний 222
9.83 dSET(83) - Уставка дискретная 223
9.84 CASE(84) - Выбор из множества 224
9.86 DETECT(86) - Детектор включения питания или запуска программы пользователя 226
Приложение 1. Пример построения простого контура аналогового регулирования 227
Приложение 2. Пример построения логических схем управления 229
Лист регистрации изменений 231

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

1 Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для использования эксплуатационным персоналом и проектантами систем регулирования, выполненных на базе контроллеров микропроцессорных МИК-51, МИК-51Н, МИК-52 и МИК-52Н.

РЭ на контролеры состоит из двух самостоятельных документов.

В первом из них:

– «Контроллеры микропроцессорные МИК-51 (ПРМК.421457.005 РЭ1)»
– «Контроллеры микропроцессорные МИК-51Н (ПРМК.421457.006 РЭ1)»
– «Контроллеры микропроцессорные МИК-52 (ПРМК.421457.008 РЭ1)»
– «Контроллеры микропроцессорные МИК-52Н (ПРМК.421457.009 РЭ1)»

приводится описание состава, функциональных возможностей и инструкция по эксплуатации соответствующего контроллера.

Во втором (в данном руководстве РЭ2) – «Контроллеры микропроцессорные МИК-51, МИК-51Н, МИК-52, МИК-52Н (ПРМК.421457.005 РЭ2)» - описывается библиотека функциональных блоков контроллеров серий МИК-51(Н) и МИК-52(Н).

2 Библиотека функциональных блоков

2.1 Общие сведения

Контроллеры МИК-51, МИК-51Н, МИК-52 и МИК-52Н содержат библиотеку функциональных блоков, достаточную для того, чтобы решать сравнительно сложные задачи автоматического регулирования и логико-программного управления.

Библиотека функциональных блоков условно разделена на разделы, приведенные в таблице 2.1:

Таблица 2.1 – Перечень функциональных блоков

Раздел	Наименование раздела	Перечень функциональных блоков
1	Функциональные блоки ввода-вывода	Интерфейсный ввод-вывод, аналоговый ввод-вывод, дискретный ввод-вывод, импульсный ввод, частотный ввод, пустой блок, управляемый дискретный/аналоговый выход.
2	Математические функциональные блоки	Умножение, суммирование с масштабированием, деление, корень квадратный, абсолютное значение, интегрирование, дифференцирование с задержкой, вычисление влажности, экспоненты, логарифма натурального и десятичного.
3	Логические функциональные блоки	Логическое И, многовходовое И, логическое ИЛИ, многовходовое ИЛИ, исключающее ИЛИ, мажорирование, триггер, регистр, выделение фронта, кодирование и декодирование сигналов.
4	Функциональные блоки управления программой	Минимум, максимум, скользящее среднее, задержка, экстремум, ограничение, ограничение скорости, переключатель, переключатель по номеру, компаратор, таймер, счетчик, одновибратор, мультивибратор, импульсатор, блок запоминания.
5	Функциональные блоки управления технологическим процессом	Фильтр, масштабирование, кусочно-линейная функция, уставка аналоговая, уставка времени, программный задатчик, таймер-сигнализатор реального времени, линейное изменение параметра, пользовательская панель, логическая шаговая программа, блок синхронизации времени.
6	Функциональные блоки регуляторов	Регулятор аналоговый, регулятор каскадный, регулятор импульсный, регулятор аналоговый с расширенными функциями, регулятор импульсный с расширенными функциями, аналоговый дельта-регулятор, импульсный дельта регулятор, корректор динамический, корректор статический.
7	Функциональные блоки управления состоянием	Блоки «если», «тогда», блок состояний, уставка дискретная, выбор из множества, детектор.

Часть библиотечных функциональных блоков выполняет особую задачу: они связывают аппаратную часть контроллера с основной массой функциональных блоков. К этим «связным» функциональным блокам относятся: функциональные блоки ввода и вывода аналоговых и дискретных сигналов, функциональные блоки обслуживания лицевой панели, функциональные блоки приема и передачи сигналов через интерфейсный канал, а также блоки связи внутренних часов контроллера с программой пользователя.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Аппаратные элементы структуры контроллера (входные и выходные УСО, лицевая панель, интерфейсный канал) начинают выполнять свои функции лишь после того, как будут использованы соответствующие функциональные блоки.

Версия программного обеспечения контроллера определяет версию библиотеки алгоритмов, которую он поддерживает. Версия №1 библиотеки алгоритмов контроллера МИК-51 является базовой библиотекой и включает в себя 68 функциональных блоков. Каждая последующая библиотека включает в себя все функциональные блоки предыдущей, а также новые FBD-блоки. Изменения в версиях библиотеки алгоритмов приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Функциональные блоки и соответствие их версиям программного обеспечения.

Версия программного обеспечения	Версия библиотеки алгоритмов	Добавленные FBD-блоки
0 ÷ 35	1	–
36 ÷ 44	2	IF(80) – Если THEN(81) – Тогда STATE(82) – Блок состояний dSET(83) – Уставка дискретная CASE(84) – Выбор из множества
45	3	EXP(72) – Блок вычисления экспоненты LN(73) – Блок вычисления натурального логарифма LOG(74) – Блок вычисления десятичного логарифма
46 ÷ 52	4	DETECT(86) – Детектор включения питания или запуска программы пользователя
60 ÷ 63	6	DIN2_FRQ(67) – Блок измерения частоты с резервированием
64 ÷ 65	7	PID_R(90) – Регулятор аналоговый с альтернативной схемой перехода между режимами PID_IMP_R(91) – Регулятор импульсный с альтернативной схемой перехода между режимами

2.2 Программирование функциональными блоками

Программа пользователя состоит из отдельных звеньев – функциональных блоков, представляющих собой тот или иной алгоритм, объединение которых позволяет автоматизировать технологический процесс.

Система программирования реализована в соответствии с требованиями стандарта Международной Электротехнической Комиссии (МЭК) IEC 61131-3 и предназначена для разработки программного обеспечения предназначенного для сбора данных и управления технологическими процессами, что выполняется программируемыми контроллерами.

В качестве языка программирования в системе реализован язык функциональных блоковых диаграмм Function Block Diagram (FBD), предоставляющий пользователю механизм объектного визуального программирования.

Более подробно в разделах 4 и 7 руководства *ПРМК.421457.005(006,008 и 009) РЭ1* представлены:
- задачи, правила и возможности конфигурирования,
- порядок обслуживания функциональных блоков,
- технологическое программирование функциональными блоками,
- настройка и контроль входов-выходов блоков и параметров.

При программировании функциональными блоками действуют правила:
- функциональным блокам присваиваются порядковые номера, которые идентифицируют блок в системе, а также определяют очередность выполнения блоков в программе;
- функциональному блоку может быть присвоен любой порядковый номер, но не должно быть пробелов и накладаний в их нумерации;
- в одной программе функциональные блоки одного и того же типа можно использовать многократно;
- не может быть свободных (неподключенных) входов функционального блока, каждый не подключенный вход приведет к остановке компиляции программы, и такая программа не будет исполняться пока связь не будет создана или восстановлена;
- допускаются связи входов и выходов любого типа, т.к. преобразование типов осуществляется автоматически.

Из этих правил имеются следующие исключения:
- для некоторых функциональных блоков имеется ограничение на кратность их использования в пределах одного контроллера. Так, панель пользователя, ПИД-регулятор, программный задатчик и пошаговая логическая программа могут использовать лишь 9 раз.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

2.3 Условные обозначения

При описании функциональных блоков ПИД-регуляторов используется единая система обозначений. Сигналы и параметры настройки в общем случае обозначаются следующим образом:

префиксИМЯ_СУФФИКС или **префиксИМЯ.СУФФИКС**

В частном случае префикс и/или суффикс обозначения сигнала может отсутствовать. Например:

префиксИМЯ или **ИМЯ_СУФФИКС** или **ИМЯ.**

Префикс обозначает тип сигнала. Например, дискретный, аналоговый, временной, числовой и т.п. Префикс вводится перед именем строчными буквами. Типы префиксов, используемых при обозначении сигналов, приведены в таблице 2.3.

Суффикс указывает на вспомогательную или дополнительную информацию о сигнале. Например, гистерезис, минимальное или максимальное значение сигнала и т.п. Суффикс указывается после имени прописными буквами после символа подчеркивания. Типы суффиксов, используемых при обозначении сигналов, приведены в таблице 2.4.

Имя (корень) входного или выходного сигнала, параметра указывает на его функциональное назначение. Например, сброс, пуск, вход, выход, заданное значение, период времени и т.п. При обозначении имени сигнала используются прописные буквы. Имя сигнала или параметра может состоять из нескольких имен с разделителем (подчеркиванием) или без него. Типы имен сигналов приведены в таблице 2.5.

Для обозначения нескольких однотипных сигналов и параметров используется индексация: например, SP1, SP2, T3, TM1, TM4, IN1, IN2, OUT1, OUT2 и т.д.

Пример обозначения сигналов и параметров:

dDN - дискретный сигнал, указывающий на уменьшение сигнала,
dERROR - дискретный сигнал о наличии ошибки,
dMAN - дискретный сигнал, указывающий на ручной режим,
dOUT_L - дискретный сигнал, указывающий на минимальное значение выходного параметра,
dRESET - дискретный сигнал сброса,
eINP - дискретный входной сигнал, обрабатываемый по фронту,
tFLT - аналоговый параметр – время фильтра,
nINP - числовое значение, например, номер входа,
OUT_H - аналоговый параметр, ограничение выхода (максимальное значение),
INP2 - аналоговый параметр, значение 2-го входа,
GAIN5 - аналоговый параметр, коэффициент усиления 5-го входа сумматора.

Таблица 2.3 - Перечень префиксов, используемых в названиях

Префикс	Наименование	Формат данных	Назначение
d	Digital	Целое стандартное	Дискретный сигнал
e	Edge impulse	Целое стандартное	Фронт или спад дискретного сигнала
c	Count digital	Целое стандартное	Счетный вход
n	Number	Целое стандартное	Номер
q	Quantity	Целое стандартное	Количество
t	Time	Целое длинное	Время
- (префикс отсутствует)	Real	Вещественное	Аналоговая переменная

Таблица 2.4 - Перечень суффиксов, используемых в названиях

Суффикс	Наименование	Назначение
_DIS, _DI	Disable	Запрет
_EN	Enable	Разрешение
_EXT	External	Внешний
_H, _h, .h	High	Максимум
_HYS, .hys	Hysteresis	Гистерезис
_L, _l, .l	Low	Минимум
_M, .M, .m	Master	Мастер, ведущий (для регуляторов)
.max	Maximum	Максимальное значение
.min	Minimum	Минимальное значение
.rate, .r	Rate	Скорость; частота
.rng	Range	Диапазон
_S, .S, .s	Slave	Ведомый (для регуляторов)
_VAL, _V, .V	Value	Значение

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 2.5 - Перечень используемых имен входных, выходных сигналов и свойств функциональных блоков.

Имя	Наименование	Назначение
ACK	Acknowledge	Квитирование
ALM	Alarm	Аварийный сигнал
ALG	Algorithm	Алгоритм
BIAS	Bias	Смещение
BL	Block	Блок
BL.TM1	Block Timer 1	Номер блока координат времени 1гр
BL.SP1	Block Setpoint 1	Номер блока координат заданий 1гр
BL.TM2	Block Timer 2	Номер блока координат времени 2гр
BL.SP2	Block Setpoint 2	Номер блока координат заданий 2гр
CAS	Cascade	Каскадный
CORR	Correction	Коррекция
CNT	Count	Счетчик
CTRL	Control	Управление
DELAY	Delay	Задержка
DELTA	Delta	Отклонение
DIR	Direction	Направление
DIS	Disable	Отключить
DISP	Display	Дисплей
DN	Down	Уменьшение, вниз
END	End	Конец, завершение
ERR	Error	Ошибка, погрешность
EXT	External	Внешний
FB	Feedback	Обратная связь
FF	Feedforward	Предварение
FLT	Filter	Фильтр
FUNC	Function	Функция
GAIN	Gain	Усиление
INP, IN	Input	Вход
Kp	Kp	Коэффициент усиления, масштабный коэфф.
LIM	Limit	Граница, предел
LOC	Local	Локальный
MODE	Mode	Режим
MAN	Manual	Ручной
MAX	Maximum	Максимальное значение
MIN	Minimum	Минимальное значение
OFFSET	Offset	Смещение, начальное значение
OUT	Output	Выход
PV	Process variable	Параметр регулируемый, индицируемый
RANGE, RNG	Range	Диапазон
RATE	Rate	Скорость, частота
REM	Remote	Удаленный
RST	Reset	Сброс
SCAL	Scale	Шкала, масштаб
SP	Setpoint	Заданная точка
SP0	Setpoint 0	Начальное значение заданной точки
STAT	Status	Состояние
START	Start	Пуск
STOP	Stop	Команда останова
STEP	Step	Шаг
Td	Ti	Время дифференцирования
Ti	Td	Время интегрирования
TM	Time	Время; период времени
TOKEN	Token	Признак
TRK	Tracking	Слежение
TYPE	Type	Тип
UP	Up	Увеличение, вверх

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

2.4 Сигналы и параметры

2.4.1 Типы сигналов, параметров и типы данных

Несмотря на то, что входные и выходные сигналы контроллера могут быть только двух видов - аналоговые и дискретные, функциональные блоки рассчитаны на обработку сигналов, что имеют большие разнообразия.

Наличие более разнообразных сигналов связано с двумя обстоятельствами. Во-первых, в составе библиотеки есть функциональные блоки, связанные с отсчетом реального времени (таймеры, программные задатчики и т. п.) и со счетом числа событий (счетчики). Во-вторых, как указывалось в п. 4.3.1 (см. руководство *ПРМК.421457.005,006,008 и 009 РЭ1*), параметры настройки функциональных блоков задаются с помощью сигналов на его настроечных входах, а параметры настройки, с точки зрения их формата, имеют большое разнообразие.

В табл. 2.6 представлен полный перечень сигналов, обрабатываемых функциональными блоками. В связи с тем, что параметры настройки могут задаваться аналогичными сигналами, поступающими на настроечные входы функциональных блоков, в таблице не делается различия между сигналами и параметрами настройки. В таблице 2.6 указан максимальный диапазон изменения сигналов. В конкретном функциональном блоке этот диапазон может быть ограничен: например, выходной сигнал функционального блока регулирования ограничен установленными уровнями встроенного ограничителя, числовой сигнал, характеризующий номер текущего участка программы, ограничен параметром функционального блока программного задатчика, задающего количество участков, и т. п.

Перечень сигналов, обрабатываемых функциональными блоками, включает следующие типы:

- аналоговый (измеряемые параметры, значение аналоговых входов-выходов, технические единицы, коэффициент, скорость изменения параметра и т.п.);
- дискретный, импульсный;
- числовой;
- временной (уставка времени, длительность импульса).

В контроллере все описанное выше многообразие типов сигналов и параметров настройки обслуживается общепринятым набором типов данных. В таблице 2.6. представлены набор типов данных языка, используемых при реализации функциональных блоков.

Таблица 2.6 - Типы данных.

Наименование типа	Диапазон изменения*	Объем занимаемой памяти	Количество используемых регистров
Дискретное	0 или 1	2 байта	1 регистр
Целое стандартное	-32768 … 32767	2 байта	1 регистр
Целое длинное	-2147483648 … 2147483647	4 байта	2 регистра
Вещественное	$-3{,}4\times10^{+38}$ … $3{,}4\times10^{+38}$	4 байта	2 регистра

* Примечание. Диапазон изменения типов данных на лицевой панели контроллера ограничен соответственно числами от –9999 до 9999. В связи с этим некоторые сигналы также ограничены в диапазоне -9999 – +9999.

Соответствие типов данных, типов сигналов и параметров настройки функциональных блоков приведено в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Соответствие типов данных, типов сигналов и параметров настройки.

Сигналы и параметры настройки функциональных блоков	Размерность	Типы данных
1 Аналоговый (измеряемые параметры, значение аналоговых входов-выходов, технические единицы, коэффициент, скорость изменения параметра и т.п.	% или технические единицы	Вещественный
2 Дискретный, импульсный	0 или 1	Целое стандартное
3 Числовой	-	Целое стандартное
4 Временной (время, длительность импульса)	десятые доли секунд, секунды, минуты, часы для индикации: 0 – 23ч 59м (0 – 3599999 – для изменения параметров по сети)	Целое длинное

Размерность аналоговых сигналов и параметров, а также скорости их изменения определяется в процессе калибровки контроллера и может быть задана либо в процентах, либо в технических единицах.

Размерность временных параметров задается диапазоном времени конкретного функционального блока (часы, минуты или минуты, секунды соответственно).

В процессе вычислений значения сигналов и параметров контроллера автоматически ограничиваются диапазоном изменения соответствующих типов данных.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

При контроле аналоговых сигналов в технических единицах на цифровых индикаторах разрешающая способность индикации не превышает 0,001 единиц (или 0,01%).

Аналоговые сигналы формируются на выходе таких функциональных блоков, как регуляторы, сумматоры, задатчики, интеграторы и т. д. К аналоговым сигналам относятся такие параметры настройки, как пределы срабатывания компаратора, уровень ограничения и т. п. Несмотря на то, что на аналоговых входах и выходах контроллера сигнал меняется в диапазоне 0-100% на выходе функциональных блоков аналоговый сигнал может изменяться в более широком диапазоне – в диапазоне соответствующих типов данных. Это позволяет, например, складывать два числа, каждое из которых равно 90% шкалы, и на выходе сумматора получать правильный результат. Если результат каких-либо вычислений оказывается больше установленного типа данных, то сигнал на выходе функционального блока будет индицировать «Overflow»

Временные сигналы формируются на выходе таймеров, программных задатчиков, одновибраторов и т. п. функциональных блоков. К временным сигналам относятся такие параметры настройки, как постоянные времени, протяженность участка, время выдержки и т. п. В контролере предусмотрены четыре размерности для временных сигналов: десятые доли секунд, секунды, минуты и часы. Конкретная размерность определяется соответствующим типом функционального блока (см. табл. 2.7).

Для временных сигналов минимальный шаг изменения и установки в действительности реализуется, только если этот шаг больше времени цикла, с которым работает контроллер, то есть ≥ 0.1 сек.

Числовые сигналы – это сигналы на выходе счетчика или других функциональных блоках, работа которых связана с отсчетом событий. Числовыми могут быть и параметры настройки, например, число может задать граничное значение сигнала на выводе счетчика, номер этапа, к которому должна перейти логическая программа и т. п.

Дискретные сигналы обычно обрабатываются логическими функциональными блоками и функциональными блоками, связанными с переключением сигналов. Однако дискретными могут быть и параметры настройки. Например, дискретные сигналы в функциональном блоке задания определяют, должна ли выполняться статическая и динамическая балансировка.

Масштабный коэффициент – это параметр настройки ряда функциональных блоков, где требуется масштабирование сигналов. Так, этот коэффициент используется в функциональных блоках аналогового ввода и вывода, суммирования с масштабированием и т. п. Коэффициент пропорциональности используется в основном в функциональных блоках регулирования.

Скорость изменения аналоговых сигналов – это параметр настройки задающий, например, скорость изменения при динамической балансировке или задающий ограничения скорости

Длительность импульса – это параметр настройки функционального блока импульсного вывода. Этот параметр задает минимальную длительность импульса, формируемого импульсным регулятором. Длительность импульса отсчитывается в десятых долях секунды.

Технические единицы – это параметры настройки функциональных блоков оперативного контроля. С помощью этих параметров задается формат числа, в котором контролируемые параметры (например, параметр, задание, рассогласование и т. д.) выводятся на индикаторы лицевой панели.

2.4.2 Взаимное соответствие сигналов и параметров

При конфигурировании функциональных блоков разнотипность сигналов на соединяемых входах не является препятствием для их соединения. Единственно, что необходимо при этом учитывать - это взаимное соответствие диапазона изменения различных сигналов.

Например, если временной выход таймера связать с аналоговым входом сумматора, то значение на входе сумматора будет определяться согласно соотношению: X = 10*T.

Взаимное соотношение имеется не только между непрерывными сигналами, но и между непрерывными сигналами, с одной стороны, и дискретными с другой. Если, например, вход сумматора связать с выходом логического функционального блока, то при изменении сигнала на выходе последнего с нуля на единицу сигнал на входе сумматора будет дискретно изменяться с 0 на 1 (единиц или %).

Взаимное соответствие различных сигналов на выходах и входах функциональных блоков приведено в табл. 2.8.

Таблица 2.8 - Взаимное соответствие сигналов

Сигнал на входе блока (приемник)	**Сигнал на выходе блока (источник)**			
	Аналоговый, X,%	**Временной, T**	**Числовой, N**	**Дискретный, D**
Аналоговый, X,%	X = X	X = 10*T	X = N	X = 0, при D = 0 X = 1, при D = 1
Временной, T	T = целая часть X	T = T	T = 0,1*N	T = 0, при D = 0 T = 0,1, при D = 1
Числовой, N	N = целая часть X	N = 10*T	N = N	N = 0, при D = 0 N = 1, при D = 1
Дискретный, D	D = 1, при X > 0 D = 0, при X ≤ 0	D = 1 при любом T	D = 1, при N > 0 D = 0, при N ≤ 0	D = D

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3 Функциональные блоки ввода-вывода

3.00 NOP(00) - Пустой функциональный блок

Назначение

Функциональный блок (рис. 3.00.1) применяется для заполнения пробелов в нумерации функциональных блоков.

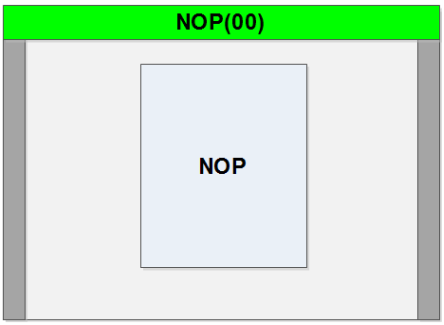


Рисунок 3.00.1 –Функциональная схема блока NOP(00)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_00.fbx)

Постановка задачи: Существующая программа используется для передачи данных на верхний уровень (СКАДА систему), то есть 1 и 3 функциональный блоки должны быть с постоянными номерами, при этом образовывается пробел в нумерации – блок №2, для корректной работы контроллера в нем должны быть задействованы без пробелов в нумерациивсе блоки от 1 до N. Данный пробел заменяем пустым функциональным блоком.

Решение:

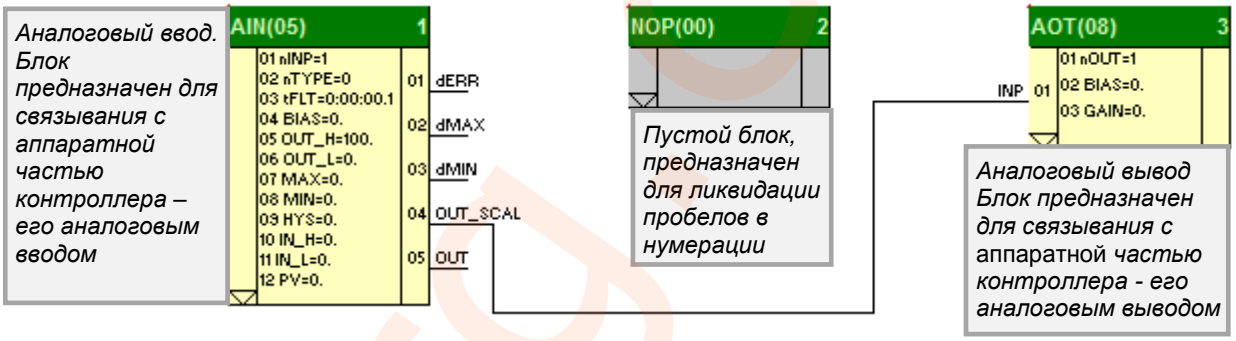


Рисунок 3.00.2 – Пример использования блока NOP(00)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.01 LAN_SV(01) - Интерфейсный супервизор (диспетчер сети)

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.01.1) применяется для организации обмена параметрами (запланированными сообщениями), которые передает в сеть другой контроллер с помощью блока LAN_OUT.

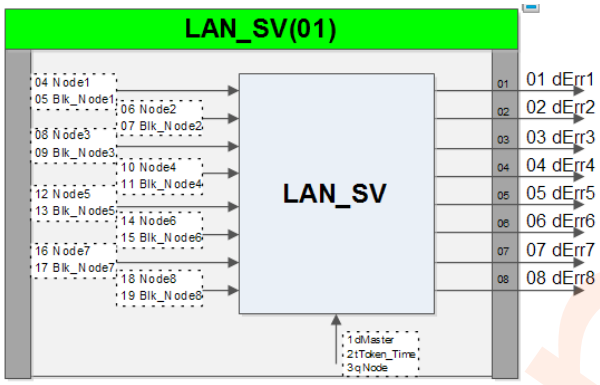


Рисунок 3.01.1 - Функциональная схема блока LAN_SV(01)

Описание функционального блока

Установка параметра dMASTER = 1 переводит диспетчер сети в активное состояние. При этом функцию мастера передачи данных берет на себя контроллер, и, тем самым, исключает параллельный опрос другими программными продуктами.

Диспетчер содержит список устройств, содержимое блоков LAN_OUT(04) которых должно периодически передаваться в сеть. Когда для устройства наступает время передачи, диспетчер выдает сообщение инициации рассылки данных (функция MODBUS 81).

После получения сообщения инициации рассылки данных устройство передает данные блока LAN_OUT в сеть. Все устройства, запрограммированные на прием этих сообщений с помощью блока LAN_IN принимают эти данные.

Список параметров содержит адреса устройств (NODEn) и номер (Blk_NODEm) блоков LAN_OUT этих устройств, данные которых должны периодически передаваться в сеть. Количество устройств, принимающих участие в запланированном обмене сообщениями на заданный момент, задается параметром qNODE.

Другим устройствам, подключенным к сети, предоставляется возможность посылки «незапланированных» сообщений в интервале времени между передачами запланированных сообщений.

Диспетчер предоставляет устройству доступ к использованию сети, выдавая в это устройство сообщение передачи маркера (функция 82). Устройству принявшему маркер, разрешается посылать незапланированные сообщения, пока не истечет максимальное время владения маркером (tTOKEN_TIME). Если устройство закончит передачу раньше, то имеется возможность передать маркер диспетчеру раньше (функция 83), что улучшит пропускную способность сети.

На выходах dERR(n) устанавливается «1» если контроллер с сетевым адресом «n» не ответил на запрос.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 3.01.1.

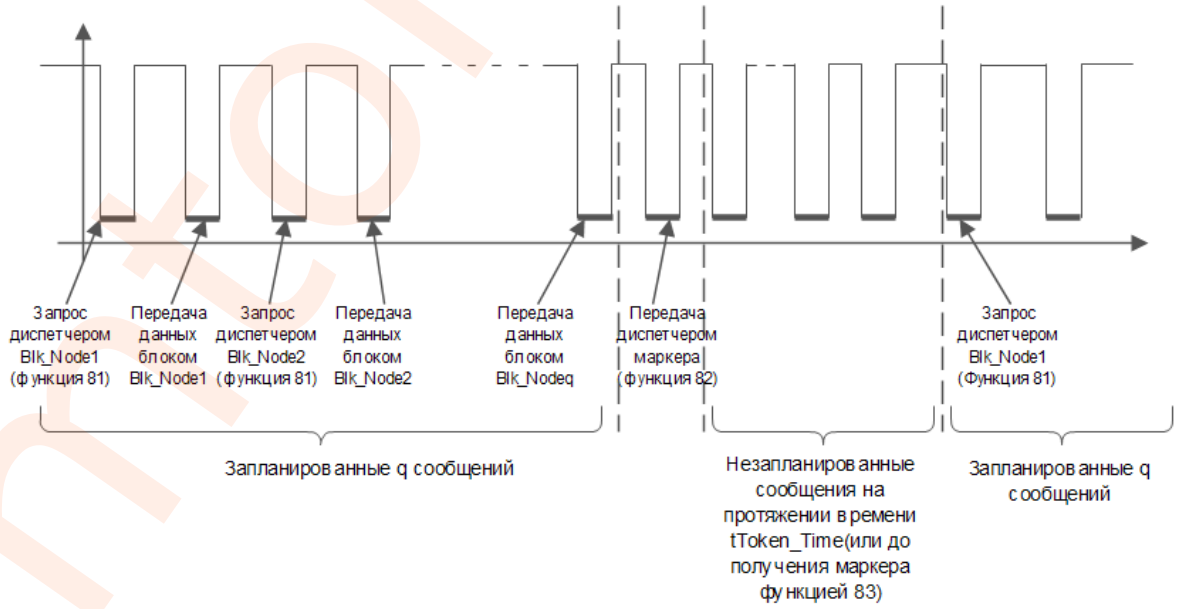


Рисунок 3.01.2 – Работа сети при использовании диспетчера LAN_SV(01)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 3.01.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметры				
01	dMASTER	0 / 1	0	Разрешение функции диспетчера сети. Включение междуконтроллерного обмена.
02	tTOKEN_TIME	Время (длинное целое)	0	Максимальное время владения маркером для других устройств, (мс).
03	qNODE	1 – 8	0	Количество устройств передающих запланированные сообщения
04	NODE1	1 – 255	0	Сетевой адрес 1-го передающего источника (контроллера с блоком LAN_OUT)
05	Blk_NODE1	1 – 99	0	Порядковый номер функционального блока (источника) LAN_OUT
06	NODE2	1 – 255	0	--//--
07	Blk_NODE2	1 – 99	0	--//--
08	NODE3	1 – 255	0	--//--
09	Blk_NODE3	1 – 99	0	--//--
10	NODE4	1 – 255	0	--//--
11	Blk_NODE4	1 – 99	0	--//--
12	NODE5	1 – 255	0	--//--
13	Blk_NODE5	1 – 99	0	--//--
14	NODE6	1 – 255	0	--//--
15	Blk_NODE6	1 – 99	0	--//--
16	NODE7	1 – 255	0	--//--
17	Blk_NODE7	1 – 99	0	--//--
18	NODE8	1 – 255	0	--//--
19	Blk_NODE8	1 – 99	0	--//--
Выходы				
01	dErr1	0 / 1		Признак отсутствия связи с контроллером NODE1
02	dErr2	0 / 1		Признак отсутствия связи с контроллером NODE2
03	dErr3	0 / 1		Признак отсутствия связи с контроллером NODE3
04	dErr4	0 / 1		Признак отсутствия связи с контроллером NODE4
05	dErr5	0 / 1		Признак отсутствия связи с контроллером NODE5
06	dErr6	0 / 1		Признак отсутствия связи с контроллером NODE6
07	dErr7	0 / 1		Признак отсутствия связи с контроллером NODE7
08	dErr8	0 / 1		Признак отсутствия связи с контроллером NODE8

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_01_04.fbx)

Постановка задачи: Необходимо передать значение с функционального блока SP(53)_03 в другой контроллер (с порядковым номером 10) по интерфейсу.

Решение:

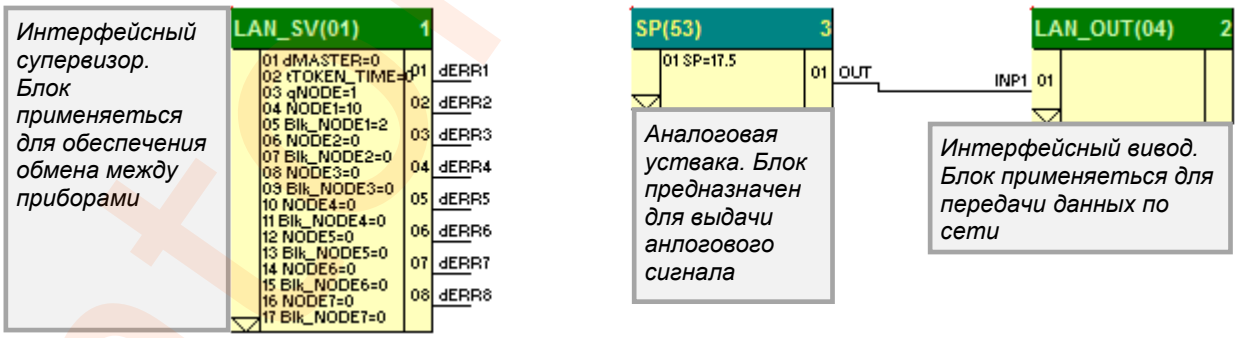


Рисунок 3.01.3 – Пример использования блока LAN_SV(01)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.02 DIN_FRQ(02) - Частотный ввод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.02.1) применяется для связи функциональных блоков с аппаратными средствами дискретных вводов, а именно дискретного ввода №1 и дискретного ввода №2.

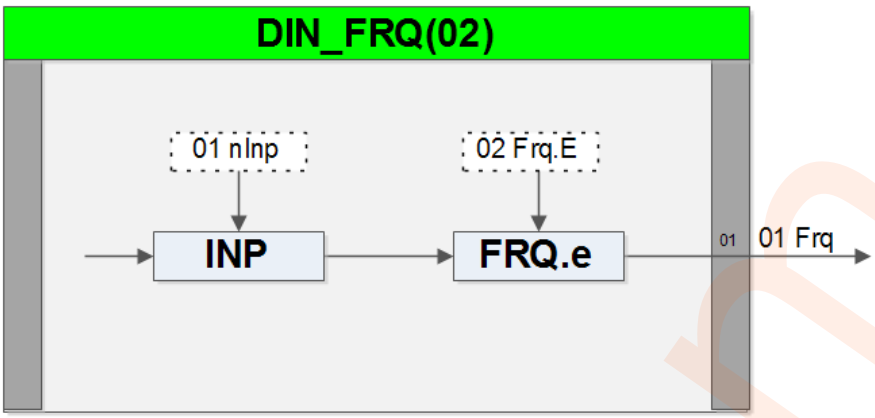


Рисунок 3.02.1 - Функциональная схема блока частотного ввода DIN_FRQ(02)

Описание функционального блока

Функциональный блок применяется для определения частоты импульсов, которые поступают на дискретный вход (DI1 или DI2). Номер дискретного входа (DI) указывается параметром nINP. Минимальная частота входных импульсов задается параметром FRQ.e. Максимальная частота входных импульсов не более 50 Гц.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 3.02.1.

Таблица 3.02.1

Параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметры				
01	nINP	1, 2	1	Номер частотного дискретного входа
02	FRQ.e	Вещественное	0.01	Минимальная частота
Выход				
01	FRQ	Вещественное		Частота импульсов

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_02.fbx)

Постановка задачи: необходимо измерять текущую частоту (0-25Гц) подаваемую от датчика расхода, смасштабировать в выходной сигнал 0-10 л/с и вывести на панель индикации прибора. Основным условием является то, что частота не должна опустится ниже 0.5 Гц.

Решение:

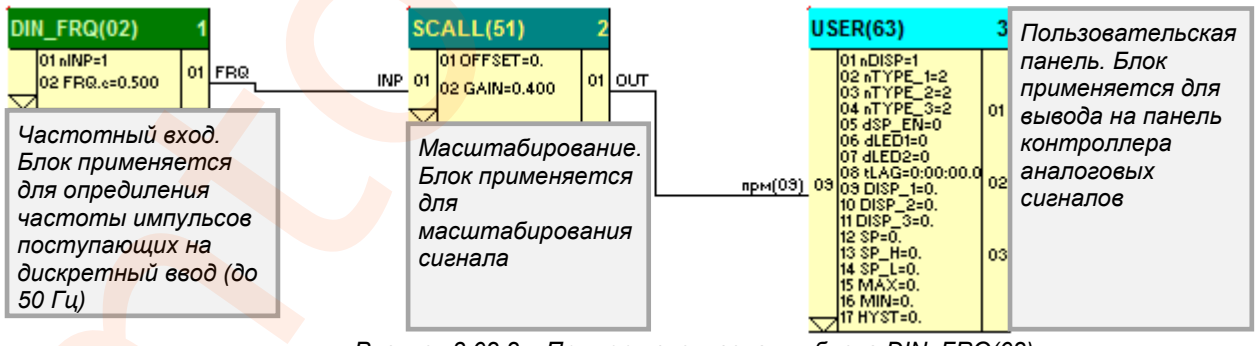


Рисунок 3.02.2 – Пример использования блока DIN_FRQ(02)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.62.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.03 LAN_IN(03) - Интерфейсный ввод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.03.1) применяется тех случаях, когда контроллер должен принимать параметры, которые передает в сеть другой контроллер с помощью блока LAN_OUT.

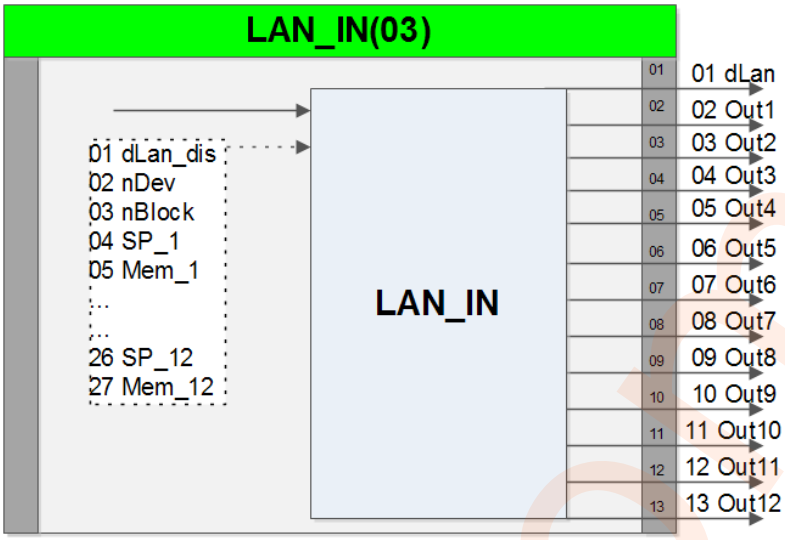


Рисунок 3.03.1 - Функциональная схема блока Интерфейсного ввода LAN_IN(03)

Описание функционального блока

Если какие-либо функциональные блоки одного контроллера должны принимать сигналы от другого контроллера, их входы по стандартной конфигурации соединяются с выходами блока интерфейсного ввода LAN_IN(03).

Параметр nDEV указывает сетевой адрес передающего контроллера, а параметром nBLOCK указывается порядковый номер блока LAN_OUT в программе пользователя.

С помощью параметра dLAN_DIS можно отключить данный блок. Тогда на выхода блока будут равны соответствующим параметрам SP (OUT_01=SP_1, OUT_02=SP2 и т.д.).

Один функциональный блок интерфейсного ввода LAN_IN(03) организует связь только с одним блоком LAN_OUT из контроллера. Если данному контроллеру необходимо связаться с несколькими контроллерами, в нем необходимо запрограммировать несколько функциональных блоков интерфейсного ввода LAN_IN(03).

В каждом контроллере может устанавливаться любое число функциональных блоков интерфейсного ввода-вывода. Каждый контроллер может передавать в сеть произвольное количество сигналов.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 3.03.1.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 3.03.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	Обозначение	Диапазон значений	Значение по умолчанию	
Параметры				
01	dLAN_DIS	0 / 1	0	Запрет обмена по сети
02	nDEV	0 – 255	0	Сетевой адрес прибора (источника) с блоком LAN_OUT
03	nBLOCK	0 – 99	0	Порядковый номер функционального блока (источника) LAN_OUT
04	SP_1	*	0	Начальное значение выхода OUT_1
05	MEM_1	*	0	Последнее значение выхода OUT_1
06	…		0	
07	…		0	
…				
26	SP_12	*	0	Начальное значение выхода OUT_12
27	MEM_12	*	0	Последнее значение выхода OUT_12
Выходы				
01	dLAN	0 / 1		Индикатор обмена: 0 – обмен отсутствует, 1 – обмен работает.
02	OUT_1	*		Выход 1
03	OUT_2	*		Выход 2
04	OUT_3	*		Выход 3
05	OUT_4	*		Выход 4
06	OUT_5	*		Выход 5
07	OUT_6	*		Выход 6
08	OUT_7	*		Выход 7
09	OUT_8	*		Выход 8
10	OUT_9	*		Выход 9
11	OUT_10	*		Выход 10
12	OUT_11	*		Выход 11
13	OUT_12	*		Выход 12. Не используется

Примечание. Типы сигналов соответствующих входов блока LAN_OUT, выходов и параметров блока LAN_IN должны совпадать.

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_03.fbx)

Постановка задачи: Необходимо вывести на переднюю панель контроллера значение переданное по сети функциональным блоком №2 с прибора с адресом 10.

Решение:

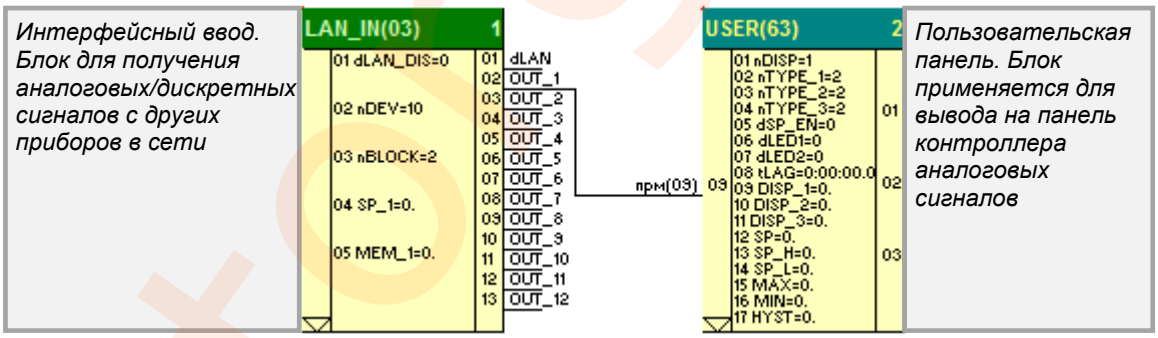


Рисунок 3.03.2 – Пример использования блока LAN_IN(03)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.04 LAN_OUT(04) - Интерфейсный вывод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.04.1) применяется в тех случаях, когда контроллер должен передавать какие-либо сигналы в реальном времени через сетевой канал другим контроллерам.

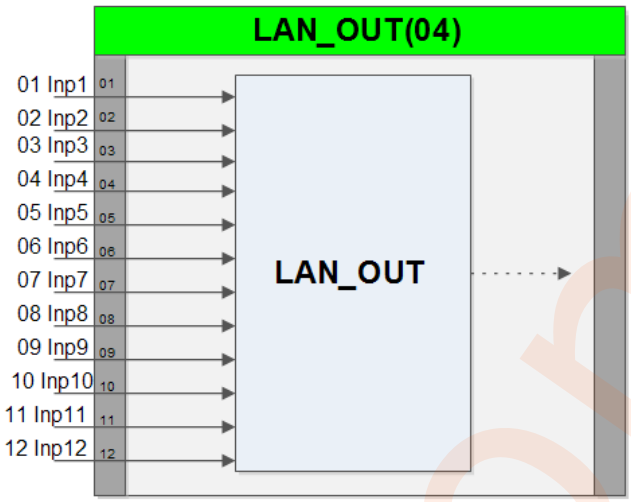


Рисунок 3.04.1 - Функциональная схема блока интерфейсного вывода LAN_OUT(04)

Описание функционального блока

Если выходные сигналы каких-либо функциональных блоков должны передаваться в другие контроллеры, соответствующие выходы функциональных блоков по стандартной процедуре конфигурирования подключаются к входами функционального блока интерфейсного вывода LAN_OUT(04).

Входы блока представлены в таблице 3.04.1.

Таблица 3.04.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	Обозначение	Диапазон значений	Значение по умолчанию	
Входы				
01	INP1			Вход блока
02	INP2			Вход блока
…	…			
m	INPm			Вход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_01_04.fbx)

Постановка задачи: Необходимо передать аналоговое значение на другой контроллер по интерфейсу.

Решение:

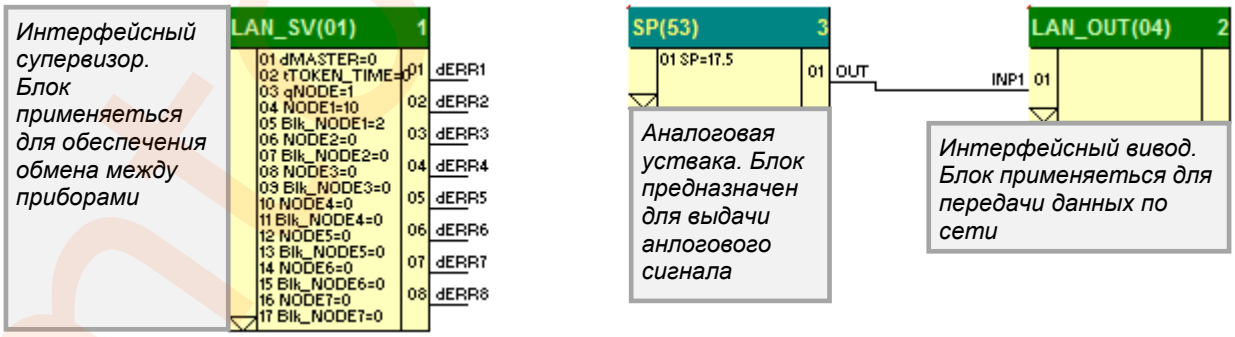


Рисунок 3.04.2 – Пример использования блока LAN_OUT(04)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.05 AIN(05) - Аналоговый ввод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.05.1) применяется для связи функциональных блоков с аппаратными средствами аналогового ввода.

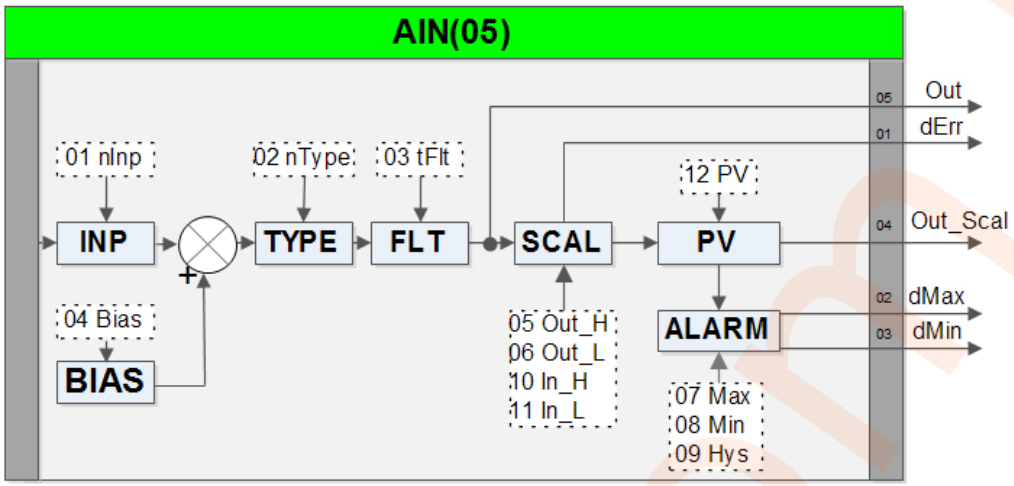


Рисунок 3.05.1 - Функциональная схема блока аналогового ввода AIN(05)

Описание функционального блока

Функциональная схема блока представлена на рис.3.05.1.

Номер аналогового входа контроллера, с которым будет связан блок, указывается параметром nINP. Функциональный блок позволяет фильтровать сигнал (с помощью экспоненциального фильтра) а также выбрать необходимую шкалу параметра.

Выходной сигнал блока OUT равен:

$$OUT_SCAL = (INP - IN_L) * \frac{(OUT_H - OUT_L)}{(IN_H - IN_L)} + OUT_L \qquad (3.05.1)$$

где INP – входное значение блока (после фильтра);

Параметры и выходы блока представлены в таблице 3.05.1.

Таблица 3.05.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолч.**	
Параметры				
1	nINP	1 – (N+1)*	1	Номер аналогового входа
2	nTYPE	0 – 14	0	Тип аналогового входа: 0000 – линейный 0001 – квадратический 0002 – ТСМ 50М 0003 – ТСМ 100М 0004 – гр.23 0005 – ТСП 50П, Pt50 0006 – ТСП 100П, Pt100 0007 – гр.21 0008 – Термопара ТЖК (J) , 0°…+1100°С 0009 – Термопара ТХК (L), 0°…+800°С 0010 – Термопара ТХКн (E), 0°…+850°С 0011 – Термопара ТХА (K), 0°…+1300°С 0012 – Термопара ТПП10 (S), 0°…+1600°С 0013 – Термопара ТПР (B), 0°…+1800°С 0014 – Термопара ТВР (A-1), 0°…+2500°С
3	tFLT	0 – 23.59.59.9 (0 – вход отключен)	00:00:00:1	Временная постоянная экспоненциального фильтра
4	BIAS	Вещественное	0	Смещение (используется для компенсации в термопарах)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Продолжение таблицы 3.05.1

5	OUT_H	Вещественное	100.0	Шкала выходного сигнала (верхняя граница)
6	OUT_L	Вещественное	0	Шкала выходного сигнала (нижняя граница)
7	MAX	Вещественное	90.0	Уставка сигнализации достижения входом верхней границы
8	MIN	Вещественное	10.0	Уставка сигнализации достижения входом нижней границы
9	HYS	Вещественное	0	Гистерезис сигнализации
10	IN_H	Вещественное	0	Параметр калибровки. Не используется
11	IN_L	Вещественное	0	Параметр калибровки. Не используется
12	PV	Вещественное	0	Значение параметра, подаваемое на выход блока
Выходы				
1	dERROR	0, 1		Сигнализация выхода параметра за пределы измерения
2	dMAX	0, 1		Сигнализация достижения входом верхней границы
3	dMIN	0, 1		Сигнализация достижения входом нижней границы
4	OUT_SCAL	Вещественное		Выход блока (в шкале)
5	OUT	0 – 100 %		Выход блока (0 – 100%)

Примечания.

* - базовая модель контроллера имеет N+1 аналоговых входов (где N это заявленное количество аналоговых входов), где 1 вход от внутреннего датчика температуры окружающей среды. В МИК-51(Н) первые два входа универсальные, то есть к ним можно подключить типы датчиков nTYPE=0000 – 0014, следующие (3, 4) – есть унифицированный токовые входа для которых nTYPE=0000, 0001. В МИК-52(Н) все входа унифицированные для которых nTYPE=0000, 0001.

Вход Ai5/Ai9 (nINP=0005/0009) используется для коррекции Э.Д.С. холодного спая для входов AI1-4 типа nTYPE=0008–0014 и/или для определения текущей температуры внешней среды. Для Ai5/Ai9 нужно установить: OUT_H = 150, OUT_L = -40, nTYPE=0. Вход калибруется на предприятии-изготовителе.

Для термопар, по которым необходимо провести коррекцию по температуре внешней среды в функциональном блоке AIN(05) параметр «BIAS» – необходимо выставить как связной и на этот вход подать сигнал с внутреннего датчика температуры.

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_05.fbx)

Постановка задачи: При обрыве датчика, а также при превышении уставок максимума или минимума, входного аналогового сигнала должны сработать дискретные выходы №1, 2 или 3 соответственно.

Решение:

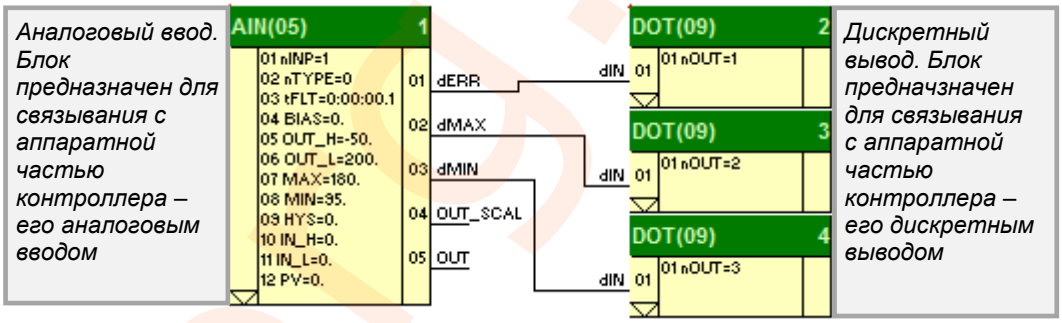


Рисунок 3.05.2 – Пример использования блока AIN(05)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.06 DIN(06) - Дискретный ввод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.06.1) применяется для связи функциональных блоков с аппаратными средствами дискретного ввода.

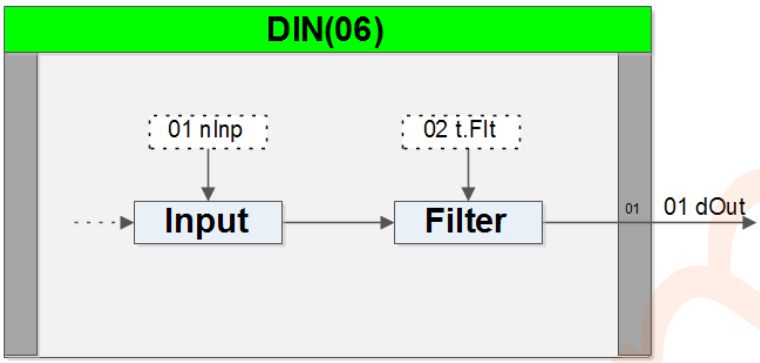


Рисунок 3.06.1 - Функциональная схема блока дискретного ввода DIN(06)

Описание функционального блока

Функциональный блок применяется для связи функциональных блоков с аппаратными дискретными входами (DI). Номер дискретного входа (DI) указывается параметром nINP.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 3.06.1.

Таблица 3.06.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметры				
01	nINP	1 – 19*	1	Номер физического входа
02	tFLT	Длинное целое	0	Минимальная длительность импульса. (фильтр входа от дребезга контактов)
Выход				
01	dOUT	0, 1		Выход блока

Примечание. *1. Базовая модель контроллера имеет 3 дискретных выхода.

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_06.fbx)

Постановка задачи: При поступлении сигнала на первый или второй дискретный ввод, на дискретном выходе №1 должна быть подана логическая «1»

Решение:

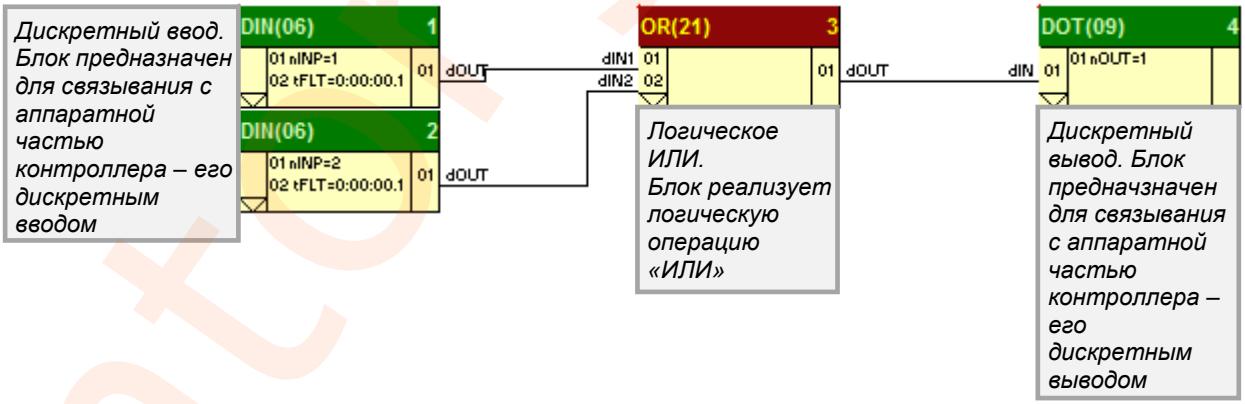


Рисунок 3.06.2 – Пример использования блока DIN(06)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.07 DIN_CTU (07) - Импульсный ввод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.07.1) применяется для связи функциональных блоков с аппаратными средствами дискретного входа №3

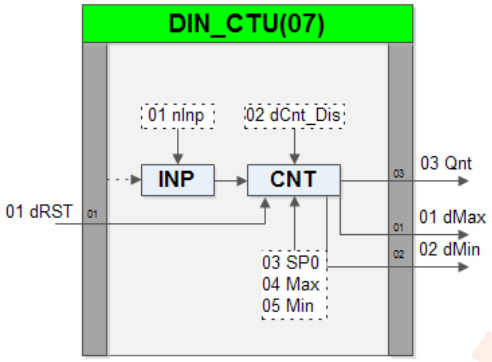


Рисунок 3.07.1 - Функциональная схема блока импульсного ввода DIN_CTU(07)

Описание функционального блока

Функциональный блок применяется для счета импульсов которые поступают на дискретный вход (DI3). Номер дискретного входа (DI) указывается параметром nINP. Максимальная частота счета входных импульсов не более 2кГц. Для блока счета можно указать начальное значение счета и уставки сигнализации MIN и MAX по которым будут работать выхода dMAX, dMIN.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 3.07.1.

Таблица 3.07.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	dRST	0, 1		Сброс счетчика
Параметры				
01	nINP	3	3	Номер счетного дискретного входа
02	dCNT_DIS	0, 1	0	Запрет счета
03	SP0	Длинное целое	0	Начальное значение, смещение входа
04	MAX	Длинное целое	90	Установка сигнализатора максимального значения
05	MIN	Длинное целое	10	Установка сигнализатора минимального значения
Выходы				
01	dMAX	0, 1		Значение счетчика больше значения MAX
02	dMIN	0, 1		Значение счетчика больше значения MIN
03	QNT	Длинное целое		Выход блока, счетный выход

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_07.fbx)

Постановка задачи: Подсчет количества импульсов, при достижении значения 5000, необходимо сбросить показания счетчика и подать на 1 дискретный вывод логическую «1».

Решение:

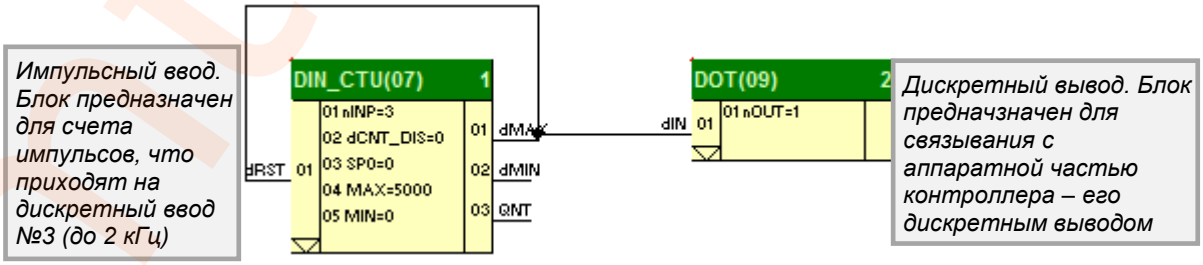


Рисунок 3.07.2 – Пример использования блока DIN_CTU(07)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.08 AOT(08) - Аналоговый вывод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.08.1) применяется для связи функциональных блоков с аппаратными средствами аналогового вывода (AO).

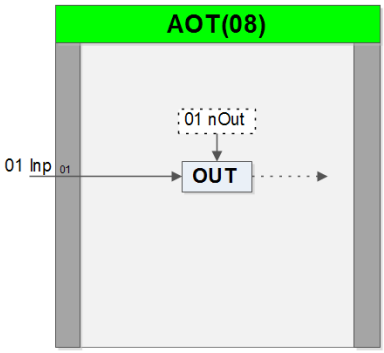


Рисунок 3.08.1 - Функциональная схема блока аналогового вывода AOT(08)

Описание функционального блока

Номер физического аналогового выхода AO, к которому подключается данный функциональный блок указывается параметром nOUT.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 3.08.1.

Таблица 3.08.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	0 - 100		Вход блока
Параметры				
01	nOUT	1 – 4*	1	Номер аналогового выхода
02	BIAS	Вещественное	0	Смещение. Не используется
03	GAIN	Вещественное	0	Усиление. Не используется

Примечания. *1. Базовая модель контроллера без плат расширения имеет один аналоговый выход (AO1).

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_08.fbx)

Постановка задачи: Аналоговый вход передать на аналоговый вывод, а также вывести текущее значение входного сигнала на панель индикации контроллера

Решение:

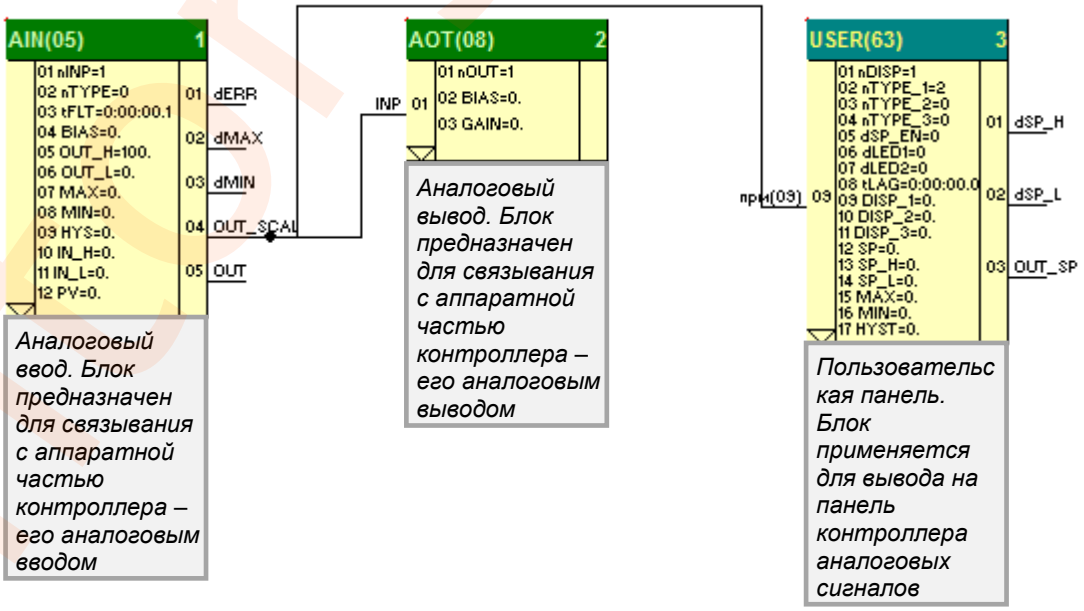


Рисунок 3.08.2 – Пример использования блока AOT(08)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.09 DOT(09) - Дискретный вывод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.09.1) применяется для связи функциональных блоков с аппаратными средствами дискретных выходов (DO).

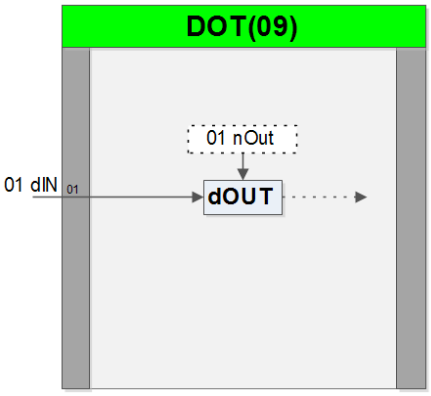


Рисунок 3.09.1 - Функциональная схема блока дискретного вывода DOT(09)

Описание функционального блока

Номер дискретного выхода DO, к которому подключается данный функциональный блок указывается параметром nOUT.

Входы и параметры блока представлены в таблице 3.09.1.

Таблица 3.09.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	dIN	0 / 1		Вход блока
Параметр				
01	nOUT	1 – 21 *	1	Номер дискретного выхода

Примечания. *1. Базовая модель контроллера без плат расширения имеет 5 дискретных выходов (DO).

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_09.fbx)

Постановка задачи: При превышении уставок по минимуму или максимуму входного аналогового сигнала, необходимо подать на дискретный вывод №1 значение логической «1».

Решение:

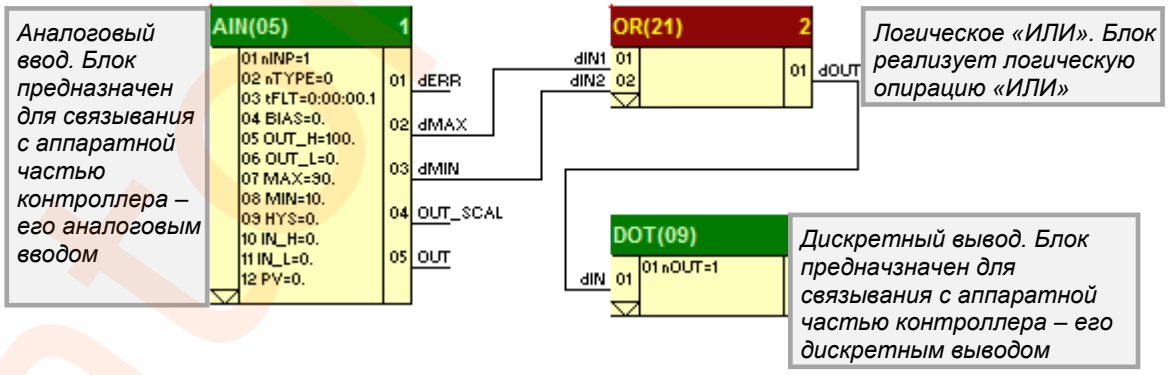


Рисунок 3.09.2 – Пример использования блока DOT(09)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.10 DOT_OP(10) - Управляемый дискретный вывод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.10.1) применяется для связи функциональных блоков с аппаратными средствами дискретных выходов (DO).

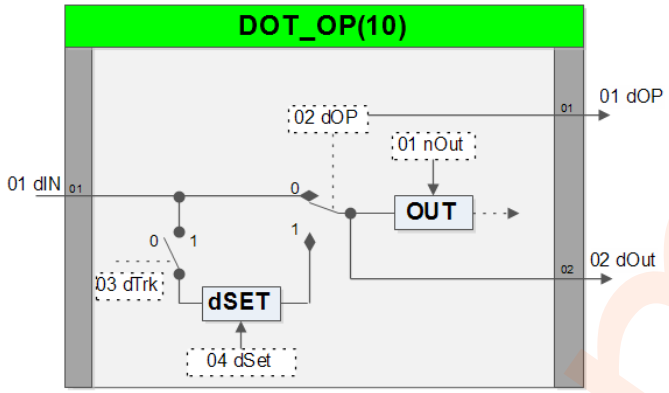


Рисунок 3.10.1 - Функциональная схема блока дискретного управляемого вывода DOT_OP(10)

Описание функционального блока

Номер дискретного выхода DO, к которому подключается блок, указывается параметром nOUT. Чтобы отключить дискретный выход от управления с программы пользователя необходимо в свойстве dOP выставить значение логической «1».

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 3.10.1.

Таблица 3.10.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	dIN	0 / 1		Вход блока
Параметры				
01	nOUT	1 – 21 *	1	Номер дискретного выхода
02	dOP	0 / 1	0	Отключить выход от программы пользователя
03	dTRK	0 / 1	0	Команда слежения
04	dSET	0 / 1	0	Предустановка выхода
Выходы				
01	dOP	0 / 1		Состояние узла управления
02	dOUT	0 / 1		Значение подаваемое на дискретный выход

Примечания. *1. Базовая модель контроллера без плат расширения имеет 5 дискретных выходов ().

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_10.fbx)

Постановка задачи: При обрыве аналогового датчика (сигнал с выхода dERR) на 1 дискретный выход должна быть подана логическая «1».

Решение:

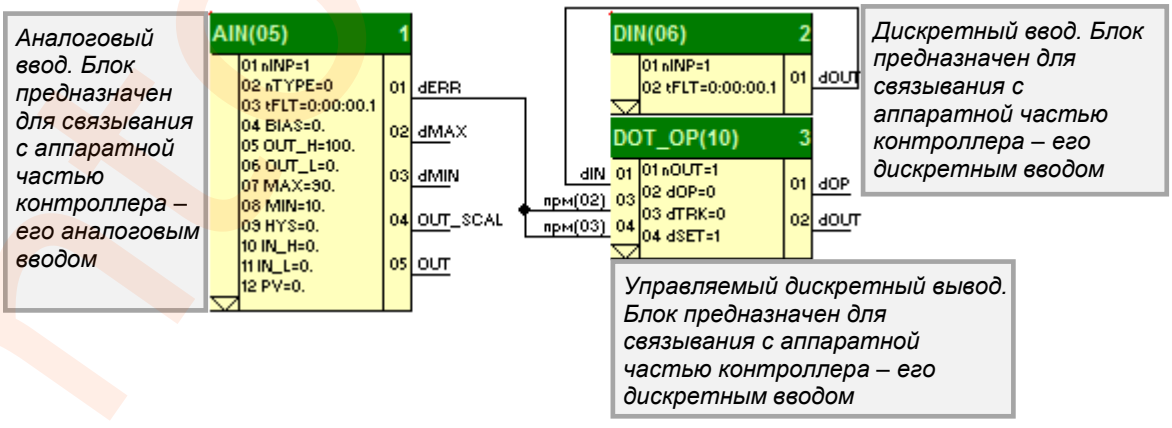


Рисунок 3.10.2 - Пример использования блока DOT_OP(10)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.11 AOT_OP(11) - Управляемый аналоговый вывод

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.11.1) применяется для связи функциональных блоков с аппаратными средствами аналоговых выходов (АО).

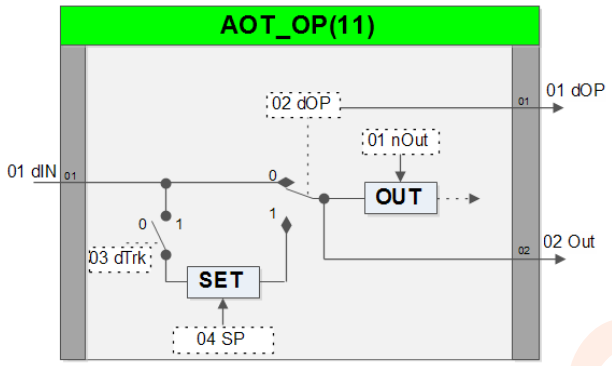


Рисунок 3.11.1 - Функциональная схема блока аналогового управляемого вывода AOT_OP(10)

Описание функционального блока

Номер аналогового выхода АО, к которому подключается блок, указывается параметром nOUT. Чтобы отключить аналоговый выход от управления с программы пользователя необходимо в свойстве dOP выставить значение логической «1».

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 3.11.1.

Таблица 3.11.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	0 / 1		Вход блока
Параметры				
01	nOUT	1 – 4 *	1	Номер аналогового выхода
02	dOP	0 / 1	0	Отключить выход от программы пользователя
03	dTRK	0 / 1	0	Команда слежения
04	SP	Вещественное	0	Предустановка выхода
Выходы				
01	dOP	0 / 1		Состояние узла управления
02	OUT	Вещественное		Значение подаваемое на аналоговый выход

Примечания. *1. Базовая модель контроллера без плат расширения имеет 1 аналоговый выход (АО).

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_11.fbx)

Постановка задачи: На 1 аналоговый выход подается сигнал ретрансмиссии с первого аналогового входа; в случае, когда на 1 дискретный вход подается сигнал об аварии (сигнал dERR), на аналоговый выход должен податься сигнал равный 50%.

Решение:

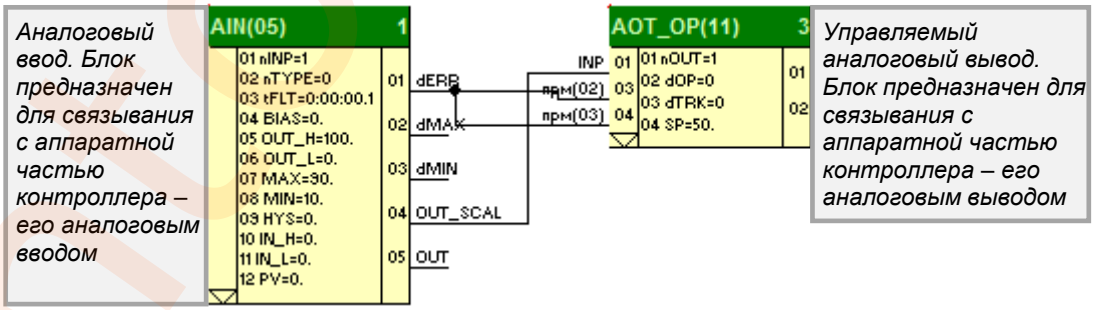


Рисунок 3.11.2 - Пример использования блока AOT_OP(11)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

3.67 DIN2_FRQ(67) - Частотный вход с пороговым значением

Назначение

Функциональный блок (рисунок 3.67.1) применяется для связи функциональных блоков с аппаратными средствами дискретных вводов, а именно дискретных вводов №1 и №2.

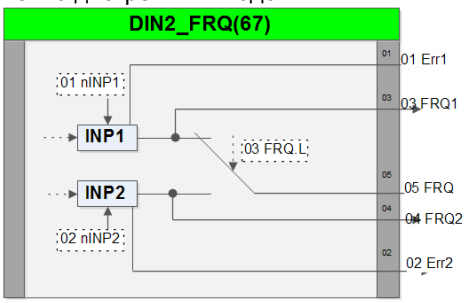


Рисунок 3.67.1 - Функциональная схема блока частотного ввода с пороговым значением DIN2_FRQ(67)

Описание функционального блока

Функциональный блок применяется для определения частоты импульсов, которые поступают на дискретные входы DI1 и DI2. Номера дискретных входов (DI) указываются параметрами nINP1 и nINP2. Минимальная частота входных импульсов указывается параметром FRQ_L; если частота меньше заданной в свойстве, то на выходы блока Err1 и Err2 подается сигнал об остановке счета. Максимальная частота входных импульсов не более 50 Гц. Выход FRQ предназначен для выдачи частоты того сигнала, частота которого больше чем указанная в свойстве FRQ_L.

Параметры и выхода блока представлены в таблице 3.67.1.

Таблица 3.67.1

Параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметры				
01	nINP1	1, 2	1	Номер 1-го частотного входа
02	nINP2	1, 2	2	Номер 2-го частотного входа
03	FRQ.L	Вещественное	0.01	Пороговая частота (минимальная частота, ниже которой будет выдаваться сигнал на выход Err1 или Err2)
Выходы				
01	Err1	0, 1		Частота nINP1 ниже FRQ.L
02	Err2	0, 1		Частота nINP2 ниже FRQ.L
03	FRQ1	Вещественное		Частота nINP1
04	FRQ2	Вещественное		Частота nINP2
05	FRQ	Вещественное		Частота nINP1 или nINP2(в зависимости от Err1 и Err2)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_67.fbx)

Постановка задачи: на 2 дискретных входа подаются значения от 2 датчиков расхода, когда один отключается, работает другой, переключение должно осуществляться автоматически и информация о том, какой датчик сейчас активный, должна подаваться на 1-й или 2-ой дискретный выход.

Решение:

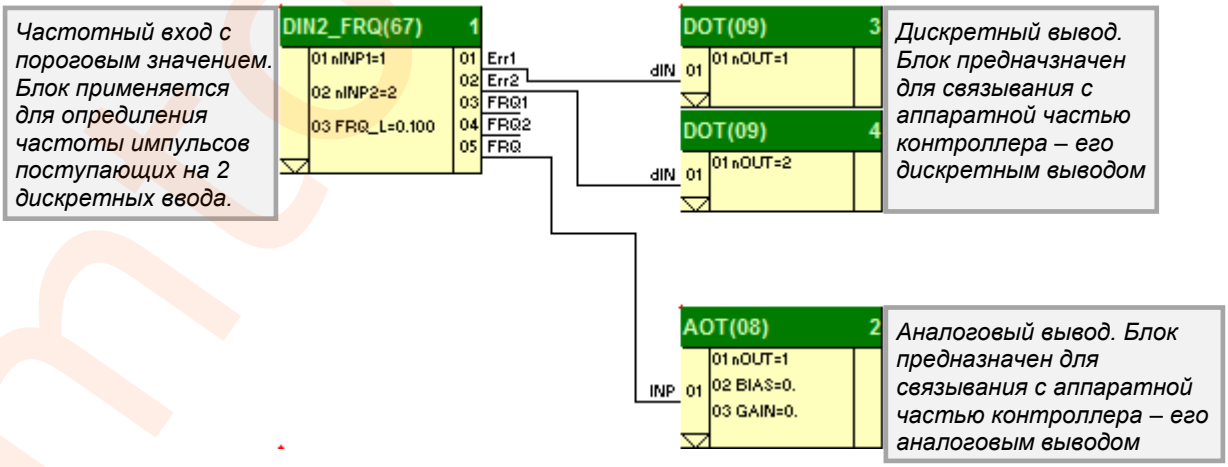


Рисунок 3.67.2 - Пример использования блока DIN2_FRQ(67)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4 Математические функциональные блоки

4.12 MUL(12) - Умножение

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.12.1) применяется для выполнения математической операций умножения.

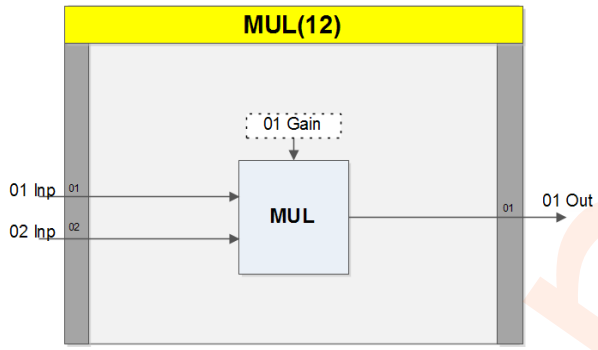


Рисунок 4.12.1 - Функциональная схема блока умножения MUL(12)

Описание функционального блока

Функциональный блок перемножает два числа и константу. Выходной сигнал блока равен:

$$OUT = INP1 * INP2 * GAIN. \quad (4.12.1)$$

Параметр GAIN может исполнять роль третьего входа или масштабного коэффициента.
Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 4.12.1.

Таблица 4.12.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP1	Вещественное		Вход блока
02	INP2	Вещественное		Вход блока
Параметр				
01	GAIN	Вещественное	1	Усиление
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_12.fbx)

Постановка задачи: Необходимо вывести на дисплей контроллера длину круга, значение равное уравнению *2*Pi*R*. Радиус круга указывается с передней панели контроллера.

Решение:

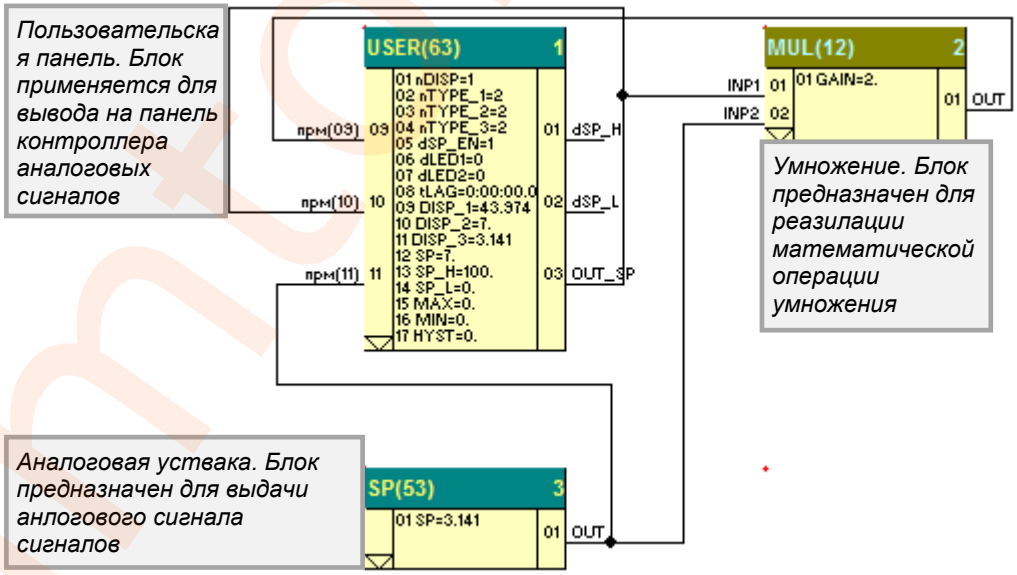


Рисунок 4.12.2 - Пример использования блока MUL(12)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.13 SUMM(13) - Суммирование с масштабированием

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.13.1) используется для получения взвешенной суммы нескольких (до 12) сигналов. В частности, он применяется вместе с функциональными блоками регулирования для построения регуляторов соотношения либо для введения статической коррекции по различным технологическим параметрам.

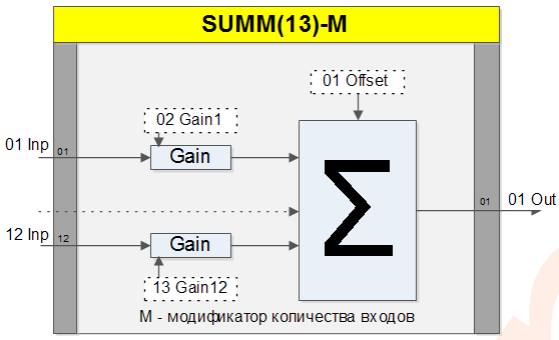


Рисунок 4.13.1 - Функциональная схема блока суммирования с масштабированием SUMM(13)

Описание функционального блока

Число масштабируемых и суммируемых сигналов 1 ≤ m ≤ 12 задается модификатором при программировании блока. Функциональная схема блока суммирования с масштабированием SUMM представлена на рис. 4.13.1.

Выходной сигнал блока OUT равен (смотри рис. 4.13.1):

$$OUT = OFFSET + \sum_{i=1}^{m} INPi*GAIN1 \qquad (4.13.1)$$

или:

$$OUT = OFFSET + INP1*GAIN1 + INP1*GAIN1 + \ldots + INP12*GAIN12 \qquad (4.13.2)$$

Где:

m – модификатор входов функционального блока, задаваемый при программировании блока,
INPi – значение соответствующего входа блока,
GAINi – масштабный коэффициент соответствующего входа,
OFFSET – смещение; параметр может выполнять роль дополнительного немасштабируемого входа.
Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 4.13.1

Таблица 4.13.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP1	Вещественное		1-й вход
02	INP2	Вещественное		2-й вход
…	…			…
12	INP12	Вещественное		12-й вход
Параметры				
01	OFFSET	Вещественное	0	Смещение, не масштабируемый вход
02	GAIN1	Вещественное	1	Масштабный коэффициент по 1-му входу
03	GAIN2	Вещественное	1	Масштабный коэффициент по 2-му входу
…	…			…
13	GAIN12	Вещественное	1	Масштабный коэффициент по 12-му входу
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_13.fbx)

Постановка задачи: Суммирование 3 аналоговых сигналов в диапазоне 0-100% и вывод полученного значения на дисплей контроллера.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

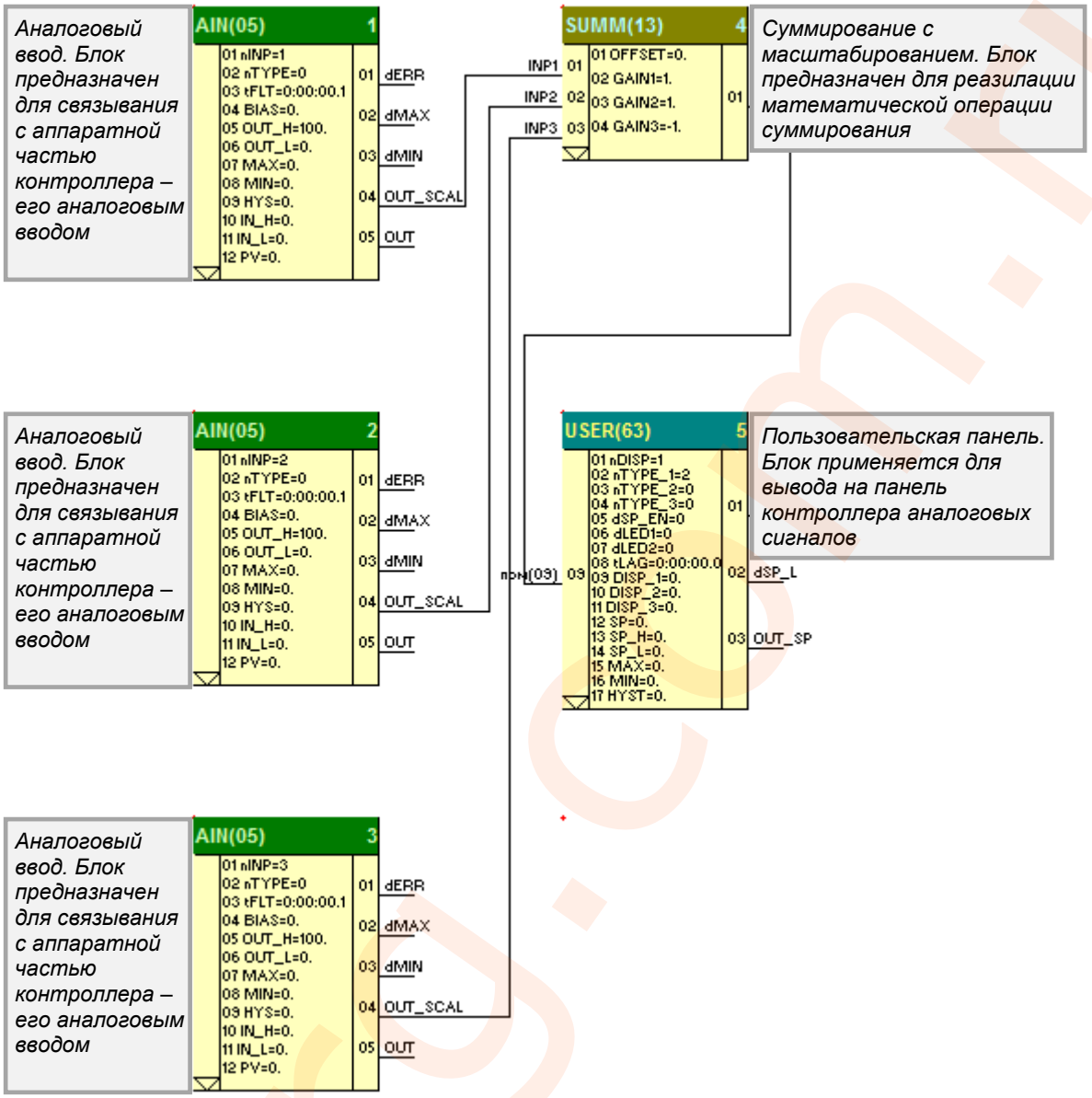


Рисунок 4.13.2 - Пример использования блока SUMM-3(13)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.14 DIV(14) - Деление

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.14.1) применяется для выполнения математической операций деления.

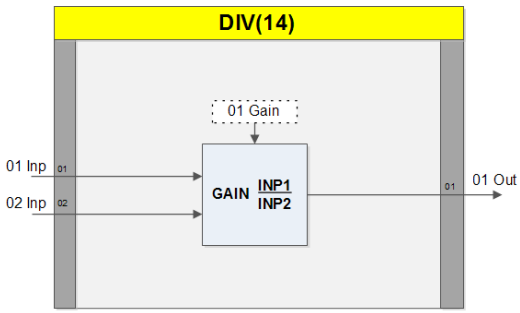


Рисунок 4.14.1 - Функциональная схема блока деление DIV(14)

Описание функционального блока

Функциональный блок перемножает два числа и делит полученное произведение на третье число. Выходной сигнал блока равен:

$$OUT = INP1 * GAIN / INP2. \quad (4.14.1)$$

Параметр GAIN может исполнять роль третьего входа или масштабного коэффициента.
Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 4.14.1.

Таблица 4.14.1

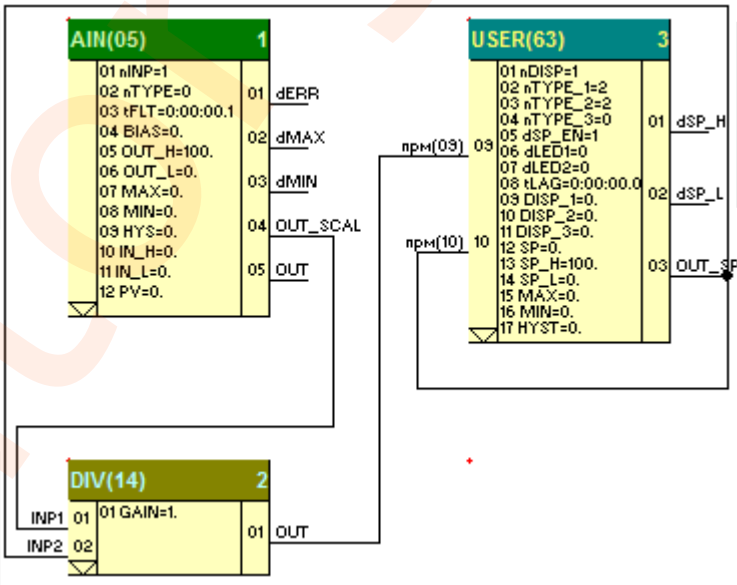
Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP1	Вещественное		Вход блока
02	INP2	Вещественное		Вход блока
Параметр				
01	GAIN	Вещественное	1	Усиление
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_14.fbx)

Постановка задачи: Деление аналогового входного сигнала на коэффициент указанный с передней панели контроллера.

Решение:

Аналоговый ввод. Блок предназначен для связывания с аппаратной частью контроллера – его аналоговым вводом



Пользовательская панель. Блок применяется для вывода на панель контроллера аналоговых сигналов

Деление. Блок предназначен для реализации математической операции «деление»

Рисунок 4.14.2 - Пример использования блока DIV(14)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.15 SQRT(15) - Корень квадратный

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.15.1) применяется в схемах статической коррекции. В частности, функциональный блок используется для линеаризации характеристики датчика расхода.

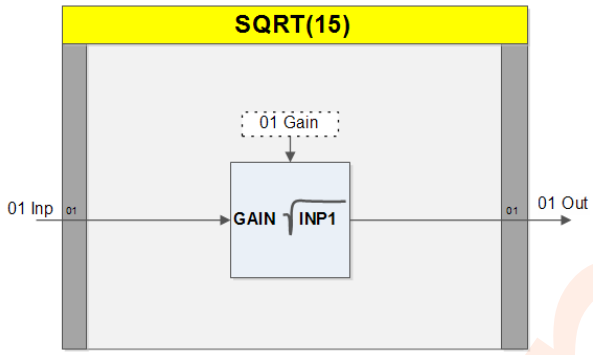


Рисунок 4.15.1 - Функциональная схема блока извлечения квадратного корня SQRT(15)

Описание функционального блока

Входной сигнал блока равен

$$OUT = GAIN * \sqrt{INP}, \quad \text{при } INP>0 \qquad (4.15.1)$$

$$OUT = -GAIN * \sqrt{|INP|}, \quad \text{при } INP<0 \qquad (4.15.2)$$

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 4.15.1.

Таблица 4.15.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	Вещественное		Вход блока
Параметр				
01	GAIN	Вещественное	1	Коэффициент усиления
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_15.fbx)

Постановка задачи: Необходимо найти корень квадратный с значения, подаваемого на аналоговый вход и вывести его на дисплей контроллера.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

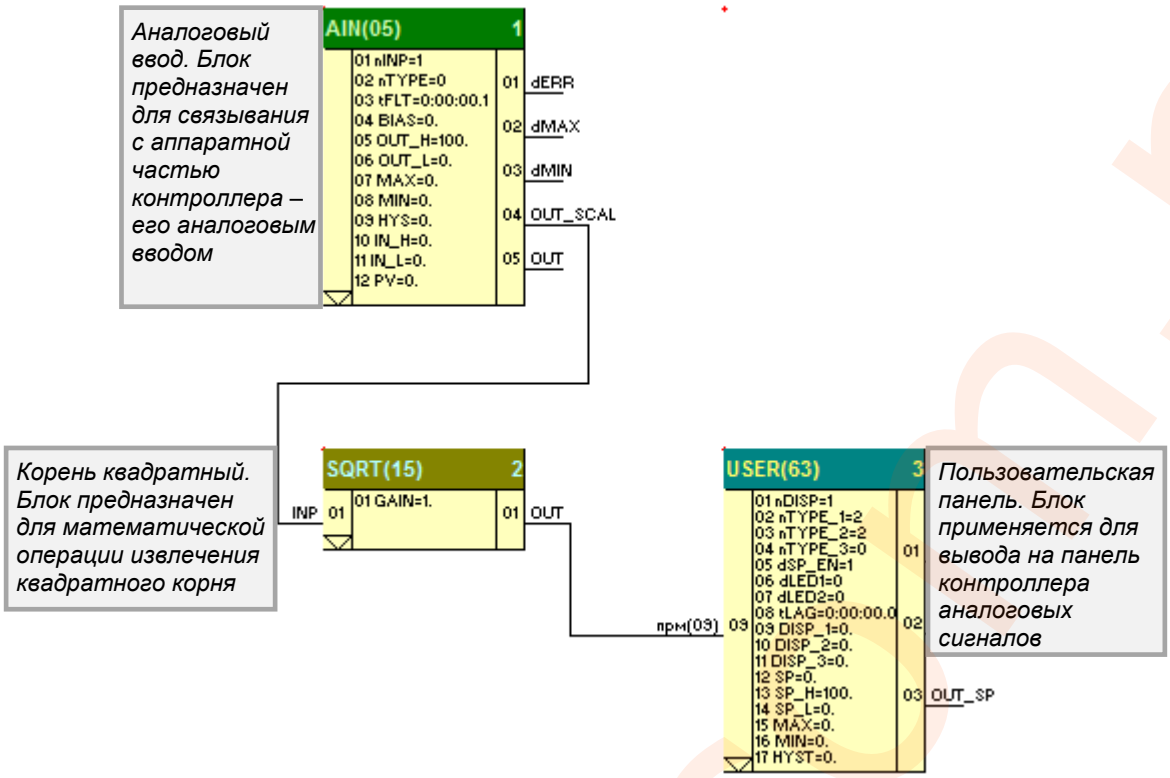


Рисунок 4.15.2 - Пример использования блока SQRT(15)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.16 ABS(16) - Абсолютное значение

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.16.1) применяется для выделения модуля сигнала.

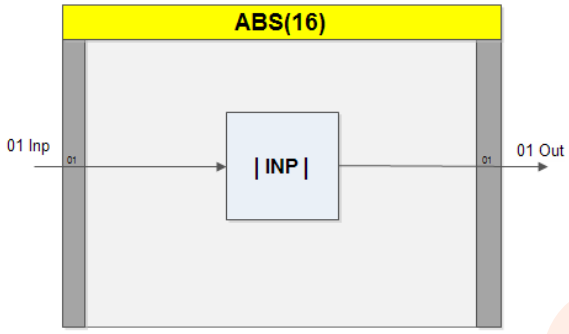


Рисунок 4.16.1 - Функциональная схема блока вычисления абсолютного значения ABS(16)

Описание функционального блока

Блок выполняет функцию:

$$OUT = | INP |. \qquad (4.16.1)$$

Входы и выходы блока представлены в таблице 4.16.1.

Таблица 4.16.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP1	Вещественное		Вход блока
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_16.fbx)

Постановка задачи: Необходимо выделить модуль аналогового входного сигнала и вывести его на переднюю панель контроллера.

Решение:

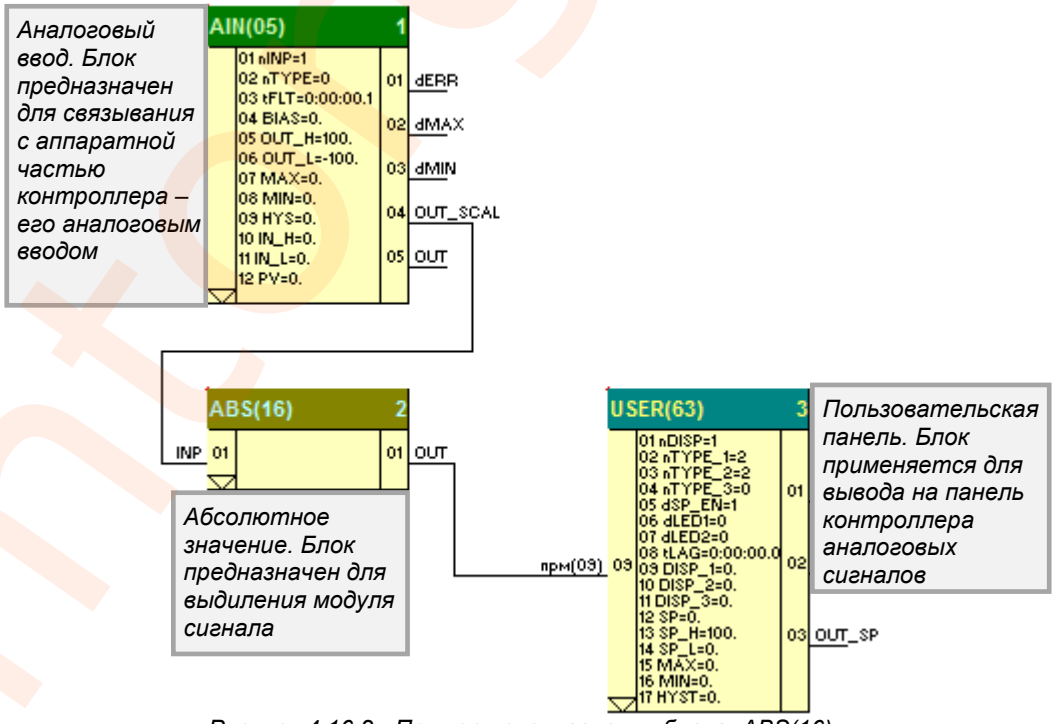


Рисунок 4.16.2 - Пример использования блока ABS(16)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.17 INTEG(17) - Интегрирование

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.17.1) применяется для интегрирования и (или) запоминания сигнала.

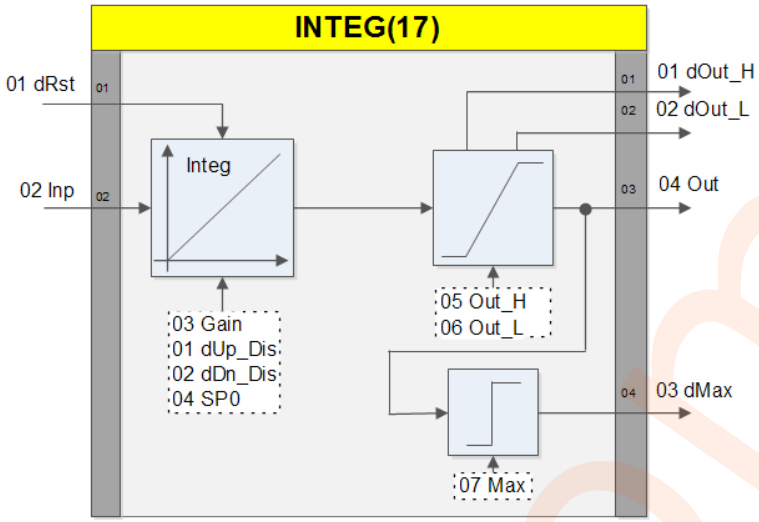


Рисунок 4.17.1 - Функциональная схема блока интегрирования INTEG(17)

Описание функционального блока

Передаточная функция блока равна:

$$W(p) = Y(p) / X(p) = GAIN / p; \qquad (4.17.1)$$

Функциональный блок содержит ограничитель уровня выходного сигнала, пороговый элемент, а также механизм запрета изменения выходного сигнала в сторону “больше” или ”меньше” внешними сигналами, подаваемыми на параметры запрета изменения UP_DIS и DN_DIS.

Функциональный блок имеет 4 выходы. Выход OUT - основной выход алгоритма. Два дискретных выхода dOUT_H и dOUT_L фиксируют момент наступления ограничения выходного сигнала OUT. Алгоритм будет правильно работать, только если OUT_H > OUT_L. Уровни ограничений задаются параметрами блока OUT_H и OUT_L. Если выходной сигнал OUT < MAX, где MAX - уставка порогового элемента, то дискретный сигнал на выходе порогового элемента dMAX=0. Если OUT > MAX, то dMAX = 1.

В функциональном блоке предусматривается установка начальных условий. Если дискретный сигнал на выходе dRST=0,то выполняется основная функция интегратора. При dRST=1 интегратор переходит в режим уставки начальных условий, при этом выход OUT=SP0. В частном случае при SP0=0 интегратор обнуляется.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 4.17.1.

Таблица 4.17.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dRST	0 / 1		Сброс интегратора
02	INP	Вещественное		Вход блока в тех.ед./час
Параметры				
01	dUP_DIS	0 / 1	0	Сигнал запрета в направлении “Больше”
02	dDN_DIS	0 / 1	0	Сигнал запрета в направлении “Меньше”
03	GAIN	Вещественное	1	Усиление
04	SP0	Вещественное	0	Значение начальных условий
05	OUT_H	Вещественное	100	Уровень ограничения по максимуму
06	OUT_L	Вещественное	0	Уровень ограничения по минимуму
07	MAX	Вещественное	90	Установка порогового элемента
Выходы				
01	dOUT_H	0 / 1		Ограничение по максимуму
02	dOUT_L	0 / 1		Ограничение по минимуму
03	dMAX	0 / 1		Выход порогового элемента
04	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_17.fbx)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Постановка задачи: На переднюю панель контроллера необходимо вывести накопленное значение первого аналогового входа, также необходимо предвидеть сброс накопленного значения по 1 дискретному входному сигналу.

Решение:

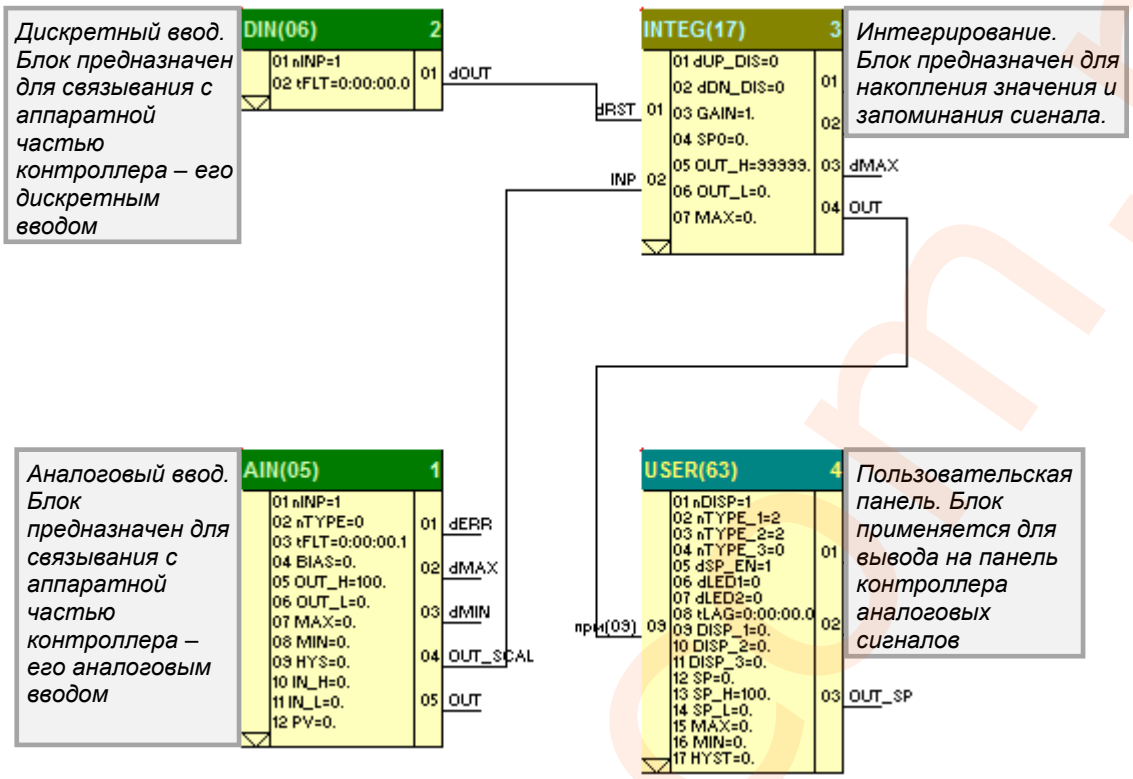


Рисунок 4.17.2 - Пример использования блока INTEG(17)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.18 DERIV(18) - Дифференцирование с задержкой

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.18.1) применяется в схемах динамической коррекции для получения сигналов, связанных со скоростью изменения параметра.

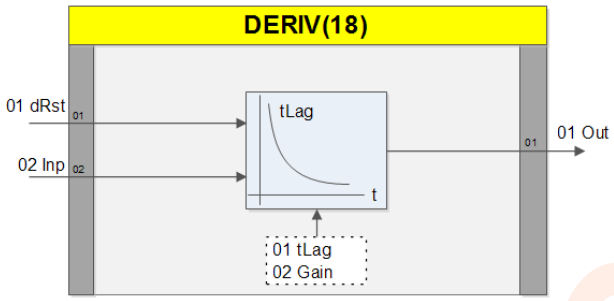


Рисунок 4.18.1 - Функциональная схема блока дифференцирования с задержкой DERIV(18)

Описание функционального блока

Функциональный блок представляет собой цифровую модель реального дифференцирующего звена с регулируемым коэффициентом усиления и постоянной времени дифференцирования.

Передаточная функция ячейки имеет вид:

$$W(p) = Y(p) / X(p) = GAIN * tLAG * p / (tLAG * p + 1); \quad (4.18.1)$$

где GAIN - масштабный коэффициент (коэффициент усиления);
tLAG - постоянная времени дифференцирования.

Если на вход dRST подается команда обнуления dRST=1, то выходной сигнал OUT=0 независимо от входного сигнала.

Входы, параметры и выхода блока представлены в таблице 4.18.1.

Таблица 4.18.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dRST	0 / 1		Обнуление блока (сброс)
02	INP	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	tLAG	Длинное целое	00:00:00:1	Постоянная времени дифференцирования
02	GAIN	Вещественное	1	Коэффициент усиления
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_18.fbx)

Постановка задачи: На переднюю панель контроллера необходимо вывести продифференцированное значение сигнала с аналогового входа, также необходимо предусмотерть сброс значения по 1 дискретному входу.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

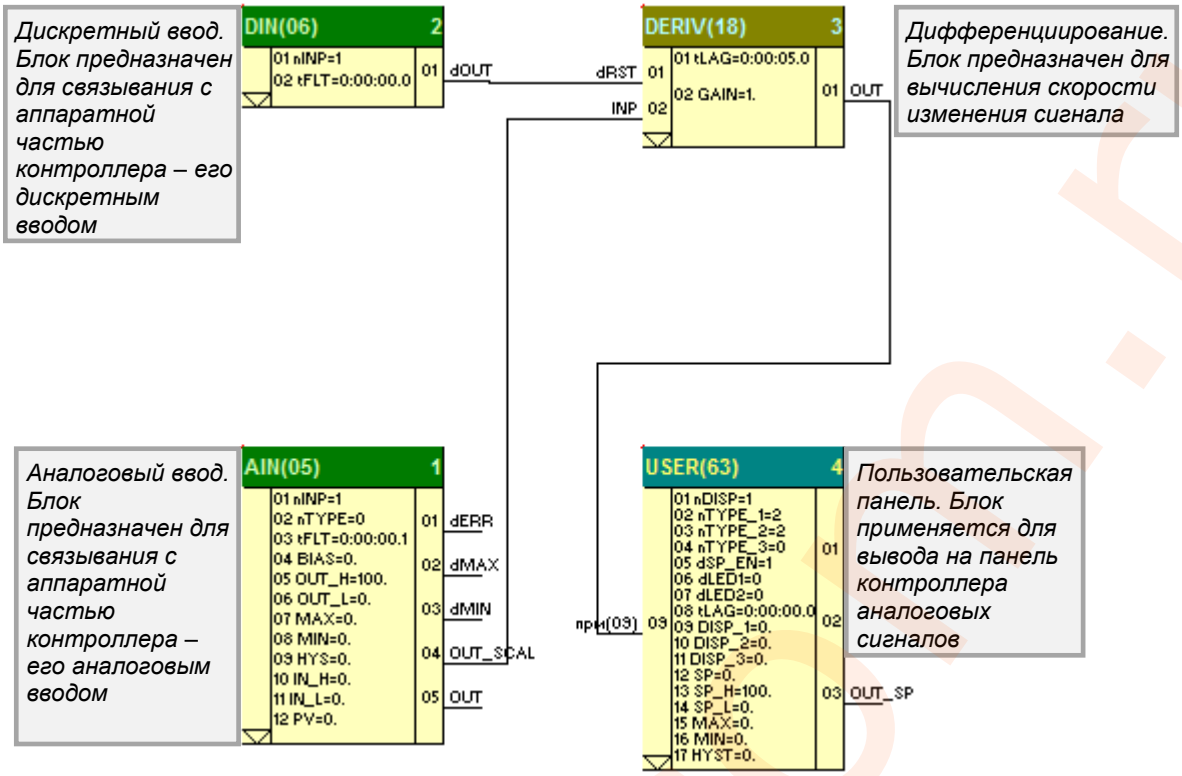


Рисунок 4.18.2 - Пример использования блока DERIV(18)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.70 HMDT(70) - Блок вычисления влажности воздуха

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.70.1) применяется для вычисления влажности воздуха.

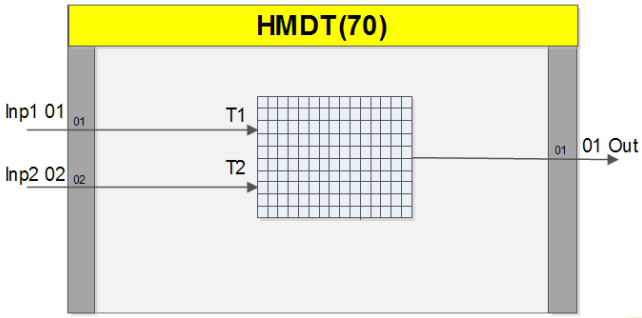


Рисунок 4.70.1 - Функциональная схема блока HMDT(70)

Описание функционального блока

Блок рассчитывает влажность воздуха по значениям температуры на входах INP1 и INP2. На вход INP1 подается сигнал с «сухого» датчика температуры, а на вход INP2 – с «влажного» датчика. Психрометрическая таблица преобразований соответствует ГОСТ 8.524-85

Входы и выходы блока представлены в таблице 4.70.1.

Таблица 4.70.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP1	Вещественное		Вход 1. «Сухой» датчик температуры
02	INP2	Вещественное		Вход 2. «Влажный» датчик температуры
Выход				
01	OUT	Вещественное		Влажность воздуха (0 – 100 %)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_70.fbx)

Постановка задачи: Необходимо определить влажность и вывести ее на дисплей контроллера по показаниям сухого и влажного термометров, а также подать значение влажности на аналоговый выход.

Решение:

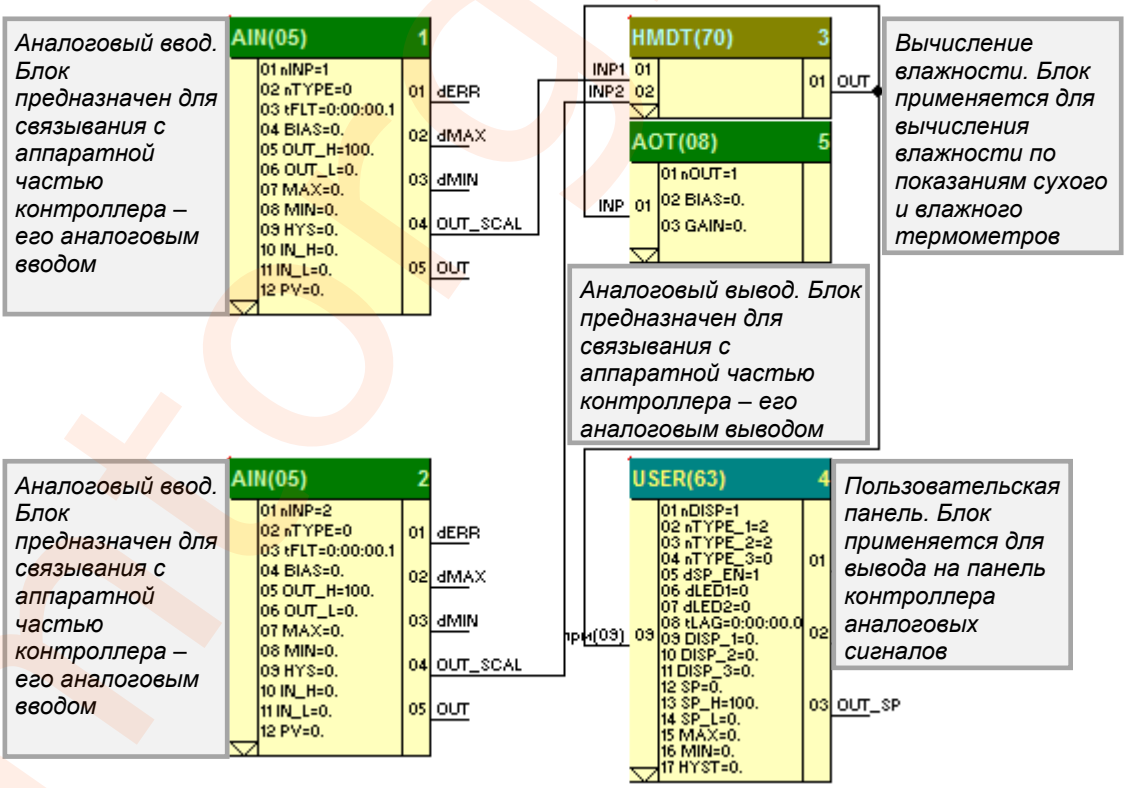


Рисунок 4.70.2 - Пример использования блока HMDT(70)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.72 EXP(72) - Блок вычисления экспоненты

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.72.1) применяется для вычисления экспоненты.

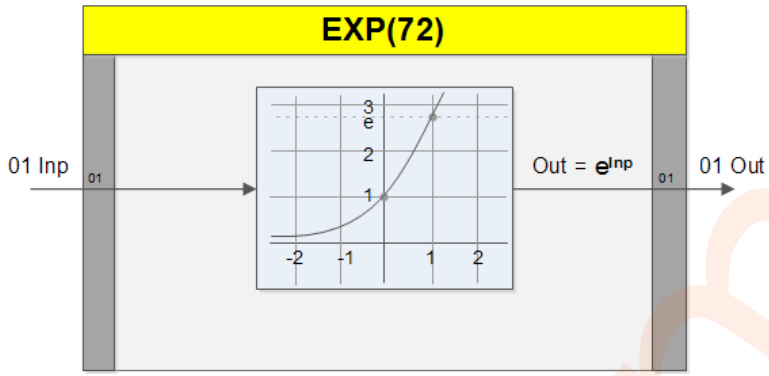


Рисунок 4.72.1 - Функциональная схема блока EXP(72)

Описание функционального блока

Выход блока формируется согласно формулы:

$$y = e^x = 1 + x / 1! + x2 / 2! + x3 / 3! + \ldots + xi / i! + \ldots . \quad (4.72.1)$$

Входы и выходы блока представлены в таблице 4.72.1.

Таблица 4.72.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	Вещественное		Вход блока
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_72.fbx)

Постановка задачи: Рассчитать значение экспоненты для аналогового входа и вывести полученное значение на дисплей контроллера.

Решение:

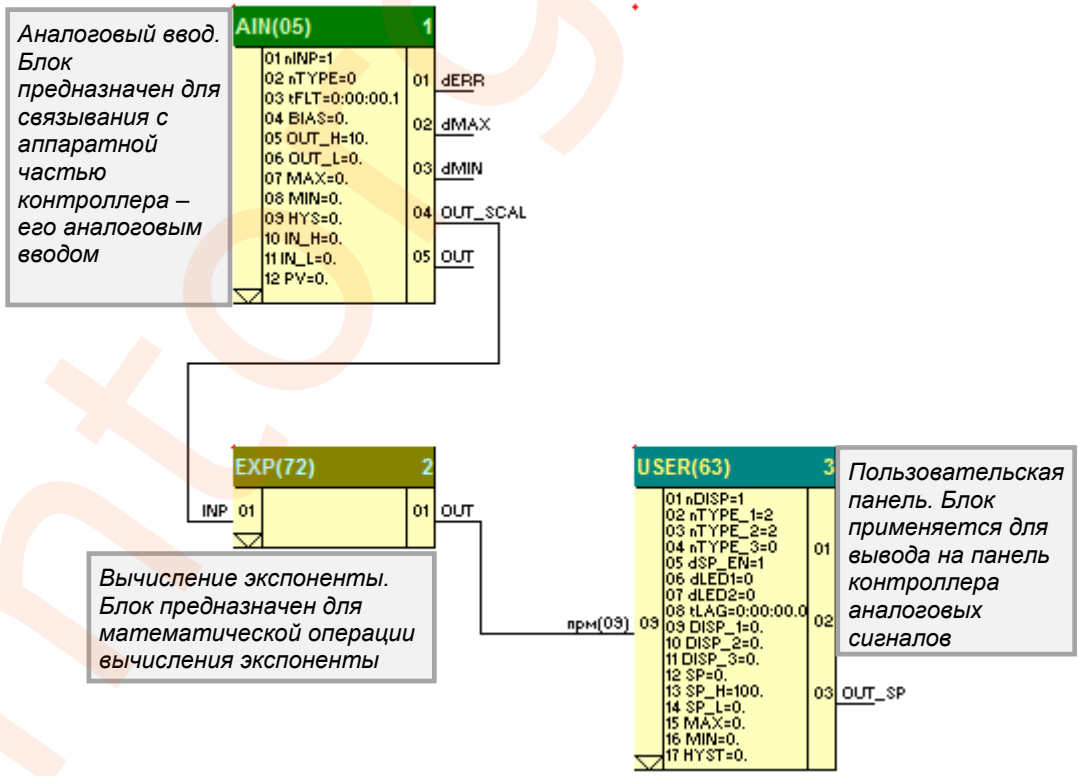


Рисунок 4.72.2 - Пример использования блока EXP(72)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.45.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.73 LN(73) - Блок вычисления натурального логарифма

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.73.1) применяется для вычисления натурального логарифма.

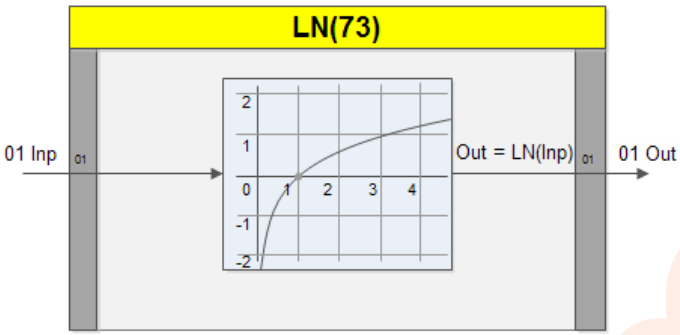


Рисунок 4.73.1 - Функциональная схема блока LN(73)

Описание функционального блока

Выход блока формируется согласно формулы:

$$y = Ln(x) \qquad (4.73.1)$$

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 4.73.1.

Таблица 4.73.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	Вещественное		Вход блока
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_73.fbx)

Постановка задачи: Рассчитать значение натурального логарифма для аналогового входа и вывести полученное значение на дисплей контроллера.

Решение:

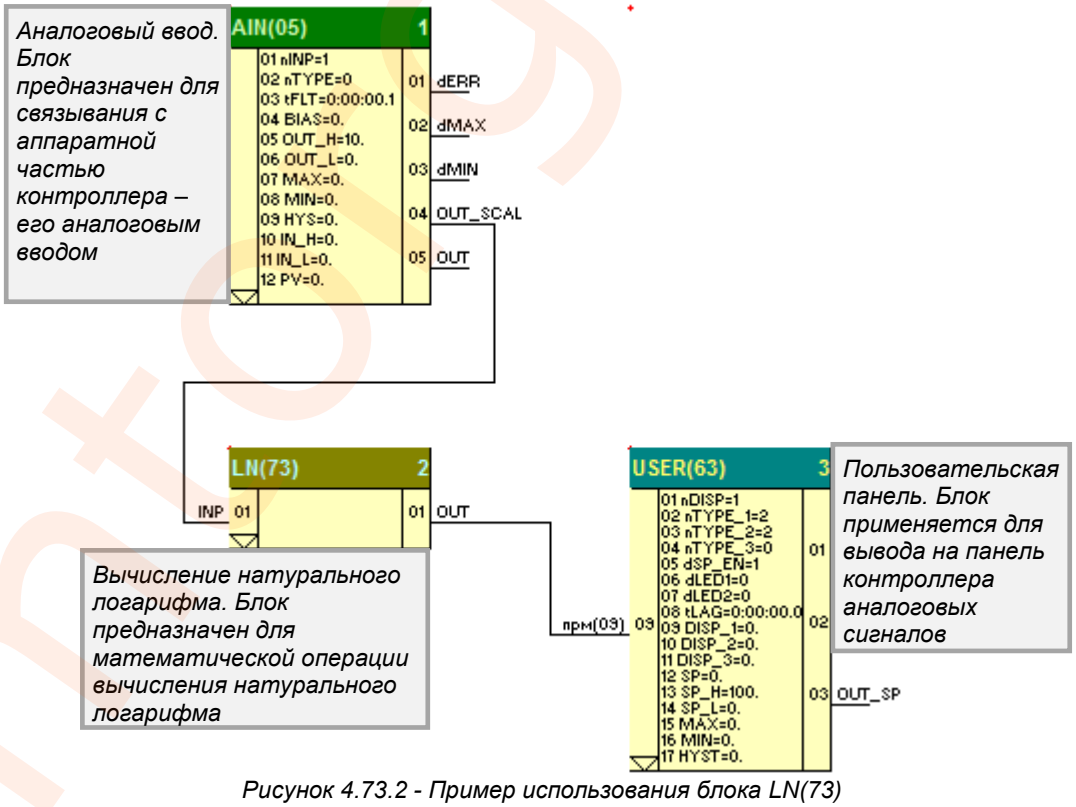


Рисунок 4.73.2 - Пример использования блока LN(73)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.45.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

4.74 LOG(74) - Блок вычисления десятичного логарифма

Назначение

Функциональный блок (рисунок 4.74.1) применяется для вычисления десятичного логарифма.

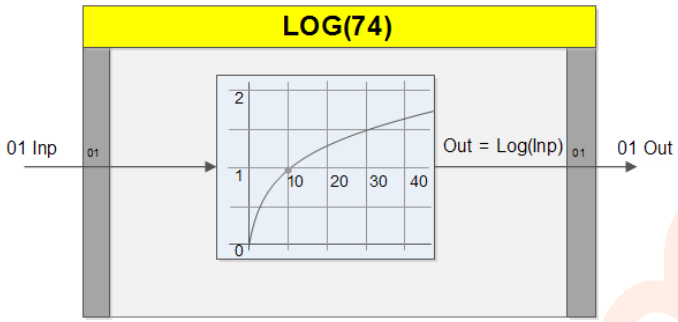


Рисунок 4.74.1 - Функциональная схема блока LOG(74)

Описание функционального блока

Выход блока формируется согласно формулы:

$$y = Lg(x) \qquad (4.74.1)$$

Входы и выходы блока представлены в таблице 4.74.1.

Таблица 4.74.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	Вещественное		Вход блока
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_74.fbx)

Постановка задачи: Рассчитать значение десятичного логарифма для аналогового входа и вывести полученное значение на дисплей контроллера.

Решение:

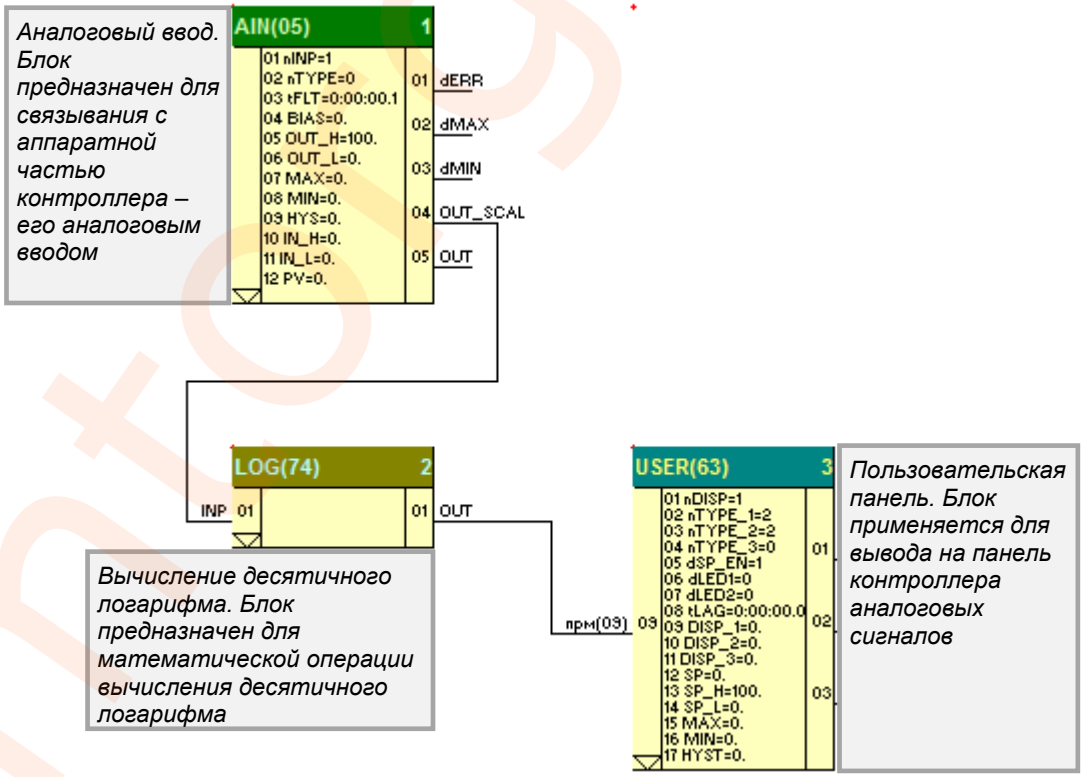


Рисунок 4.74.2 - Пример использования блока LOG(74)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.45.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5 Логические функциональные блоки

5.19 AND(19) - Логическое «И»

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.19.1) применяется для формирования дискретного сигнала который является результатом логической операции «И» над двумя дискретными входными сигналами dIN1 и dIN2.

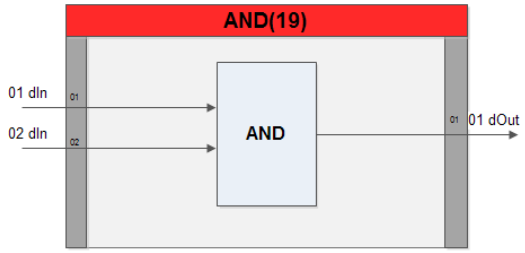


Рисунок 5.19.1 - Функциональная схема блока логического «И» AND(19)

Описание функционального блока

Функциональный блок имеет два входных сигнала dIN1 и dIN2 и формирует выходной сигнал:

$$dOUT = dIN1 * dIN2. \quad (5.19.1)$$

где * - знак логичсеской операции И.

Работа функционального блока описывается в приведенной ниже таблице 5.19.1.

Таблица 5.19.1

dIN1	0	0	1	1
dIN2	0	1	0	1
dOUT	0	0	0	1

Входы и выходы блока представлены в таблице 5.19.2.

Таблица 5.19.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dIN1	0 / 1		Вход блока
02	dIN2	0 / 1		Вход блока
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_19.fbx)

Постановка задачи: На 1 дискретном выходе должна быть логическая «1», если на обоих дискретных входах будет «1»

Решение:

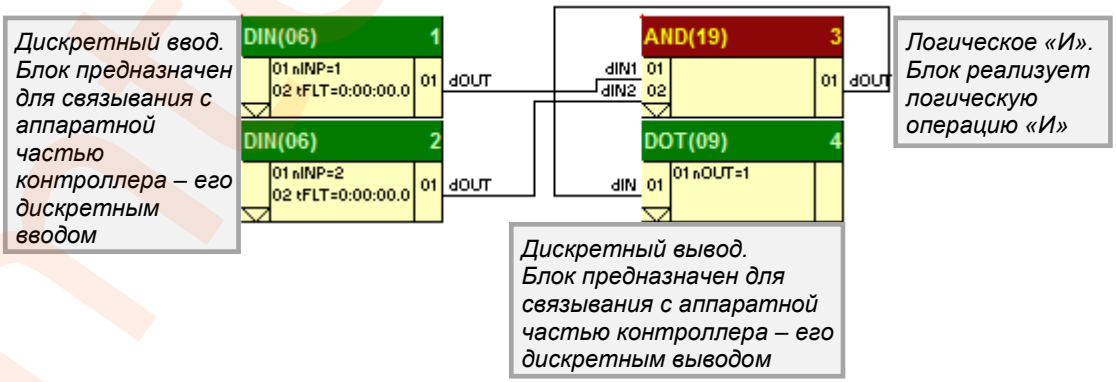


Рисунок 5.19.2 - Пример использования блока AND(19)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.20 AND_M(20) - Многовходовое «И»

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.20.1) применяется для выполнения логической операции «И» над несколькими (до 12) дискретными сигналами.



Рисунок 5.20.1 - Функциональная схема блока многовходового «И» AND_M(20)

Описание функционального блока

Функциональный блок имеет m входных сигналов dIN и один выходной сигнал dOUT. Число входов 1<m<12 и задается модификатором **m**. Выходной сигнал:

$$dOUT = dIN1 * dIN2 * ... * dINm. \quad (5.20.1)$$

где * - знак логической операции И.

Работа функционального блока описывается в приведенной ниже таблице 5.20.1.

Таблица 5.20.1

dIN1	dIN2	dIN3	...	dINm	dOUT
1	1	1	...	1	1
0	~	~	...	~	0
~	0	~	...	~	0
~	~	0	...	~	0
~	~	~	...	0	0

~ - значение сигнала безразлично.

Входы и выходы блока представлены в таблице 5.20.2.

Таблица 5.20.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dIN1	0 / 1		Вход блока
…				
12	dIN12	0 / 1		Вход блока
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_20.fbx)

Постановка задачи: На 1 дискретном выходе должна быть логическая «1», если на обоих дискретных входах также будет «1» и сработает сигнализация «максимум» на 1 аналоговом входе.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

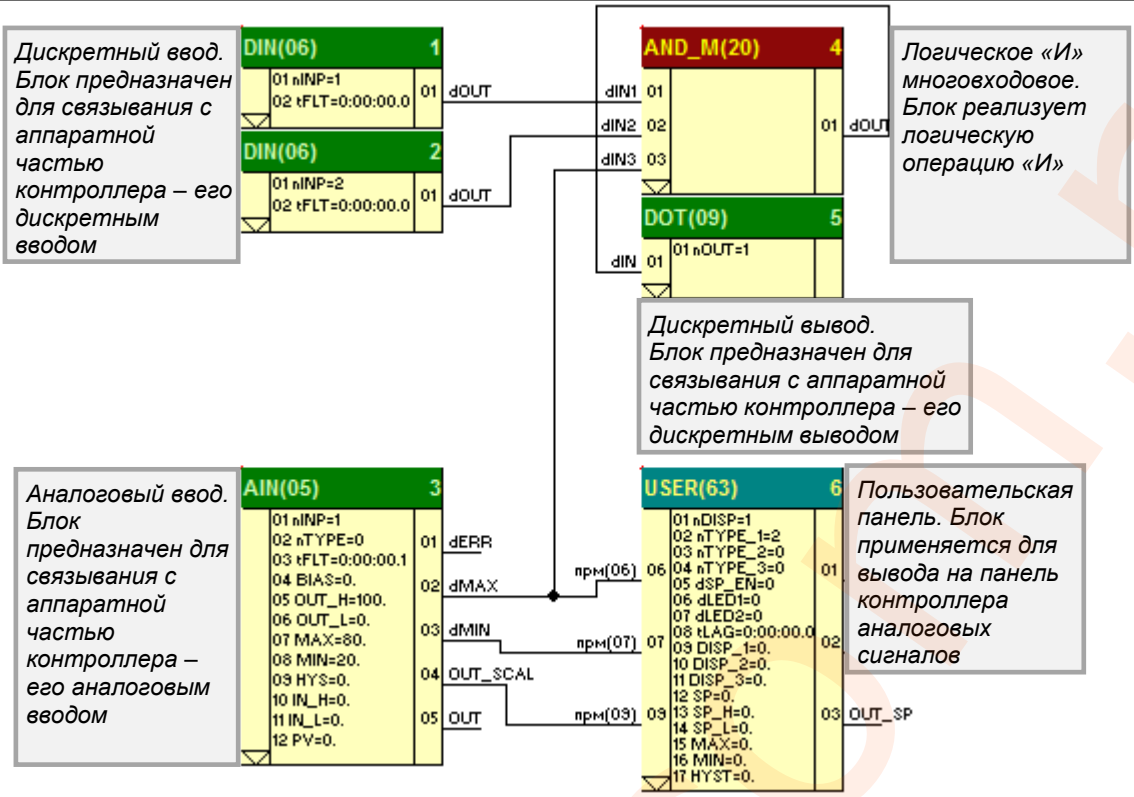


Рисунок 5.20.2 - Пример использования блока AND_M(20)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.21 OR(21) - Логическое «ИЛИ»

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.21.1) применяется для формирования дискретного сигнала, который является результатом логической операции «ИЛИ» над двумя дискретными входными сигналами dIN1 и dIN2.

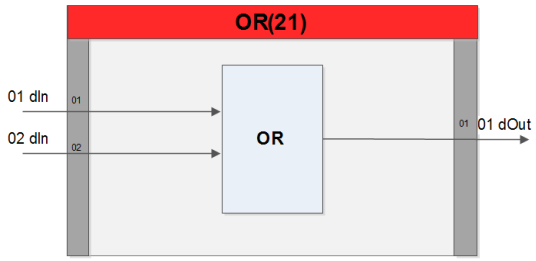


Рисунок 5.21.1 - Функциональная схема блока логического «ИЛИ» OR(21)

Описание функционального блока

Функциональный блок имеет два входных сигнала dIN1 и dIN2 и формирует выходной сигнал:

$$dOUT = dIN1 + dIN2. \qquad (5.21.1)$$

где «+» – знак логической операции ИЛИ.

Работа функционального блока описывается в приведенной ниже таблице 5.21.1.

Таблица 5.21.1

dIN1	0	0	1	1
dIN2	0	1	0	1
dOUT	0	1	1	1

Входы и выходы блока представлены в таблице 5.21.2.

Таблица 5.21.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dIN1	0 / 1		Вход блока
02	dIN2	0 / 1		Вход блока
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_21.fbx)

Постановка задачи: На 1 дискретном выходе должна быть логическая «1», если на аналоговом входе сработает сигнализация минимум или максимум.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

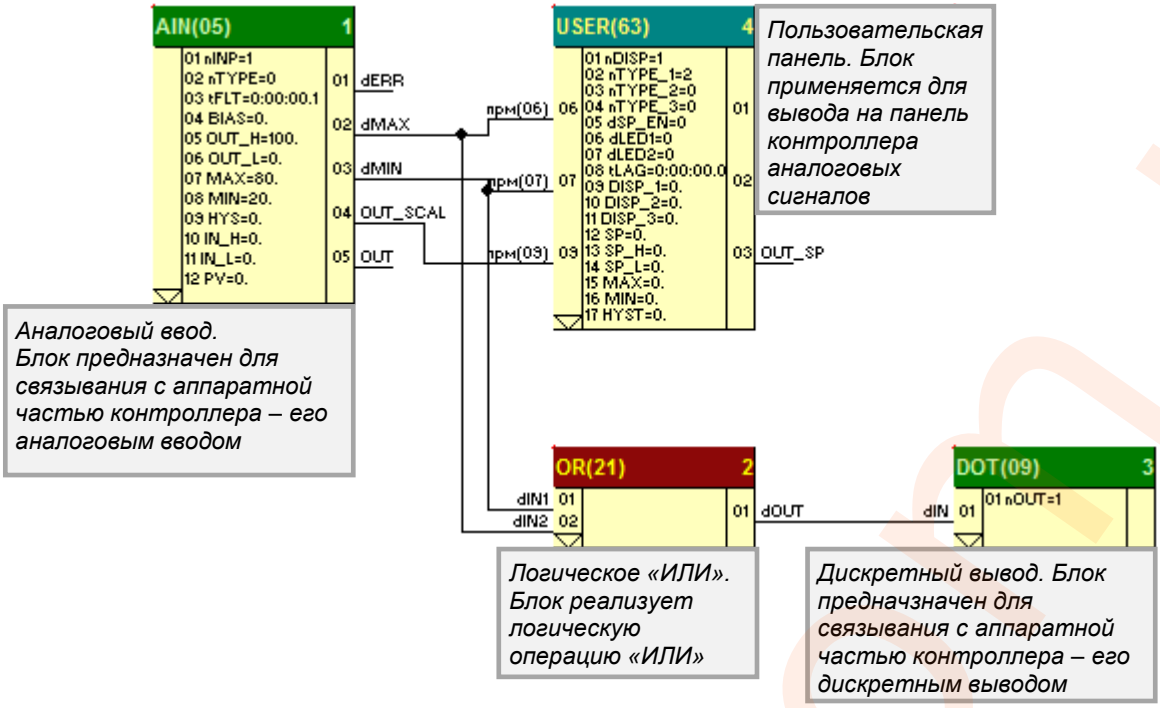


Рисунок 5.21.2 - Пример использования блока OR(21)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.22 OR_M(22) - Многовходовое «ИЛИ»

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.22.1) применяется для выполнения логической операции «ИЛИ» над несколькими (до 12) дискретными сигналами.

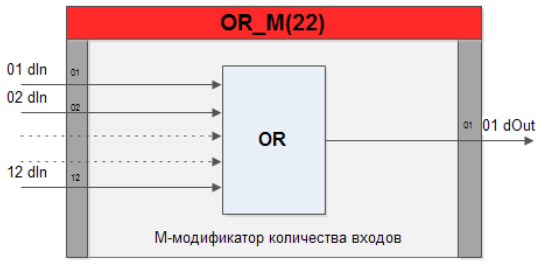


Рисунок 5.22.1 - Функциональная схема блока многовходового ИЛИ OR_M(22)

Описание функционального блока

Функциональный блок имеет m входных сигналов dIN и один выходной сигнал dOUT. Число входов 1<m<12 и задается модификатором **m**. Выходной сигнал:

$$dOUT = dIN1 + dIN2 + ... + dINm. \quad (5.22.1)$$

где «+» – знак логической операции ИЛИ.

Работа функционального блока описывается в приведенной ниже таблице 5.22.1.

Таблица 5.22.1

dIN1	dIN2	dIN3	...	dINm	dOUT
0	0	0	...	0	0
1	~	~	...	~	1
~	1	~	...	~	1
~	~	1	...	~	1
~	~	~	...	1	1

~ - значение сигнала безразлично.

Входы и выходы блока представлены в таблице 5.22.2.

Таблица 5.22.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dIN1	0 / 1		Вход блока
…		…		
02	dIN	0 / 1		Вход блока
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_22.fbx)

Постановка задачи: На 1 дискретном выходе должна быть логическая «1», если на аналоговом входе сработает сигнализация минимума, максимума или на дискретный вход №1 будет подана «1».

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

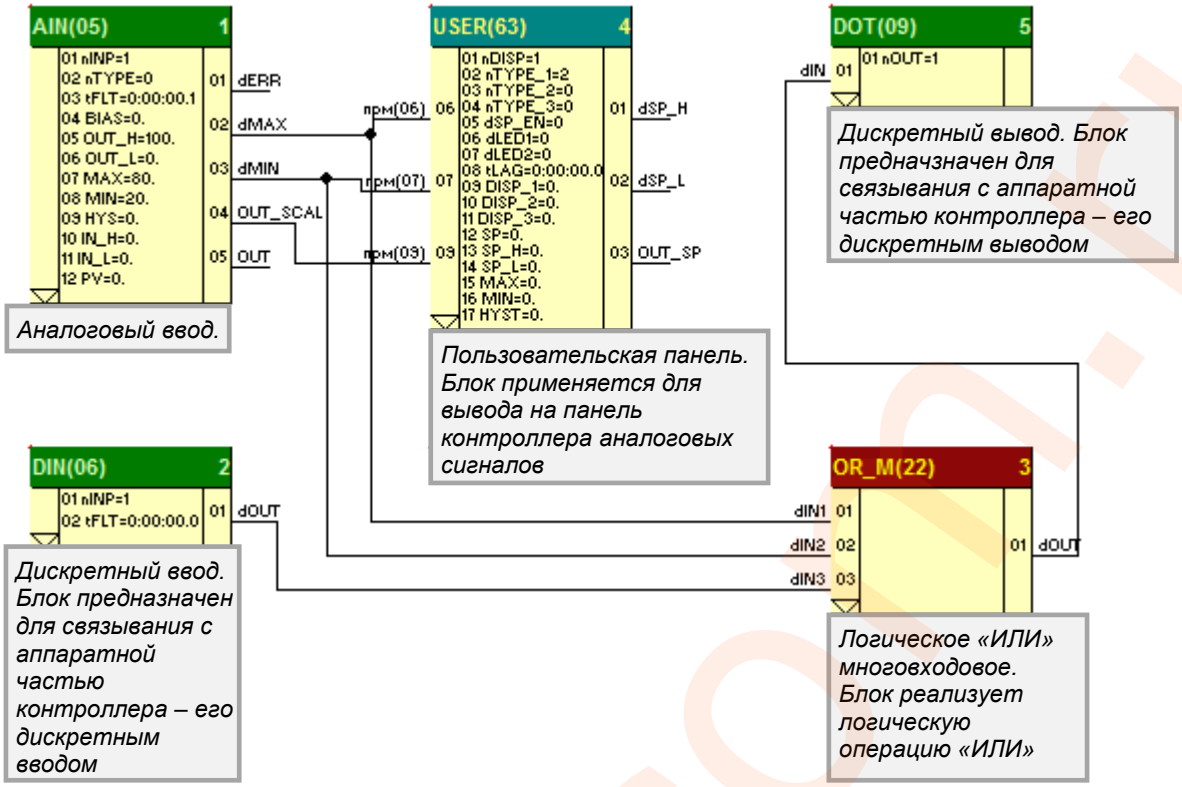


Рисунок 5.22.2 - Пример использования блока OR_M(22)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.23 XOR(23) - Исключающее ИЛИ

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.23.1) применяется для формирования дискретного сигнала, который является результатом логической операции Исключающее ИЛИ (сложение по модулю) над двумя дискретными входными сигналами dIN1 и dIN2.

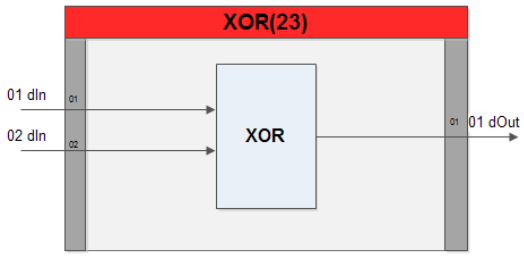


Рисунок 5.23.1 - Функциональная схема блока «Исключающее ИЛИ» XOR(23)

Описание функционального блока

Функциональный блок имеет два входных сигнала dIN1 и dIN2 и формирует выходной сигнал:

$$dOUT = dIN1 \oplus dIN2. \qquad (5.23.1)$$

где « ⊕ » – знак логической операции Исключающее ИЛИ.

Работа функционального блока описывается в приведенной ниже таблице 5.23.1.

Таблица 5.23.1

dIN1	0	0	1	1
dIN2	0	1	0	1
dOUT	**0**	**1**	**1**	**0**

Входы и выходы блока представлены в таблице 5.23.2.

Таблица 5.23.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dIN1	0 / 1		Вход блока
02	dIN2	0 / 1		Вход блока
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_23.fbx)

Постановка задачи: На 1 дискретном выходе должна быть логическая «1», если только один из дискретных входов №1 или №2 сработал. В случае одновременного срабатывания обоих входов, или отсутствия сигнала на обоих входах на выходе будет «0»

Решение:

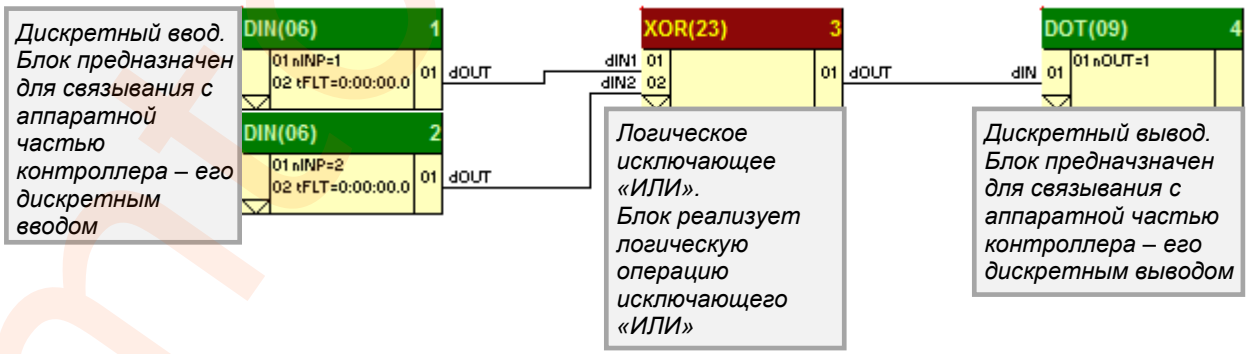


Рисунок 5.23.2 - Пример использования блока XOR(23)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.24 MAJRT(24) - Мажорирование

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.24.1) работает по правилу "два из трех". Блок используется для повышения достоверности дискретных сигналов, поступающих, например, от дискретных входов контроллера.



Рисунок 5.24.1 - Функциональная схема блока мажорирования MAJRT(24)

Описание функционального блока

Функциональный блок содержит узел мажорирования, а также логику, определяющую номер сигнала, состояние которого не совпадает с состоянием двух других сигналов.

Работа функционального блока описывается в приведенной ниже таблице 5.24.1.

Таблица 5.24.1

Состояние входных сигналов	dOUT	dTOKEN	NUM
dIN1 = dIN2 = dIN3	dIN1 = dIN2 = dIN3	0	0
dIN2 = dIN3; dIN1	dIN2 = dIN3	1	1
dIN1 = dIN3; dIN2	dIN1 = dIN3	1	2
dIN1 = dIN2; dIN3	dIN1 = dIN2	1	3

Входы и выходы блока представлены в таблице 5.24.2.

Таблица 5.24.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dIN1	0 / 1		Вход блока
02	dIN2	0 / 1		Вход блока
03	dIN3	0 / 1		Вход блока
Выходы				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока
02	dTOKEN	0 / 1		Признак несовпадения
03	NUM	0, 1, 2, 3		Номер входного сигнала, состояние которого не совпадает с состоянием двух других сигналов

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_24.fbx)

Постановка задачи: Необходимо реализовать дублирование сигнала. То есть в случае, когда 2 из 3 входных дискретных сигналов сработали, на выходе должна быть «1», если сработал только 1 вход из 3 – на выходе должен быть «0».

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

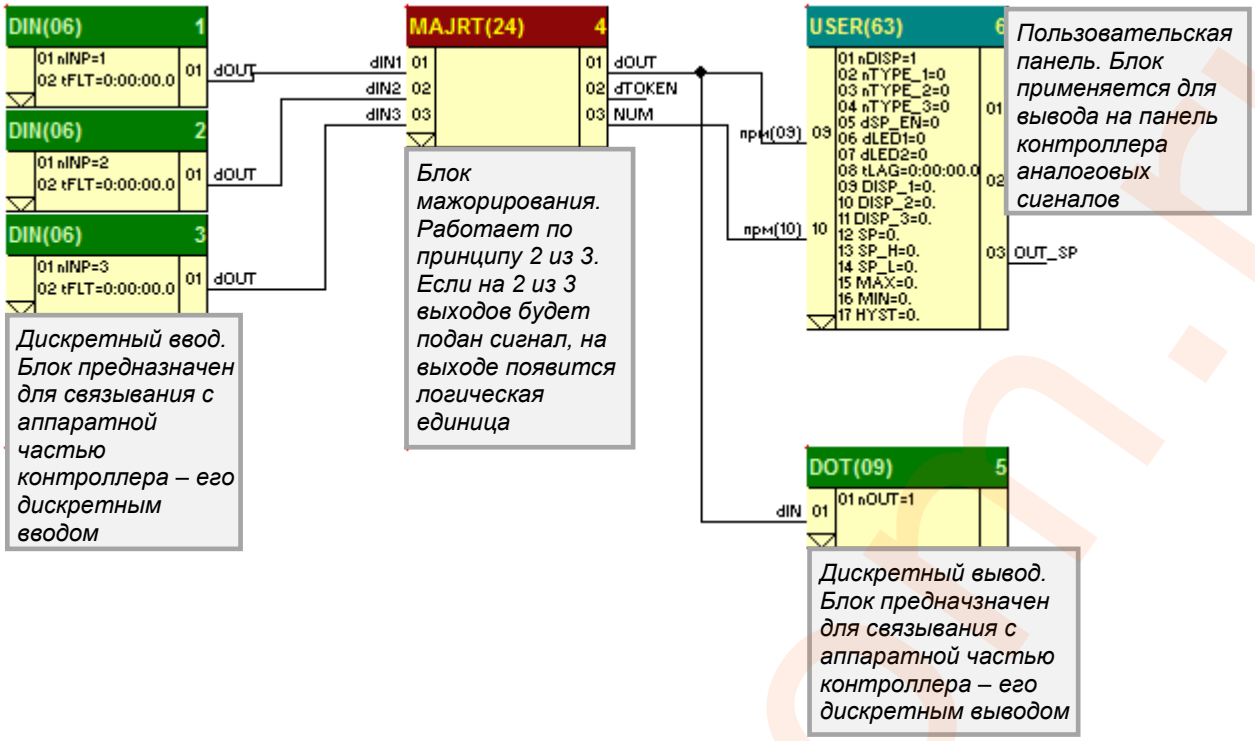


Рисунок 5.24.2 - Пример использования блока MAJRT(24)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.25 TRIG(25) - Триггер

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.25.1) RS-триггера применяется для запоминания дискретных сигналов.

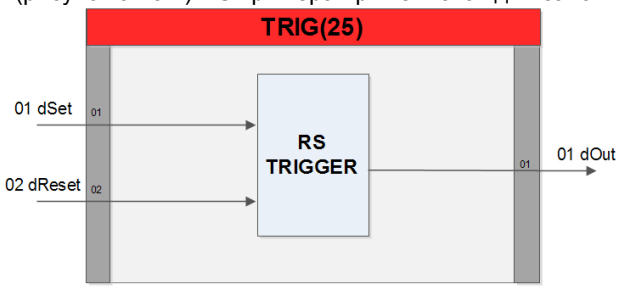


Рисунок 5.25.1 - Функциональная схема блока «триггер» TRIG(25)

Описание функционального блока

Функциональный блок имеет два дискретных входа и один дискретный выход. dSET - вход является установочным: если при dRESET=0 сигнал dSET=1, то выходной сигнал dOUT=1. Этот сигнал запоминается, т.е. остается равным единице независимо от значения сигнала на входе dSET.

Если dRESET =1, триггер сбрасывается, при этом dOUT=0.

Работа функционального блока описывается в приведенной ниже таблице 5.25.1.

Таблица 5.25.1

dSET	dRESET	dOUT
0	0	dOUT(i-1)
1	0	1
0	1	0
1	1	0

dOUT(i-1) - предыдущее значение выхода.

Входы и выходы блока представлены в таблице 5.25.2.

Таблица 5.25.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dSET	0 / 1		Вход блока
02	dRESET	0 / 1		Вход блока
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_25.fbx)

Постановка задачи: Программно реализовать работу триггера. А именно – когда на вход функционального блока подана «1», она фиксируется и будет до тех пор, пока на 2ой вход dRst не придет сигнал сброса текущего выхода.

Решение:

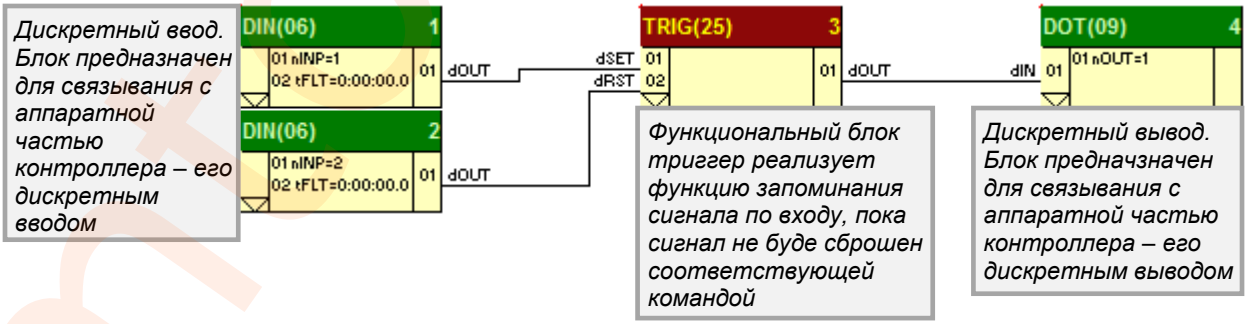


Рисунок 5.25.2 - Пример использования блока TRIG(25)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.26 REG(26) - Регистр

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.26.1) применяется для запоминания дискретных сигналов. Информация записывается в регистр, в зависимости от значения параметра dMODE, по уровню или по переднему фронту входного дискретного управляющего сигнала eWRITE.

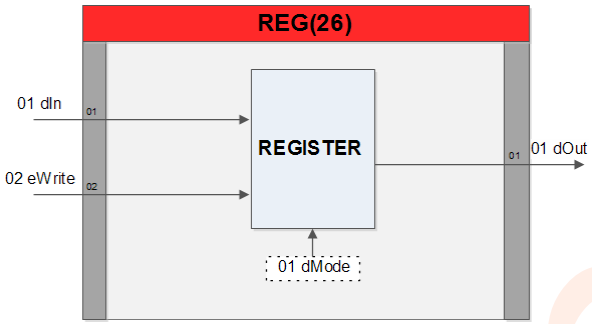


Рисунок 5.26.1 - Функциональная схема блока «регистр» REG(26)

Описание функционального блока

Функциональный блок представляет собой 1-разрядный регистр. Блок имеет 1 информационный вход dIN, на который подаются входные сигналы и один управляющий вход записи eWRITE.

Способ записи входного дискретного сигнала определяется значением параметра MODE.

1. Запись по уровню (MODE=0).

Если eWRITE =1, информация записывается в регистр и его выход dOUT=dIN. Если eWRITE=0, сигнал dOUT запоминается и не изменяется (т.е. не зависит от dIN).

Работа функционального блока описывается в приведенной ниже таблице 5.26.1.

Таблица 5.26.1

eWRITE	dOUT
1	dOUT = dIN
0	dOUT = dIN,0

В этой таблице dIN,0 - значение dIN в момент снятия команды eWRITE.

2. Запись по фронту (MODE=1).

По переднему фронту дискретного сигнала eWRITE (т.е. в момент перехода сигнала eWRITE из состояния логического 0 в состояние логической 1) информация с входа dIN записывается в регистр, после чего функциональный блок не реагирует на изменение сигналов на входе dIN. Записанная в регистре информация передается на выход dOUT блока.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 5.26.1.

Таблица 5.26.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dIN	0 / 1		Вход блока
02	eWRITE	0 / 1		Разрешение записи
Параметр				
01	dMODE	0 / 1	1	Режим записи в регистр 0 – запись в регистр по уровню «1» 1 – запись в регистр по переднему фронту
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_26.fbx)

Постановка задачи: Необходимо реализовать запоминание дискретного сигнала «1» или «0».

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

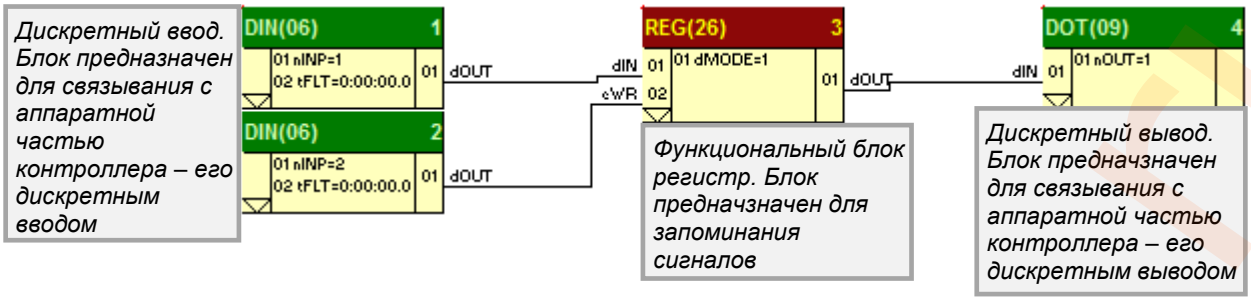


Рисунок 5.26.2 - Пример использования блока REG(26)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.27 EDGE(27) - Выделение фронта

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.27.1) применяется для выделения переднего или заднего фронта дискретного сигнала.

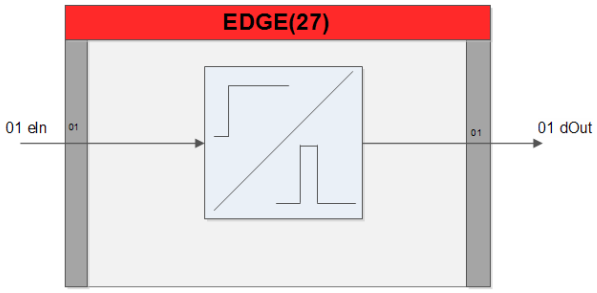


Рисунок 5.27.1 - Функциональная схема блока «выделение фронта» EDGE(27)

Описание функционального блока

Если на входе функционального блока дискретный сигнал eIN изменяет свое состояние с логического 0 на логическую 1 (передний фронт), то на выходе блока формируется сигнал dOUT=1 на время, равное времени одного цикла работы контроллера. Остальное время dOUT=0.
Для выделения заднего фронта на входе блока устанавливается инверсия.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 5.27.1.

Таблица 5.27.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	eIN	0 / 1		Вход блока
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_27.fbx)

Постановка задачи: Задача состоит в том, чтобы выделить передний фронт, длиной в один цикл программы (0,1 секунды).

Решение:

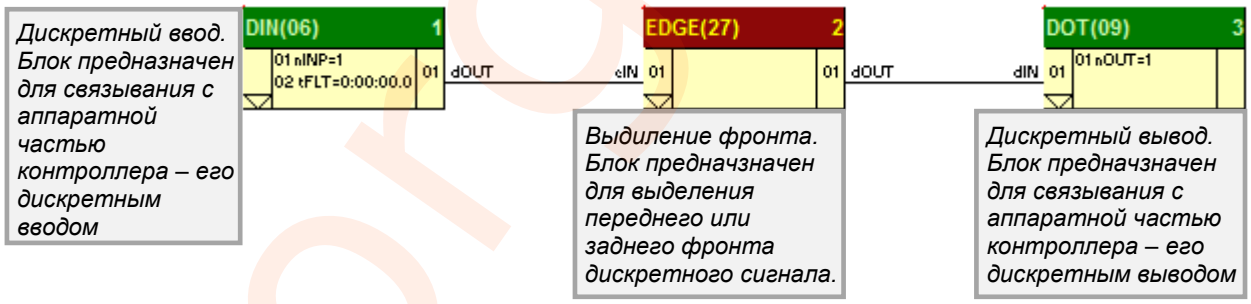


Рисунок 5.27.2 - Пример использования блока EDGE(27)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.28 CODER(28) - Шифратор

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.28.1) применяется для преобразования набора из нескольких (до 12) дискретных сигналов в один числовой сигнал. В частности, алгоритм применяется в тех случаях, когда по интерфейсу необходимо передать несколько дискретных сигналов. Шифрация позволяет передать несколько (до 12) дискретных сигналов в виде одного пакета, и, тем самым, повысить скорость обмена цифровой информации.

Алгоритм шифрации CODER(28) применяется в сочетании с алгоритмом дешифрации DECODER.

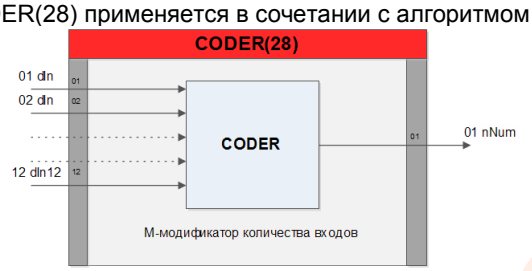


Рисунок 5.28.1 - Функциональная схема блока CODER(28)

Описание функционального блока

Если через сеть передается большое число дискретных неупакованных сигналов, каждый из которых занимает 2 байта, скорость обмена снижается. Чтобы предотвратить значительное снижение скорости, дискретные сигналы упаковываются при передаче и распаковывается при приеме. Упаковка выполняется с помощью алгоритма шифрации CODER, помещаемого в контроллере-источнике, а распаковка – с помощью алгоритма дешифрации DECODER, помещаемого в контроллере-приемнике. Алгоритм CODER, получая на своих входах до 12 дискретных сигналов, формирует на своих выходах числовой сигнал, равный взвешенной сумме входных сигналов. Этот числовой сигнал, в котором закодированы значения всех дискретных сигналов, передается через сеть в виде 2 байтов. Алгоритм DECODER осуществляет обратное преобразование: принимая числовой сигнал, он на своих выходах формирует дискретные сигналы в соответствии с алгоритмом, обратным алгоритму шифрации. Процедура упаковки-распаковки существенно снижает нагрузку на сеть при передаче большого числа дискретных сигналов. Например, если в сети используется 10 контроллеров и каждый передает по 10 дискретных сигналов, то вместо 10x10x2=200 Байтов в неупакованном формате через сеть будет передаваться лишь 10x2 = 20 Байт в упакованном формате.

Алгоритм преобразует m входных дискретных сигналов dIN в один числовой сигнал nNUM. Число $0<m\leq12$ задается модификатором.

Преобразование (шифрация) ведется по формуле:

$$nNUM = dIN1*2^0 + dIN1*2^1 + \ldots + dIN1*2^{m-1} \qquad (5.28.1)$$

Входы и выходы блока представлены в таблице 5.28.1.

Таблица 5.28.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dIN1	0 / 1		1-й вход блока
02	dIN2	0 / 1		2-й вход блока
03	dIN3	0 / 1		3-й вход блока
…	…	…		
m	dINm	0 / 1		m-й вход блока (m≤12)
Выход				
01	dNUM	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_28_29.fbx)

Постановка задачи: Необходимо одним пакетом передать сигнал из 5 дискретных входов.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

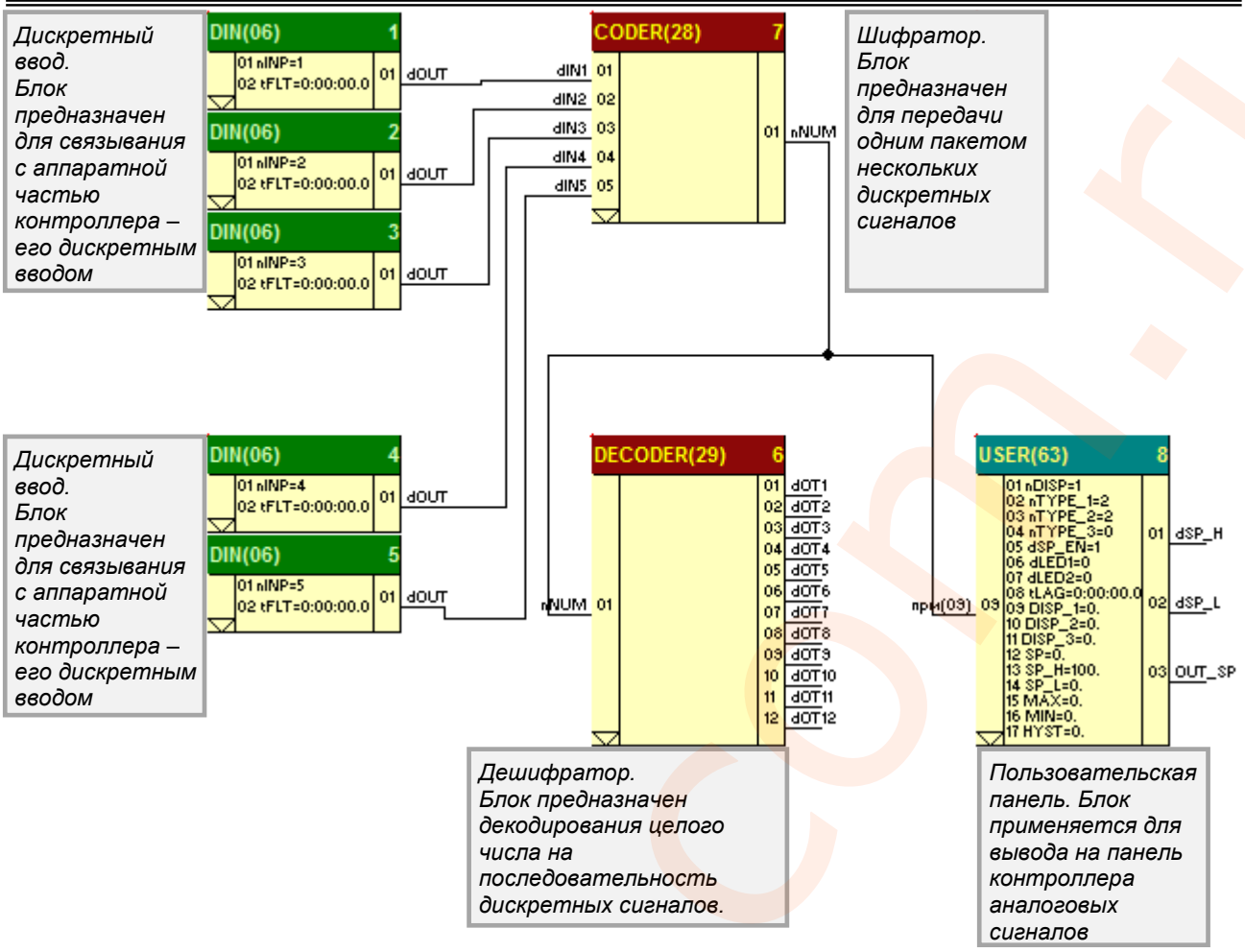


Рисунок 5.28.2 - Пример использования блока CODER(28)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

5.29 DECODER(29) - Дешифратор

Назначение

Функциональный блок (рисунок 5.29.1) применяется для преобразования числового сигнала в набор дискретных сигналов. В частности, этот алгоритм применяется в сочетании с алгоритмом CODER(28) в тех случаях, когда по интерфейсу принимаются зашифрованные дискретные сигналы (см. алгоритм шифрации CODER). Другой вариант применения алгоритма – в задачах дискретного управления при необходимости преобразования числа, поступающего на вход nNUM, в определенную комбинацию дискретных сигналов на выходе.

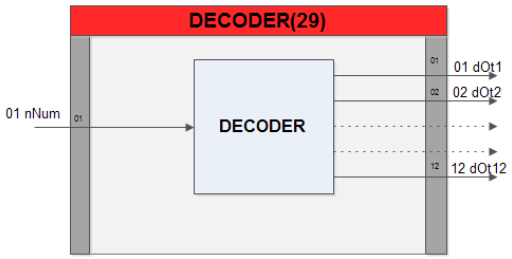


Рисунок 5.29.1 - Функциональная схема блока DECODER(29)

Описание функционального блока

Алгоритм преобразует числовую переменную nNUM в 12 дискретных выходных сигналов dOT. Дешифрация осуществляется в соответствии с зависимостью 5.28.1.

Входы и выходы блока представлены в таблице 5.29.1.

Таблица 5.29.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	nNUM	0 / 1		Вход блока
Выходы				
01	dOT1	0 / 1		Выход блока
02	dOT2	0 / 1		Выход блока
03	dOT3	0 / 1		Выход блока
…				
12	dOT12	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_28_29.fbx)

Постановка задачи: Необходимо разложить сигнал в виде целого числа на независимые биты (дискретные сигналы).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

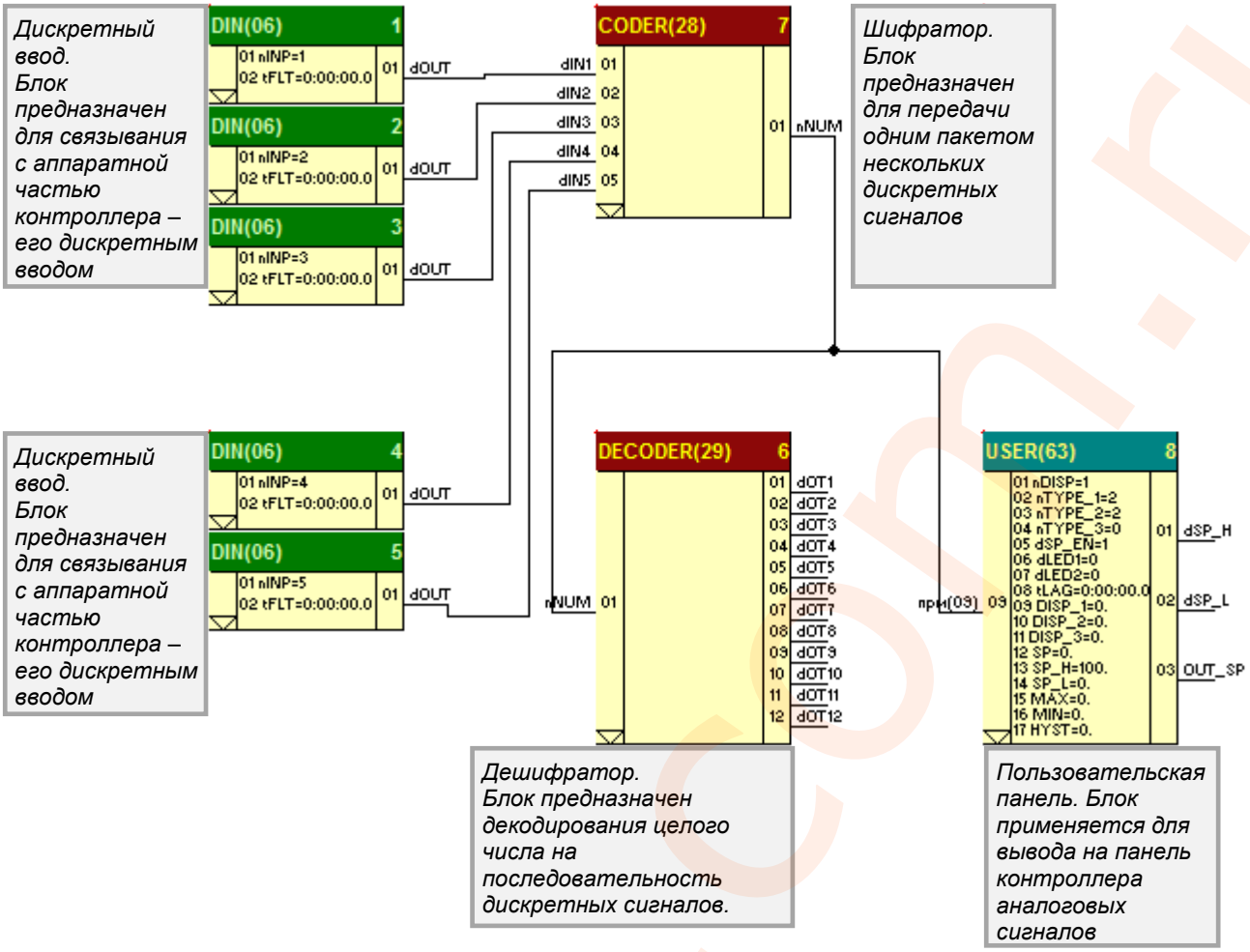


Рисунок 5.29.2 - Пример использования блока DECODER(29)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6 Функциональные блоки управления программой

6.30 MIN(30) - Минимум

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.30.1) используется для выделения минимального из нескольких (до 12) сигналов.

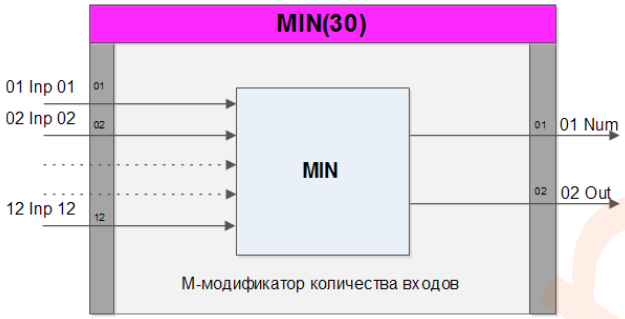


Рисунок 6.30.1 - Функциональная схема блока «минимум» MIN(30)

Описание функционального блока

На вход функционального блока поступают сигналы, число которых 0<m≤12 и задается модификатором. Выходной сигнал равен минимальному из этих сигналов:

$$OUT=\min\{INP1;INP2;...INPm\}$$

Функциональный блок имеет дополнительный выход NUM, на котором формируется число, равное номеру входного сигнала, прошедшего на выход (т.е. являющегося минимальным).

Если имеется группа равных между собой сигналов, причем эти сигналы являются минимальными, то номер NUM равен минимальному номеру сигнала в этой группе.

Входы и выходы блока представлены в таблице 6.30.1.

Таблица 6.30.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP1	Вещественное		Вход блока
…				
12	INP12	Вещественное		Вход блока
Выходы				
01	NUM	Целое		Номер входа поданного на выход блока
02	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_30_31.fbx)

Постановка задачи: Необходимо найти минимальное значение двух сгналов аналоговых входов.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

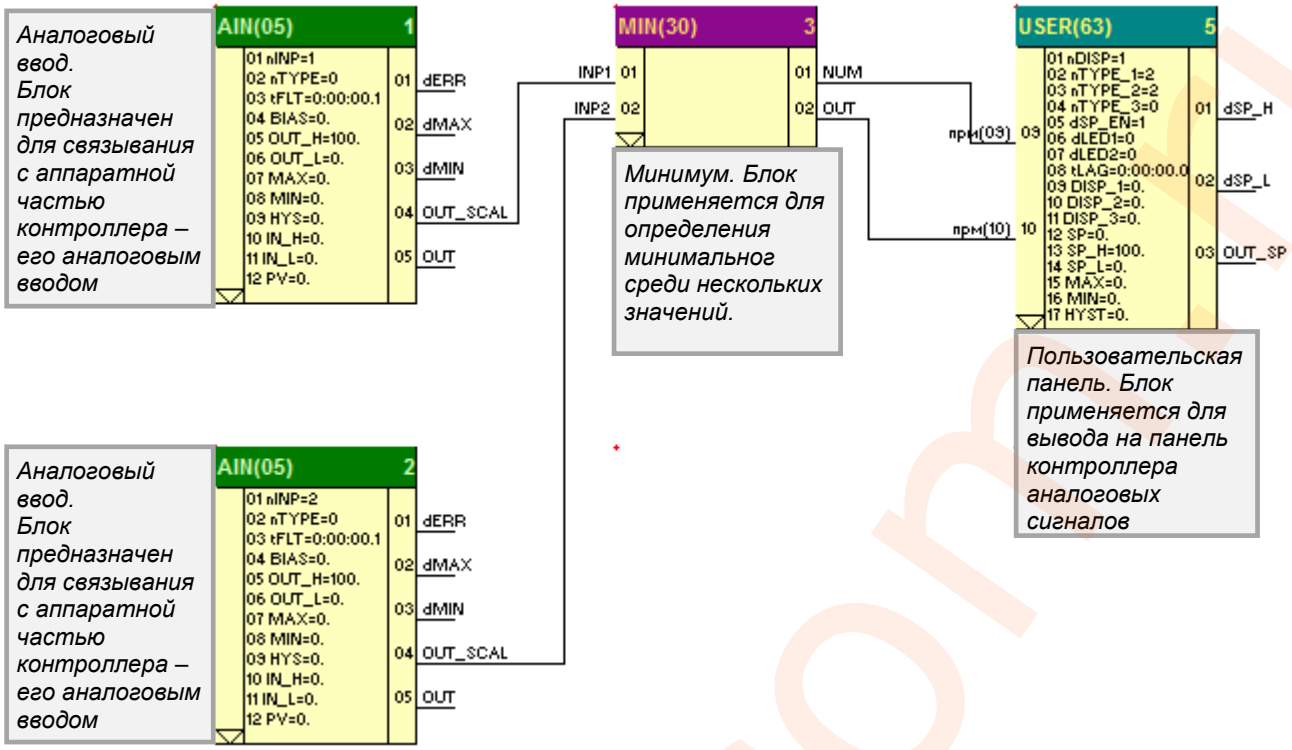


Рисунок 6.30.2 - Пример использования блока MIN(30)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.31 MAX(31) - Максимум

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.31.1) используется для выделения максимального из нескольких (до 12) сигналов.

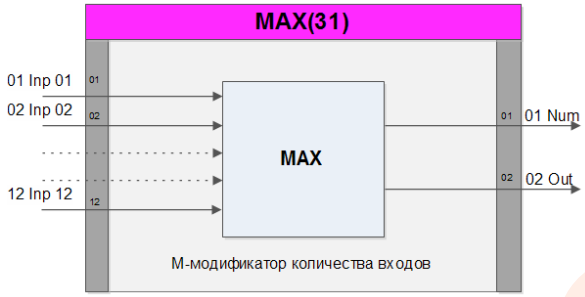


Рисунок 6.31.1 - Функциональная схема блока «максимум» MAX(31)

Описание функционального блока

На вход функционального блока поступают сигналы, число которых 0<m<12 и задается модификатором. Выходной сигнал равен максимальному из этих сигналов:

OUT=max {INP1;INP2;...INPm}

Функциональный блок имеет дополнительный выход NUM, на котором формируется число, равное номеру входного сигнала, прошедшего на выход (т.е. являющегося максимальным).

Если имеется группа равных между собой сигналов, причем эти сигналы являются максимальными, то номер NUM равен минимальному номеру сигнала в этой группе.

Входы и выходы блока представлены в таблице 6.31.1.

Таблица 6.31.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP1	Вещественное		Вход блока
…				
12	INP12	Вещественное		Вход блока
Выходы				
01	NUM	Целое		Номер входа поданного на выход блока
02	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_30_31.fbx)

Постановка задачи: Необходимо найти максимальное значение двоих аналоговых входов.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

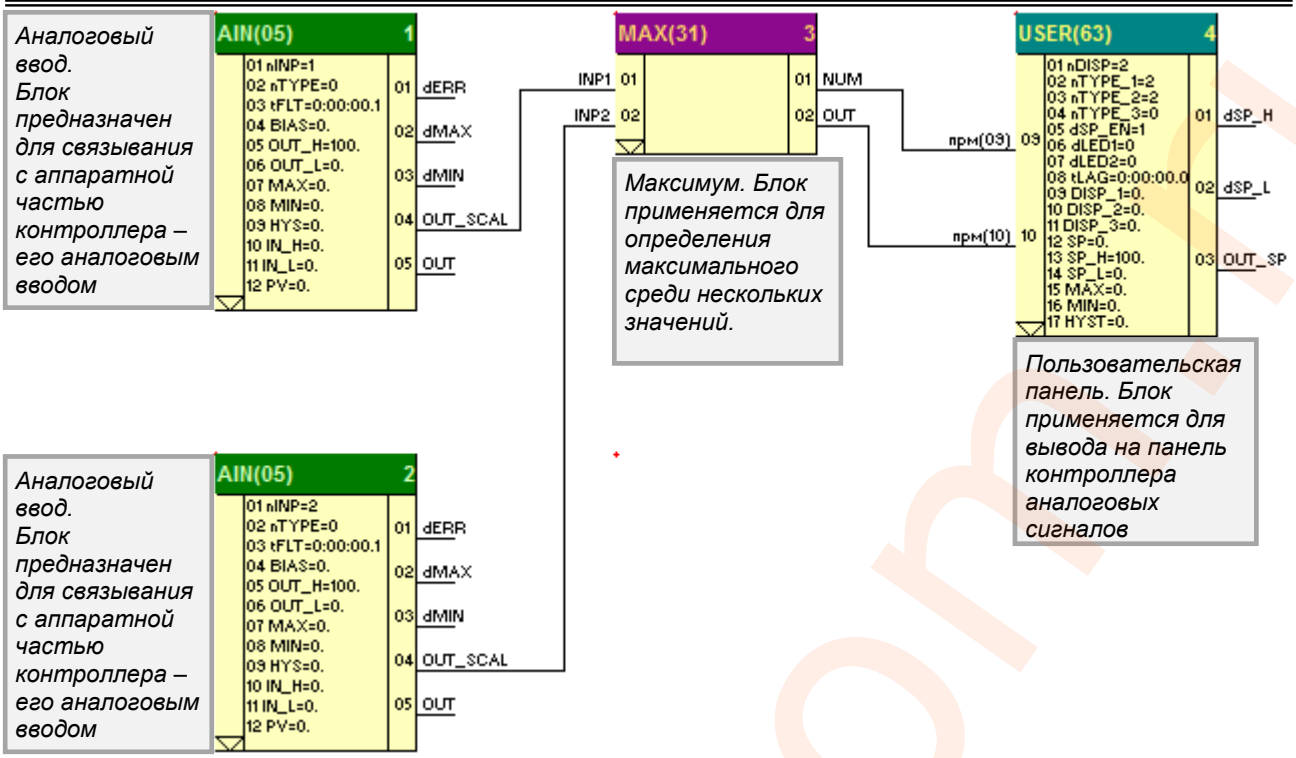


Рисунок 6.31.2 - Пример использования блока MAX(31)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.32 AVRG(32) - Скользящее среднее, задержка

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.32.1) применяется для вычисления среднего из нескольких (до 10) последних отсчетов аналогового сигнала или для осуществления временной задержки.

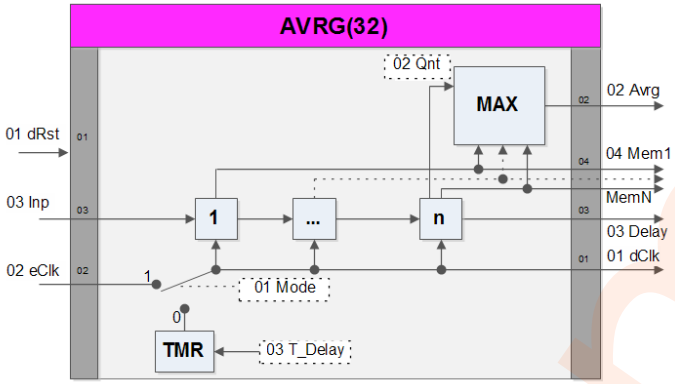


Рисунок 6.32.1 - Функциональная схема блока «скользящее среднее, задержка» AVRG(32)

Описание функционального блока

Функциональный блок запоминает значение подаваемое на вход Inp с задержкой определенной свойством T_Delay, или по внешнему сигналу подаваемому на вход eClk. Выбор режима работы по времени или по внешнему сигналу определяет свойство Mode.

На выход функционального блока Avrg подается среднее с «N» снятых сигналов, каждый из снятых сигналов подается на выход MemN (1<N< 12). Количество запоминаемых ячеек памяти определяется свойством Qnt.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.32.1.

Таблица 6.32.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dRST	0 / 1		Команда сброса
02	eCLK	0 / 1		Команда отсчета
03	INP	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	MODE	0 / 1	0	Выбор режима (0 - TMR, 1 - eCLK)
02	QNT	1 - 10	2	Количество ячеек
03	T_DELAY	Время	0:00:00:1	Период отсчета
Выходы				
01	dCLK	0 / 1		Признак отсчета
02	AVRG	Вещественное		Выход блока
03	DELAY	Вещественное		Выход блока
04	MEM1	Вещественное		Выход ячейки памяти
05	MEM2	Вещественное		Выход ячейки памяти
06	MEM3	Вещественное		Выход ячейки памяти
07	MEM4	Вещественное		Выход ячейки памяти
08	MEM5	Вещественное		Выход ячейки памяти
09	MEM6	Вещественное		Выход ячейки памяти
10	MEM7	Вещественное		Выход ячейки памяти
11	MEM8	Вещественное		Выход ячейки памяти
12	MEM9	Вещественное		Выход ячейки памяти
13	MEM10	Вещественное		Выход ячейки памяти

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_32.fbx)

Постановка задачи: Необходимо найти среднее арифметическое значение двух сигналов, приходящих на один аналоговый вход с разницей во времени 0.2 секунды.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

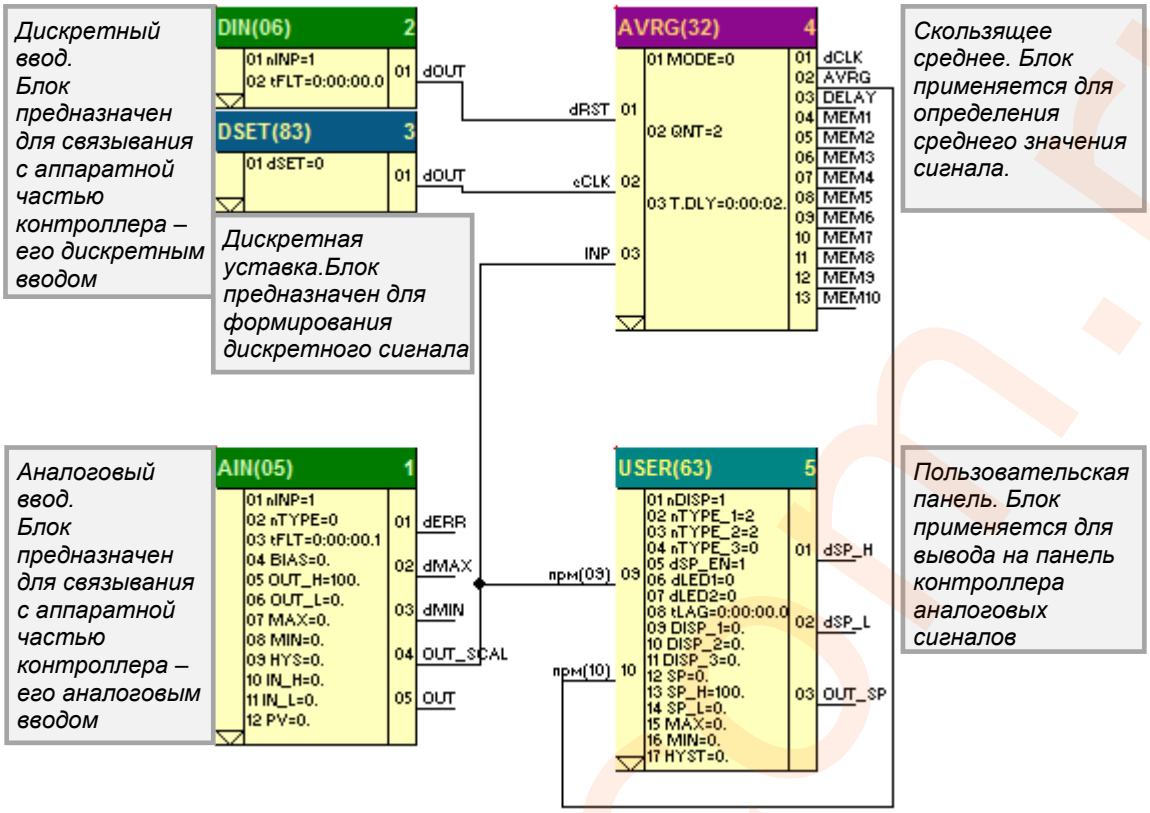


Рисунок 6.32.2 - Пример использования блока AVRG(32)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.33 EXTREM(33) - Экстремум

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.33.1) применяется для поиска и фиксации максимального и /или минимального значения меняющегося во времени сигнала. В частности, функциональный блок используется в задачах оптимизации.

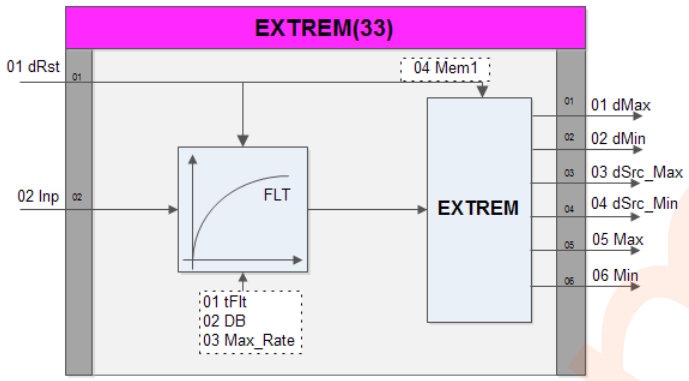


Рисунок 6.33.1 - Функциональная схема блока "экстремум" EXTREM(33)

Описание функционального блока

Блок содержит фильтр нижних частот (FLT) и узел выделения экстремума (EXTREM).

Входной сигнал подается на сигнальный вход блока INP и, пройдя через фильтр нижних частот, поступает на вход узла выделения экстремума (EXTREM).

На выходах блока MAX, MIN фиксируется последнее соответственно максимальное и минимальное значение сигнала INP, поступающее на вход узла EXTREM.

Функциональный блок работает следующим образом (рис. 6.33.1) До тех пор, пока имеется команда сброса (dRST=1), поиск экстремума не ведется и выходные сигналы MAX=MIN=INP1. Когда сигнал сброса снимается (dRST=0), выходные сигналы MAX и MIN фиксируется и начинается поиск экстремума.

Как только найден максимум, выходной сигнал MAX становится равным максимальному значению INP. Когда алгоритм фиксирует минимум, выходной сигнал MIN принимает значение, равное минимальному значению INP. Выходы MAX и MIN остаются неизменными вплоть до обнаружения очередного экстремума – соответственно максимума или минимума.

В момент обнаружения максимума или минимума на время, равное времени цикла работы контроллера, на дискретных выходах соответственно dMAX или dMIN формируются дискретные сигналы dMAX=1 или dMIN=1.

На дискретных выходах dSRC_MAX (поиск максимума) и dSRC_MIN (поиск минимума) формируются сигналы, свидетельствующие о направлении поиска. В состоянии сброса поиск не ведется и dSRC_MAX=dSRC_MIN=0. Если в данный момент ведется поиск максимума, то dSRC_MAX=1, dSRC_MIN =0, если ведется поиск минимума, то dSRC_MAX =0 и dSRC_MIN =1.

В функциональном блоке предусмотрены меры по повышению помехозащищенности процесса поиска: имеется фильтр нижних частот, имеется возможность введения зоны нечувствительности и предусмотрена возможность анализа на допустимую скорость изменения сигнала в районе экстремума. Эти меры могут применяться по отдельности, а также в любых сочетаниях.

Фильтр нижних частот имеет передаточную функцию:

$$W(p) = 1 / (tFLT * p + 1). \qquad (6.33.1)$$

где tFLT - постоянная времени фильтра.

Если параметром DB установлено значение зоны нечувствительности DB=0, то экстремум фиксируется сразу же, как только знак производной сменился на противоположный (именно такая ситуация представлена на рисунке). Если введена зона нечувствительности (DB >0), то экстремум фиксируется не сразу, а лишь после того, как, пройдя экстремум, сигнал изменится на величину, большую DB. Если же сигнал изменится на меньшую величину и затем вновь начнет изменяться в исходном направлении, экстремум не фиксируется. Значение DB <0 воспринимается алгоритмом как DB =0.

Параметром MAX_RATE устанавливается допустимая скорость изменения сигнала, при которой фиксируется экстремум. Если MAX_RATE=∞, то ограничения на скорость не накладываются. В противном случае экстремум фиксируется лишь тогда, когда после прохождения экстремума (или, при наличии зоны нечувствительности - после прохождения этой зоны) скорость изменения сигнала V≤ MAX_RATE.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.33.1.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 6.33.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	Обозначение	Диапазон значений	Значение по умолчанию	
Входы				
01	dRST	0 / 1		Команда сброса
02	INP	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	tFLT	Время	0:00:00:1	Постоянная времени фильтра
02	DB	Вещественное	0	Зона нечувствительности
03	MAX_RATE	Вещественное	100	Допустимая скорость изменения сигнала
Выходы				
01	dMAX	0 / 1		Фиксация максимума
02	dMIN	0 / 1		Фиксация минимума
03	dSRC_MAX	0 / 1		Признак поиска максимума
04	dSRC_MIN	0 / 1		Признак поиска минимума
05	MAX	Вещественное		Максимальное значение входного сигнала
06	MIN	Вещественное		Минимальное значение входного сигнала

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_33.fbx)

Постановка задачи: Вывести на дисплей контроллера мгновенное значение минимального и максимального экстремума.

Решение:

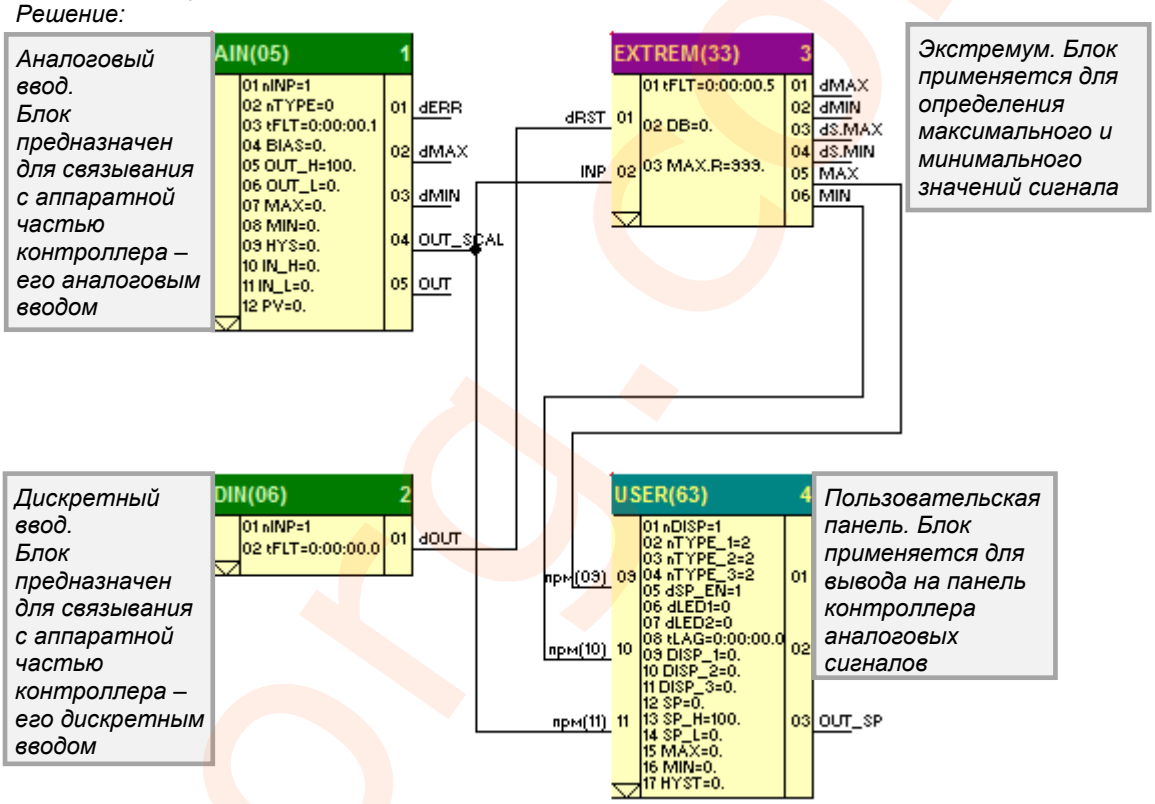


Рисунок 6.33.2 - Пример использования блока EXTREM(33)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.34 LIMIT(34) - Ограничение

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.34.1) применяется для ограничения верхней и (или) нижней границы.

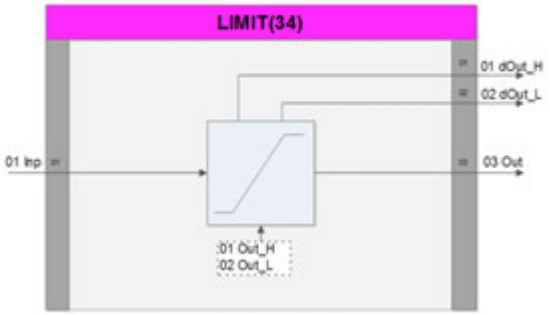


Рисунок 6.34.1 - Функциональная схема блока «ограничение» LIMIT(34)

Описание функционального блока

Функциональный блок содержит ограничитель верхнего и нижнего значения сигнала. На двух дискретных выходах dOUT_H и dOUT_L фиксируется достижение сигналом верхней и нижней границы ограничения.

Работа функционального блока описывается в приведенной ниже таблице 6.34.1.

Таблица 6.34.1

INP	OUT	dOUT_H	dOUT_L
OUT_L < INP < OUT_H	INP	0	0
INP≥ OUT_H	OUT_H	1	0
INP≤ OUT_L	OUT_L	0	1

Уровни ограничений задаются параметрами OUT_H, OUT_L. Функциональный блок будет правильно работать, только если OUT_L < OUT_H.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.34.2.

Таблица 6.34.2

Входы – параметры – выходы				**Назначение**
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP1	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	OUT_H	Вещественное	100	Верхний уровень ограничения
02	OUT_L	Вещественное	0	Нижний уровень ограничения
Выходы				
01	dOUT_H	0 / 1		Сигнал достижения верхней границы
02	dOUT_L	0 / 1		Сигнал достижения нижней границы
03	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_34.fbx)

Постановка задачи: Необходимо ограничить аналоговый вход в границах от 20 до 80 единиц.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

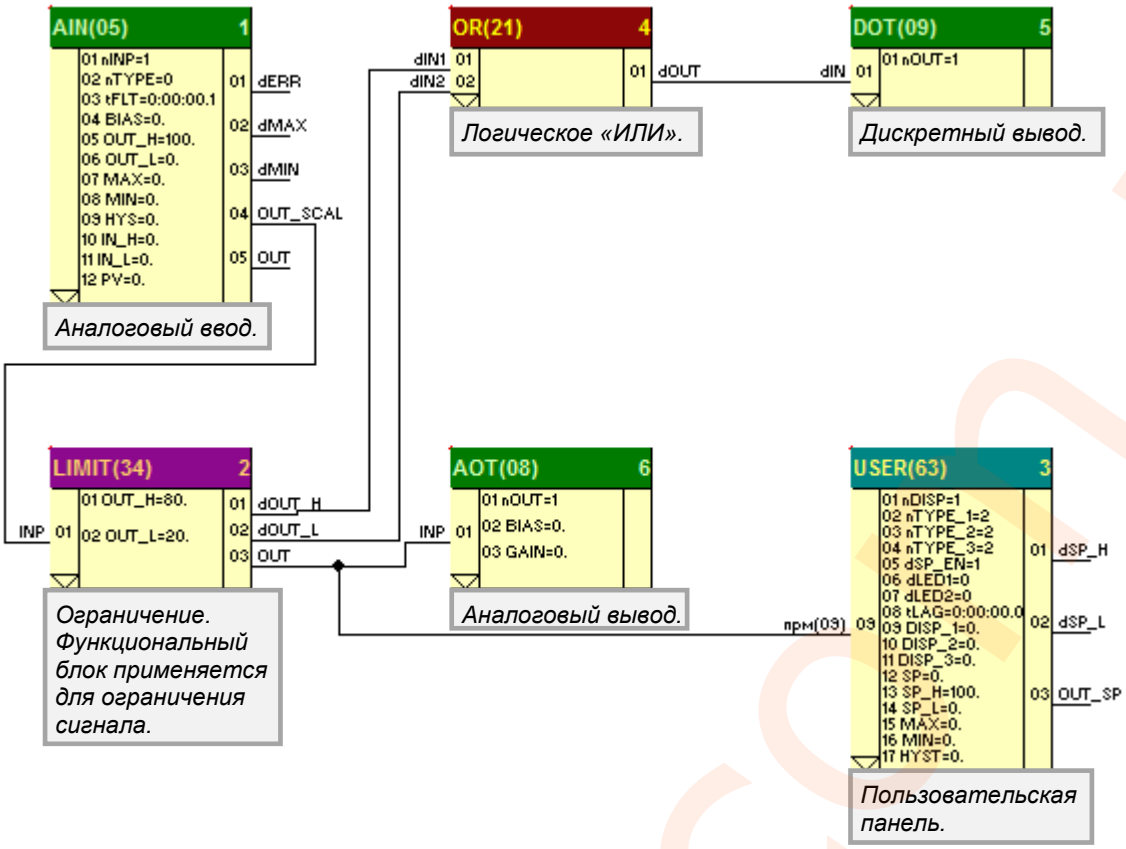


Рисунок 6.34.2 - Пример использования блока LIMIT(34)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.35 LIMIT_RT(35) - Ограничение скорости

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.35.1) используется в тех случаях, когда необходимо ограничить скорость изменения сигнала.

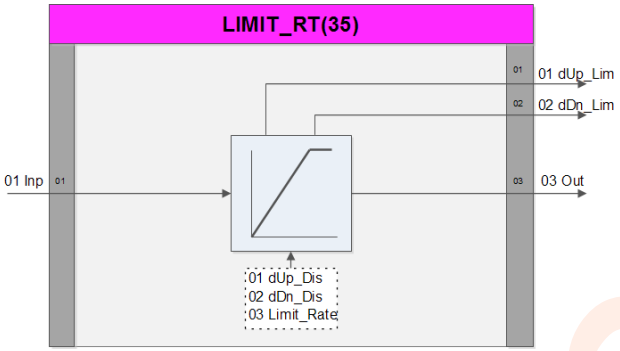


Рисунок 6.35.1 - Функциональная схема блока «ограничение скорости» LIMIT_RT(35)

Описание функционального блока

Функциональный блок содержит узел ограничения скорости. В любой момент времени выходной сигнал OUT стремится сравниться с входным сигналом INP. Если OUT=INP и скорость изменения входного сигнала INP_RATE меньше заданного ограничения LIMIT_RATE (т.е. INP_RATE<LIMIT_RATE), то выходной сигнал OUT изменяется со скоростью OUT=INP, оставаясь в каждый момент времени равным сигналу INP. Если INP_RATE>LIMIT_RATE, сигнал OUT начинается изменяться со скоростью LIMIT_RATE до тех пор, пока не сравняется с сигналом INP.

Функциональный блок имеет два дискретных выхода dUP_LIM и dDN_LIM. Если скорость INP_RATE меньше заданного ограничения LIMIT_RATE, сигналы на обоих выходах равны нулю. В противном случае появляется сигнал на выходе dUP_LIM или dDN_LIM, в зависимости от того, увеличивается (изменяется в направлении "больше") или уменьшается (изменяется в направлении "меньше") выходной сигнал OUT. Состояние выходов dUP_LIM и dDN_LIM задается в следующей таблице.

Таблица 6.35.1

INP_RATE	dUP_LIM	dDN_LIM
| INP_RATE |< LIMIT_RATE	0	0
INP_RATE = LIMIT_RATE	1	0
INP_RATE = - LIMIT_RATE	0	1

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.35.2.

Таблица 6.35.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	dUP_DIS	0 / 1	0	Сигнал запрета в направлении "больше"
02	dDN_DIS	0 / 1	0	Сигнал запрета в направлении "меньше"
03	LIMIT_RATE	Вещественное	100	Заданное значение ограничения скорости
Выходы				
01	dUP_LIM	0 / 1		Изменение с максимальной скоростью в направлении "больше"
02	dDN_LIM	0 / 1		То же в направлении "меньше"
03	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_35.fbx)

Постановка задачи: Необходимо ограничить скорость изменения аналогового сигнала во времени. Прирост должен быть ограничен не более чем на 20 единиц в секунду.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

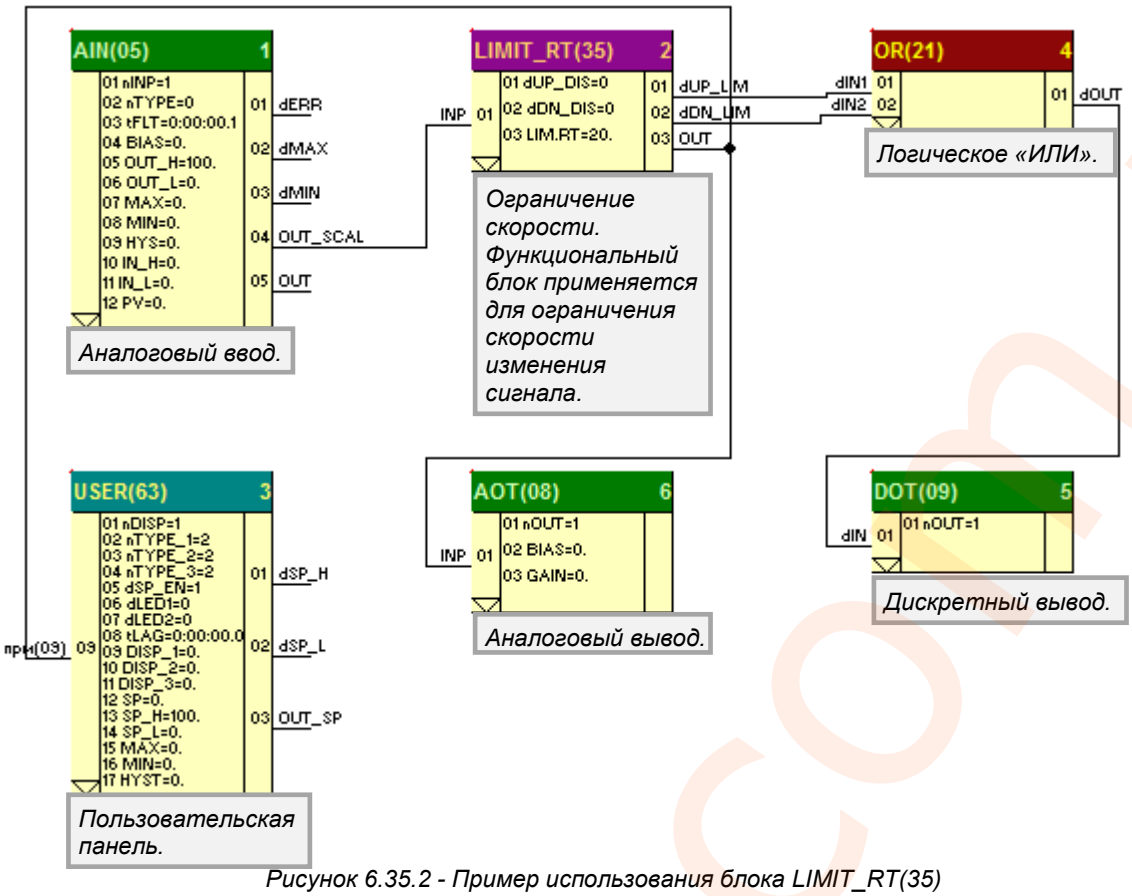


Рисунок 6.35.2 - Пример использования блока LIMIT_RT(35)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.36 MUX(36) - Переключатель по номеру

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.36.1) применяется для переключения нескольких (до 11) сигналов. Положение переключателя определяется значением числа, поступающего на специальный вход блока.

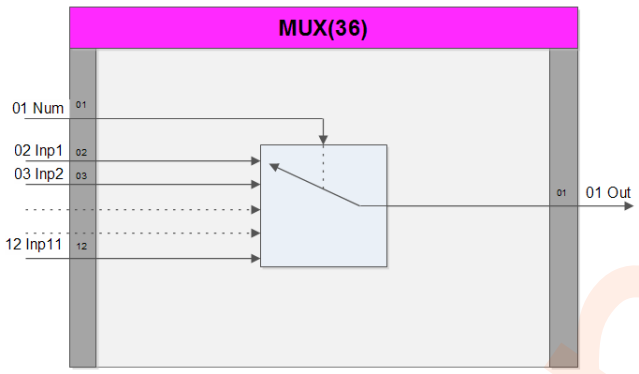


Рисунок 6.36.1 - Функциональная схема блока «переключатель по номеру» MUX(36)

Описание функционального блока

Переключатель имеет 0<m≤11 положений, где m задается модификатором. На вход NUM подается число, определяющее номер подключенного входа.

Работа переключателя описывается таблицей:

Таблица 6.36.1

NUM	NUM≤0	NUM =1	NUM =2	....	NUM ≥m
OUT	0	INP1	INP2	...	INPm

Входы и выходы блока представлены в таблице 6.36.2.

Таблица 6.36.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	NUM	1 – 11		Номер входа подаваемого на выход блока
02	INP1	Вещественное		Вход блока
…				
12	INP11	Вещественное		Вход блока
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_36.fbx)

Постановка задачи: Необходимо организовать переключение передачи на аналоговый выход сигнала с одного из трех аналоговых входов, в зависимости от указанного номера пользователем с передней панели (блок User(63)).

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

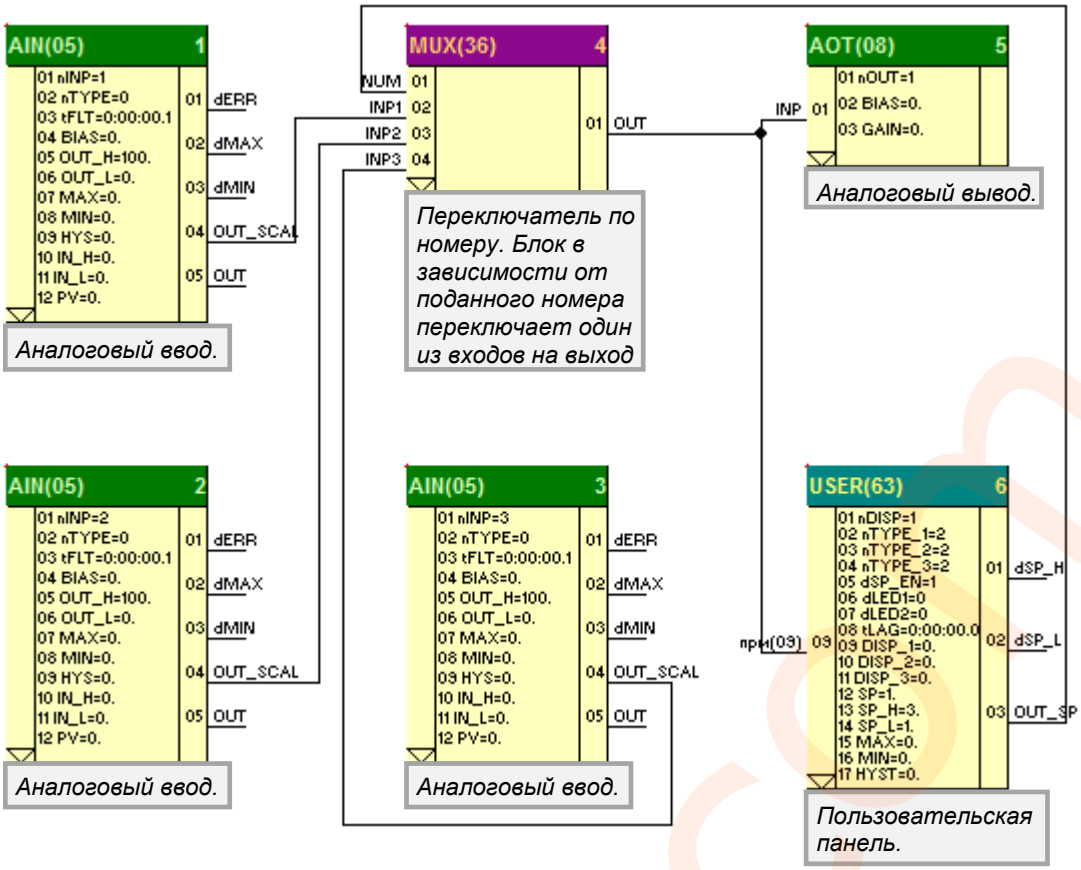


Рисунок 6.36.2 - Пример использования блока MUX(36)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.37 CMP(37) - Компаратор

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.37.1), представляет собой пороговый элемент, применяется для контроля входного сигнала.

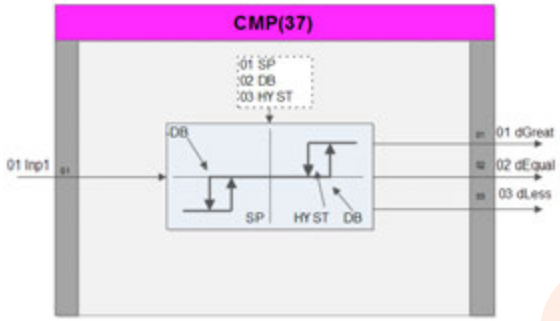


Рисунок 6.37.1 - Функциональная схема блока «компаратор» CMP(37)

Описание функционального блока

Функциональный блок содержит звено порогового элемента. Сигнал подается на звено порогового элемента с порогом срабатывания DB и гистерезисом HYST. Блок имеет три выходных сигнала.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.37.1.

Таблица 6.37.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	Вещественное		Входной параметр блока
Параметры				
01	SP	Вещественное	0	Заданное значение
02	DB	Вещественное	0	Мертвая зона
03	HYST	Вещественное	0	Гистерезис
Выходы				
01	dGR	0 / 1		Параметр больше заданного значения
02	dEQ	0 / 1		Параметр равен заданному значению
03	dLESS	0 / 1		Параметр меньше заданного значения

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_37.fbx)

Постановка задачи: В зависимости от текущего значения аналогового входа необходимо подать на один из дискретных выходов логическую «1». Если значение больше 50 то, сигнал подать на 1 дискретный выход, если равно 50, то на второй и если меньше то на третий дискретный выход.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

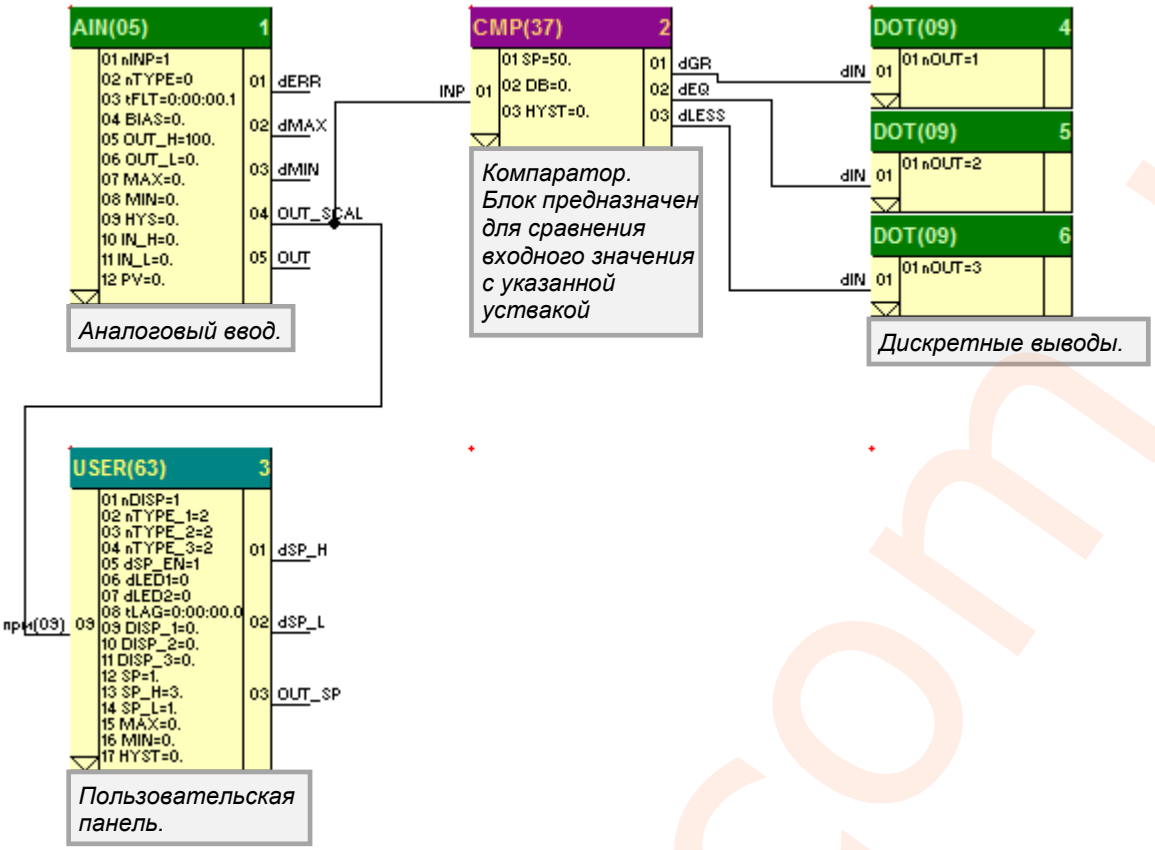


Рисунок 6.37.2 - Пример использования блока CMP(37)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.38 TIMER(38) - Таймер

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.38.1) применяется для задания выдержек времени.

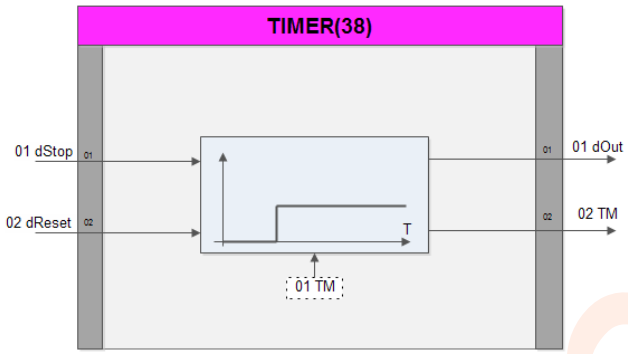


Рисунок 6.38.1 - Функциональная схема блока «таймер» TIMER(38)

Описание функционального блока

Функциональный блок имеет два дискретных входа dSTOP и dRESET. В состоянии "стоп" отсчет времени прекращается, в состоянии "сброс" звено таймера обнуляется и время "останавливается" так же, как в состоянии "стоп". Команда dRESET приоритетна над командой dSTOP.

Если команда dSTOP и dRESET отсутствуют, блок находится в состоянии "пуск". В этом состоянии производится отсчет времени.

Если значение текущего времени сравняется со значением параметра TM, выходной сигнал dOUT переходит в состояние логической единицы, отсчет времени при этом не прекращается.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.38.1.

Таблица 6.38.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dSTOP	0 / 1		Остановка таймера
02	dRESET	0 / 1		Сброс таймера
Параметр				
01	TM	Время	0	Время срабатывания
Выходы				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока
02	TM	время		Текущее время таймера

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_38.fbx)

Постановка задачи: Сделать задержку в 5 секунд перед тем, как подать сигнал на дискретный выход; если входной сигнал будет прерван в течении этих 5 секунд, начать отсчет сначала.

Решение:

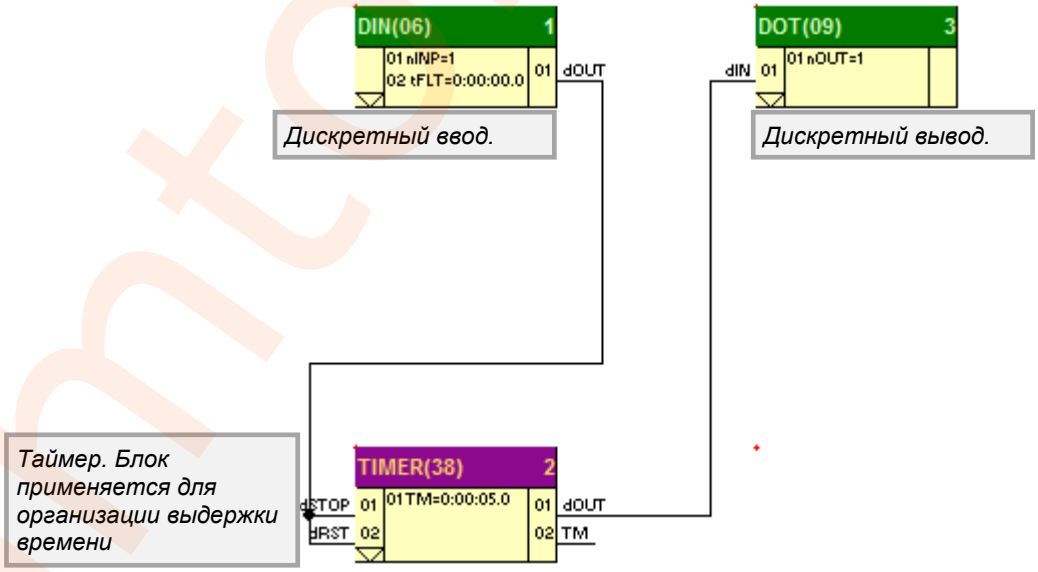


Рисунок 6.38.2 - Пример использования блока TIMER(38)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.39 COUNT(39) - Счетчик

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.39.1) представляет собой реверсивный счетчик и используется для подсчета числа дискретных событий (переход из состояния логического 0 в состояние логической 1 или обратных переходов), а также для сравнения подсчитанного числа с заданными уставками.

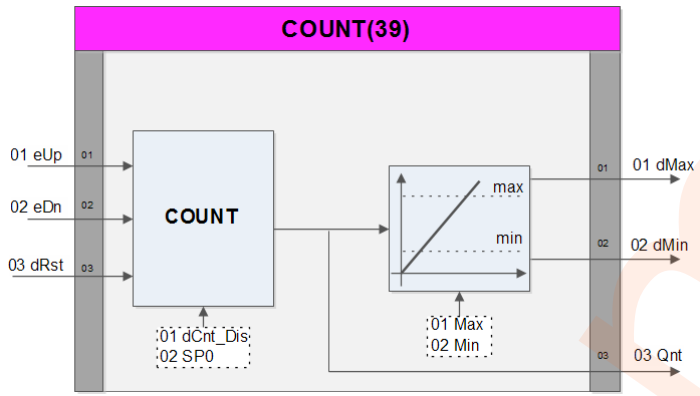


Рисунок 6.39.1 - Функциональная схема блока «счетчик» COUNT(39)

Описание функционального блока

Каждый переход дискретного сигнала на входе eUP из состояния логического 0 в состояние логической 1 вызывает приращение содержимого счетчика на единицу. Аналогичный переход на входе eDN уменьшает содержимое счетчика на единицу. Одновременный приход сигналов на входы eUP и eDN воспринимается как отсутствие обоих сигналов.

Если в момент снятия сигнала dRST (сброс) на входе eUP или eDN имелся сигнал логической 1, эта ситуация воспринимается как наличие перехода соответствующего сигнала из нуля в единицу.

Работа счетчика разрешается, если отсутствуют сигналы "стоп" и "сброс" на dRST и dCNT_DIS. Если имеется сигнал на входе dCNT_DIS, значение счетчика замораживается. Если имеется сигнал на входе dRST, в счетчик записывается начальное значение числа SP0. Команда dRST приоритетна над командой dCNT_DIS .

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.39.1.

Таблица 6.39.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	eUP	0 / 1		Вход приращения (инкремента) значения счетчика
02	eDN	0 / 1		Вход уменьшения (декремента) значения счетчика
03	dRST	0 / 1		Сброс счетчика
Параметры				
01	dCNT_DIS	0 / 1	0	Остановка счетчика
02	SP0	Целое	0	Начальное значение счета
03	MAX	Целое	90	Уставка сигнализации MAX
04	MIN	Целое	10	Уставка сигнализации MIN
Выходы				
01	dMAX	0 / 1		Сигнализация достижения счетчиком уставки MAX
02	dMIN	0 / 1		Сигнализация достижения счетчиком уставки MIN
03	QNT	Целое		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_39.fbx)

Постановка задачи: Необходимо суммировать количество срабатываний первого дискретного сигнала и отнимать от полученного значения срабатывания второго дискретного входа.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

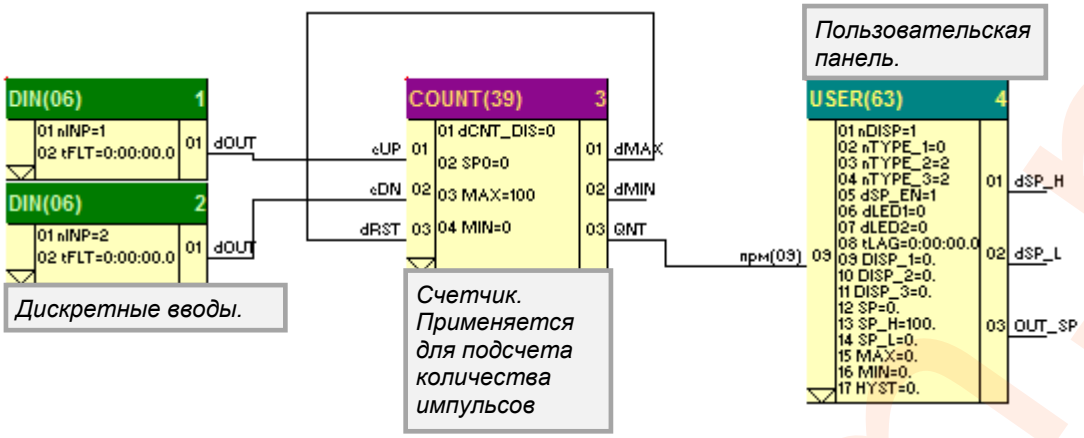


Рисунок 6.39.2 - Пример использования блока COUNT(39)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.40 OSC(40) - Одновибратор

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.40.1) применяется в тех случаях, когда необходимо сформировать одиночный импульс заданной длительности.

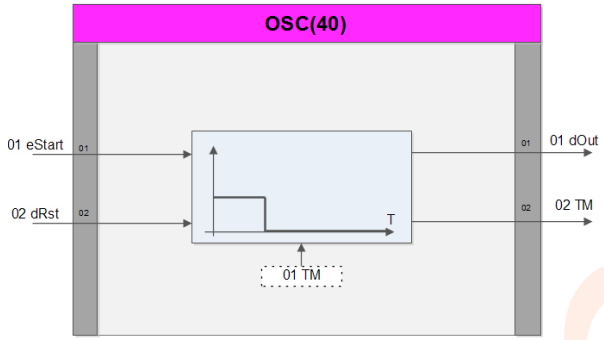


Рисунок 6.40.1 - Функциональная схема блока «одновибратор» OSC(40)

Описание функционального блока

Одновибратор запускается по переднему фронту сигнала на входе eSTART (пуск), т.е. когда на входе eSTART дискретный сигнал переходит из состояния лог.0 в состояние лог.1. Перед пуском выходной дискретный сигнал dOUT отсутствует. После пуска появляется сигнал на выходе dOUT, причем этот сигнал находится в состоянии лог.1 в течение времени t=TM, где TM - параметр настройки. По истечении времени TM сигнал на выходе вновь переходит в нулевое состояние, после чего одновибратор можно вновь пустить.

На выходе TM формируется текущее время, отсчитываемое от момента пуска. После отработки импульса TM=0.

Если одновибратор должен запускаться по заднему фронту, сигнал на входе eSTART инвертируется.

Сигнал на входе dRST(сброс) в любой момент времени обнуляет оба выхода ячейки и обнуляет счетчик времени. При наличии команды "сброс" алгоритм ячейки не может быть запущен. Функциональный блок также не может быть повторно запущен командой "пуск" до тех пор, пока не закончится формирование выходного импульса.

Если в момент снятия команды "сброс" на входе eSTART сигнал равен логической «1», такая ситуация рассматривается как команда "пуск".

При TM=0 выходной импульс не формируется.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.40.1.

Таблица 6.40.1

Входы – параметры – выходы				
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	**Назначение**
Входы				
01	eSTART	0 / 1		Команда "пуск"
02	dRST	0 / 1		Команда "сброс"
Параметр				
01	TM	Время	0	Длительность импульса
Выходы				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока
02	TM	Время		Текущее время импульса

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_40.fbx)

Постановка задачи: Необходимо сформировать импульс длиной 10 секунд, если на дискретном входе появится «1».

Решение:

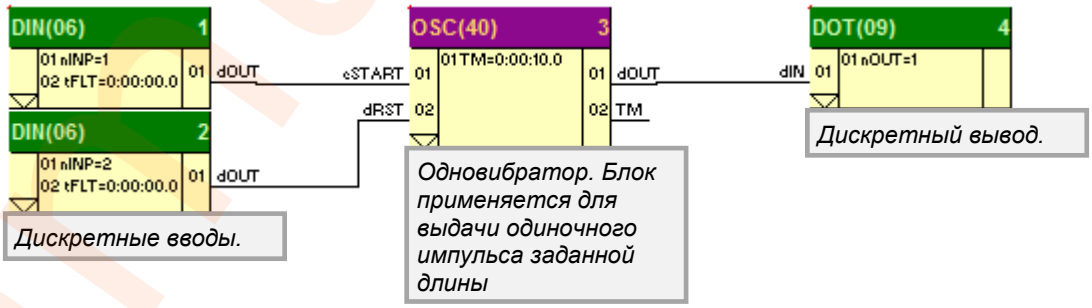


Рисунок 6.40.2 - Пример использования блока OSC(40)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.41 OSC_M(41) - Мультивибратор

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.41.1) применяется для включения оборудования (двигателя, нагревателя, обеспечения работы мигающей сигнализации и т.п.).

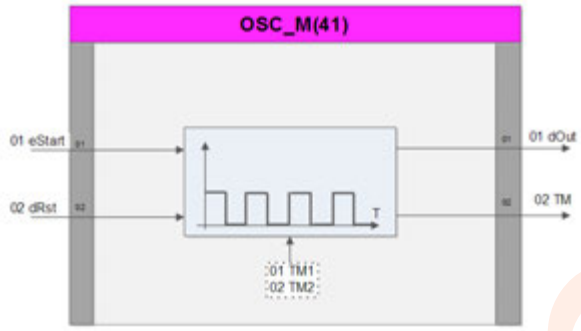


Рисунок 6.41.1 - Функциональная схема блока «мультивибратор» OSC_M(41)

Описание функционального блока

Мультивибратор запускается по переднему фронту сигнала на входе eSTART (пуск), т.е. при изменении eSTART из состояния логического «0» на состояние логической «1». После пуска на основном выходе блока ячейки формируется последовательность импульсов. Длительность этих импульсов задается параметром TM1, длительность паузы - параметром TM2.

На выходе TM формируется время, прошедшее от момента смены состояния выхода.

Сигнал dRST (сброс) прерывает последовательность импульсов, устанавливая оба выхода блока в состояние лог. 0. Сигнал dRST приоритетен над сигналом eSTART.

Если сигнал dRST снимается в момент, когда присутствует сигнал eSTART, такая ситуация воспринимается как команда пуска.

Состояние основного выхода dOUT блока в режиме пуска при различных значениях TM1 и TM2 определяется таблицей:

Таблица 6.41.1

TM1	TM2	Выход dOUT
TM1>0	TM2>0	П_П_П_П_
TM1=0	Безразлично	0

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.41.2.

Таблица 6.41.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	eSTART	0 / 1		Команда "пуск"
02	dRST	0 / 1		Команда "сброс"
Параметры				
01	TM1	Время	0	Длительность импульса
02	TM2	Время	0	Длительность паузы
Выходы				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока
02	TM	Время		Текущее время импульса или паузы

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_41.fbx)

Постановка задачи: Необходимо сформировать непрерывную последовательность импульсов длиною 5 секунд и паузой между ними 2 секунды.

Решение:

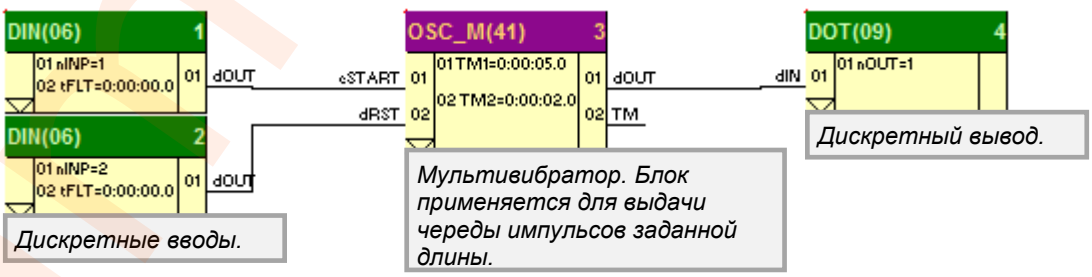


Рисунок 6.41.2 - Пример использования блока OSC_M(41)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.42 PULSE(42) - Импульсатор

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.42.1) применяется для периодического включения и выключения нагрузки в том случае, когда скважность включения должна быть пропорциональна непрерывному управляющему сигналу.

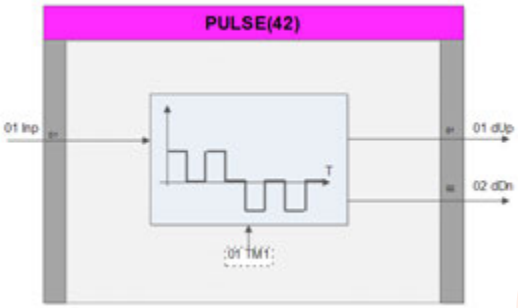


Рисунок 6.42.1 - Функциональная схема блока «импульсатор» PULSE(42)

Описание функционального блока

Функциональный блок представляет собой широтно-импульсный (ШИМ) модулятор с заданным периодом и меняющейся длительностью включения.

Если входной сигнал INP>0, то импульсы формируются на дискретном выходе dUP (больше), если INP<0, то на выходе dDN (меньше).

Период следования импульсов задается параметром TM. Длительность выходных импульсов

$$T = |INP| * TM / 100. \qquad (6.42.1)$$

Если INP=0, то T=0; если |INP| >100%, то T=TM (т.е. пауза отсутствует).

Если вычисленное по формуле значение $T<T_0$, где T_0 - время цикла контроллера, то реализуемое значение $T=T_0$, причем часть импульсов при этом "пропадает", так, что в среднем сохраняется пропорциональность зависимости между скважностью и входным сигналом.

Если установленное значение периода $TM<T_0$, то реализуемое значение T=0 (т.е. импульсы не формируются).

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.42.1.

Таблица 6.42.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	Вещественное		Вход блока
Параметр				
01	TM	Время	0	Период следования импульсов
Выходы				
01	dUP	0 / 1		Выход “больше”
02	dDN	0 / 1		Выход “меньше”

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_42.fbx)

Постановка задачи: Необходимо сформировать череду импульсов длина которого зависит от входного аналогового сигнала по формуле «длина импульса» = «время периода» * «входной сигнал в процентах». Из расчета что «время периода» = 5 секунд.

Решение:

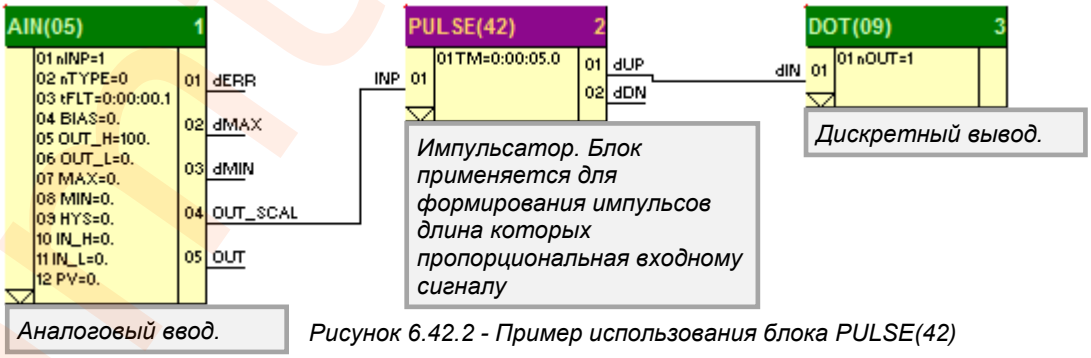


Рисунок 6.42.2 - Пример использования блока PULSE(42)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.43 MEM(43) - Запоминание

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.43.1) применяется для слежения и запоминания аналоговых сигналов.

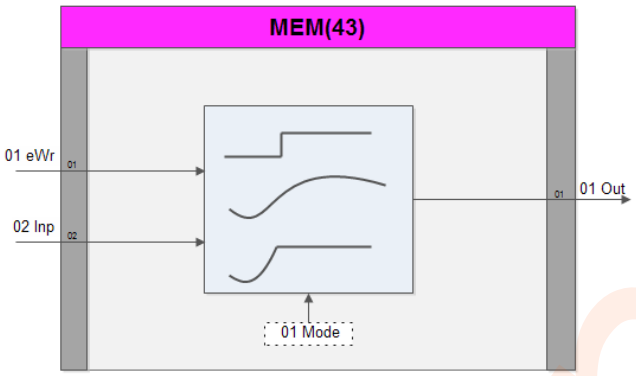
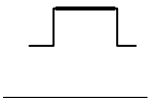
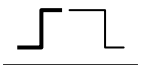


Рисунок 6.43.1 - Функциональная схема блока «запоминание» MEM(43)

Описание функционального блока

На вход INP функционального блока подается аналоговый сигнал, который нужно запомнить. На вход eWR подается команда на запоминание входного аналогового сигнала. Запоминание может происходить по уровню или по переднему фронту дискретного сигнала подаваемого на вход 02 eWR. Режим запоминания зависит от параметра 01 MODE.

01 MODE = 0	Запоминание сигнала происходит по уровню фронта на входе 01 eWR (слежение). До тех пор, пока eWR=0, входной сигнал INP передается на выход OUT, т.е. выход "следит" за входом. При изменении сигнала на входе eWR=1 слежение блокируется, текущее значение OUT запоминается и перестает зависеть от входного сигнала INP.	
01 MODE = 1	Запоминание сигнала происходит по переднему фронту дискретного сигнала на входе 01 eWR, т.е. в момент перехода из состояния логического 0 в состояние логической 1. В этот момент текущее значение входного сигнала INP запоминается. Запомненное значение остается неизмененным вплоть до прихода нового фронта сигнала eWR.	

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.43.1.

Таблица 6.43.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	eWR	0 / 1		Командный вход
02	INP	Вещественное		Вход блока
Параметр				
01	MODE	0 / 1	1	Режим запоминания 0 – по уровню; 1 – по переднему фронту.
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_43.fbx)

Постановка задачи: Необходимо при сработке дискретного входа запомнить аналоговый сигнал, который подать на аналоговый выход.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

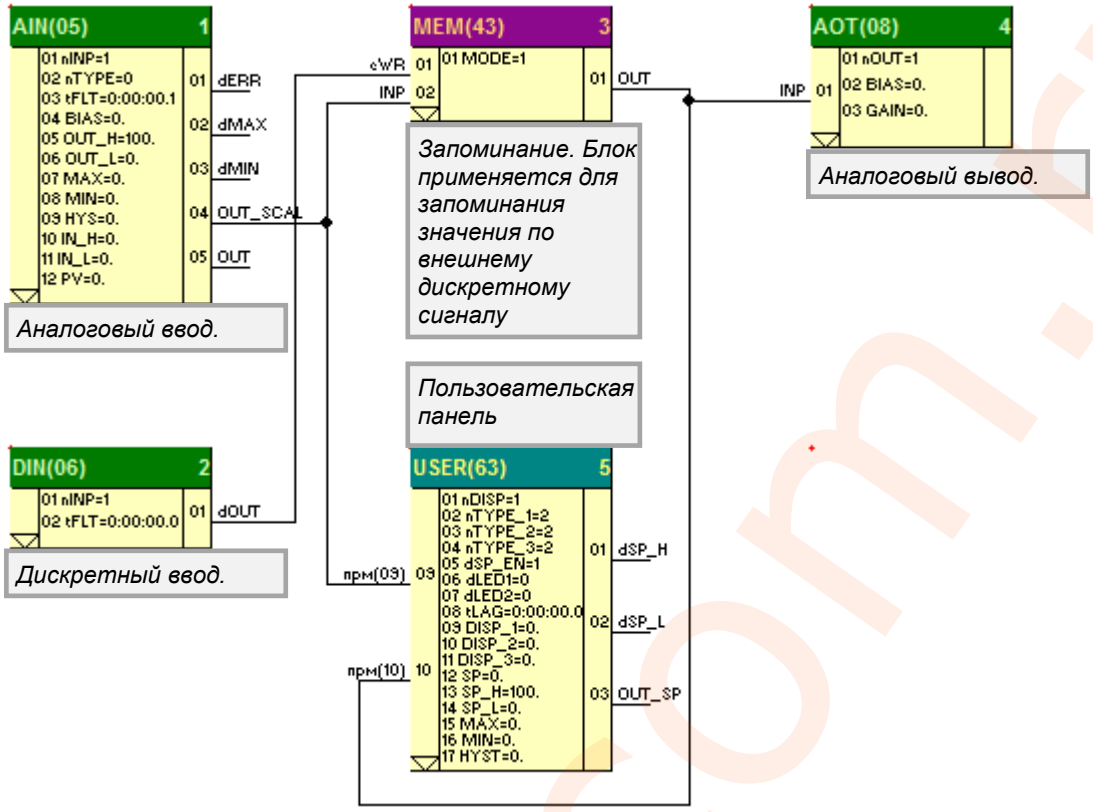


Рисунок 6.43.2 - Пример использования блока MEM(43)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.44 DMUX(44) - Переключатель

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.44.1) применяется для переключения одного входного сигнала на один из нескольких выходов.

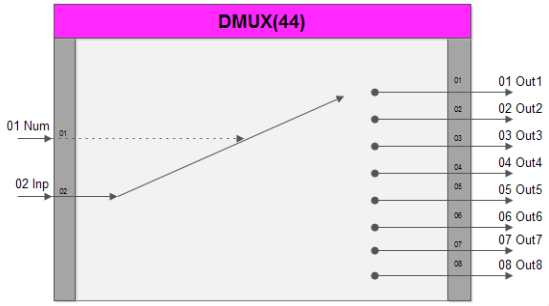


Рисунок 6.44.1 - Функциональная схема блока «переключатель» DMUX(44)

Описание функционального блока

Функциональный блок может переключать один вход на один из восьми выходов. Номер выхода, на который переключается вход, указывает значение на входе NUM 01. Если значение на входе NUM <1 тогда OUT1=INP, если NUM >8 — OUT8=INP.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.44.1.

Таблица 6.44.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	NUM	1 – 8		Номер выхода, в которое записывается текучее значение входа
02	INP	Вещественное		Вход блока
Выходы				
01	OUT1	Вещественное		1-й выход
02	OUT2	Вещественное		2-й выход
03	OUT3	Вещественное		3-й выход
04	OUT4	Вещественное		4-й выход
05	OUT5	Вещественное		5-й выход
06	OUT6	Вещественное		6-й выход
07	OUT7	Вещественное		7-й выход
08	OUT8	Вещественное		8-й выход

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_44.fbx)

Постановка задачи: В зависимости от подаваемого номера с передней панели контроллера, аналоговый вход подавать на один из 4 аналоговых выходов.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

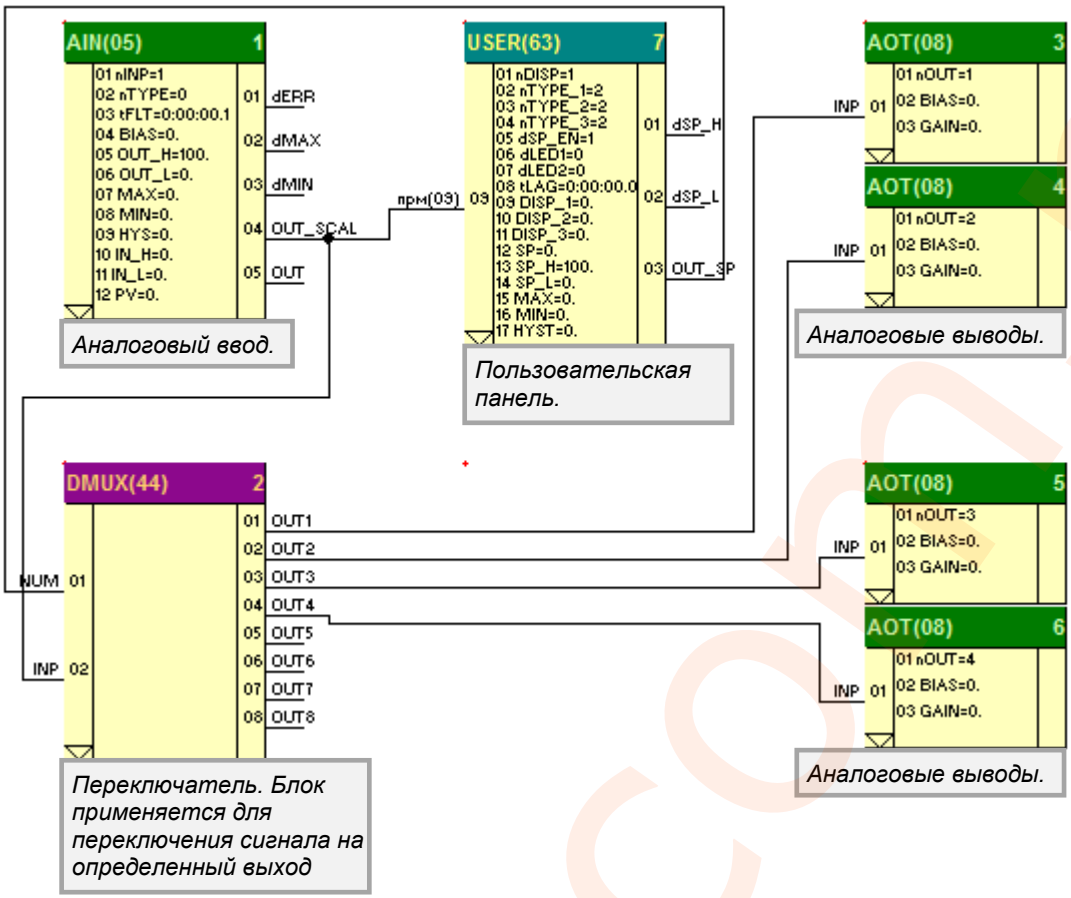


Рисунок 6.44.2 - Пример использования блока DMUX(44)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

6.45 AVRG_8(45) - Среднее

Назначение

Функциональный блок (рисунок 6.45.1) применяется для формирования среднего значения.

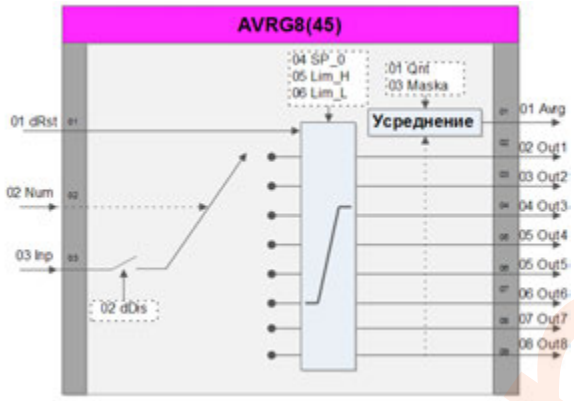


Рисунок 6.45.1 - Функциональная схема блока «среднее» AVRG_8(45)

Описание функционального блока

Функциональный блок может переключать один вход на восемь выходов и вычислять среднее из значений на нужных выходах. Количество выходных сигналов для усреднения указывается параметром QNT(01) (QNT =1,2...8); также нужные сигналы можно выбрать по дискретной маске, которая устанавливается параметром MASKA(03).

Значение параметра, которое поступило на вход INP 03 переключаются на указанный выход OUT в соответствии с входом NUM 02. Все значения выходов ограничиваются параметрами LIM_H(05) и LIM_L(06). С помощью входа dRST 01 значения всех выходов приравниваются до параметра SP_0(04). При активном сигнале dDIS значение сигнала на соответствующем выходе OUTn “замораживается”.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 6.45.1.

Таблица 6.45.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dRST	0 / 1		Команда сброса
02	NUM	1...8		Номер выхода, в которое записывается текучее значение входа
03	INP	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	QNT	1...8	2	Количество входов для усреднения
02	dDIS	0 / 1	0	Запрет считывания данных
03	MASKA	0…256	0	Маска для выбора нужных входов для усреднения
04	SP_0	Вещественное	0	Начальное значение выходов
05	LIM_H	Вещественное	100	Ограничение выходов. Верхнее
06	LIM_L	Вещественное	0	Ограничение выходов. Нижнее
Выходы				
01	AVRG	Вещественное		Среднее значение
02	OUT1	Вещественное		1-й выход
03	OUT2	Вещественное		2-й выход
04	OUT3	Вещественное		3-й выход
05	OUT4	Вещественное		4-й выход
06	OUT5	Вещественное		5-й выход
07	OUT6	Вещественное		6-й выход
08	OUT7	Вещественное		7-й выход
09	OUT8	Вещественное		8-й выход

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_45.fbx)

Постановка задачи: Найти среднее арифметическое.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

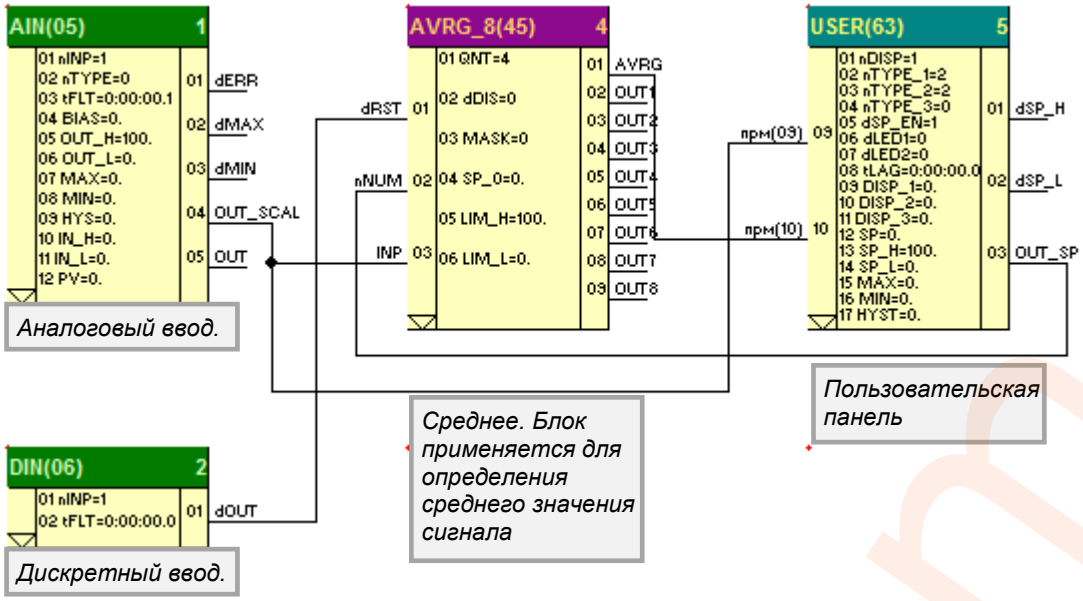


Рисунок 6.45.2 - Пример использования блока AVRG_8(45)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7 Функциональные блоки управления технологическим процессом

7.50 FILTER(50) - Фильтр

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.50.1) применяется для фильтрации высокочастотных помех, а также для динамической коррекции. Фильтр, имеющий порядок выше первого, можно получить путем последовательного включения нескольких блоков.

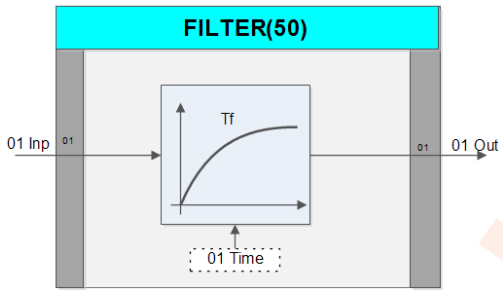


Рисунок 7.50.1 - Функциональная схема блока «фильтр» FILTER(50)

Описание функционального блока

Функциональный блок является фильтром нижних частот первого порядка. Его передаточная функция:

$$W(p) = Y(p)/X(p) = 1 / (TIME * p + 1); \quad (7.50.1)$$

где TIME - постоянная времени фильтра.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 7.50.1.

Таблица 7.50.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	Вещественное		Вход блока
Параметр				
01	TIME	Время	0:00:00:1	Постоянная времени фильтра
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_50.fbx)

Постановка задачи: Организовать фильтрацию входного сигнала, и подать на аналоговый выход.

Решение:

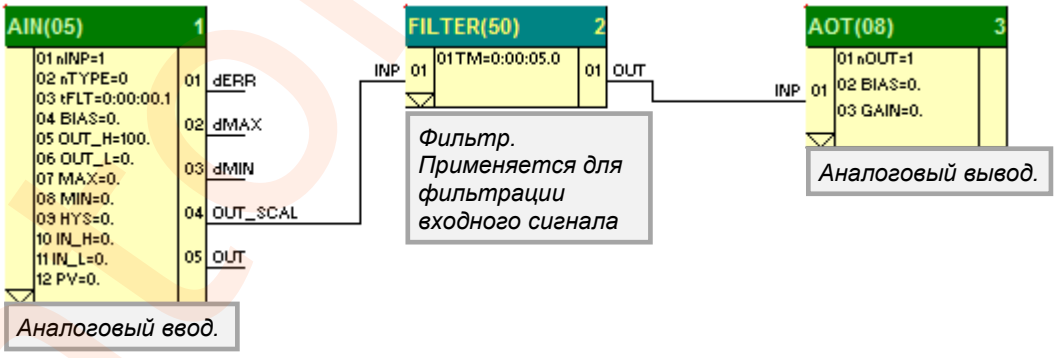


Рисунок 7.50.2 - Пример использования блока FILTER(50)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.51 SCALL(51) - Масштабирование

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.51.1) применяется для масштабирования аналоговых сигналов.

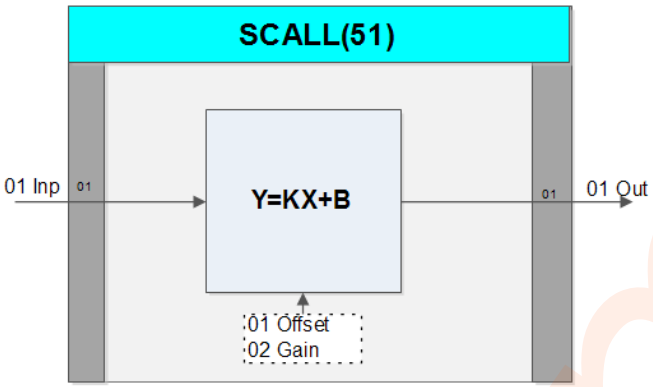


Рисунок 7.51.1 - Функциональная схема блока «масштабирование» SCALL(51)

Описание функционального блока

Блок масштабирования выполняется соотношение:

$$OUT = GAIN * INP + OFFSET. \quad (7.51.1)$$

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 7.2.1.

Таблица 7.51.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	INP	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	OFFSET	Вещественное	0	Смещение
02	GAIN	Вещественное	1	Усиление
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_51.fbx)

Постановка задачи: Необходимо смасштабировать входной сигнал: сместить на 20 тех. единиц и умножить на коэффициент равный 0.6.

Решение:

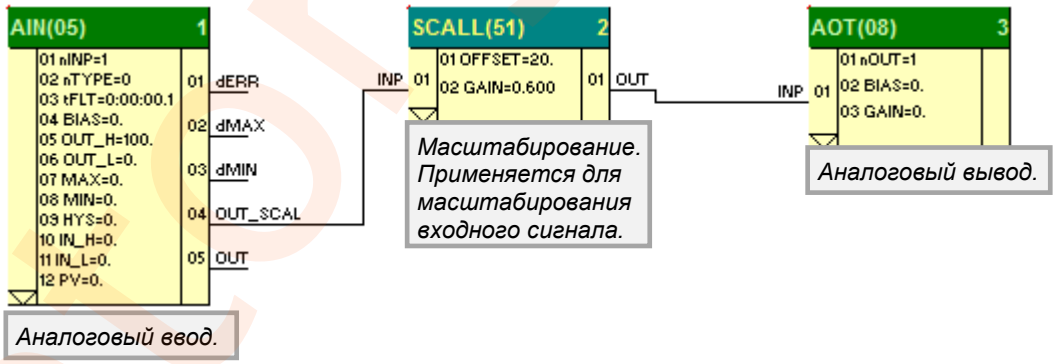


Рисунок 7.51.2 - Пример использования блока SCALL(51)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.52 LINEAR(52) - Кусочно-линейная функция

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.52.1) применяется для линеаризации нелинейной зависимости (например, датчика или регулирующего органа). Блок применяется также для искусственного введения нелинейности (например, зона нечувствительности релейной характеристики и т.п.).

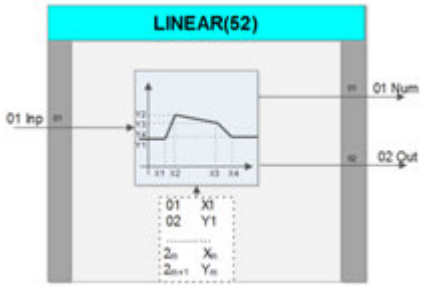


Рисунок 7.52.1 - Функциональная схема блока «кусочно-линейная функция» LINEAR(52)

Описание функционального блока

Число отрезков определяется модификатором m и может задаваться в пределах 0<m<49.

Координата конца отрезка определяется парой сигналов Xi, Yi (абсцисса и ордината конца отрезка), которые задаются соответствующими значениями параметрами блока.

При INP<X1 и INP>Xm выходной сигнал OUT будет равный последнему указанному значению.

На выходе NUM формируется число, равное номеру текущего участка кусочно-линейной зависимости.

Координаты Xi , Yi могут находиться в любом из четырех квадрантов. Как правило, координата Xi>X(i-1) (i-номер отрезка).

Входы, параметры и выхода блока представлены в таблице 7.52.1.

Таблица 7.52.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	IN	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	X1	Вещественное	0	Абсцисса 1-го участка
02	Y1	Вещественное	0	Ордината 1-го участка
…				
…				
2*m	Xm	Вещественное	0	Абсцисса m-го участка
2*m+1	Ym	Вещественное	0	Ордината m-го участка
Выходы				
01	NUM			Номер текущего участка
02	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_52.fbx)

Постановка задачи: Ввести нелинейность в показания по трех точках: X1=0, Y1=0, X2=50, Y2=20, X3=100, Y3=100.

Решение:

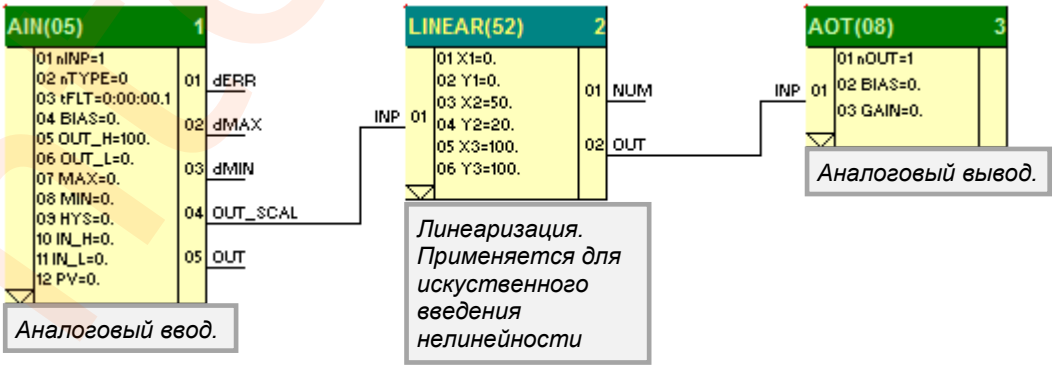


Рисунок 7.52.2 - Пример использования блока LINEAR(52)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.53 SP(53) - Уставка аналоговая

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.53.1) применяется для формирования сигнала внешнего задания.

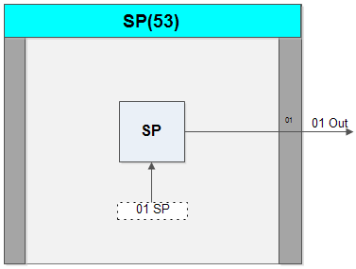


Рисунок 7.53.1 - Функциональная схема блока «уставка аналоговая» SP(53)

Описание функционального блока

Параметры и выходы блока представлены в таблице 7.53.1.

Таблица 7.53.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметр				
01	SP	Вещественное	0	Значение уставки
Выход				
01	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_53.fbx)

Постановка задачи: Необходимо аналоговый входной сигнал умножить на математическую константу «π».

Решение:

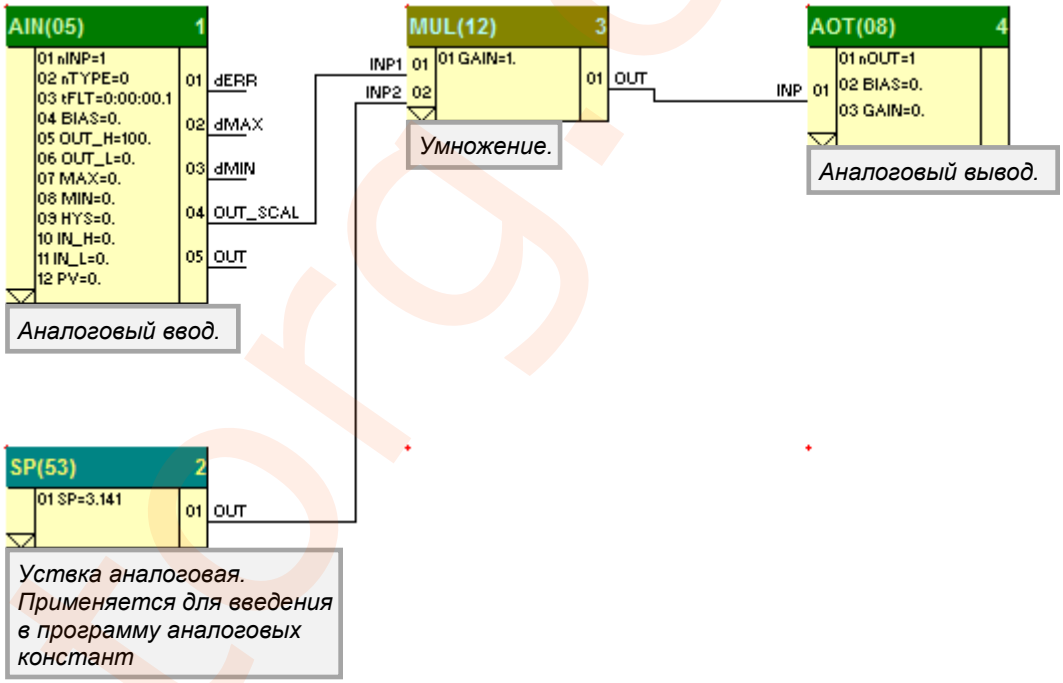


Рисунок 7.53.2 - Пример использования блока SP(53)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.54 SP_M(54) - Уставка аналоговая многоканальная

Назначение
Функциональный блок (рисунок 7.54.1) применяется для формирования сигналов внешнего задания.

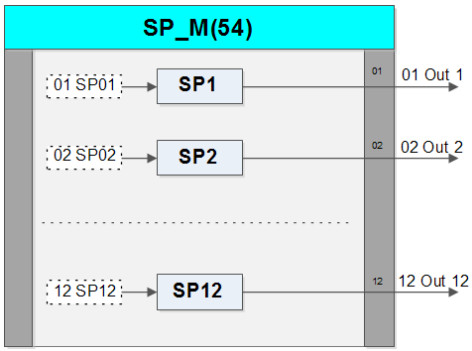


Рисунок 7.54.1 - Функциональная схема блока «уставка аналоговая многоканальная» SP_M(54)

Описание функционального блока
Число независимых задатчиков равно 12.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 7.54.1.

Таблица 7.54.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметры				
01	SP1	Вещественное	0	Значение уставки
02	SP2	Вещественное	0	Значение уставки
…	…	…	…	…
12	SP12	Вещественное	0	Значение уставки
Выходы				
01	OUT01	Вещественное		Выход задатчика
02	OUT02	Вещественное		Выход задатчика
…	…	…	…	…
12	OUT12	Вещественное		Выход задатчика

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_54.fbx)
Постановка задачи: Необходимо на 3 аналоговых выхода подать сигналы равные 20 тех. единицам, 40 и 60 соответственно.
Решение:

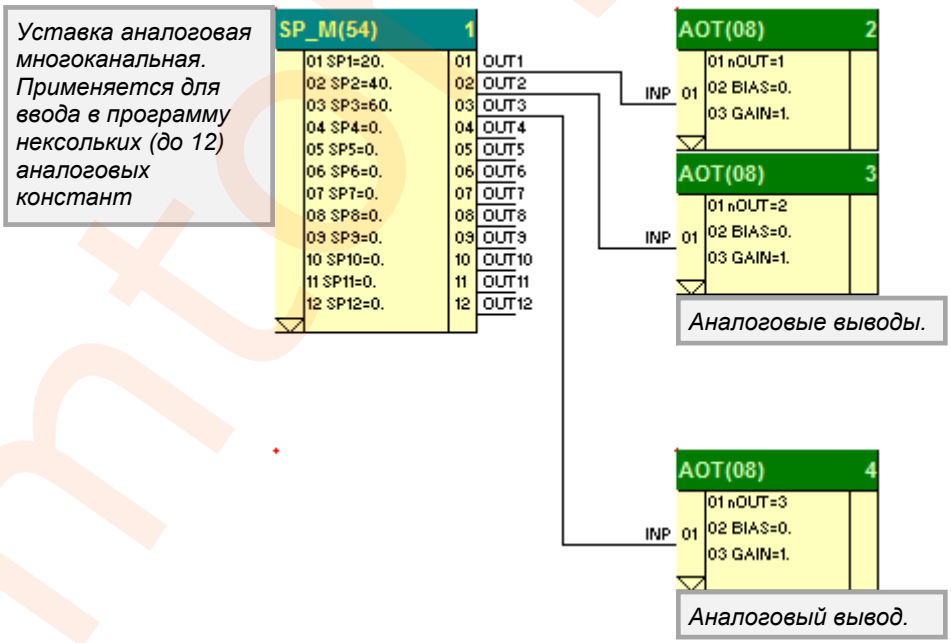


Рисунок 7.54.2 - Пример использования блока SP_M(54)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.55 TM(55) - Уставка времени

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.55.1) применяется для формирования сигнала внешнего временного задания.

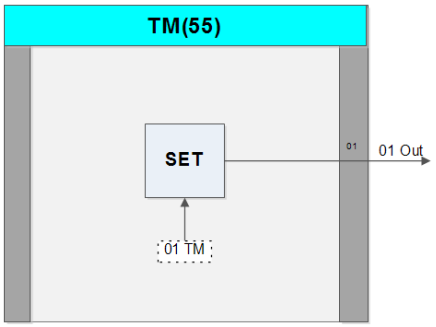


Рисунок 7.55.1 - Функциональная схема блока «уставка времени» TM(55)

Описание функционального блока

Функциональный блок работает аналогично блоку SET(53) только выход и уставка блока имеют формат времени.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 7.55.1.

Таблица 7.55.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметр				
01	TM	Время	0:00:00:0	Уставка времени
Выход				
01	OUT	Время		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_55.fbx)

Постановка задачи: Необходимо задать на TIMER(38) время паузы (первое свойство функционального блока), сделав это свойство связным параметром.

Решение:

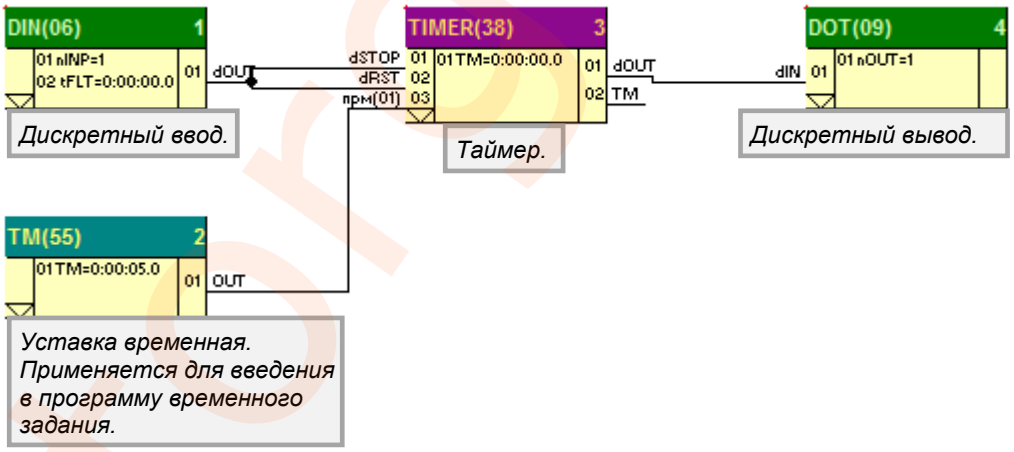


Рисунок 7.55.2 - Пример использования блока TM(55)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.56 TM_M(56) - Уставка времени многоканальная

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.56.1) применяется для формирования сигналов внешнего временного задания.

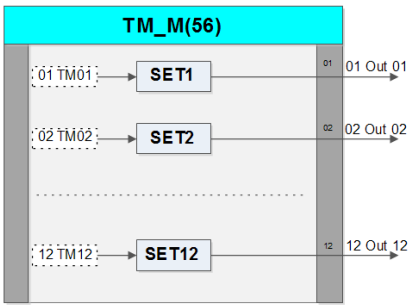


Рисунок 7.56.1 - Функциональная схема блока «уставка времени многоканальная» TM_M(56)

Описание функционального блока

Число независимых задатчиков равно 12.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 7.56.1.

Таблица 7.56.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметры				
01	TM01	Время	0:00:00:0	Уставка времени
02	TM02	Время	0:00:00:0	Уставка времени
…	…	…	…	…
12	TM12	Время	0:00:00:0	Уставка времени
Выходы				
01	OUT01	Время		Выход задатчика
02	OUT02	Время		Выход задатчика
…	…	…	…	…
12	OUT12	Время		Выход задатчика

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_56.fbx)

Постановка задачи: Необходимо задать на TIMER(38) время паузы (первое свойство функционального блока) и время импульса (второе свойство функционального блока).

Решение:

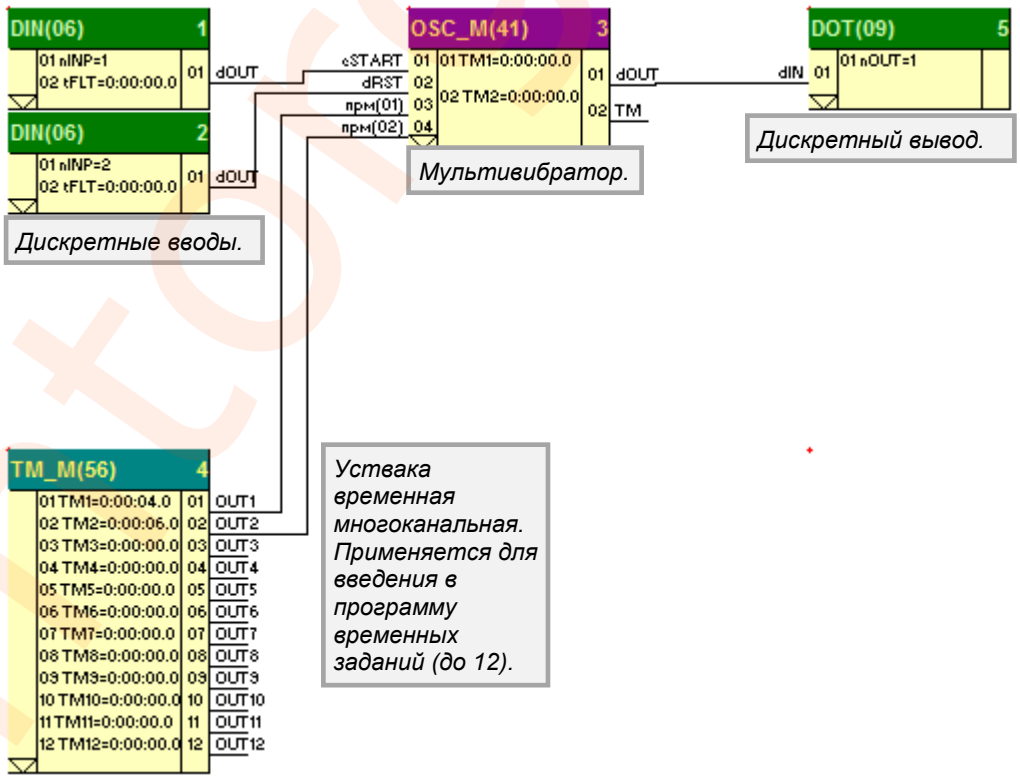


Рисунок 7.56.2 - Пример использования блока TM_M(56)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.57 TM_PRG(57) - Программный задатчик

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.57.1) формирует кусочно-линейную функцию времени.

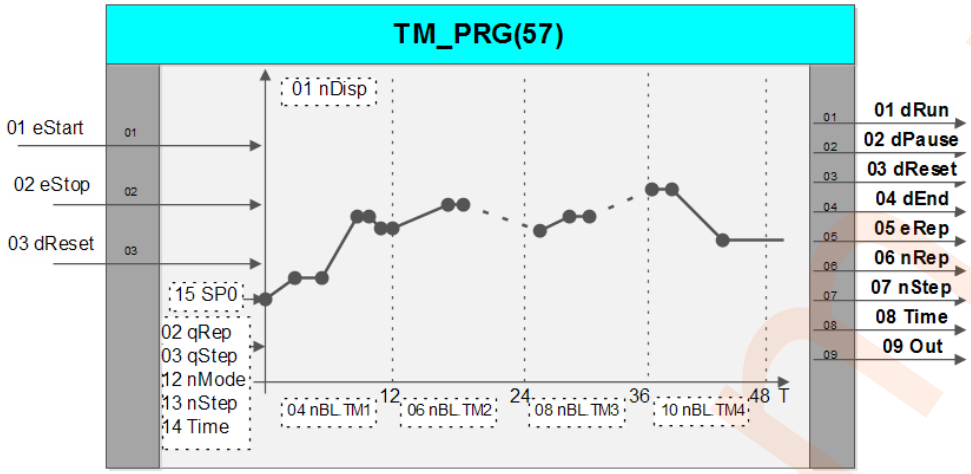


Рисунок 7.57.2 - Функциональная схема блока «программный задатчик» TM_PRG(57)

Описание функционального блока

Программный задатчик формирует кусочно-линейную функцию времени, состоящую из нескольких (до 48) отрезков (03 qSTEP≤48). Для каждого отрезка задается его продолжительность во времени и конечная ордината в внешних функциональных блоках TM_M(56) и SP_M(54). Предусмотрена возможность пускать (с помощью импульса на входе 01eSTART), останавливать (с помощью импульса на входе 02eSTOP) и сбрасывать программу (с помощью входа 03dRESET) или изменяя значение параметра 12nMODE с передней панели. Также предусмотрена возможность пускать (останавливать, сбрасывать) программу изменяя состояние соответствующих индикаторов (▶ ▮▮ ■) с передней панели с помощью клавиши «Р/А».

▶ - программный задатчик работает,

▮▮ - программный задатчик остановлен,

■ - программный задатчик сброшен,

▶▮▮ - конец программы программного задатчика.

Программа может выполняться заданное число раз (параметр 02qREP). На лицевой панели возможно видеть параметры программного задатчика (дисплей: «ВИХІД» – номер шага, «ЗАВДАННЯ» – текущее время, «ПАРАМЕТР» – значение выхода блока) в режиме работы при свечении индикатора «Прг».

Программный задатчик работает вместе с функциональными блоками TM_M(56) и SP_M(54). Количество необходимых функциональных блоков определяет пользователь из расчета что одна пара TM_M(56) и SP_M(54) может задать до 12 отрезков, то есть параметр 03 qSTEP≤12. Если нужно 12≤qSTEP≤24 , тогда в параметрах nBL.TM1, nBL.SP1, nBL.TM2, nBL.SP2 нужно указать порядковые номера уже двух пар функциональных блоков TM_M(56) и SP_M(54). Максимально возможно подключить четыре пары этих блоков. Выхода этих блоков не нужно подключать.

В состоянии сброса сигнал OUT на выходе функционального блока имеет начальное значение SP0 = параметр SP0. После пуска сигнал OUT начинает изменяться в соответствии с заданной программой. Параметры TMi и SPi внешних функциональных блоков TM_M(56) и SP_M(54) задают соответственно продолжительность отдельных участков программы и конечные ординаты.

Сигнал "dRESET" является приоритетным, то есть при наличии лог. 1 на входе "dRESET" алгоритм переходит в состояние "сброс" и не может быть переведен в другие состояния ни с помощью лицевой панели, ни с помощью дискретных команд на входе алгоритма. Однако, если алгоритм был переведен в состояние "сброс" с помощью лицевой панели, он может быть пущен дискретной командой "eSTART" на входе алгоритма. Если команды "eSTART" и "eSTOP" пришли на вход алгоритма одновременно, то выполняется команда " eSTOP ".

После выполнения последнего участка программа переходит в состояние "конец программы" (выход dEND=1), при этом выходной сигнал OUT замораживается. Если задано количество повторов qREP=1, программа выполняется один раз, после чего переходит в состояние "конец программы".

При qREP>1 программа, дойдя до конца, автоматически переходит в начало, оставаясь в состоянии пуска до тех пор, пока не закончится заданное число повторений. После каждого окончания программы дискретный сигнал eREP (конец повторения) на выходе алгоритма на один цикл переходит в состояние лог.1 и вновь возвращается в состояние лог.0. После того, как все повторения будут выполнены, программа переходит в состояние "конец программы", при этом сигнал dEND становится равным лог.1 и остается в этом состоянии до тех пор, пока программа не будет сброшена.

Если входной сигнал eSTART=1 и снимается сигнал сброса (т.е. dRESET переходит из состояния dRESET=1 в состояние dRESET=0), то алгоритм запускается (т.е. эта ситуация рассматривается как приход

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

переднего фронта сигнала eSTART). Если eSTART =1 и снимается сигнал останова (т.е. eSTOP переходит из состояния eSTOP =1 в eSTOP=0) алгоритм остается в состоянии "стоп".

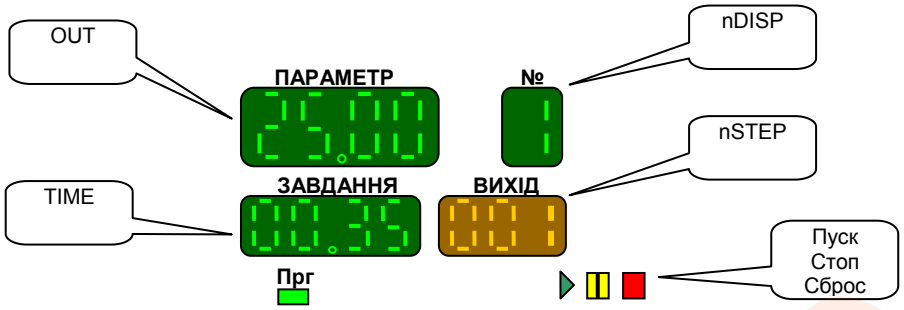
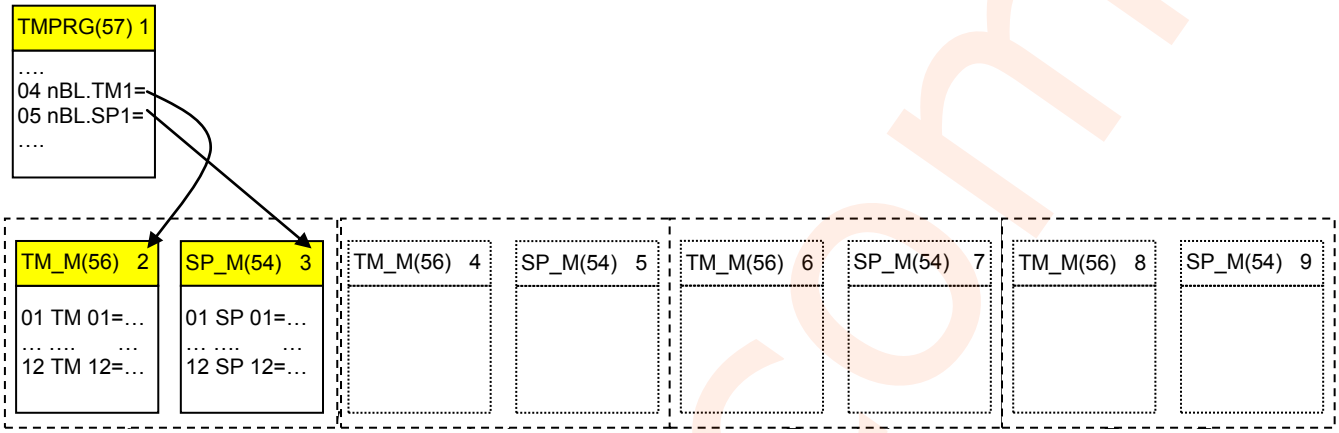


Рисунок 7.57.1 – Распределение индикаторов передней панели для программного задатчика.



Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 7.57.1.

Таблица 7.57.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	eSTART	0 / 1		Пуск программного задатчика
02	eSTOP	0 / 1		Остановка программного задатчика
03	dRESET	0 / 1		Сброс программного задатчика
Параметры				
01	nDISP	1 – 9	1	Номер дисплея (№«..» на панели «Прг»)
02	qREP	1 – 99	1	Количество повторов программы
03	qSTEP	1 – 48	0	Количество шагов программы (программного задатчика)
04	nBL.TM1	1 – 99	0	Порядковый номер первого функционального блока MULTI_T
05	nBL.SP1	1 – 99	0	Порядковый номер первого функционального блока MULTI_SP
06	nBL.TM2	1 – 99	0	Порядковый номер второго функционального блока MULTI_T
07	nBL.SP2	1 – 99	0	Порядковый номер второго функционального блока MULTI_SP
08	nBL.TM3	1 – 99	0	Порядковый номер третьего функционального блока MULTI_T
09	nBL.SP3	1 – 99	0	Порядковый номер третьего функционального блока MULTI_SP
10	nBL.TM4	1 – 99	0	Порядковый номер четвертого функционального блока MULTI_T
11	nBL.SP4	1 – 99	0	Порядковый номер четвертого функционального блока MULTI_SP
12	nMODE	0 / 1 / 2	0	Режим работы задатчика (0 – стоп; 1 – пауза; 2 – работа)
13	nSTEP	1 – 48	0	Номер выполняемого шага
14	TIME	Время	0:00:00:0	Текущее время
15	SP0	Вещественное	0	Начальное значение

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Продолжение таблицы 7.57.1

Выходы				
01	dRUN	0 / 1		=1 – программный задатчик работает
02	dPAUSE	0 / 1		=1 – программный задатчик в состоянии паузы
03	dRESET	0 / 1		=1 – сброс программного задатчика
04	dEND	0 / 1		=1 – конец программы
05	eREP	0 / 1		Повтор программы (импульс)
06	nREP	Вещественное		Оставшееся число повторений
07	nSTEP	1 – 48		Номер выполняемого шага
08	TIME	Время		Время, оставшееся до конца текущего участка
09	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_57.fbx)

Постановка задачи: На аналоговый выход необходимо подать плавно изменяющийся сигнал.
Решение:

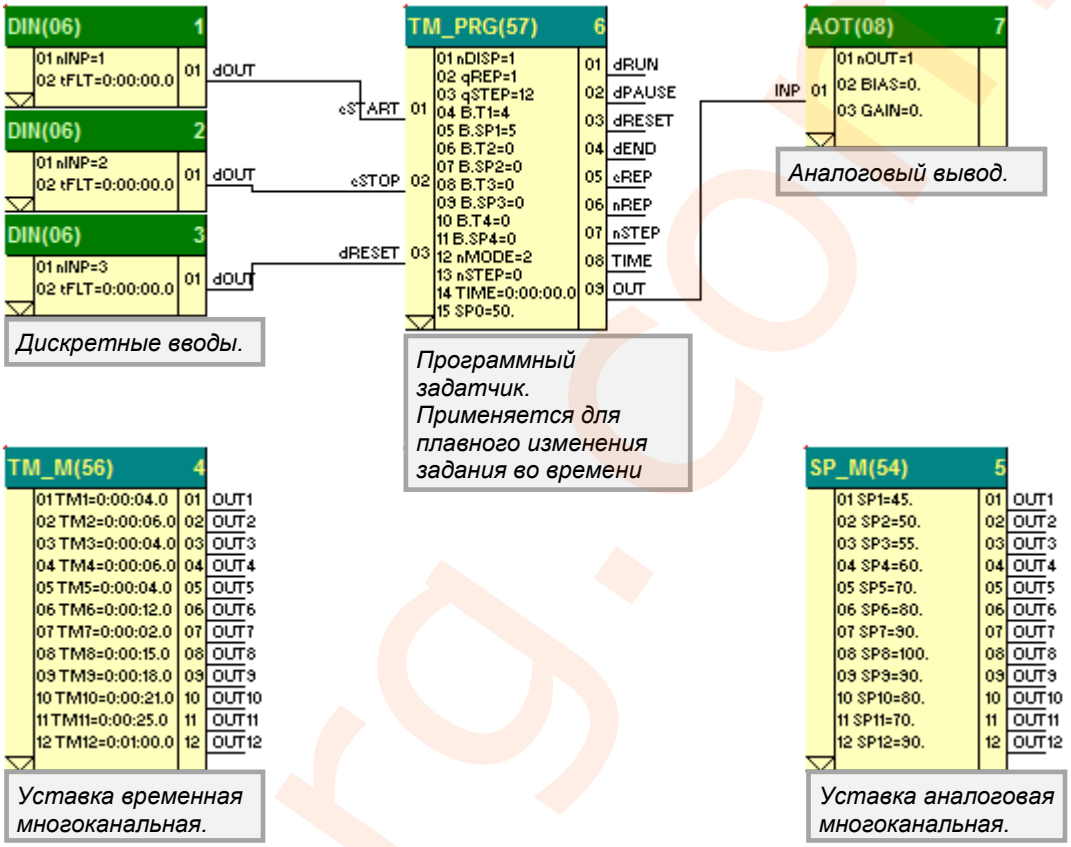


Рисунок 7.57.2 - Пример использования блока TM_PRG(57)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.58 RTA(58) - Таймер-сигнализатор реального времени

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.58.1) применяется для введения в программу пользователя календарного времени как аргумента выполнения некоторых функций.

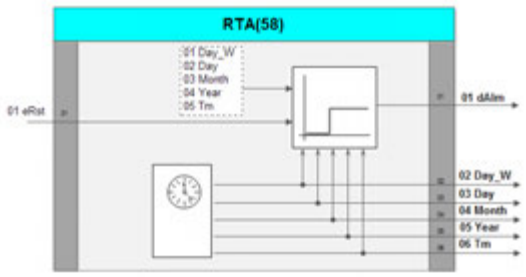


Рисунок 7.58.1 - Функциональная схема блока «таймер-сигнализатор реального времени» RTA(58)

Описание функционального блока

В блоке имеется один компаратор, который сработает (dALM=1) если заданные параметры (01 … 05) меньше или сравнились с текущими значениями времени и даты. Параметром eRST сбрасывается выход компаратора (dALM = 0).

Установление часов проводится при калибровке.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 7.58.1.

Таблица 7.58.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	eRST			Сброс выхода dALM
Параметры				
01	DAY_W	1 - 7	0	Уставка для компаратора (день недели)
02	DAY	1 – 31	0	Уставка для компаратора (день месяца)
03	MONTH	1 – 12	0	Уставка для компаратора (месяц года)
04	YEAR	0 - 99	0	Уставка для компаратора (год)
05	TM	Время 0 – 23ч 59м 59с	0	Уставка для компаратора (время дня)
Выходы				
01	dALM	0 / 1		Выход блока уставки
02	DAY_W	1 – 7		Номер дня в неделе
03	DAY	1 – 31		День месяца
04	MONTH	1 – 12		Номер месяца
05	YEAR	0 - 99		Год
06	TM	Время 0 – 23ч 59м 59с		Текущее время дня

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_58.fbx)

Постановка задачи: Вывести на переднюю панель текущий день месяц и год.

Решение:

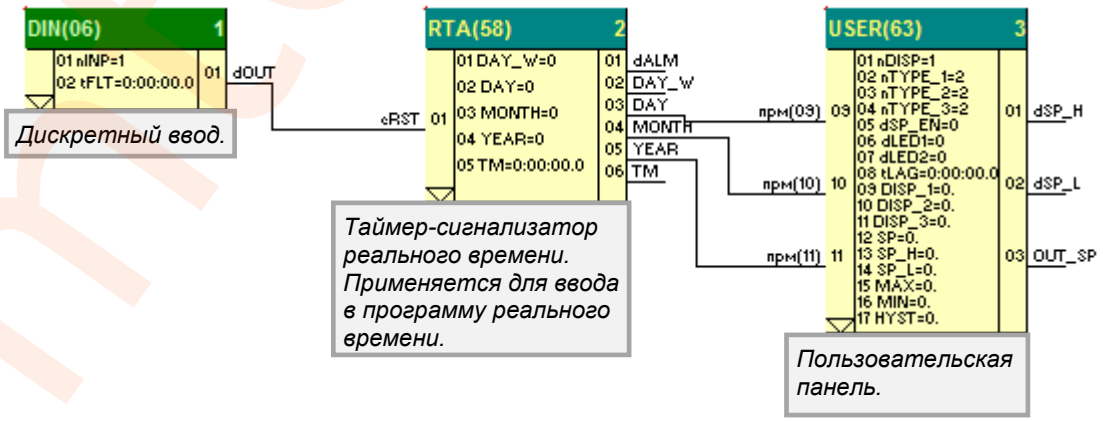


Рисунок 7.58.2 - Пример использования блока RTA(58)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.59 RAMP(59) - Линейное изменение параметра

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.59.1) применяется для дистанционного изменения задания по принципу "больше" - "меньше".

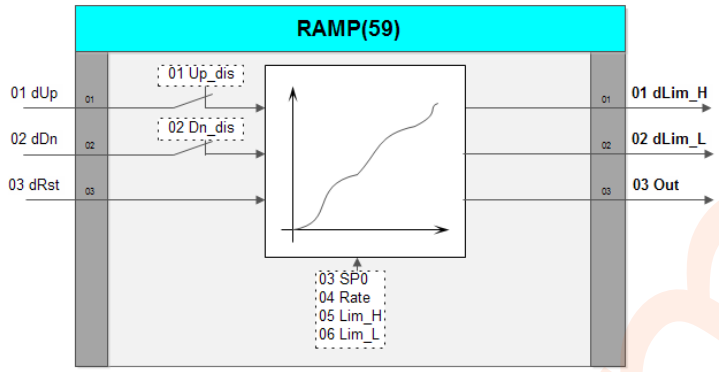


Рисунок 7.59.1 - Функциональная схема блока «линейное изменение параметра» RAMP(59)

Описание функционального блока

Функциональный блок имеет два дискретных входа dUP, dDN, сигналы, которые управляют изменением выходного сигнала OUT, и два параметра UP_DIS и DN_DIS, блокирующие действия сигналов dUP и dDN соответственно. Если UP_DIS=DN_DIS = 0 и команда подается на вход dUP, выходной сигнал увеличивается, если на вход dDN - уменьшается. При dUP=dDN =0 выходной сигнал запоминается.

Скорость изменения задания переменна. В первый момент после поступления команды она минимальна, затем увеличивается. Если команда прерывается и затем вновь подается, скорость опять становится минимальной, а затем снова возрастает. Такое свойство позволяет получить минимальные приращения задания и в то же время при необходимости быстро изменить задание на большую величину.

Скорость изменения выходного сигнала определяется выражением:

$$Vi=1.1*V(i-1); \qquad (7.59.1)$$

где V, Vi - начальная скорость и скорость в i-ом цикле соответственно.

Если команды dUP и dDN действуют одновременно, это эквивалентно отсутствию обеих команд.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 7.59.1.

Таблица 7.59.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	dUP	0 / 1		Команда "больше”
02	dDN	0 / 1		Команда "меньше"
03	dRST	0 / 1		Команда сброса
Параметры				
01	dUP_DIS	0 / 1	0	Сигнал запрета команды изменения выхода в направлении “Больше”
02	dDN_DIS	0 / 1	0	Сигнал запрета команды изменения выхода в направлении “Меньше”
03	SP0	Вещественное	0	Начальное значение
04	RATE	Вещественное	100	Максимальная скорость
05	LIM_H	Вещественное	100	Верхняя уставка ограничения выхода блока
06	LIM_L	Вещественное	0	Нижняя уставка ограничения выхода блока
Выходы				
01	dLIM_H	0 / 1		Сигнализация ограничения выхода
02	dLIM_L	0 / 1		Сигнализация ограничения выхода
03	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_59.fbx)

Постановка задачи: Организовать линейное изменение аналогового параметра в зависимости от сигналов на дискретных входах.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

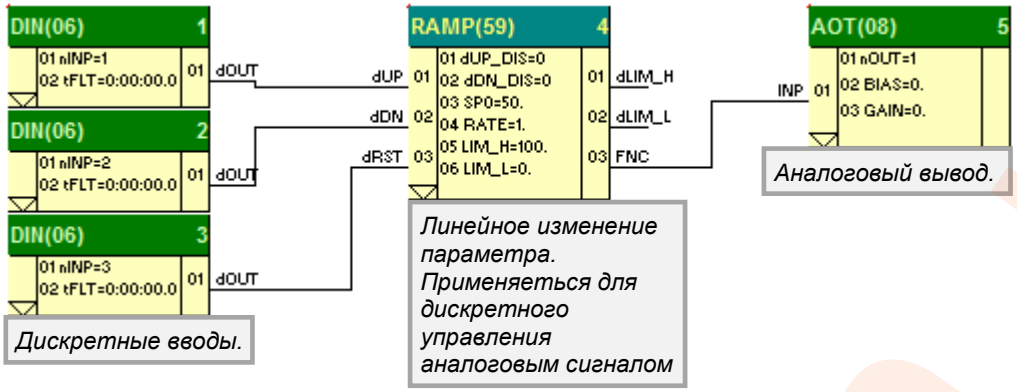


Рисунок 7.58.2 - Пример использования блока RAMP(59)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.63 USER(63) - Пользовательская панель

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.63.1) применяется для индикации и изменения сигналов, которые нужно видеть пользователю одновременно на передней панели контроллера.

Функциональный блок может индицировать **3** сигнала (в том числе связанных) на цифровых индикаторах передней панели контроллера («**ПАРАМЕТР», «ЗАВДАННЯ», «ВИХІД»**), может индицировать **2** дискретных сигнала (▲, ▼ дисплея **«ВИХІД»**), может использоваться как одноканальный задатчик (при **dSP_EN**=1 предусмотрен режим управления задатчиком с передней панели контролера).

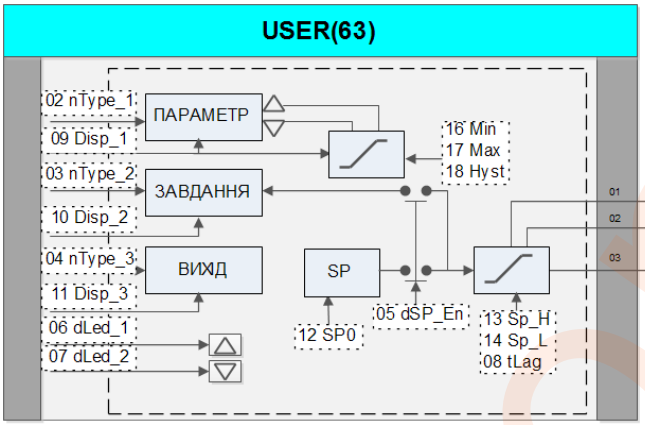


Рисунок 7.63.1 - Функциональная схема блока «пользовательская панель» USER(63)

Описание функционального блока

В контроллере можно использовать до девяти «пользовательских панелей» индикации. Номер «пользовательской панели» индикации указывается параметром 01 nDISP и индицируется цифровым индикатором (**«№»**).

Параметр nTYPE указывает тип сигнала (0–целое число, 1–время, 2–вещественное число) подаваемого на соответствующий цифровой индикатор (**«ПАРАМЕТР», «ЗАВДАННЯ», «ВИХІД»**).

Параметры dLED1, dLED2 могут быть использованы как индикаторы дискретного сигнала, то есть для индикации этих сигналов на передней панели контроллера.

Пользовательскую панель можно использовать как задатчик сигнала, то есть с передней панели контроллера можно будет установить нужное значение (задание, коэффициент), которое через звено ограничения попадает на выход функционального блока 03 OUT_SP. Эту функцию панели пользователя можно использовать если параметр 05 dSP_EN равный «1». Для этого, нажать кнопку **«ЗАВД»** индикаторы **«ЗАВДАННЯ»** начинают мигать, кнопками **«ЗНАЧ»** (▲,▼) установить необходимое значение ***Задания (SP),*** для подтверждения введенного значения нажать кнопку **«ВВІД»,** индикаторы **«ЗАВДАННЯ»** перестают мигать, на них отображается подключенные величины, на выходе ***Задания (SP)*** новое значение.

Параметры 13 SP_H и 14 SP_L используются для ограничения значения задания, параметр tLAG указывает задержку времени на появление сигнала логической «1» на выходах 01 dSP_H, 02 dSP_L. При конфигурации контроллера необходимо помнить, что при установленных значениях **SP_H** и **SP_L** на выходе **OUT_SP** будет значение **SP_L** ≤ **SP** ≤ **SP_H** (например, если **SP_H=0** то и **OUT_SP=0,** при любых значениях **SP**).

Для вывода на любой из трех дисплеев внешнего параметра с другого функционального блока, необходимо сделать связным (отметка link напротив необходимого параметра в панеле свойств функционального блока) свойство 09 (дисплей **ПАРАМЕТР**) свойство 10 (дисплей **ЗАВДАННЯ**) и/или свойство 11 (дисплей **ВИХІД**) и привязать на созданный вход, выход с другого функционального блока.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 7.63.1.

Таблица 7.63.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметры				
01	nDISP	1 – 9	1	Номер дисплея
02	nTYPE_1	0, 1, 2	0	Тип сигнала параметра 06 DISP_1 0 - целое число, 1 - время, 2 -вещественное число.
03	nTYPE_2	0, 1, 2	0	Тип сигнала параметра 07 DISP_2
04	nTYPE_3	0, 1, 2	0	Тип сигнала параметра 08 DISP_3
05	dSP_EN	0 / 1	1	Разрешение изменения задания
06	dLED1	0 / 1	0	Вход дискретного индикатора
07	dLED2	0 / 1	0	Вход дискретного индикатора

Продолжение таблицы 7.63.1

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

08	tLAG	Время	0:00:00:0	Задержка включения выходов 01 dSP_H и 02 dSP_L
09	DISP_1	Вещественное	0	Вход дисплея «ПАРАМЕТР»
10	DISP_2	Вещественное	0	Вход дисплея «ЗАВДАННЯ»
11	DISP_3	Вещественное	0	Вход дисплея «ВИХІД»
12	SP	Вещественное	0	Задание
13	SP_H	Вещественное	100	Верхняя граница ограничения задания
14	SP_L	Вещественное	0	Нижняя граница ограничения задания
15	MAX	Вещественное	90	Уставка сигнализации (максимум)
16	MIN	Вещественное	10	Уставка сигнализации (минимум)
17	HYST	Вещественное	0	Гистерезис сигнализации
Выходы				
01	dSP_H	0 / 1		«=1» – задание ограничено по верхней границе
02	dSP_L	0 / 1		«=1» – задание ограничено по нижней границе
03	OUT_SP	Вещественное		Выход звена ручного задатчика (задание)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_63.fbx)

Постановка задачи: Вывести на дисплей значение плавно изменяемого параметра управление которого производится с помощью превого и второго дискретного входа.

Решение:

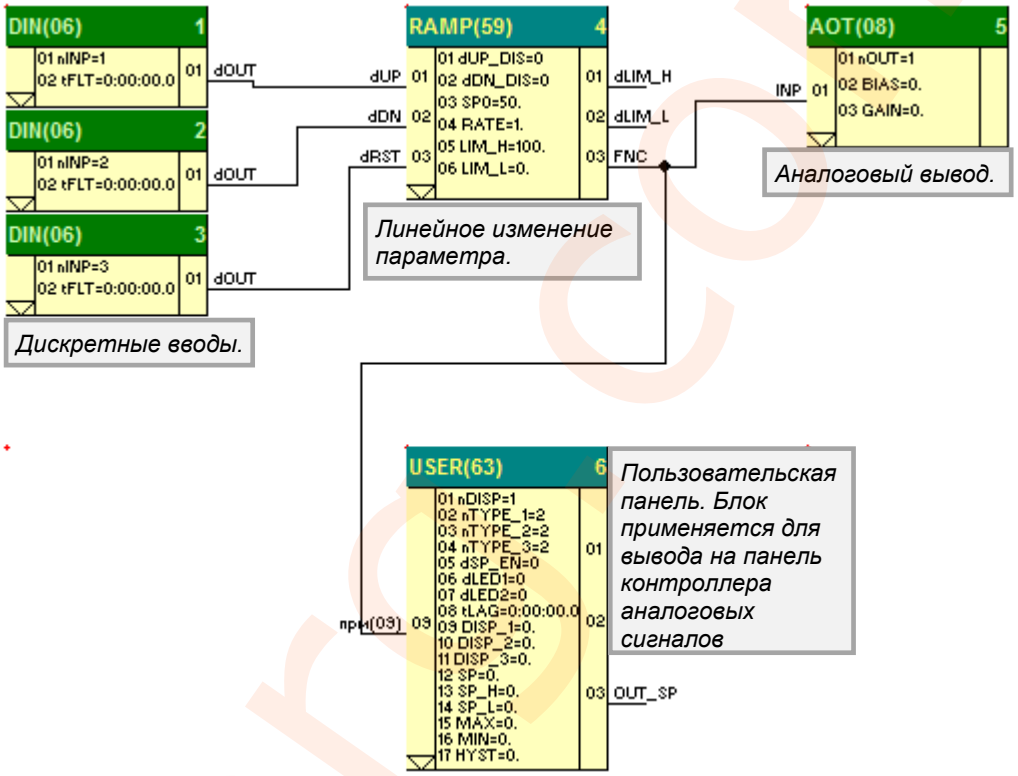


Рисунок 7.63.2 - Пример использования блока USER(63)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.64 RTA_CYC(64) - Циклический таймер-сигнализатор реального времени

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.64.1) применяется для введения в программу пользователя времени как аргумента выполнения некоторых функций.

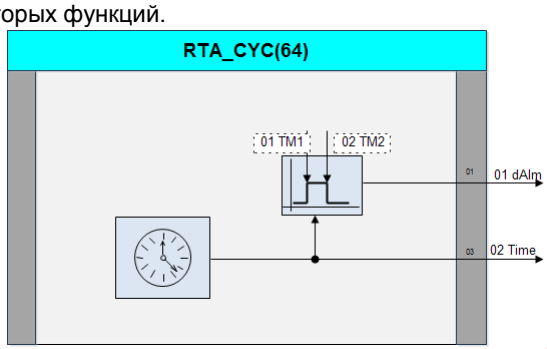


Рисунок 7.64.1 - Функциональная схема блока «циклический таймер-сигнализатор реального времени» RTA_CYC(64)

Описание функционального блока

В блоке имеется один компаратор который работает в зоне параметров 01MIN и 02MAX. Значение времени берется из системных часов.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 7.64.1.

Таблица 7.64.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметры				
01	TM1	Время (00:00:00.0 – 23:59:59.9)	0:00:00.0	Уставка для компаратора
02	TM2	Время (00:00:00.0 – 23:59:59.9)	0:00:00.0	Уставка для компаратора
Выходы				
01	dALM	0 / 1		
02	TIME	Время (00:00:00.0 – 23:59:59.9)		Текущее время

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_64.fbx)

Постановка задачи: Необходимо каждый день подавать логическую «1» от 10:00 до 12:30 на дискретный выход.

Решение:



Рисунок 7.64.2 - Пример использования блока RTA_CYC(64)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.65 STEP(65) - Логическая шаговая программа

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.65.1) применяется для организации шаговой программы, которая выполняет определенную последовательность действий.

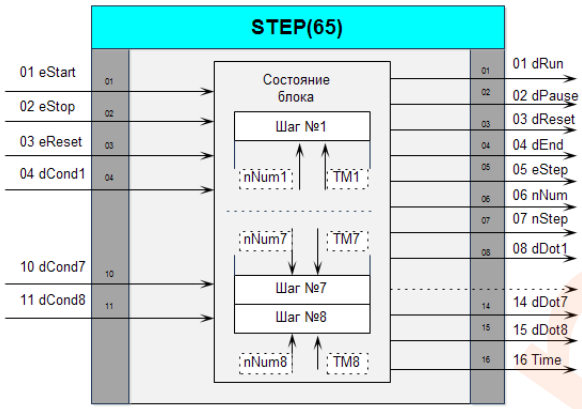


Рисунок 7.65.1 - Функциональная схема блока «логическая шаговая программа» STEP(65)

Описание функционального блока

Алгоритм содержит 8 шагов, переход от одного шага к другому выполняется или по условию, когда **dCond** становится равным 1 или по истечении времени соответствующего шага **TMi**. При этом срабатывает соответствующий дискретный выход **dOTi**.

Если до истечения контрольного времени соответствующего шага **TMi** условие не будет выполнено (**dCondi** =0), то поведение программы зависит от параметра **nNumi**. При этом возможны следующие 4 варианта:

1) если **nNumi** =0, то устанавливается выход **dOTi**=1 и программа переходит к выполнению следующего шага;

2) если **nNumi** >0, при этом в программе имеется функциональный блок STEP с номером блока равным **nNumi**, то состояние выхода текущего шага не изменяется, программа переходит к первому шагу этого алгоритма и продолжает выполняться;

3) если **nNumi** >0, но шага с номером **nNumi** не существует, то выполнение программы прекращается и она переходит в состояние ожидания и на выходе блока **dPause** появляется сигнал высокого уровня;

4) если **nNumi** <0, то состояние выхода текущего шага **dOTi** не изменяется, программа переходит к выполнению следующего шага, но предварительно обнуляются выходы всех шагов алгоритма STEP, имеющих номер $|$**nNumi**$|$.

После выполнения последнего шага алгоритма и в том случае, когда в этом этапе не запрограммирован переход на другой шаг, то программа переходит в состояние **"конец программы"**, на выходе **dEnd** появляется сигнал высокого уровня.

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 7.65.1.

Таблица 7.65.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	eSTART	0 / 1		Пуск программы
02	eSTOP	0 / 1		Остановка программы
03	dRESET	0 / 1		Сброс программы
04	dCond1	0 / 1		Условие 1-ого шага программы
05	dCond2	0 / 1		Условие 2-ого шага программы
06	dCond3	0 / 1		Условие 3-ого шага программы
07	dCond4	0 / 1		Условие 4-ого шага программы
08	dCond5	0 / 1		Условие 5-ого шага программы
09	dCond6	0 / 1		Условие 6-ого шага программы
10	dCond7	0 / 1		Условие 7-ого шага программы
11	dCond8	0 / 1		Условие 8-ого шага программы
Параметры				
01	nDISP	1 – 9	1	Номер дисплея (№«..» на панели «Прг»)
02	nOPER	0 / 1	0	Режим функционирования 0 – одноpаз. 1 – цикл.
03	qSTEP	1 – 8	1	Количество шагов программы
04	nNUM1	-8 – 8	0	Параметр 1-ого шага программы
05	nNUM2	-8 – 8	0	Параметр 2-ого шага программы
06	nNUM3	-8 – 8	0	Параметр 3-ого шага программы

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Продолжение таблицы 7.65.1

07	nNUM4	-8 – 8	0	Параметр 4-ого шага программы
08	nNUM5	-8 – 8	0	Параметр 5-ого шага программы
09	nNUM6	-8 – 8	0	Параметр 6-ого шага программы
10	nNUM7	-8 – 8	0	Параметр 7-ого шага программы
11	nNUM8	-8 – 8	0	Параметр 8-ого шага программы
12	nMODE	0 / 1 / 2	0	Режим работы блока (0 – стоп; 1 – пауза; 2 – работа)
13	nSTEP	1 – 8	0	Номер выполняемого шага
14	TIME	Время	0:00:00:0	Текущее время
15	TM1	Время	0:00:00:0	Контрольное время 1-ого шага
16	TM2	Время	0:00:00:0	Контрольное время 2-ого шага
17	TM3	Время	0:00:00:0	Контрольное время 3-ого шага
18	TM4	Время	0:00:00:0	Контрольное время 4-ого шага
19	TM5	Время	0:00:00:0	Контрольное время 5-ого шага
20	TM6	Время	0:00:00:0	Контрольное время 6-ого шага
21	TM7	Время	0:00:00:0	Контрольное время 7-ого шага
22	TM8	Время	0:00:00:0	Контрольное время 8-ого шага
Выходы				
01	dRUN	0 / 1		=1 – программа работает
02	dPAUSE	0 / 1		=1 – программа в состоянии паузы
03	dRESET	0 / 1		=1 – сброс программы
04	dEND	0 / 1		=1 – конец программы
05	eSTEP	0→1		Фронт при переходе на новый шаг программы
06	nNUM	-8 – 8		Параметр текущего шага программы
07	nSTEP	1 – 8		Номер выполняемого шага
08	dOT1	0 / 1		Сигнал об окончании 1-ого шага программы
09	dOT2	0 / 1		Сигнал об окончании 2-ого шага программы
10	dOT3	0 / 1		Сигнал об окончании 3-ого шага программы
11	dOT4	0 / 1		Сигнал об окончании 4-ого шага программы
12	dOT5	0 / 1		Сигнал об окончании 5-ого шага программы
13	dOT6	0 / 1		Сигнал об окончании 6-ого шага программы
14	dOT7	0 / 1		Сигнал об окончании 7-ого шага программы
15	dOT8	0 / 1		Сигнал об окончании 8-ого шага программы
16	TIME	Время		Текущее время

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_65.fbx)
Постановка задачи: Необходимо организовать пошаговый переход по истечению времени для шага.
Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

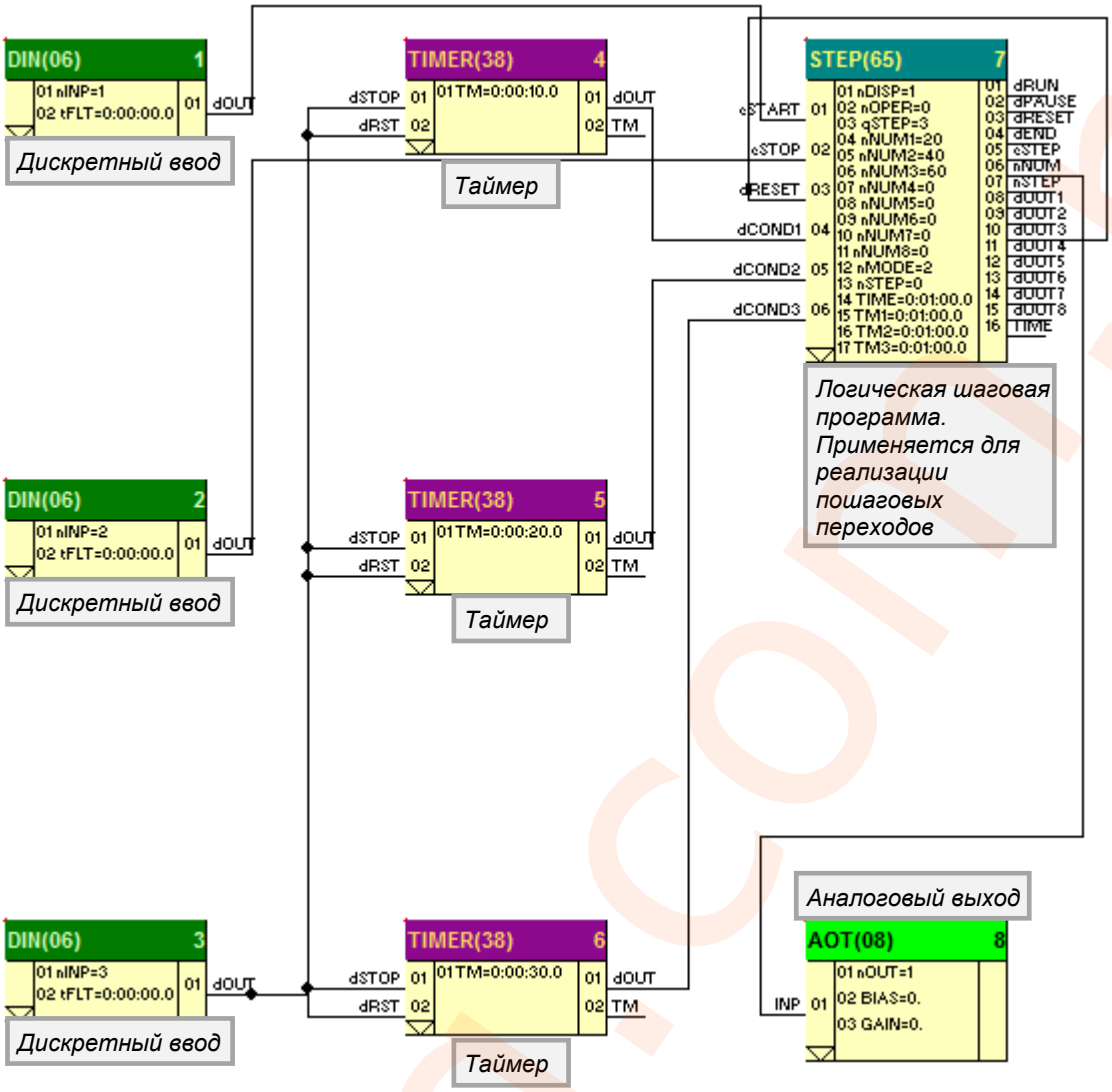


Рисунок 7.65.2 - Пример использования блока STEP(65)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

7.68 RTA_COR(68) - Синхронизация реального времени

Назначение

Функциональный блок (рисунок 7.68.1) применяется для синхронизации времени контроллера с временем на ПК

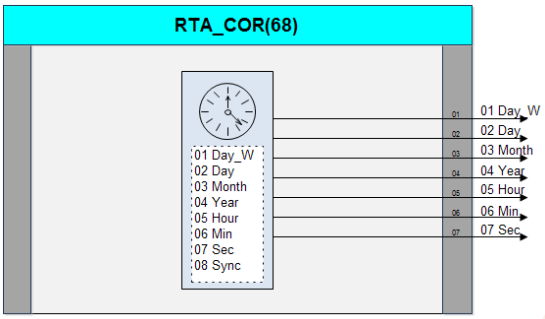


Рисунок 7.68.1 - Функциональная схема блока синхронизации реального времени RTA_COR(68)

Описание функционального блока

Параметрами блока являются временные уставки, при их изменении в режиме отладки и последующей записи их в контроллер, прибор синхронизует указанные дату и время. Установление часов проводится при калибровке.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 7.68.1.

Таблица 7.68.1

Параметры – выходы				Назначение
№	Обозначение	Диапазон значений	Значение по умолчанию	
Параметры				
01	DAY_W	1 - 7	0	День недели
02	DAY	1 – 31	0	День месяца
03	MONTH	1 – 12	0	Месяц
04	YEAR	0 - 99	0	Год
05	HOUR	0-23	0	Часы
06	MIN	0-59	0	Минуты
07	SEC	0-59	0	Секунды
08	SYNC	0/1	0	Синхронизация. Не используется
Выходы				
01	DAY_W	1 - 7		День недели
02	DAY	1 – 31		День месяца
03	MONTH	1 – 12		Месяц
04	YEAR	0 - 99		Год
05	HOUR	0-23		Часы
06	MIN	0-59		Минуты
07	SEC	0-59		Секунды

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_68.fbx)

Постановка задачи: Необходимо корректировать часы реального времени относительно времени ПК (только при подключенном интерфейсе).

Решение:

Синхронизатор реального времени. Применяется для синхронизации времени на ПК и внутренних часов контроллера

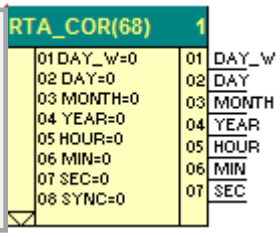


Рисунок 7.68.2 - Пример использования блока RTA_COR(68)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8 Функциональные блоки регуляторов

8.60 PID(60) - Регулятор аналоговый

Назначение

Функциональный блок (рисунок 8.60.1) предназначен для построения контуров ПИД-регулирования с использованием аналоговых исполнительных механизмов.

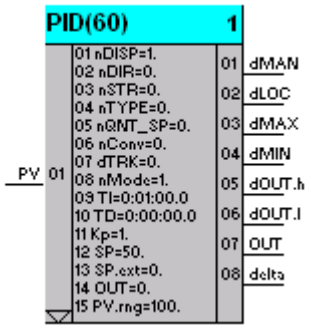


Рисунок 8.60.1 - Функциональный блок PID(60)

Функциональный блок PID(60) выполняет функции настраиваемого ПИД-регулятора с дополнительными возможностями, такими как:

1. Формирование на выходе регулятора безопасного воздействия по внешней команде;
2. 4 режима работы:

- ручной – управление с передней панели;
- локальный – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием;
- каскадный - управление ПИД-регулятором с внешним заданием или заданием от программного задатчика;
- следящий – остановка регулятора с автоматическим слежением за значением выхода блока для последующего безударного перехода в другой режим работы;

3. Функция предварения управляющего воздействия регулятора;
4. Функция коррекции сигнала рассогласования регулятора.

Блок осуществляет ПИД-алгоритм обработки входного сигнала. Компоненты П -, И - и Д-, предназначенные для обработки входного сигнала, могут быть активизированы или выключены в индивидуальном порядке. Это позволяет конфигурировать П-, ПИ-, ПД- и ПИД- регуляторы.

Параметры функционального блока

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 8.60.1.

Параметр *01 nDISP* задает номер дисплея регулятора. Максимальное количество используемых в программе контроллера регуляторов (ПИД - аналоговых, ПИД - импульсных, ПИД - каскадных а также дельта-регуляторов) – 9. Каждый регулятор должен иметь свой уникальный номер, по которому будет производится идентификация регуляторов на передней панели контроллера (дисплей №).

Параметр *02 nDIR* определяет направление действия регулятора. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*) рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$. Выход регулятора будет увеличиваться, если регулируемый параметр будет меньше задания, и наоборот, уменьшаться, если регулируемый параметр будет больше задания (8.60.1):

$$02\ nDIR = 0: \quad \begin{matrix} PV < SP \Rightarrow OUT \uparrow \\ PV > SP \Rightarrow OUT \downarrow \end{matrix} . \qquad (8.60.1)$$

При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$. Выход регулятора будет увеличиваться, если регулируемый параметр будет больше задания, и наоборот, уменьшаться, если регулируемый параметр будет меньше задания (8.60.2):

$$02\ nDIR = 1: \quad \begin{matrix} PV > SP \Rightarrow OUT \uparrow \\ PV < SP \Rightarrow OUT \downarrow \end{matrix} \qquad (8.60.2)$$

Параметр *03 nSTR* определяет структуру регулятора:

1. *03 nSTR* = 0 – параллельная;
2. *03 nSTR = 1* – смешанная.

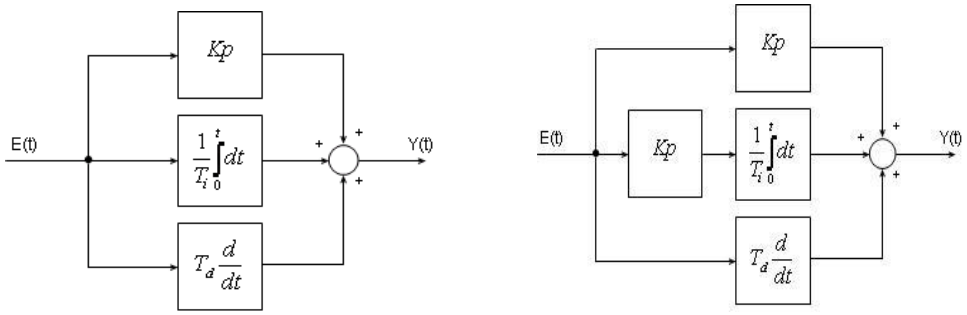
Алгоритмические схемы ПИД-регулятора в случае параллельной и смешанной структуры показаны на рисунке 8.60.2.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 8.60.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	PV	Вещественное		Вход регулятора
Параметры				
01	nDISP	1 - 9	1	Номер дисплея
02	nDIR	0 / 1	0	Направление действия регулятора (0-обратный, 1-прямой)
03	nSTR	0 / 1	0	Структура регулятора (0-паралельный, 1-смешаный)
04	nTYPE	0, 1, 2	0	Тип регулятора (0 – ПИД; 1,2 – не исп.)
05	SP_Q	1, 2	0	Количество используемых заданий 1 – внутренняя заданная точка; 2 – внутренняя / внешняя заданная точка
06	nCONV	0, 1, 2, 3, 4, 5	0	y x y=SQRT(X) y=logX y e y=x2 y=1/x
07	dTRK	0 / 1	0	Команда установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (параметр 21 TRK_VAL)
08	nMODE	0, 1, 2	0	Режим работы (0-РУ, 1-ЛУ, 2-КУ)
09	TI	Время	0:02:00:0	Время интегрирования регулятора
10	TD	Время	0:00:00:0	Время дифференцирования регулятора
11	KP	Вещественное	1	Коэффициент усиления регулятора
12	SP	Вещественное	0	Задание регулятору
13	SP_EXTERN	Вещественное	0	Внешнее задание регулятора
14	OUT	Вещественное	0	Выход регулятора 0–100%
15	PV_RANGE	Вещественное	100	Диапазон изменения регулируемого параметра
16	SP_H	Вещественное	100	Ограничение задания (верхнее)
17	SP_L	Вещественное	0	Ограничение задания (нижнее)
18	SP_RATE	Вещественное	100	Скорость изменения задания, тех. ед. / мин.
19	OUT_H	Вещественное	100	Ограничение выхода регулятора (верхнее)
20	OUT_L	Вещественное	0	Ограничение выхода регулятора (нижнее)
21	TRK_VAL	Вещественное	0	Значение безопасного воздействия
22	DEV_MAX	Вещественное	0	Уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки (сигнализация девиационная)
23	DEV _MIN	Вещественное	0	
24	DEV _HYS	Вещественное	0	Гистерезис сигнализации параметра
25	FF_VAL	Вещественное	0	Предварение управляющего воздействия регулятора
26	FF_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиление предварения
27	FF_H	Вещественное	0	Ограничение предварения (верхнее)
28	FF_L	Вещественное	0	Ограничение предварения (нижнее)
29	COR_VAL	Вещественное	0	Вход звена коррекции регулируемого параметра регулятора
30	COR_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиления сигнала коррекции
31	COR_H	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (верхнее)
32	COR_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (нижнее)
33	FB	Вещественное	0	Не используется
Выходы				
01	dMAN	0 / 1		Состояние регулятора (0-авт, 1-руч)
02	dLOC	0 / 1		Используемая заданная точка (0-внеш, 1-внутр.)
03	dMAX	0 / 1		Выход сигнализации превышения регулируемым параметром уставки DEV_MAX
04	dMIN	0 / 1		Выход сигнализации превышения регулируемым параметром уставки DEV_MIN
05	dOUT_H	0 / 1		Выход регулятора ограничен по верхн. значению
06	dOUT_L	0 / 1		Выход регулятора ограничен по нижн. значению
07	OUT	Вещественное		Аналоговый выход регулятора
08	DELTA	Вещественное		Рассогласование регулятора в % входного параметра

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



а) б)

а – параллельная структура ПИД-регулятора; б – смешанная структура ПИД-регулятора.
Рисунок 8.60.2 – Структуры ПИД-регулятора

Согласно рисунка 8.60.2, для параллельной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \quad (8.60.3)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{Kp}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \quad (8.60.4)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *11 Kp*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *09 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *10 TD*).

Суммарно: при использовании смешанной структуры регулятора, в сравнении с параллельной, влияние интегральной составляющей T_i увеличивается в K_p раз.

Формулы (8.60.3) и (8.60.4) соответствуют передаточным функциям аналоговых ПИД-регуляторов. В регуляторах контроллера МИК-51 используются приближенные формулы расчета передаточных функций в связи с тем, что МИК-51 является цифровым устройством. Соответственно, расчет интегральной и дифференциальной составляющих выполняется числовыми методами (с высокой точностью) с поправкой на дискретизацию во времени значения рассогласования. Таким образом, передаточная функция ПИД-регулятора для параллельной структуры имеет вид (8.60.5):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{1}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \quad (8.60.5)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид (8.60.6):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{K_p}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \quad (8.60.6)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *11 Kp*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *09 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *10 TD*).

E_i – разность между заданием регулятора и текущим значением Ti контролируемой величины;

ΔE_i - разность между двумя соседними значениями E_i и E_{i-1};

Δt - время между двумя соседними измерениями T_i и T_{i-1};

$\sum_{i=0}^{n} E_i$ -накопленная интегральная сумма рассогласований.

Параметр *04 nTYPE* отвечает за тип ПИД-регулятора (0 – по умолчанию).

Параметр *05 nQNT_SP* отвечает за количество используемых заданий:
1 – внутренняя заданная точка;
2 – внутренняя / внешняя заданная точка.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

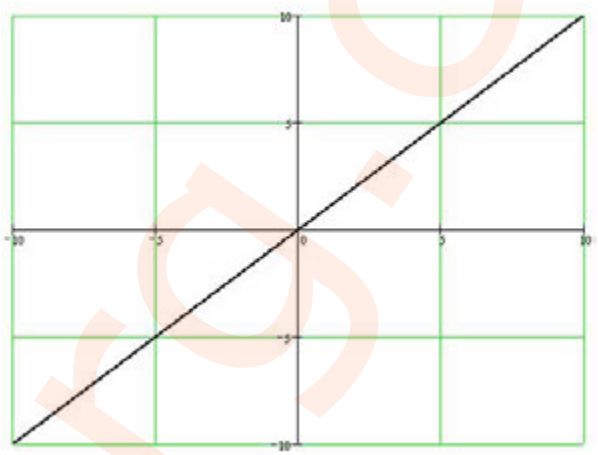
При выборе *05 nQNT_SP = 1*, контроллер будет работать только в двух режимах: *ручной режим* – управление выходом вручную с передней панели контроллера клавишами “больше”-“меньше” или с верхнего уровня (ПК) и *локальный режим* – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием.

При *05 nQNT_SP = 2* регулятор может работать еще в третьем режиме – КАСКАДНОМ.

Параметром *06 nConv* выбирается один из шести типов математического преобразования:

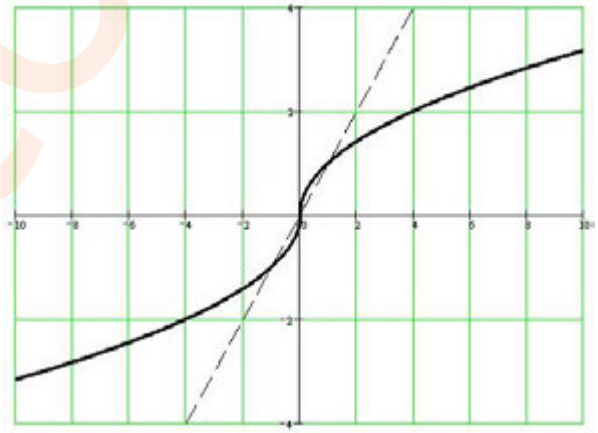
1. $E_{ВЫХ} = E$; (значение *06 nConv* = 0)
2. $E_{ВЫХ} = \sqrt{|E|}$; (значение *06 nConv* = 1)
3. $E_{ВЫХ} = \log E$; (значение *06 nConv* = 2)
4. $E_{ВЫХ} = e^{E}$; (значение *06 nConv* = 3)
5. $E_{ВЫХ} = E^{2}$; (значение *06 nConv* = 4)
6. $E_{ВЫХ} = \frac{1}{E}$. (значение *06 nConv* = 5)

При выборе параметра *06 nConv = 0* ($E_{ВЫХ} = E$) сигнал рассогласования проходит через этот блок без изменения (рисунок 8.60.3). Если выбран параметр *06 nConv = 1*, то на выходе блока получим сигнал, представленный на рисунке 8.60.4. В этом случае, при малом рассогласовании, выходной сигнал рассогласования будет больше, чем входной. Таким образом, регулятор будет быстрее реагировать при малых значениях рассогласования. Но при больших значениях рассогласования выходной сигнал рассогласования будет значительно меньше входного, поэтому регулятор будет медленнее реагировать, чем при линейном преобразовании. Обратный закон будет для *06 nConv = 4*. При малом рассогласовании выходной сигнал блока «тип преобразования» будет меньше от входного сигнала, потому регулятор будет медленнее регулировать. Если значение рассогласования будет больше, к примеру, на 1% от диапазона измерения, то выходной параметр будет значительно больше входного, потому регулирование будет происходить быстрее, чем при линейном преобразовании.



$E_{ВЫХ} = E$

Рисунок 8.60.3 – График обработки сигнала рассогласования



——— - $E_{ВЫХ} = \sqrt{|E|}$, – – – – – - $E_{ВЫХ} = E$ (показано для сравнения с функцией $E_{ВЫХ} = \sqrt{|E|}$)

Рисунок 8.60.4 – График обработки сигнала рассогласования

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *07 dTRK* отвечает за установку на выходе регулятора безопасного воздействия. В случае возможных аварийных или нештатных ситуаций, команда *07 dTRK = 1* позволяет перевести регулятор в режим СЛЕДЯЩЕГО управления (СУ). При этом на выходе регулятора устанавливается заданное в параметре *21 TRK.V* безопасное положение или отслеживается значение данного параметра, если он запрограммирован как «связанный» (см. описание на Программный пакет редактор FBD-программ АЛЬФА).

Параметр *08 nMode* отвечает за управление режимами работы регулятора с передней панели или по сети:

1. *08 nMode = 0* – РУЧНОЙ режим;
2. *08 nMode = 1* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (ЛОКАЛЬНОЕ управление – ЛУ);
3. *08 nMode = 2* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (КАСКАДНОЕ управление – КУ).

После программирования контроллер находится в том режиме, который указан в параметре *08 nMode*. Переключение между режимами работы описано в разделе 6.2.3 руководства ПРМК.421457.005 РЭ1. Также режимы работы можно переключать внешними сигналами, сделав параметр *08 nMode* «связанным». Тогда на вход *прм(08)* подается сигнал с внешних дискретных входов (DIN(06)) или другой сигнал, используемый в программе пользователя.

Параметр *09 TI* отвечает за время интегрирования регулятора.

Параметр *10 TD* отвечает за время дифференцирования регулятора.

Параметр *11 Kp* отвечает за коэффициент усиления регулятора.

Параметр *12 SP* отвечает за задание регулятору.

Параметр *13 SP.ext* отвечает за использования внешнего задания регулятора. При использовании внешнего задания параметр *13 SP.ext* нужно сделать «связанным». При этом в блоке появится вход с названием *прм(13),* на который подается сигнал внешнего задания. Внешним заданием может быть сигнал с аналогового входа контроллера (блока AIN(05)), программного задатчика (TM_PRG(57)) или любой другой аналоговый сигнал, используемый в программе пользователя.

В параметр *14 OUT* записывают предустановленное значение аналогового выхода регулятора. С этого значения начнет изменятся выход регулятора при переходе с ручного режима в автоматический. Также данный параметр используется для управления выходом регулятора с верхнего уровня (например, со SCADA-системы).

Параметр *15 PV.rng* – диапазон изменения регулируемого параметра. Параметр отвечает за масштабирование сигнала по шкале 0 – 100% относительно диапазона входного сигнала.

В большинстве случаев, параметр *15 PV.rng* задается равным диапазону измерения датчика. Например, для измерения температуры термометром сопротивления ТСМ 50М с предельными границами измерения -50,0 ºС... +200,0 ºС, диапазон измерения будет равен 250 ºС, то есть *15 PV.rng = 250*. Для такого диапазона входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС рассогласование будет составлять E = 10 ºС, что соответствует 4% от диапазона измерения. В некоторых случаях, когда диапазон измерения датчика большой, а диапазон регулирования значительно меньше, диапазон входного сигнала можно задавать меньше чем диапазон измерения датчика. Для приведенного выше примера, если диапазон регулирования температуры составляет 20…120 ºС, то диапазон измерения будет равен 100 ºС, (*15 PV.rng = 100)*. При таком диапазоне входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС, рассогласование будет составлять те же E = 10 ºС, но в процентном отношении это будет равно 10%. Таким образом, уменьшив диапазон входного сигнала, можно добиться лучшей чувствительности регулятора.

При уменьшении параметра *15 PV.rng* следует учесть, что при этом увеличивается чувствительность к колебаниям входного сигнала, которая может возникать от внешних воздействий и негативно отражаться на качестве регулирования, особенно при использовании дифференциальной составляющей или большого коэффициента усиления.

Параметр *16 SP.h* отвечает за верхнее ограничение задания регулятора.

Параметр *17 SP.l* отвечает за нижнее ограничение задания регулятора.

При введении внутреннего задания с передней панели, изменение ниже параметра *16 SP.h* и *17 SP_l* заблокировано. Если при изменении внешнего задания параметр, значение которого поступает на вход *прм(13)*, больше (меньше) от значения, заданного в параметре *16 SP.h (17 SP.l)*, то на сумматор поступает значение, равное значению *16 SP.h (17 SP.l)*. Диаграмма ограничения задания представлена на рисунке 8.60.5.

Если параметр *16 SP.h* равный параметру *17 SP.l*, то задание будет неизменным и равным *SP = 16 SP.h = 17 SP.l.*

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

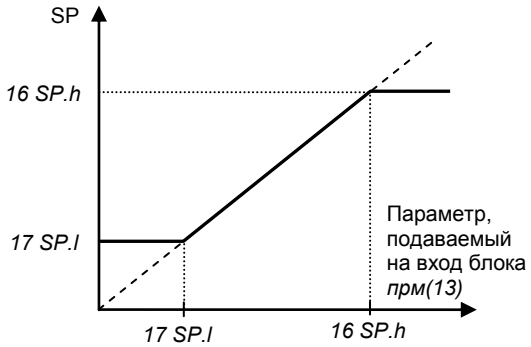


Рисунок 8.60.5 – Диаграмма ограничения внешнего задания

Параметр *18 SP.r* отвечает за скорость изменения задания (тех.единиц на минуту). В зависимости от значения параметра *18 SP.r*, есть два режимы балансировки:

1. *18 SP.r* = 0 – статическая балансировка,
2. *18 SP.r* ≠ 0 – динамическая балансировка.

Функциональная схема работы балансировок показана на рисунке 8.60.6.



а)

статическая балансировка



б) динамическая балансировка

Рисунок 8.60.6 – Функциональная схема балансировок ПИД-регулятора блока PID(60)

Примечание. На схеме условно показано положение переключателей для ручного режима работы регулятора.

При использовании динамической балансировки в каскадном режиме управления (с внешним заданием) нужно учитывать, что изменение внешнего задания будет ограничено параметрами *16 SP.h* и *17 SP.l*, а скорость его изменения - параметром *18 SP.r.* На рисунке 8.60.7 штриховой линей показано изменение внешнего задания, подаваемого на вход *прм(13)*, а сплошной линей – реальное изменение задающего воздействия регулятора. На отрезке АБ скорость изменения внешнего задающего воздействия меньше скорости изменения задания, указанной в параметре *18 SP.r*, потому задание равно внешнему задающему воздействию. На отрезке БВ внешнее задающее воздействие изменяется с большей скоростью, чем скорость изменения задания. На данном графике скорость изменения задающего воздействия представлена углом наклона отрезка $tg(\beta) = \frac{\Delta прм(13)}{\Delta t}$, а скорость изменения задания $tg(\alpha) = \frac{\Delta SP}{\Delta t} = 18\,SP.r$. Следовательно, при $tg(\beta) > tg(\alpha)$ задание регулятору будет ограничиваться скоростью изменения задания, и изменятся - по отрезку БГ, а не БВ-ВГ. Аналогичным будет и ограничение скорости при уменьшении внешнего задания.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

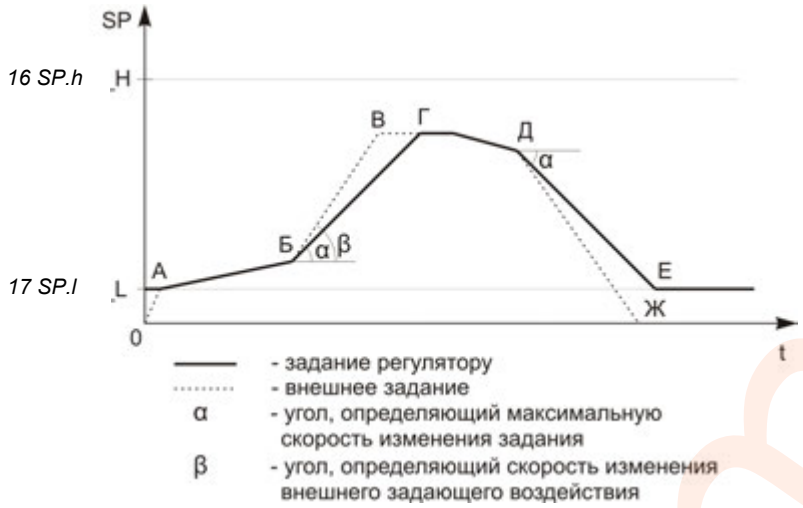


Рисунок 8.60.7 – Диаграмма ограничения скорости внешнего задания

Таблица 8.60.2 - Функции режимов балансировок аналогового ПИД-регулятора блока PID(60)

	Статическая балансировка	Динамическая балансировка
Изменение внутренней заданной точки (с передней панели или по интерфейсу)	Внутреннее задание скачкообразно принимает значение нового задания SP_{OLD} ⌐ SP_{NEW}	Внутреннее задание начинает изменятся от значения старого задания до значения введенного нового задания со скоростью изменения задания *18 SP.r* SP_{OLD} → SP_{NEW}
Переключение режима работы **РУ → ЛУ**	При переключении задание принимает значение измеряемого параметра **SP= PV**	Задание начинает изменятся от значения измеряемого параметра до значения внутреннего задания со скоростью изменения задания *18 SP.r* **PV → SP**
Переключение режима работы **ЛУ → РУ**	Задание скачкообразно принимает значение измеряемого параметра **SP ⌐ PV**	Задание не изменяется **SP**
Переключение режима работы **ЛУ → КУ**	Значение задания скачкообразно изменяется с внутреннего на внешнее $SP_{ВНУТР}$ ⌐ $SP_{ВНЕШ}$	Задание начинает изменятся от значения внутреннего значения до внешнего со скоростью изменения задания *18 SP.r* $SP_{ВНУТР}$ → $SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → ЛУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → РУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$

Параметр *19 OUT.h* отвечает за верхнее ограничение выхода регулятора.

Параметр *20 OUT.I* отвечает за нижнее ограничение выхода регулятора.

Параметр *21 TRK.V* отвечает за значение безопасного воздействия (работает только совместно с параметром *07 dTRK*). Данный параметр можно сделать «связанным», используя для разных ситуаций разное значение безопасного воздействия.

Если регулятор переведен в режим СУ (параметр *07 dTRK* = 1), то блок установки безопасного значения управляющего воздействия отключит регулирующий сигнал ПИД-регулятора, а на выходе устанавливает воздействие, заданное пользователем в параметре *21 TRK.V*.

Параметр *22 PV.max* отвечает за верхнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если параметр равен уставке MAX или превышает ее (PV≥SP+PV.max), то срабатывает сигнализация MAX. Соответственно, на передней панели начнет светиться светодиод ▲, а на выходе *03 dMAX* блока PID(60) установится логическая единица.

Параметр *23 PV.min* отвечает за нижнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если же параметр равен или меньше уставки MIN (PV≤SP-PV.min), то сработает сигнализация MIN. На передней панели будет светиться светодиод ▼, а на выходе *04 dMIN* блока PID(60) установится логическая единица.

Параметр *24 PV.hys* отвечает за гистерезис сигнализации параметра.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *25 FF.V* отвечает за предварение управляющего воздействия регулятора. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *25 FF.V* нужно сделать «связанным».

Параметр *26 FF.G* отвечает за коэффициент усиления значения предварения регулятора. Сигнал с входа параметра *25 FF.V* усиливается (ослабляется) этим коэффициентом.

Параметр *27 FF.h* отвечает за верхнее ограничение предварения регулятора.

Параметр *28 FF.I* отвечает за нижнее ограничение предварения регулятора.

Верхнее и нижнее ограничение предварения выставляются исходя с соображений безопасности. Сначала коэффициент усиления предварения K_{FF} устанавливается равный нулю. Тогда настраивается ПИД-регулятор без предварения. Когда подобраны коэффициенты $K_р$, $T_и$ и $T_д$, необходимо начать увеличивать коэффициент K_{FF} до тех пор, пока в системе не возникнут затухающие колебания при $K_{FFкр}$. Коэффициент усиления сигнала предварения вычисляется так (8.60.7):

$$K_{FF} = 0{,}7 \cdot K_{FFкр}\ , \qquad (8.60.7)$$

где: K_{FF} - коэффициент усиления предварения;

$K_{FFкр}$ - критический коэффициент усиления предварения, при котором в системе возникают затухающие колебания.

Параметр *29 COR.V* отвечает за коррекцию сигнала рассогласования регулятора. Параметр делается «связанным» и, соответственно, в блоке появится вход *прм(29)*. На этот вход подается сигнал коррекции с блока COR_ST(93) или COR_D(94), который представляет собой функцию рассогласования между параметром коррекции и точкой коррекции (8.60.8):

$$VAL_{COR} = F(PV2_{COR} - SP_{COR}), \qquad (8.60.8)$$

где: VAL_{COR} - значение сигнала коррекции (в %), подаваемое на вход *прм(29)* блока PID(60);

$PV2_{COR}$ - значение параметра коррекции;

SP_{COR} - значение точки коррекции. Для блока COR_ST(93) это значение постоянное и задается пользователем, а для блока COR_D(94) – динамическое, изменяется при каждом переключении с режима РУ в режим ЛУ, и принимает значение параметра коррекции в момент переключения $SP_{COR} = PV2_{COR}$;

$F(PV2_{COR} - SP_{COR})$ - функция преобразования рассогласования $PV2_{COR} - SP_{COR}$, которая задается в блоках COR_ST(93) и COR_D(94).

Параметр *30 COR.G* отвечает за коэффициент усиления сигнала коррекции. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Параметр *31 COR.h* отвечает за верхнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *32 COR.I* отвечает за нижнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *33 FB* – служебный. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначения данного параметра, использовать его в программах пользователя не рекомендуется.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Принцип работы функционального блока

Функциональная схема аналогового ПИД-регулятора представлена на рисунке 8.60.8.

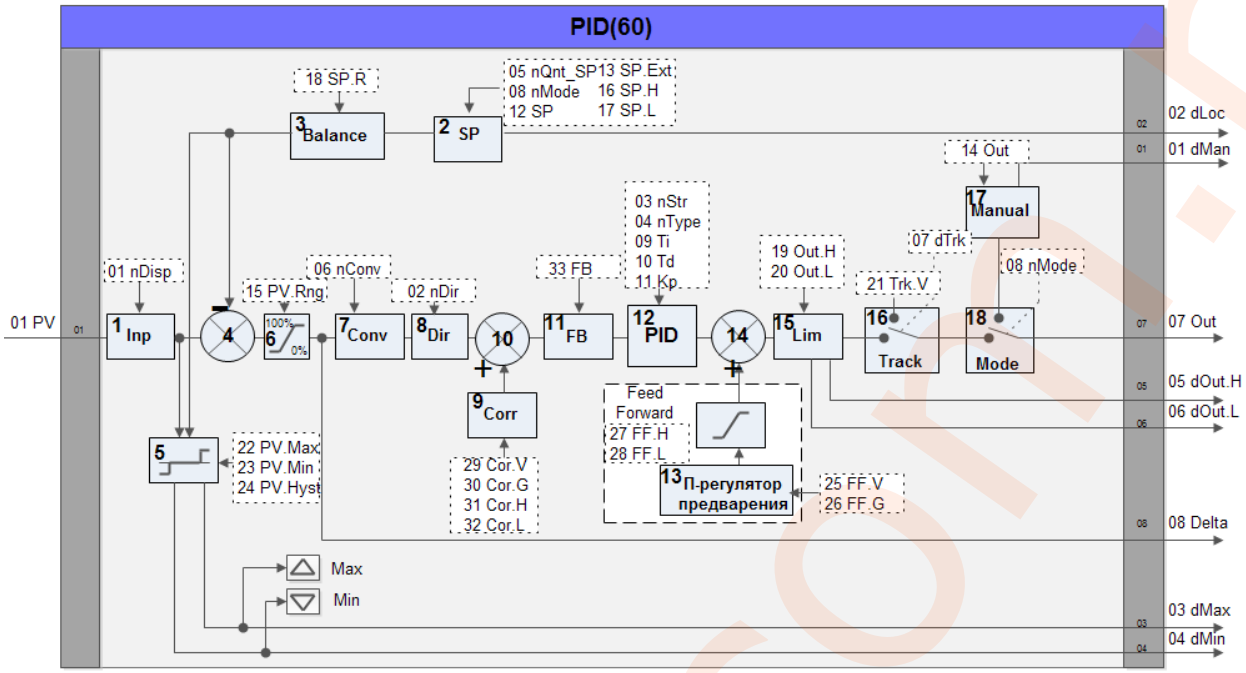


Рисунок 8.60.8 - Функциональная схема аналогового ПИД-регулятора

Значение регулируемого параметра поступает на вход *01 PV* блока и индицируется на дисплее ПАРАМЕТР. В параметре *01 nDISP* задается номер дисплея регулятора. Значение *01 nDISP = 0* делает регулятор невидимым с передней панели.

Регулируемый параметр поступает на узел ***СИГНАЛИЗАЦИЯ (5)***, где определяется отклонение регулируемого параметра от заданной точки (девиационная сигнализация). Данный узел формирует дискретные сигналы dMIN и dMAX, которые поступают на выходы 04 и 03 блока PID(60). Кроме того, данные сигналы напрямую «привязаны» к соответствующим сигнальным светодиодам на передней панели контроллера возле индикатора ПАРАМЕТР.

Следующим узлом в цепи обработки регулируемого параметра является ***СУММАТОР (4)***, причем, значение регулируемого параметра поступает на него со знаком “+”.

Узел формирования задания состоит из нескольких блоков. Заданное значение регулируемого параметра (узел ***SP (2)***) ограничено по максимуму и минимуму параметрами *16 SP.h* и *17 SP.l*. Значение заданной точки регулятора находится в параметре *12 SP*, который, при необходимости, можно сделать «связанным». При использовании внешней заданной точки (параметр *05 nQNT_SP* = 2), ее значение необходимо записывать в параметр *13 SP.ext* (также сделав его «связанным»). Параметр *18 SP.r* определяет скорость изменения задания (в тех. единицах на минуту).

Узел ***BALANCE (3)*** отвечает за безударное (плавное) переключение или изменение заданной точки. Сигнал с узла ***BALANCE (3)*** поступает на ***СУММАТОР (4)*** со знаком “-”.

На выходе сумматора формируется сигнал рассогласования между регулируемым параметром и заданием в технологических единицах: $E_{тех.ед.}$=*PV-SP*. Этот сигнал масштабируется по шкале 0 – 100% (узел ***МАСШТАБИРОВАНИЕ (6)***) относительно диапазона изменения PV, задаваемого в параметре *15 PV.rng*. Нормированный сигнал рассогласования можно использовать в программе пользователя – он подается на выход *08 delta* блока PID(60).

Нормированный сигнал рассогласования после узла ***МАСШТАБИРОВАНИЕ (6)*** поступает на узел ***CONV (7)*** математического преобразования.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Следующий узел - ***DIR (8)*** - определяет направление действия регулятора (выбирается параметром *02 nDIR)*. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$.

При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$.

Также есть возможность использования коррекции (узел ***CORR (9)***) управляемого сигнала по дополнительному параметру. Сигнал рассогласования E_{PV} после блока ***DIR (8)*** суммируется со значением коррекции (8.60.9):

$$E = E_{PV} + (COR.G \cdot VAL_{COR})_{COR.l}^{COR.h} \qquad (8.60.9)$$

С формулы видно, что влияние на рассогласование, а соответственно и на регулирование, зависит от коэффициента усиления *30 COR.G*. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Далее сигнал проходит через узел ***FB (11)***, который является служебным. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначения данного узла, использовать его в программах пользователя не рекомендуется. По умолчанию данный узел заблокирован (параметр *33 FB* = 0) и никак не влияет на сигнал рассогласования.

Следующим шагом сигнал рассогласования попадает на блок ПИД-регулирования ***PID (12)***. ПИД-регулятор построен таким образом, что в процессе работы в каждый момент времени t на выходе регулятора будет формироваться воздействие Y(t) в зависимости от входного сигнала регулятора E(t) (рассогласования между входным параметром PV и заданием регулятора SP).

Зависимость между входным сигналом регулятора E(t) и выходным Y(t) определяет передаточная функция регулятора. Алгоритм преобразования содержит три составляющие регулятора: пропорциональная (П-составляющая), интегральная (И-составляющая) и дифференциальная (Д-составляющая).

С выхода блока сигнал поступает на ***СУММАТОР (14)***. К сумматору также подходит сигнал предварения узла ***FEED FORWARD (13)***. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *25 FF.V* нужно сделать «связанным». Сигнал с этого входа усиливается/ослабляется коэффициентом усиления предварения K_{FF}, заданным в параметре *26 FF.G*, ограничивается уставками, заданными в параметрах *27 FF.h* и *28 FF.l* и подается на сумматор. Другими словами, выходной сигнал с ПИД-регулятора суммируется с выходным сигналом П-регулятора канала предварения (рисунок 8.60.9).

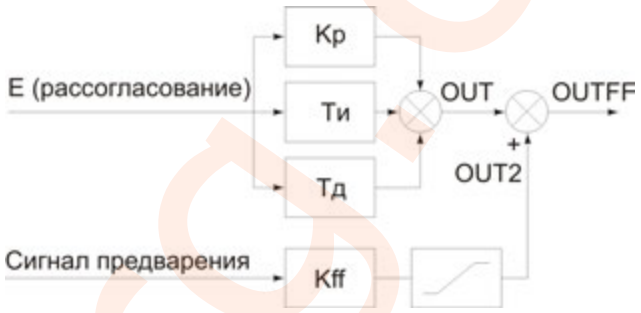


Рисунок 8.60.9 – Функциональная схема формирования выхода ПИД-регулятора с предварением

В дальнейшем сигнал поступает на узел ограничения ***LIM (15)*** согласно параметров *19 OUT.h* и *20 OUT.l* с сигнализацией достижения значений ограничений на дискретных выходах *05 dOUT.h* и *06 dOUT.l*.

Далее регулирующий сигнал проходит через блок установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия ***TRACK (16)***. Если команда на установку безопасного положения отсутствует, то регулирующий сигнал проходит через этот блок без изменений. Сигнал команды на установку безопасного положения заводится на вход *прм(07)*, для чего параметр *07 dTRK* нужно сделать «связанным».

Потом сигнал проходит через блок выбора режима роботы регулятора ***MODE (18)*** (РУЧНОЙ / АВТОМАТ). Выбор режима работы осуществляется с передней панели контроллера или задается в параметре *08 nMODE*. В автоматическом режиме работы регулирующий сигнал ПИД-регулятора направляется на выход *07 OUT*, а в ручном режиме - управление осуществляется с передней панели прибора или по интерфейсу. Если управление осуществляется по интерфейсу, то значение перемещения ИМ записывается в параметр *14 OUT*.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Пример применения

Допустим, есть абстрактный технологический процесс. Воду в емкости необходимо нагреть и поддерживать при определенной температуре. Для нагрева воды используется газовая горелка, находящаяся под емкостью. Интенсивность горения регулируется клапаном подачи газа. На рисунке 8.60.10 показано, как это может быть организовано при помощи аналогового ПИД-регулирования.

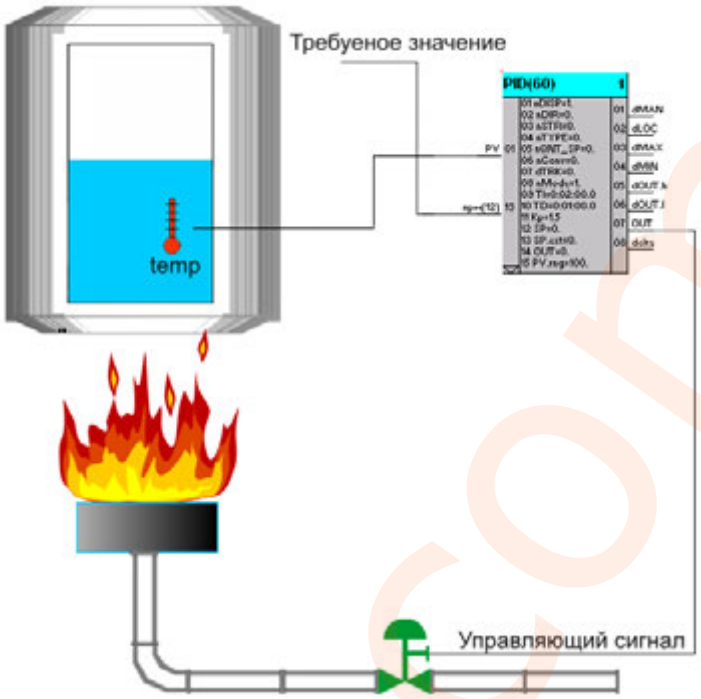


Рисунок 8.60.10 - Применение аналогового ПИД-регулятора

На рисунке 8.60.11 изображена реализация примера на основе функционального блока PID(60) контролера МИК-51. Значения свойств блоков данной программы приведены на рисунках 8.60.12 – 8.60.15. FBD-файл примера программы доступен для скачивания с официального сайта предприятия МИКРОЛ (Analog_PID.zip).

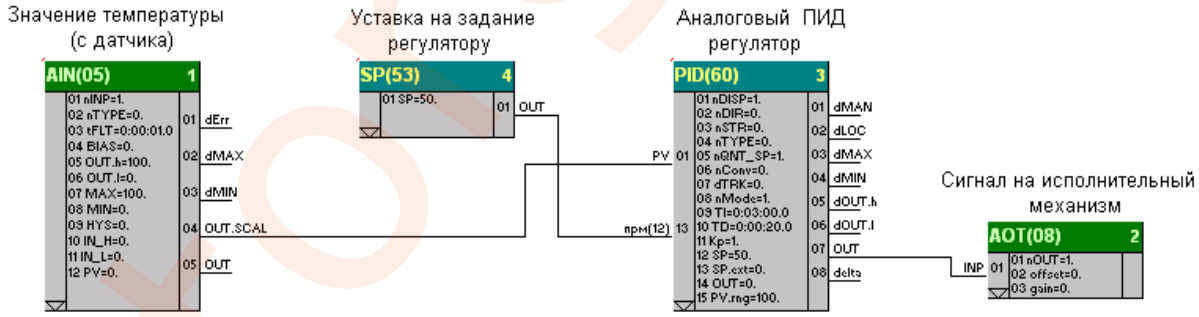


Рисунок 8.60.11 – Реализация примера в редакторе АЛЬФА

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

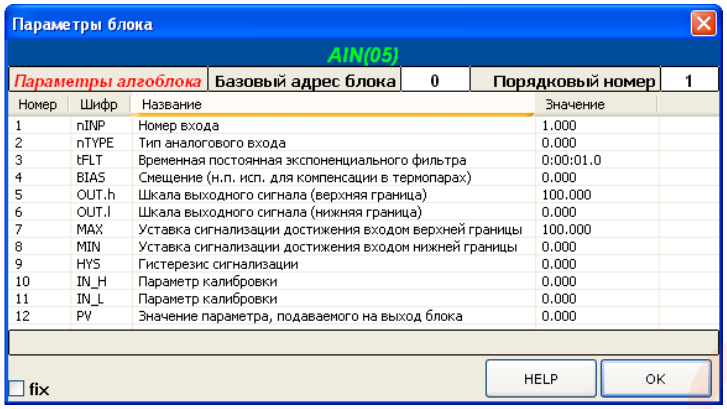


Рисунок 8.60.12 – Параметры блока AIN(05)

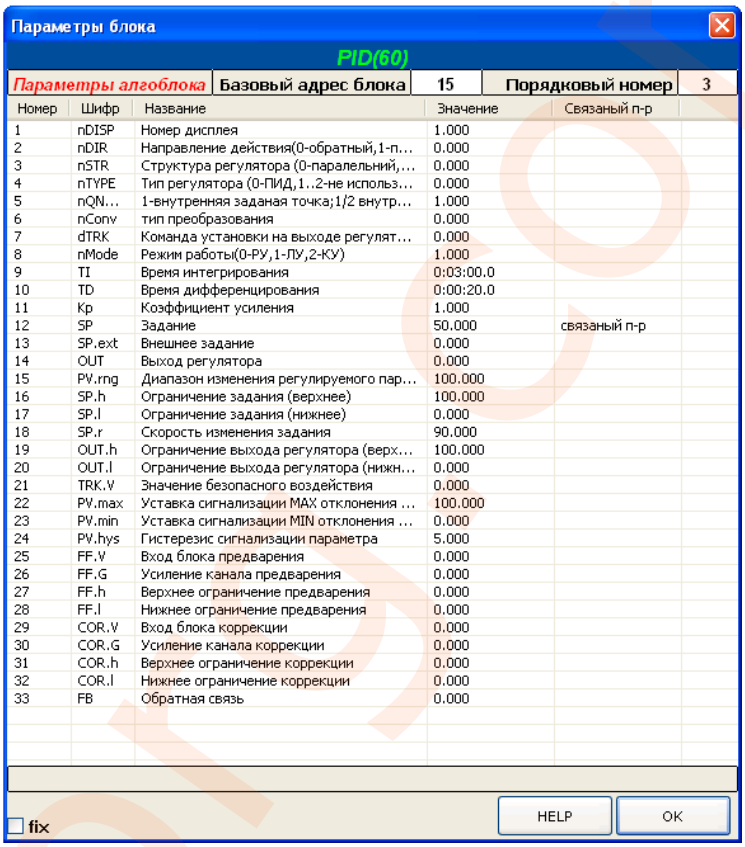


Рисунок 8.60.13 - Параметры блока PID(60)

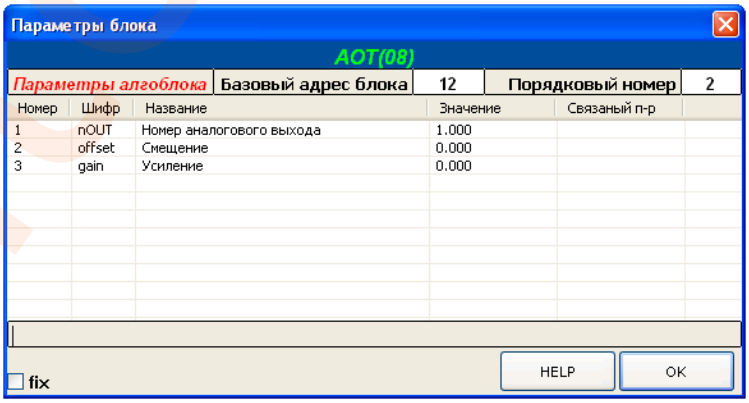


Рисунок 8.60.14 - Параметры блока AOT(08)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

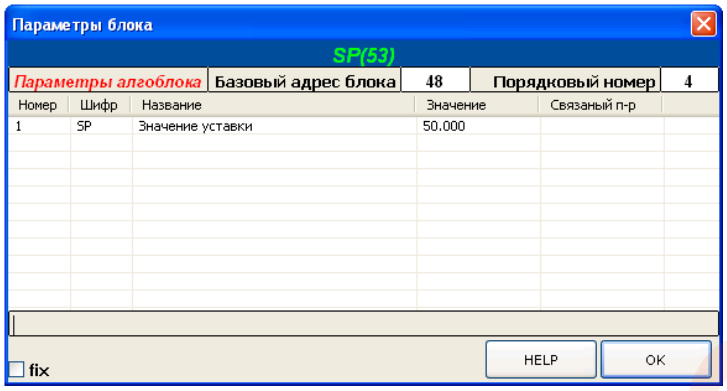


Рисунок 8.60.15 - Параметры блока SP(53)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_60.fbx)
Постановка задачи: Необходимо организовать ПИД-аналоговое регулирование.
Решение:

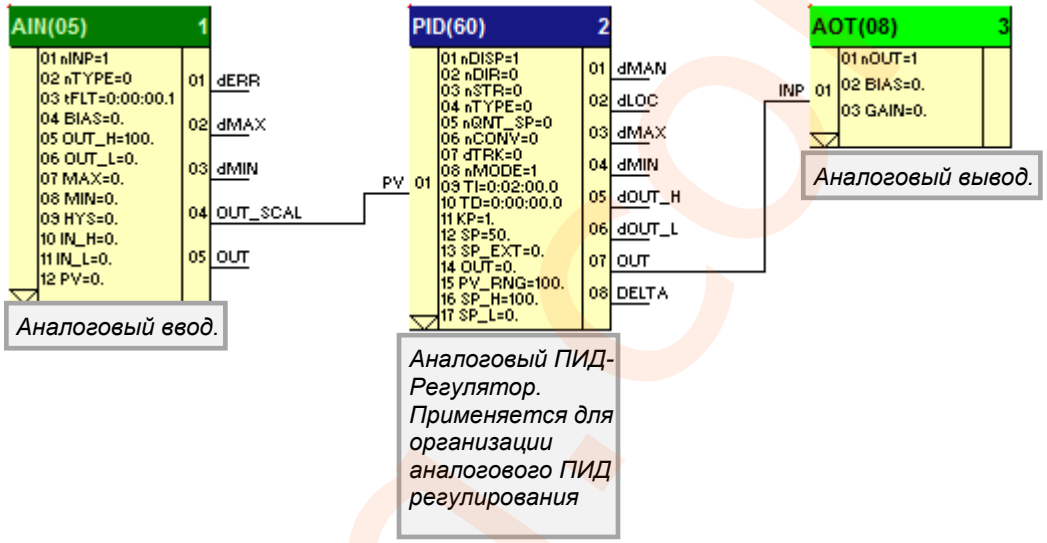


Рисунок 8.60.16 - Пример использования блока PID(60)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8.61 PID_CAS(61) - Регулятор аналоговый каскадный

Назначение

Функциональный блок (рисунок 8.61.1) предназначен для построения контуров каскадного ПИД-регулирования с использованием аналоговых исполнительных механизмов.

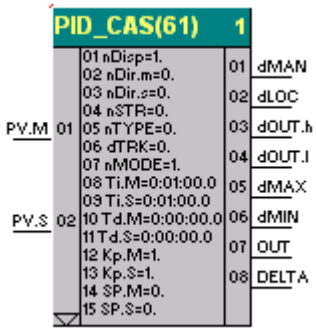


Рисунок 8.61.1 - Функциональный блок PID_CAS(61)

Функциональный блок PID_CAS(61) выполняет функции настраиваемого каскадного ПИД-регулятора с дополнительными возможностями, такими как:

1. Формирование на выходе регулятора безопасного воздействия по внешней команде;
2. 4 режима работы:
   - ручной – управление исполнительным механизмом с передней панели;
   - локальный – одноконтурный ПИД-регулятор с внутренним заданием;
   - каскадный – каскадный аналоговый ПИД-регулятор;
   - следящий – остановка регулятора с автоматическим слежением за значением выхода блока для последующего безударного перехода в другой режим работы;
3. Функция предварения управляющего воздействия регулятора;
4. Функция коррекции сигнала рассогласования регулятора.

Блок осуществляет ПИД-алгоритм обработки входного сигнала. Компоненты П-, И- и Д-, предназначенные для обработки входного сигнала, могут быть активизированы или выключены в индивидуальном порядке. Это позволяет конфигурировать П-, ПИ-, ПД- и ПИД- регуляторы.

Блок PID_CAS(61) позволяет заменить собой два функциональных блока аналоговых ПИД-регуляторов, включенных в каскадном режиме. По структуре каскадный аналоговый ПИД-регулятор состоит из двух регуляторов: ведущего (MASTER) и ведомого (SLAVE). Выход MASTER-регулятора является заданием для SLAVE-регулятора.

Параметры функционального блока

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 8.61.1.

Таблица 8.61.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	PV-M	Вещественное		Вход главного (ведущего) регулятора
02	PV-S	Вещественное		Вход ведомого регулятора
Параметры				
01	nDISP	1-9	1	Номер дисплея
02	nDIR_M	0 / 1	0	Направление действия ведущего регулятора (0-обратный, 1-прямой)
03	nDIR_S	0 / 1	0	Направление действия ведомого регулятора (0-обратный, 1-прямой)
04	nSTR	0 / 1	0	Структура регулятора (0-паралельный, 1-смешаный)
05	nTYPE	0 / 2	0	Тип регулятора (0 – ПИД; 1,2 – не исп.)
06	dTRK	0 / 1	0	Команда установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (параметр 38 TRK_VAL)
07	nMODE	0, 1, 2	0	Режим работы (0-РУ, 1-ЛУ, 2-КУ)
08	Ti_M	Время	0:00:02:0	Время интегрирования регулятора

Продолжение таблицы 8.61.1

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

09	Ti_S	Время	0:00:04:0	Время интегрирования регулятора
10	Td_M	Время	0:00:00:0	Время дифференцирования регулятора
11	Td_S	Время	0:00:00:0	Время дифференцирования регулятора
12	Kp_M	Вещественное	1	Коэффициент усиления регулятора
13	Kp_S	Вещественное	1	Коэффициент усиления регулятора
14	SP_M	Вещественное	0	Задание ведущего регулятора
15	SP_S	Вещественное	0	Задание ведомого регулятора
16	OUT	Вещественное	0	Выход регулятора 0–100%
17	PV_M_RANGE	Вещественное	100	Диапазон изменения регулируемого параметра
18	SP_M_H	Вещественное	100	Ограничение задания (верхнее)
19	SP_M_L	Вещественное	0	Ограничение задания (нижнее)
20	SP_M_RATE	Вещественное	100	Скорость изменения задания
21	MAX	Вещественное	0	Уставка сигнализации
22	MIN	Вещественное	0	Уставка сигнализации
23	HYS	Вещественное	0	Гистерезис сигнализации
24	FF_M_VAL	Вещественное	0	Предварение управляющего воздействия регулятора
25	FF_M_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиление предварения
26	FF_M_H	Вещественное	0	Ограничение предварения (верхнее)
27	FF_M_L	Вещественное	0	Ограничение предварения (нижнее)
28	COR_M_VAL	Вещественное	0	Вход звена коррекции регулируемого параметра ведущего регулятора
29	COR_M_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиления сигнала коррекции
30	COR_M_H	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (верхнее)
31	COR_M_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (нижнее)
32	FB_M	Вещественное	0	Сигнал обратной связи
33	PV_S_RANGE	Вещественное	100	Диапазон изменения регулируемого параметра
34	SP_S_H	Вещественное	100	Ограничение задания
35	SP_S_L	Вещественное	0	Ограничение задания
36	OUT_H	Вещественное	100	Ограничение выхода регулятора
37	OUT_L	Вещественное	0	Ограничение выхода регулятора
38	TRK_VAL	Вещественное	0	Значение безопасного положения 0–100%
39	FF_S_VAL	Вещественное	0	Предварение управляющего воздействия регулятора
40	FF_S_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиление предварения
41	FF_S_H	Вещественное	0	Ограничение предварения (верхнее)
42	FF_S_L	Вещественное	0	Ограничение предварения (нижнее)
43	COR_S_VAL	Вещественное	0	Вход звена коррекции регулируемого параметра ведомого регулятора
44	COR_S_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиления сигнала коррекции
45	COR_S_H	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (верхнее)
46	COR_S_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (нижнее)
47	FB_S	Вещественное	0	Сигнал обратной связи
Выходы				
01	dMAN	0 / 1		Состояние регулятора: 0-не руч, 1-руч(РУ)
02	dLOC	0 / 1		Используемая заданная точка: 0-не внутр, 1-внутр(ЛУ)
03	dOUT_H	0 / 1		Выход регулятора ограничен по верхн. значению
04	dOUT_L	0 / 1		Выход регулятора ограничен по нижн. значению
05	dMAX	0 / 1		Выход сигнализации превышения регулируемым параметром уставки PV_MAX
06	dMIN	0 / 1		Выход сигнализации превышения регулируемым параметром уставки PV_MIN
07	OUT	Вещественное		Аналоговый выход регулятора 0–100%
08	DELTA	Вещественное		Рассогласование регулятора

Параметр *01 nDisp* задает номер дисплея регулятора. Максимальное количество используемых в программе контроллера регуляторов (ПИД - аналоговых, ПИД - импульсных, ПИД - каскадных а также дельта-регуляторов) – 9. Каждый регулятор должен иметь свой уникальный номер, по которому будет производится идентификация регуляторов на передней панели контроллера (дисплей №).

Параметр *02 nDir.m* определяет направление действия MASTER-регулятора.

Параметр *03 nDir.s* определяет направление действия SLAVE-регулятора.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

При обратном действии регулятора (*nDIR = 0*) рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$. Выход соответствующего регулятора (MASTER или SLAVE) будет увеличиваться, если регулируемый параметр будет меньше задания, и наоборот, уменьшаться, если регулируемый параметр будет больше задания (8.61.1):

$$nDIR = 0: \begin{array}{l} PV < SP \Rightarrow OUT \uparrow \\ PV > SP \Rightarrow OUT \downarrow \end{array}. \qquad (8.61.1)$$

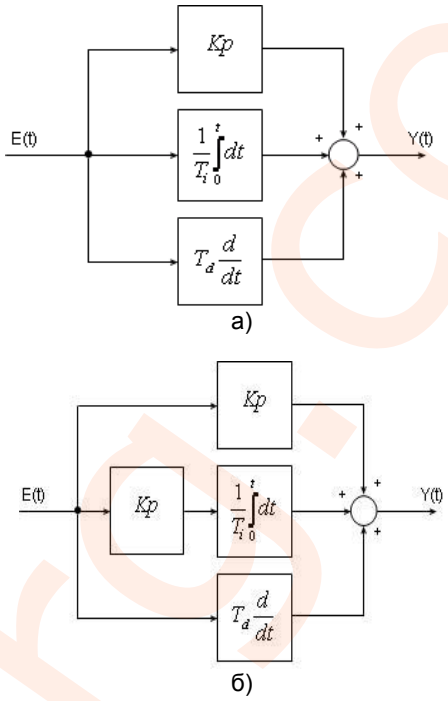
При прямом действии регулятора (*nDIR=1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$. Выход регулятора будет увеличиваться, если регулируемый параметр будет больше задания, и наоборот, уменьшаться, если регулируемый параметр будет меньше задания (8.61.2):

$$nDIR = 1: \begin{array}{l} PV > SP \Rightarrow OUT \uparrow \\ PV < SP \Rightarrow OUT \downarrow \end{array} \qquad (8.61.2)$$

Параметр *04 nSTR* определяет структуру обоих регуляторов (и MASTER, и SLAVE):

1. *04 nSTR* = 0 – параллельная;
2. *04 nSTR = 1* – смешанная.

Алгоритмические схемы узла ПИД-регулятора в случае параллельной и смешанной структуры показаны на рисунке 8.61.2.



а – параллельная структура ПИД-регулятора; б – смешанная структура ПИД-регулятора.
Рисунок 8.61.2 – Структуры узла ПИД-регулятора

Согласно рисунка 8.61.2, для параллельной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \qquad (8.61.3)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{Kp}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \qquad (8.61.4)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *12 Kp.M для MASTER* и параметр *13 Kp.S* для *SLAVE*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *08 Ti.M для MASTER* и параметр *09 Ti.S* для *SLAVE*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *10 Td.M для MASTER* и параметр *11 Td.S* для *SLAVE*).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Суммарно: при использовании смешанной структуры регулятора, в сравнении с параллельной, влияние интегральной составляющей T_i увеличивается в K_p раз.

Формулы (8.61.3) и (8.61.4) соответствуют передаточным функциям аналоговых ПИД-регуляторов. В регуляторах контроллера МИК-51 используются приближенные формулы расчета передаточных функций в связи с тем, что МИК-51 является цифровым устройством. Соответственно, расчет интегральной и дифференциальной составляющих выполняется числовыми методами (с высокой точностью) с поправкой на дискретизацию во времени значения рассогласования. Таким образом, передаточная функция ПИД-регулятора для параллельной структуры имеет вид (8.61.5):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{1}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.61.5)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид (8.61.6):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{K_p}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.61.6)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *12 Kp.M для MASTER* и параметр *13 Kp.S* для *SLAVE*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *08 Ti.M для MASTER* и параметр *09 Ti.S* для *SLAVE*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *10 Td.M для MASTER* и параметр *11 Td.S* для *SLAVE*); E_i – разность между заданием регулятора и текущим значением Ti контролируемой величины;

ΔE_i - разность между двумя соседними значениями E_i и E_{i-1};

Δt - время между двумя соседними измерениями T_i и T_{i-1};

$\sum_{i=0}^{n} E_i$ -накопленная интегральная сумма рассогласований.

Параметр *05 nTYPE* отвечает за тип каскадного аналогового ПИД-регулятора (0 – по умолчанию).

Параметр *06 dTRK* отвечает за установку на выходе регулятора безопасного воздействия. В случае возможных аварийных или нештатных ситуаций, команда *06 dTRK = 1* позволяет перевести регулятор в режим СЛЕДЯЩЕГО управления (СУ). При этом на выходе регулятора устанавливается заданное в параметре *38 TRK.V* безопасное положение или отслеживается значение данного параметра, если он запрограммирован как «связанный».

Параметр *07 nMODE* отвечает за управление режимами работы регулятора с передней панели или по сети:

1. *08 nMode = 0* – РУЧНОЙ режим;
2. *08 nMode = 1* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (ЛОКАЛЬНОЕ управление – ЛУ; одноконтурный ПИД-регулятор с внутренним заданием);
3. *08 nMode = 2* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (КАСКАДНОЕ управление – КУ; каскадный аналоговый ПИД-регулятор).

После программирования контроллер находится в том режиме, который указан в параметре *08 nMode*. Переключение между режимами работы описано в разделе 6.2.3 руководства ПРМК.421457.005 РЭ1. Также режимы работы можно переключать внешними сигналами, сделав параметр *07 nMODE* «связанным». Тогда на вход *прм(07)* подается сигнал с внешних дискретных входов (DIN(06)) или другой сигнал, используемый в программе пользователя.

Параметр *08 Ti.M* отвечает за время интегрирования MASTER-регулятора.

Параметр *09 Ti.S* отвечает за время интегрирования SLAVE-регулятора.

Параметр *10 Td.M* отвечает за время дифференцирования MASTER-регулятора.

Параметр *11 Td.S* отвечает за время дифференцирования SLAVE-регулятора.

Параметр *12 Kp.M* отвечает за коэффициент усиления MASTER-регулятора.

Параметр *13 Kp.S* отвечает за коэффициент усиления SLAVE-регулятора.

Параметр *14 SP.M* отвечает за задание MASTER-регулятору.

Параметр *15 SP.S* отвечает за задание SLAVE-регулятору.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

В параметр *16 OUT* записывают предустановленное значение аналогового выхода регулятора. С этого значения начнет изменятся выход регулятора при переходе с ручного режима в автоматический. Также данный параметр используется для управления выходом регулятора с верхнего уровня (например, со SCADA-системы).

Параметр *17 PV.M.rng* – диапазон изменения регулируемого параметра MASTER-регулятора. Параметр отвечают за масштабирование сигнала по шкале 0 – 100% относительно диапазона изменения входного сигнала.

В большинстве случаев, параметр *17 PV.M.rng* задается равным диапазону измерения датчика. Например, для измерения температуры термометром сопротивления ТСМ 50М с предельными границами измерения -50,0 ºС... +200,0 ºС, диапазон измерения будет равен 250 ºС, то есть *17 PV.M.rng = 250*. Для такого диапазона входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС рассогласование будет составлять E = 10 ºС, что соответствует 4% от диапазона измерения. В некоторых случаях, когда диапазон измерения датчика большой, а диапазон регулирования значительно меньше, диапазон входного сигнала можно задавать меньше чем диапазон измерения датчика. Для приведенного выше примера, если диапазон регулирования температуры составляет 20…120 ºС, то диапазон измерения будет равен 100 ºС, (*17 PV.M.rng = 100)*. При таком диапазоне входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС, рассогласование будет составлять те же E = 10 ºС, но в процентном отношении это будет равно 10%. Таким образом, уменьшив диапазон входного сигнала, можно добиться лучшей чувствительности регулятора.

При уменьшении параметра *17 PV.M.rng* следует учесть, что при этом увеличивается чувствительность к колебаниям входного сигнала, которая может возникать от внешних воздействий и негативно отражаться на качестве регулирования, особенно при использовании дифференциальной составляющей или большого коэффициента усиления.

Параметр *18 SP.M.h* отвечает за верхнее ограничение задания MASTER-регулятора.

Параметр *19 SP.M.l* отвечает за нижнее ограничение задания MASTER-регулятора.

При введении задания с передней панели, изменение ниже параметра *18 SP.M.h* и *19 SP.M.l* заблокировано. Если при изменении внешнего задания параметр, значение которого поступает на вход *прм(14)*, больше (меньше) от значения, заданного в параметре *18 SP.M.h (19 SP.M.l)*, то на сумматор поступает значение, равное значению *18 SP.M.h (19 SP.M.l)*. Диаграмма ограничения задания представлена на рисунке 8.61.3.

Если параметр *18 SP.M.h* равный параметру *19 SP.M.l*, то задание будет неизменным и равным *SP.M = 18 SP.M.h = 19 SP.M.l.*

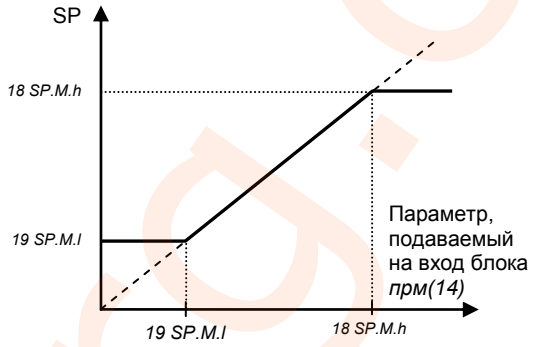


Рисунок 8.61.3 – Диаграмма ограничения задания

Параметр *20 SP.M.rate* отвечает за скорость изменения задания MASTER-регулятора (тех.единиц на минуту). В зависимости от значения параметра *20 SP.M.rate*, есть два режимы балансировки:

1. *20 SP.M.rate* = 0 – статическая балансировка,
2. *20 SP.M.rate* ≠ 0 – динамическая балансировка.

При использовании динамической балансировки с внешним заданием (когда параметр *14 SP.M* является «связанным») нужно учитывать, что изменение внешнего задания будет ограничено параметрами *18 SP.M.h* и *19 SP.M.l*, а скорость его изменения - параметром *20 SP.M.rate*. На рисунке 8.61.4 штриховой линей показано изменение внешнего задания, подаваемого на вход *прм(14)*, а сплошной линей – реальное изменение задающего воздействия регулятора. На отрезке АБ скорость изменения внешнего задающего воздействия меньше скорости изменения задания, указанной в параметре *20 SP.M.rate*, потому задание равно внешнему задающему воздействию. На отрезке БВ внешнее задающее воздействие изменяется с большей скоростью, чем скорость изменения задания. На данном графике скорость изменения задающего воздействия представлена углом наклона отрезка $\mathrm{tg}(\beta) = \frac{\Delta \text{прм}(14)}{\Delta t}$, а скорость изменения задания $\mathrm{tg}(\alpha) = \frac{\Delta SP}{\Delta t} = 20\,\text{SP.M.rate}$ · Следовательно, при $\mathrm{tg}(\beta) > \mathrm{tg}(\alpha)$ задание регулятору будет ограничиваться скоростью изменения задания, и изменятся - по отрезку БГ, а не БВ-ВГ. Аналогичным будет и ограничение скорости при уменьшении внешнего задания.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

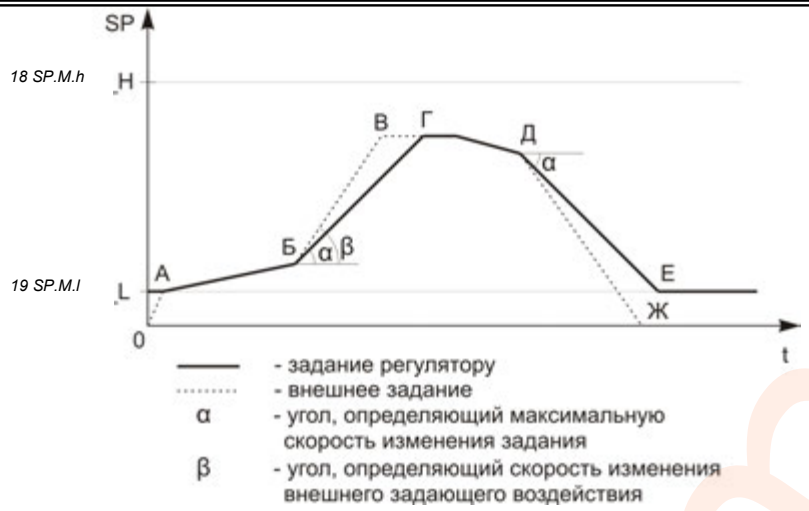


Рисунок 8.61.4 – Диаграмма ограничения скорости внешнего задания

Таблица 8.61.2 - Функции режимов балансировок задания MASTER-регулятора блока PID_CAS(61)

	Статическая балансировка	Динамическая балансировка
Изменение внутренней заданной точки (с передней панели или по интерфейсу)	Внутреннее задание скачкообразно принимает значение нового задания **SP_{OLD} → SP_{NEW}**	Внутреннее задание начинает изменятся от значения старого задания до значения введенного нового задания со скоростью изменения задания *20 SP.M.rate* **SP_{OLD} ⟶ SP_{NEW}**
Переключение режима работы **РУ → ЛУ**	При переключении задание принимает значение измеряемого параметра **SP= PV**	Задание начинает изменятся от значения измеряемого параметра до значения внутреннего задания со скоростью изменения задания *20 SP.M.rate* **PV ⟶ SP**
Переключение режима работы **ЛУ → РУ**	Задание скачкообразно принимает значение измеряемого параметра **SP → PV**	Задание не изменяется **SP**
Переключение режима работы **ЛУ → КУ**	Значение задания скачкообразно изменяется с внутреннего на внешнее **$SP_{ВНУТР}$ → $SP_{ВНЕШ}$**	Задание начинает изменятся от значения внутреннего значения до внешнего со скоростью изменения задания *20 SP.M.rate* **$SP_{ВНУТР}$ ⟶ $SP_{ВНЕШ}$**
Переключение режима работы **КУ → ЛУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика **$SP_{ВНУТР}$ = $SP_{ВНЕШ}$**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика **$SP_{ВНУТР}$ = $SP_{ВНЕШ}$**
Переключение режима работы **КУ → РУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика **$SP_{ВНУТР}$ = $SP_{ВНЕШ}$**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика **$SP_{ВНУТР}$ = $SP_{ВНЕШ}$**

Параметр *21 MAX* отвечает за верхнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра MASTER-регулятора от заданной точки. Если параметр равен уставке MAX или превышает ее (PV≥SP+MAX), то срабатывает сигнализация MAX. Соответственно, на передней панели начнет светиться светодиод ▲, а на выходе *05 dMAX* блока PID_CAS(61) установится логическая единица.

Параметр *22 MIN* отвечает за нижнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра MASTER-регулятора от заданной точки. Если же параметр равен или меньше уставки MIN (PV≤SP-MIN), то сработает сигнализация MIN. На передней панели будет светиться светодиод ▼, а на выходе *06 dMIN* блока PID_CAS(61) установится логическая единица.

Параметр *23 HYS* отвечает за гистерезис сигнализации отклонения регулируемого параметра MASTER-регулятора от заданной точки.

Параметр *24 FF.M.V* отвечает за предварение управляющего воздействия MASTER-регулятора. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *24 FF.M.V* нужно сделать «связанным».

Параметр *25 FF.M.G* отвечает за коэффициент усиления значения предварения MASTER-регулятора. Сигнал с входа параметра *24 FF.M.V* усиливается (ослабляется) этим коэффициентом.

Параметр *26 FF.M.h* отвечает за верхнее ограничение предварения MASTER-регулятора.

Параметр *27 FF.M.I* отвечает за нижнее ограничение предварения MASTER-регулятора.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Верхнее и нижнее ограничение предварения выставляются исходя с соображений безопасности. Сначала коэффициент усиления предварения K_{FF} устанавливается равный нулю. Тогда настраивается ПИД-регулятор без предварения. Когда подобраны коэффициенты $K_р$, $T_и$ и $T_д$, необходимо начать увеличивать коэффициент K_{FF} до тех пор, пока в системе не возникнут затухающие колебания при $K_{FFкр}$. Коэффициент усиления сигнала предварения вычисляется так (8.61.7):

$$K_{FF} = 0{,}7 \cdot K_{FFкр}\ , \qquad (8.61.7)$$

где: K_{FF} - коэффициент усиления предварения;

$K_{FFкр}$ - критический коэффициент усиления предварения, при котором в системе возникают затухающие колебания.

Параметр *28 COR.M.V* отвечает за коррекцию сигнала рассогласования MASTER-регулятора. Параметр делается «связанным» и, соответственно, в блоке появится вход *прм(28)*. На этот вход подается сигнал коррекции с блока COR_ST(93) или COR_D(94), который представляет собой функцию рассогласования между параметром коррекции и точкой коррекции (8.61.8):

$$VAL_{COR} = F(PV2_{COR} - SP_{COR}), \qquad (8.61.8)$$

где: VAL_{COR} - значение сигнала коррекции (в %), подаваемое на вход *прм(28)* блока PID_CAS(61);

$PV2_{COR}$ - значение параметра коррекции;

SP_{COR} - значение точки коррекции. Для блока COR_ST(93) это значение постоянное и задается пользователем, а для блока COR_D(94) – динамическое, изменяется при каждом переключении с режима РУ в режим ЛУ, и принимает значение параметра коррекции в момент переключения $SP_{COR} = PV2_{COR}$;

$F(PV2_{COR} - SP_{COR})$ - функция преобразования рассогласования $PV2_{COR} - SP_{COR}$, которая задается в блоках COR_ST(93) и COR_D(94).

Параметр *29 COR.M.G* отвечает за коэффициент усиления сигнала коррекции MASTER-регулятора. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Параметр *30 COR.M.h* отвечает за верхнее ограничение сигнала коррекции MASTER-регулятора.

Параметр *31 COR.M.l* отвечает за нижнее ограничение сигнала коррекции MASTER-регулятора.

Параметр *32 FB.M* – служебный. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначения данного параметра, использовать его в программах пользователя не рекомендуется.

Параметр *33 PV.S.rng* – диапазон изменения регулируемого параметра SLAVE-регулятора. Параметр отвечают за масштабирование сигнала по шкале 0 – 100% относительно диапазона изменения входного сигнала.

Параметр *34 SP.S.h* отвечает за верхнее ограничение задания SLAVE-регулятора.

Параметр *35 SP.S.l* отвечает за нижнее ограничение задания SLAVE-регулятора.

Параметр *36 OUT.h* отвечает за верхнее ограничение выхода регулятора.

Параметр *37 OUT.l* отвечает за нижнее ограничение выхода регулятора.

Параметр *38 TRK.V* отвечает за значение безопасного воздействия (работает только совместно с параметром *06 dTRK*). Данный параметр можно сделать «связанным», используя для разных ситуаций разное значение безопасного воздействия.

Если регулятор переведен в режим СУ (параметр *06 dTRK* = 1), то блок установки безопасного значения управляющего воздействия отключит регулирующий сигнал ПИД-регулятора, а на выходе устанавливает воздействие, заданное пользователем в параметре *38 TRK.V.*

Параметр *39 FF.S.V* отвечает за предварение управляющего воздействия SLAVE-регулятора. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *39 FF.S.V* нужно сделать «связанным».

Параметр *40 FF.S.G* отвечает за коэффициент усиления значения предварения SLAVE-регулятора. Сигнал с входа параметра *39 FF.S.V* усиливается (ослабляется) этим коэффициентом.

Параметр *41 FF.S.h* отвечает за верхнее ограничение предварения SLAVE-регулятора.

Параметр *42 FF.S.l* отвечает за нижнее ограничение предварения SLAVE-регулятора.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *43 COR.S.V* отвечает за коррекцию сигнала рассогласования SLAVE-регулятора. Параметр делается «связанным» и, соответственно, в блоке появится вход *прм(43)*.

Параметр *44 COR.S.G* отвечает за коэффициент усиления сигнала коррекции SLAVE-регулятора. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Параметр *45 COR.S.h* отвечает за верхнее ограничение сигнала коррекции SLAVE-регулятора.

Параметр *46 COR.S.I* отвечает за нижнее ограничение сигнала коррекции SLAVE-регулятора.

Параметр *47 FB.S* – служебный. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначения данного параметра, использовать его в программах пользователя не рекомендуется.

Принцип работы функционального блока

Функциональная структура каскадного аналогового ПИД-регулятора представлена на рисунке 8.61.5.

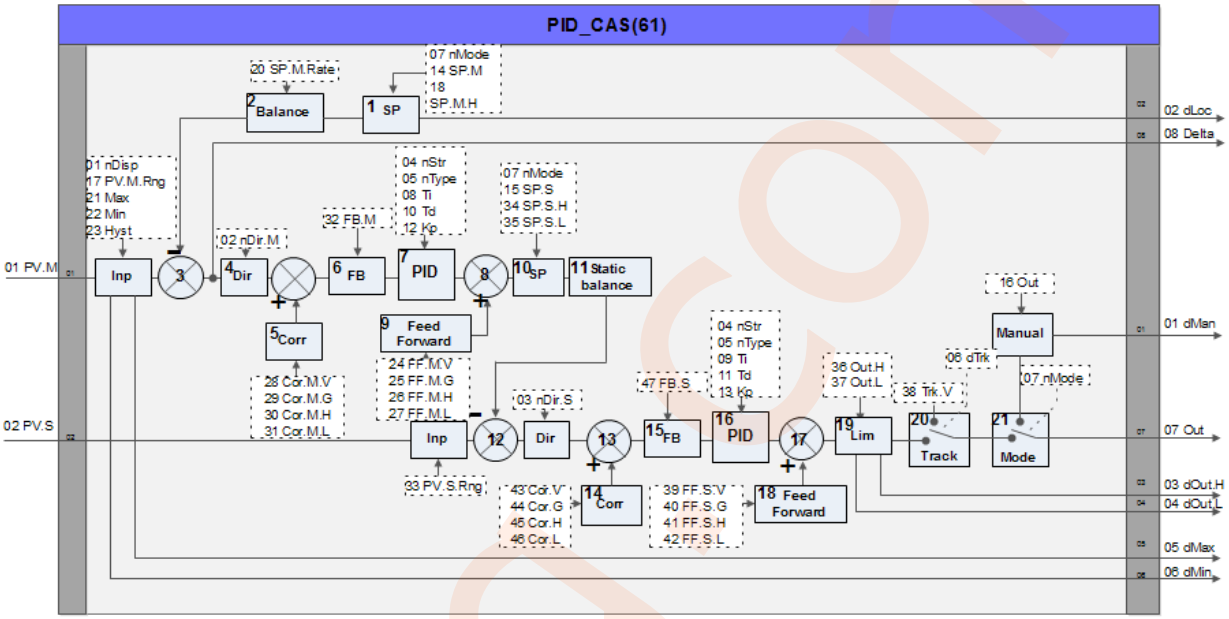


Рисунок 8.61.5 - Функциональная структура блока каскадного аналогового ПИД-регулятора PID_CAS(61)

Значение регулируемого параметра MASTER-регулятора поступает на вход *01 PV.M* блока и индицируется на дисплее ПАРАМЕТР. В параметре *01 nDisp* задается номер дисплея регулятора. Значение *01 nDisp = 0* делает регулятор невидимым с передней панели.

Регулируемый параметр поступает на узел ***INP***, где сначала определяется отклонение регулируемого параметра от заданной точки (девиационная сигнализация). Данный узел формирует дискретные сигналы dMIN и dMAX, которые поступают на выходы 06 и 05 блока PID_CAS(61). Кроме того, данные сигналы напрямую «привязаны» к соответствующим сигнальным светодиодам на передней панели контроллера возле индикатора ПАРАМЕТР.

Сигнал в узле ***INP*** поступает в делитель, где, с учетом диапазона изменения регулируемого параметра (*17 PV.M.rng*), переводится в безразмерную величину (0…100%). Далее значение регулируемого параметра поступает со знаком “+” на ***СУММАТОР (3)***.

Узел формирования задания состоит из нескольких блоков. Значение заданной точки MASTER-регулятора находится в параметре *14 SP.M*, который, при необходимости, можно сделать «связанным».

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Математические блоки узла ***SP (1)*** с учетом значений параметров *18 SP.M.h* и *19 SP.M.l* формируют подузел ограничения задания. С узла ***SP (1)*** сигнал заданной точки поступает в узел ***BALANCE (2)***.

Узел ***BALANCE (2)*** отвечает за безударное (плавное) переключение или изменение заданной точки, а также содержит в себе делитель, где, аналогично значению регулируемого параметра, значение заданной точки переводится в безразмерную величину (0…100%). Сигнал с узла ***BALANCE (2)*** поступает на ***СУММАТОР (3)*** со знаком "-".

На выходе сумматора формируется сигнал рассогласования между регулируемым параметром и заданием в единицах процентной шкалы: *E=PV-SP*. Нормированный сигнал рассогласования можно использовать в программе пользователя – он подается на выход *08 DELTA* блока PID_CAS(61).

Нормированный сигнал рассогласования после сумматора поступает на узел ***DIR* (4)**, который определяет направление действия MASTER-регулятора (выбирается параметром *02 nDIR.m)*. При обратном действии регулятора (*02 nDIR.m = 0*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$.

При прямом действии регулятора (*02 nDIR.m = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$.

Также есть возможность использования коррекции (узел ***CORR (5)***) сигнала рассогласования по дополнительному параметру. Сигнал рассогласования E_{PV} после блока ***DIR* (4)** суммируется со значением коррекции (8.61.9):

$$E = E_{PV} + (COR.M.G \cdot VAL_{COR})_{COR.M.l}^{COR.M.h}. \qquad (8.61.9)$$

С формулы видно, что влияние на рассогласование, а соответственно и на регулирование, зависит от коэффициента усиления *29 COR.M.G*. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Далее сигнал проходит через узел ***FB (6)***, который является служебным. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначения данного узла, использовать его в программах пользователя не рекомендуется. По умолчанию данный узел заблокирован (параметр *32 FB.M* = 0) и никак не влияет на сигнал рассогласования.

Следующим шагом сигнал рассогласования MASTER-регулятора попадает на блок ПИД-регулирования ***PID (9)***. ПИД-регулятор построен таким образом, что в процессе работы в каждый момент времени t на выходе регулятора будет формироваться воздействие Y(t) в зависимости от входного сигнала регулятора E(t) (рассогласования между входным параметром PV и заданием регулятора SP).

Зависимость между входным сигналом регулятора E(t) и выходным Y(t) определяет передаточная функция регулятора. Алгоритм преобразования регулятора содержит три составляющие регулятора: пропорциональная (П-составляющая), интегральная (И-составляющая) и дифференциальная (Д-составляющая).

С выхода блока сигнал поступает на ***СУММАТОР (8)***. К сумматору также подходит сигнал предварения с узла ***FEED FORWARD (9)***. Чтобы в блоке MASTER-регулятора появился вход предварения, параметр *24 FF.M.V* нужно сделать «связанным». Сигнал с этого входа усиливается/ослабляется коэффициентом усиления предварения K_{FF}, заданным в параметре *25 FF.M.G*, ограничивается уставками, заданными в параметрах *26 FF.M.h* и *27 FF.M.l* и подается на сумматор. Другими словами, выходной сигнал с узла ПИД-регулятора суммируется с выходным сигналом П-регулятора канала предварения (рисунок 8.61.6).

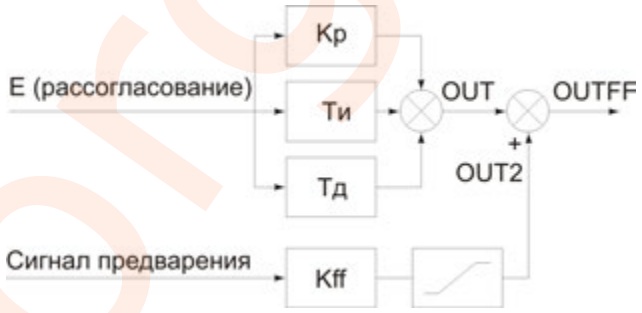


Рисунок 8.61.6 – Функциональная схема формирования выхода узла ПИД-регулятора с предварением

Выходной сигнал MASTER-регулятора поступает на узел ***SP (10)*** SLAVE-регулятора. Математические блоки узла ***SP (10)*** с учетом значений параметров *34 SP.S.h* и *35 SP.S.l* формируют подузел ограничения задания SLAVE-регулятора.

С узла ***SP (10)*** сигнал заданной точки SLAVE-регулятора поступает в узел ***STATIC BALANCE (11)***, который отвечает за статическую балансировку задания. Сигнал с узла ***STATIC BALANCE (11)*** поступает на ***СУММАТОР (12)*** со знаком "-".

Значение регулируемого параметра SLAVE-регулятора поступает на вход *02 PV.S* блока и далее – на узел ***INP***, где, с учетом диапазона изменения регулируемого параметра (*33 PV.S.rng*), переводится в безразмерную величину (0…100%). Далее значение регулируемого параметра поступает со знаком "+" на ***СУММАТОР (12)***.

На выходе сумматора формируется сигнал рассогласования между регулируемым параметром и заданием в единицах процентной шкалы: *E=PV-SP*.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Нормированный сигнал рассогласования после сумматора поступает на узел ***DIR***, который определяет направление действия SLAVE-регулятора (выбирается параметром *03 nDIR.s)*. При обратном действии регулятора (*03 nDIR.s = 0*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$.

При прямом действии регулятора (*03 nDIR.s = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$.

Также есть возможность использования коррекции (узел ***CORR (14)***) сигнала рассогласования по дополнительному параметру. Сигнал рассогласования E_{PV} после блока ***DIR*** суммируется со значением коррекции (8.61.10):

$$E = E_{PV} + (COR.S.G \cdot VAL_{COR})_{COR.S.I}^{COR.S.h}. \qquad (8.61.10)$$

Далее сигнал проходит через узел ***FB (15)***, который является служебным. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначения данного узла, использовать его в программах пользователя не рекомендуется. По умолчанию данный узел заблокирован (параметр *47 FB.S* = 0) и никак не влияет на сигнал рассогласования.

Следующим шагом сигнал рассогласования SLAVE-регулятора попадает на блок ПИД-регулирования ***PID (16)***.С выхода блока сигнал поступает на ***СУММАТОР (17)***. К сумматору также подходит сигнал предварения с узла ***FEED FORWARD (18)***. Чтобы в блоке MASTER-регулятора появился вход предварения, параметр *39 FF.S.V* нужно сделать «связанным».

В дальнейшем сигнал поступает на узел ограничения ***LIM (19)*** согласно параметров *36 OUT.h* и *37 OUT.l*. При достижении регулирующего сигнала значений уставок *36 OUT.h* или *37 OUT.l* узел ***LIM (19)*** сформирует дискретные сигналы dOUT.h и dOUT.l, которые поступают на выходы 03 и 04 блока PID_CAS(61).

Далее регулирующий сигнал проходит через блок установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (узел ***TRACK (19)***). Если команда на установку безопасного положения отсутствует, то регулирующий сигнал проходит через этот блок без изменений. Сигнал команды на установку безопасного положения заводится на вход *прм(06)*, для чего параметр *06 dTRK* нужно сделать «связанным».

Потом сигнал проходит через блок выбора режима роботы регулятора ***MODE*** (РУЧНОЙ / АВТОМАТ). Выбор режима роботы осуществляется с передней панели контроллера или задается в параметре *07 nMODE*. В автоматическом режиме роботы регулирующий сигнал каскадного регулятора направляется на выход *07 OUT*, а в ручном режиме - управление осуществляется с передней панели прибора или по интерфейсу. Если управление осуществляется по интерфейсу, то значение перемещения ИМ записывается в параметр *16 OUT*.

Пример применения

Нагреватель печи (горелка) имеет избыточную мощность, и объект нагрева может с одной стороны перегреться, а с другой - остаться холодным. Если подобный режим нагрева недопустим, то одноконтурного управления будет уже недостаточно. Для обеспечения равномерного нагрева объекта необходимо измерять температуру в двух местах: рядом с нагревателем и в самом холодном месте. В таком случае регулятор должен содержать два ПИД-звена, включенных последовательно. Первое ПИД-звено (называемое ведущим), на вход которого подается значение температуры в холодном месте, будет вырабатывать значение уставки для второго звена (называемого ведомым). На вход ведомого звена подается температура около нагревателя (рисунок 8.61.7).

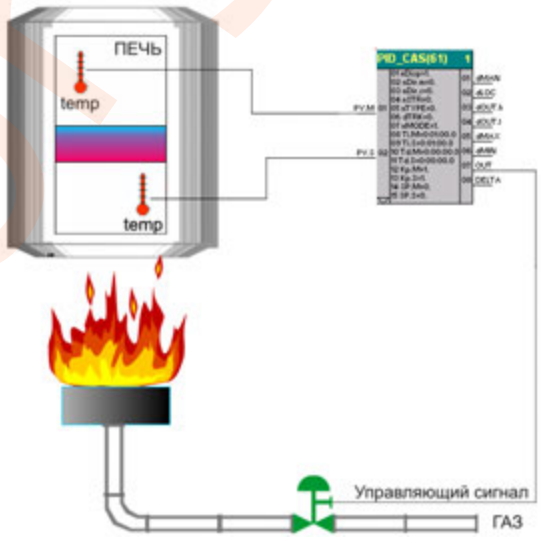


Рисунок 8.61.7 – Применение каскадного аналогового ПИД-регулятора

На рисунке 8.61.8 изображена реализация примера на основе функциональных блоков PID(60) контролера МИК-51. FBD-файл примера программы доступен для скачивания с официального сайта предприятия МИКРОЛ (PID_Cascad_2.zip).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

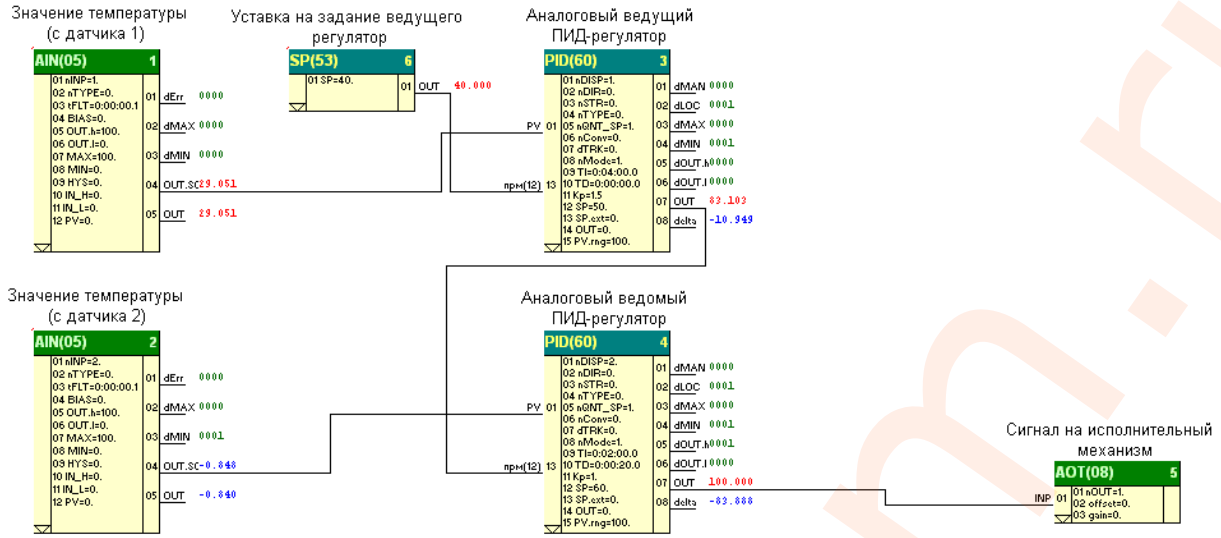


Рисунок 8.61.8 – Реализация примера с использованием 2-х аналоговых ПИД-регуляторов

На рисунке 8.61.9 изображена реализация примера на основе функционального блока PID_CAS(61) контролера МИК-51. Значения свойств блоков данной программы приведены на рисунках 8.61.10 – 8.61.14. FBD-файл примера программы доступен для скачивания с официального сайта предприятия МИКРОЛ (PID_Cascad_1.zip).

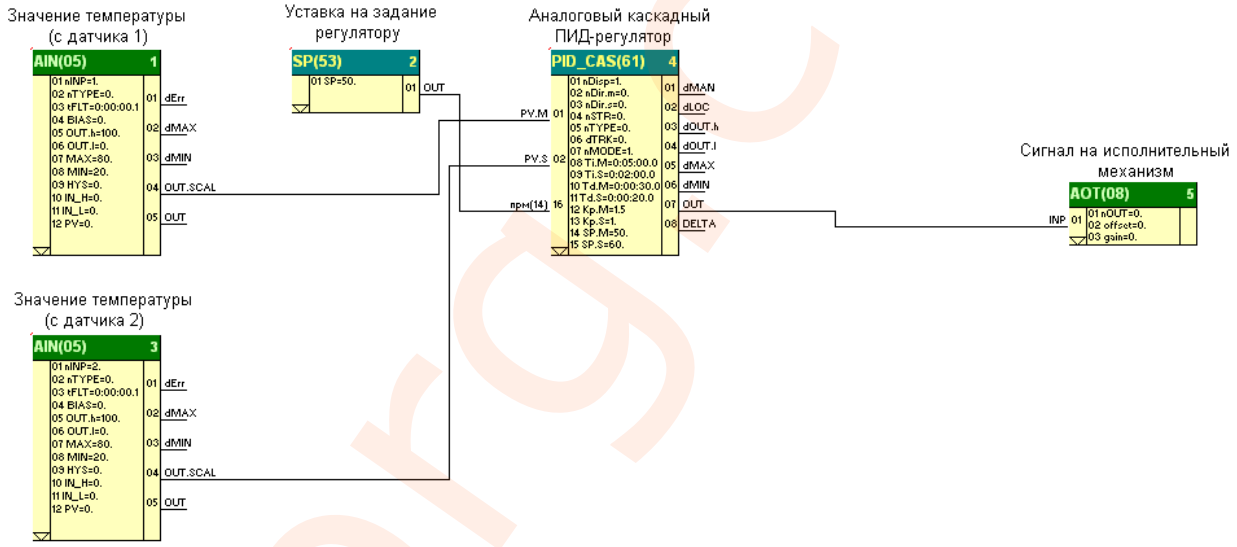


Рисунок 8.61.9 - Реализация примера с использованием каскадного ПИД-регулятора

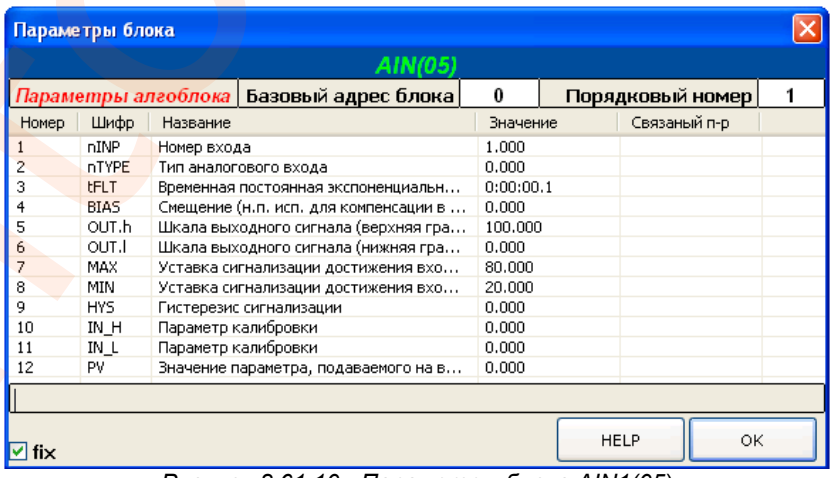
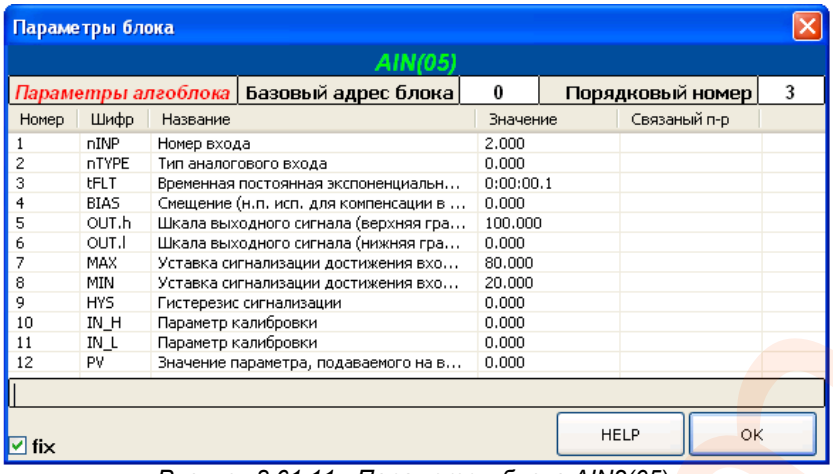


Рисунок 8.61.10 - Параметры блока AIN1(05)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



Параметры блока

AIN(05)

Параметры алгоблока	Базовый адрес блока	0	Порядковый номер	3

Номер	Шифр	Название	Значение	Связаный п-р
1	nINP	Номер входа	2.000	
2	nTYPE	Тип аналогового входа	0.000	
3	tFLT	Временная постоянная экспоненциальн...	0:00:00.1	
4	BIAS	Смещение (н.п. исп. для компенсации в ...	0.000	
5	OUT.h	Шкала выходного сигнала (верхняя гра...	100.000	
6	OUT.l	Шкала выходного сигнала (нижняя гра...	0.000	
7	MAX	Уставка сигнализации достижения вхо...	80.000	
8	MIN	Уставка сигнализации достижения вхо...	20.000	
9	HYS	Гистерезис сигнализации	0.000	
10	IN_H	Параметр калибровки	0.000	
11	IN_L	Параметр калибровки	0.000	
12	PV	Значение параметра, подаваемого на в...	0.000	

fix HELP OK

Рисунок 8.61.11 - Параметры блока AIN2(05)



Параметры блока

PID_CAS(61)

Параметры алгоблока	Базовый адрес блока	0	Порядковый номер	4

Номер	Шифр	Название	Значение	Связаный п-р
1	nDisp	Номер дисплея	1.000	
2	nDir.m	Направление действия (0-обратный,1-п...	0.000	
3	nDir.s	Направление действия (0-обратный,1-п...	0.000	
4	nSTR	Структура регулятора	0.000	
5	nTYPE	Тип регулятора	0.000	
6	dTRK	Команда установки на выходе регулят...	0.000	
7	nMODE	Режим работы	1.000	
8	Ti.M	Время интегрирования MASTER	0:05:00.0	
9	Ti.S	Время интегрирования SLAVE	0:02:00.0	
10	Td.M	Время дифференцирования MASTER	0:00:30.0	
11	Td.S	Время дифференцирования SLAVE	0:00:20.0	
12	Kp.M	Коэффициент усиления MASTER	1.500	
13	Kp.S	Коэффициент усиления SLAVE	1.000	
14	SP.M	Задание MASTER	50.000	связаный п-р
15	SP.S	Задания SLAVE	60.000	
16	OUT	Выход регулятора	0.000	
17	PV.M...	Диапазон изменения регулируемого пар...	100.000	
18	SP.M.h	Ограничение задания(верхнее)MASTER	100.000	
19	SP.M.l	Ограничение задания(нижнее) MASTER	0.000	
20	SP.M...	Скорость изменения задания MASTER	70.000	
21	MAX	Уставка сигнализации MAX	100.000	
22	MIN	Уставка сигнализации MIN	0.000	
23	HYS	Гистерезис сигнализации	0.000	
24	FF.M.V	Вход блока предварения MASTER	0.000	
25	FF.M.G	Усиление канала предварения MASTER	0.000	
26	FF.M.h	Верхнее ограничение предварения MAS...	0.000	
27	FF.M.l	Нижнее ограничение предварения MAS...	0.000	
28	COR....	Вход блока коррекции MASTER	0.000	
29	COR....	Усиление канала коррекции MASTER	0.000	
30	COR....	Верхнее ограничение коррекции MASTER	0.000	
31	COR....	Нижнее ограничение коррекции MASTER	0.000	
32	FB.M	Сигнал обратной связи MASTER	0.000	
33	PV.S....	Диапазон изменения регулируемого пар...	100.000	
34	SP.S.h	Верхнее ограничение задания SLAVE	100.000	
35	SP.S.l	Нижнее ограничение задания SLAVE	0.000	
36	OUT.h	Верхнее ограничение выхода регулятора	100.000	
37	OUT.l	Нижнее ограничение выхода регулятора	0.000	
38	TRK.V	Значение безопасного положения	0.000	
39	FF.S.V	Вход блока предварения SLAVE	0.000	
40	FF.S.G	Усиление канала предварения SLAVE	0.000	
41	FF.S.h	Верхнее ограничение предварения SLAVE	0.000	
42	FF.S.l	Нижнее ограничение предварения SLAVE	0.000	
43	COR....	Вход блока коррекции SLAVE	0.000	
44	COR....	Усиление канала коррекции SLAVE	0.000	
45	COR....	Верхнее ограничение коррекции SLAVE	0.000	
46	COR.S.l	Нижнее ограничение коррекции SLAVE	0.000	
47	FB.S	Сигнал обратной связи SLAVE	0.000	

fix HELP OK

Рисунок 8.61.12 - Параметры блока PID_CAS(61)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

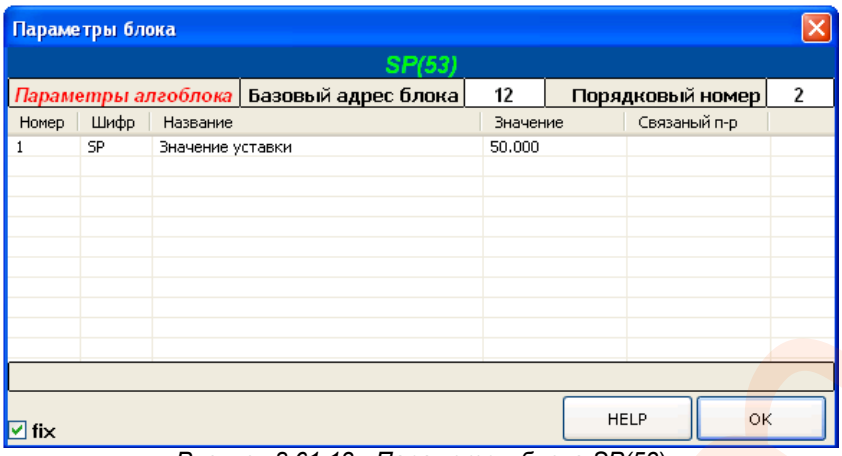


Рисунок 8.61.13 - Параметры блока SP(53)

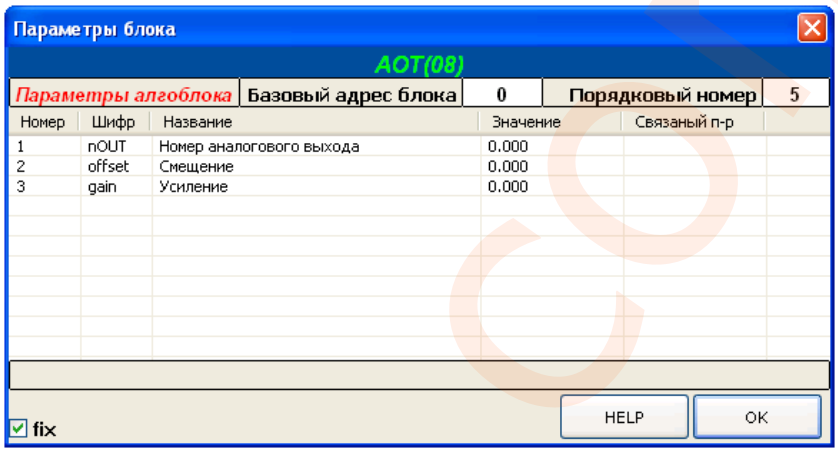


Рисунок 8.61.14 - Параметры блока AOT(08)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_61.fbx)

Постановка задачи: Необходимо организовать ПИД-каскадное регулирование.

Решение:

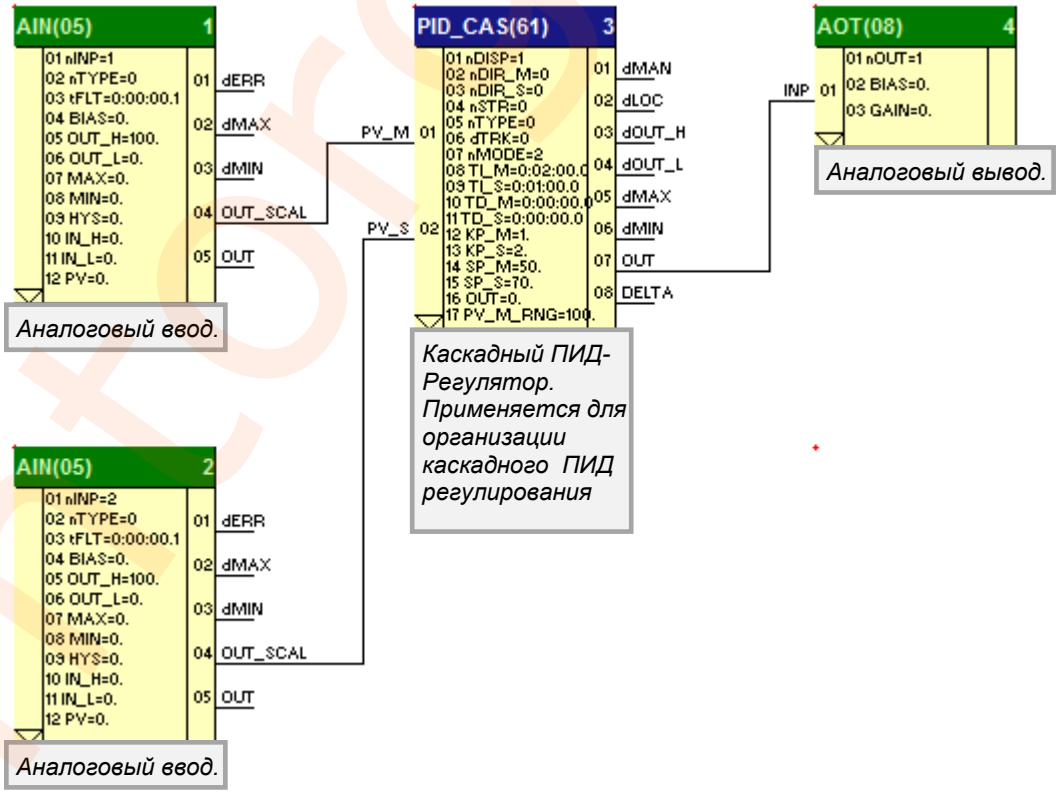


Рисунок 8.61.15 - Пример использования блока PID_CAS(61)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8.62 PID_IMP(62) - Регулятор импульсный

Назначение

Функциональный блок (рисунок 8.62.1) предназначен для построения контуров ПИД-регулирования с использованием импульсных исполнительных механизмов.

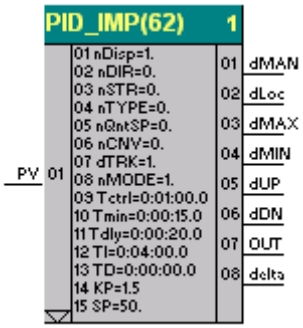


Рисунок 8.62.1 – Функциональный блок PID_IMP(62)

Функциональный блок PID_IMP(62) выполняет функции настраиваемого ПИД-импульсного регулятора с дополнительными возможностями, такими как:

1. Внутренняя или внешняя обратная связь;
2. Формирование на выходе регулятора безопасного воздействия (открыто/закрыто) по внешней команде;
3. 4 Режима работы:

- ручной – управление с передней панели;
- локальный – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием;
- каскадный - управление ПИД-регулятором с внешним заданием или заданием от программного задатчика;
- следящий – остановка регулятора с автоматическим слежением за положением исполнительного механизма по линии обратной связи;

4. Функции предварения управляющего воздействия регулятора и коррекции сигнала рассогласования регулятора.

Параметры функционального блока

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 8.62.1.

Таблица 8.62.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	nDISP	0…9	1	Номер дисплея
02	nDIR	0 / 1	0	Направление действия регулятора (0-обратный, 1-прямой)
03	nSTR	0 / 1	0	Структура регулятора (0-паралельный, 1-смешаный)
04	nTYPE	0 / 1	0	Тип регулятора 0 – без обратной связи, 1 – с датчиком положения ИМ (индикация)
05	SP_Q	1, 2	0	Количество используемых заданий 1 – внутренняя заданная точка; 2 – внутренняя / внешняя заданная точка
06	nCONV	0...5	0	y= y SQRT(X) y=logX y=eX y=x2 =1/

Продолжение таблицы 8.62.1

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

07	dTRK	0 / 1	0	Команда установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (параметр 21 TRK_VAL)
08	nMODE	0, 1, 2	0	Режим работы (0-РУ, 1-ЛУ, 2-КУ)
09	tCTRL	Время	0:01:03:0	Время механизма
10	tMIN	Время	0:00:00:1	Минимальная длительность импульса
11	tDELAY	Время	0:00:00:1	Задержка между включениями (dUP-dDN, dDN-dUP)
12	TI	Время	0:02:00:0	Время интегрирования регулятора
13	TD	Время	0:00:00:0	Время дифференцирования регулятора
14	KP	Вещественное	1	Коэффициент усиления регулятора
15	SP	Вещественное	0	Задание
16	SP_EXTERN	Вещественное	0	Внешнее задание
17	Delta_OUT	-100,0...100,0 %	0	Перемещение выхода регулятора (-100,0...100,0) %
18	PV_RANGE	Вещественное	100	Диапазон входного сигнала
19	SP_H	Вещественное	100	Ограничение задания (верхнее)
20	SP_L	Вещественное	0	Ограничение задания (нижнее)
21	SP_RATE	Вещественное	100	Скорость изменения задания, тех. ед. / мин.
22	POZ	Вещественное	0	Положение механизма 0–100%. Внутренний интегратор ИМ или сигнал датчика положения.
23	TRK_VAL	Вещественное	0	Значение безопасного воздействия
24	MAX	Вещественное	0	Уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки (сигнализация девиационная)
25	MIN	Вещественное	0	
26	HYS	Вещественное	0	Гистерезис сигнализации параметра
27	FF_VAL	Вещественное	0	Предварение управляющего воздействия регулятора
28	FF_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиление предварения
29	FF_H	Вещественное	0	Ограничение предварения (верхнее)
30	FF_L	Вещественное	0	Ограничение предварения (нижнее)
31	COR_VAL	Вещественное	0	Вход звена коррекции регулируемого параметра регулятора
32	COR_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиления сигнала коррекции
33	COR_H	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (верхнее)
34	COR_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (нижнее)
35	DB	Вещественное	0	Мертвая зона
Выход				
01	dMAN	0 / 1		Состояние регулятора (0-авт, 1-руч)
02	dLOC	0 / 1		Используемая заданная точка (0-внеш, 1-внутр.)
03	dMAX	0 / 1		Сигнализация превышения входным параметром уставки MAX
04	dMIN	0 / 1		Сигнализация превышения входным параметром уставки MIN
05	dUP	0 / 1		Выход регулятора. Сигнал «БОЛЬШЕ»
06	dDN	0 / 1		Выход регулятора. Сигнал «МЕНЬШЕ»
07	Delta_OUT	-100,0...100,0 %		Перемещение выхода регулятора
08	DELTA	Вещественное		Рассогласование

Параметр *01 nDisp* задает номер дисплея регулятора. Максимальное количество используемых в программе контроллера регуляторов (ПИД - аналоговых, ПИД - импульсных, ПИД - каскадных а также дельта-регуляторов) – 9. Каждый регулятор должен иметь свой уникальный номер, по которому будет производится идентификация регуляторов на передней панели контроллера (дисплей №).

Параметр *02 nDIR* определяет направление действия регулятора. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*) рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$. Выход регулятора будет увеличиваться (включение дискретного выхода БОЛЬШЕ), если регулируемый параметр будет меньше задания, и наоборот, уменьшаться (включение дискретного выхода МЕНЬШЕ), если регулируемый параметр будет больше задания (8.62.1):

$$02\ nDIR = 0: \quad \begin{matrix} PV < SP \Rightarrow OUT \uparrow (\text{дискр.вых."Б"}) \\ PV > SP \Rightarrow OUT \downarrow (\text{дискр.вых."М"}) \end{matrix} . \qquad (8.62.1)$$

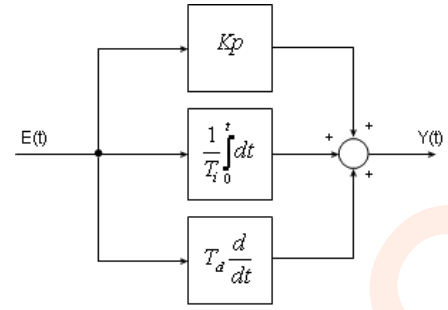
ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$. Выход регулятора будет увеличиваться (включение дискретного выхода БОЛЬШЕ), если регулируемый параметр будет больше задания, и наоборот, уменьшаться (включение дискретного выхода МЕНЬШЕ), если регулируемый параметр будет меньше задания (8.62.2):

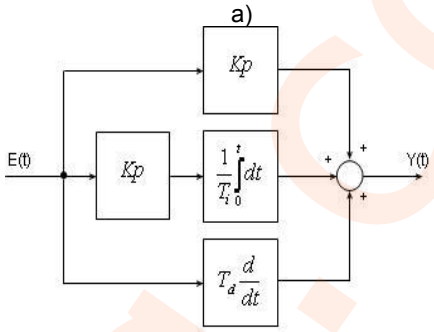
02 nDIR = 1: $PV > SP \Rightarrow OUT \uparrow$ (дискр.вых."Б")
$PV < SP \Rightarrow OUT \downarrow$ (дискр.вых."М") (8.62.2)

Параметр *03 nSTR* определяет структуру регулятора:
1. *03 nSTR* = 0 – параллельная;
2. *03 nSTR* = *1* – смешанная.

Алгоритмические схемы ПИД-регулятора в случае параллельной и смешанной структуры показаны на рисунке 8.62.2.



а)



б)

а – параллельная структура ПИД-регулятора; б – смешанная структура ПИД-регулятора.
Рисунок 8.62.2 – Структуры ПИД-регулятора

Согласно рисунка 8.62.2, для параллельной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d\frac{dE(t)}{dt}, \quad (8.62.3)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{Kp}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d\frac{dE(t)}{dt}, \quad (8.62.4)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *14 KP*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *12 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *13 TD*).

Суммарно: при использовании смешанной структуры регулятора, в сравнении с параллельной, влияние интегральной составляющей T_i увеличивается в K_p раз.

Формулы (8.62.3) и (8.62.4) соответствуют передаточным функциям аналоговых ПИД-регуляторов. В регуляторах контроллера МИК-51 используются приближенные формулы расчета передаточных функций в связи с тем, что МИК-51 является цифровым устройством. Соответственно, расчет интегральной и дифференциальной составляющих выполняется числовыми методами (с высокой точностью) с поправкой на дискретизацию во времени значения рассогласования. Таким образом, передаточная функция ПИД-регулятора для параллельной структуры имеет вид (8.62.5):

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{1}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.62.5)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид (8.62.6):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{K_p}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.62.6)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *14 KP*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *12 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *13 TD*).

E_i – разность между заданием регулятора и текущим значением Ti контролируемой величины;

ΔE_i - разность между двумя соседними значениями E_i и E_{i-1};

Δt - время между двумя соседними измерениями T_i и T_{i-1};

$\sum_{i=0}^{n} E_i$ -накопленная интегральная сумма рассогласований.

Параметр 04 *nTYPE* отвечает за тип импульсного ПИД-регулятора.

04 nTYPE = 0 – используется импульсный ПИД-регулятор без обратной связи по положению исполнительного механизма (ИМ). Положение ИМ рассчитывается программно.

04 nTYPE = 1 – используется импульсный ПИД-регулятор совместно с датчиком положения исполнительного механизма.

Параметр *05 nQntSP* отвечает за количество используемых заданий:

1 – внутренняя заданная точка;

2 – внутренняя / внешняя заданная точка.

При выборе *05 nQntSP* = *1*, контроллер будет работать только в двух режимах: *ручной режим* – управление выходом вручную с передней панели контроллера клавишами “больше”-“меньше” или с верхнего уровня (ПК) и *локальный режим* – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием.

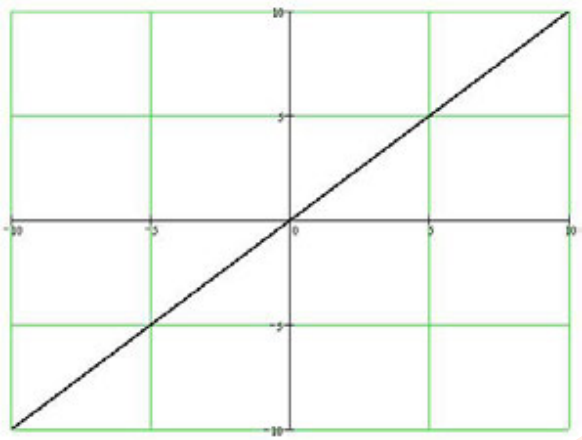
При *05 nQntSP* = *2* регулятор может работать еще в третьем режиме – КАСКАДНОМ.

Параметром *06 nCNV* выбирается один из шести типов математического преобразования:

1. $E_{ВЫХ} = E$; (значение *06 nCNV* = 0)
2. $E_{ВЫХ} = \sqrt{|E|}$; (значение *06 nCNV* = 1)
3. $E_{ВЫХ} = \log E$; (значение *06 nCNV* = 2)
4. $E_{ВЫХ} = e^{E}$; (значение *06 nCNV* = 3)
5. $E_{ВЫХ} = E^{2}$; (значение *06 nCNV* = 4)
6. $E_{ВЫХ} = \frac{1}{E}$. (значение *06 nCNV* = 5)

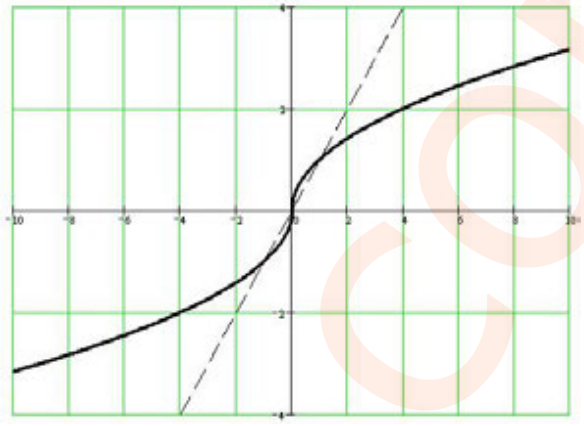
При выборе параметра *06 nCNV* = *0* ($E_{ВЫХ} = E$) сигнал рассогласования проходит через этот блок без изменения (рисунок 8.62.3). Если выбран параметр *06 nCNV* = *1*, то на выходе блока получим сигнал, представленный на рисунке 8.62.4. В этом случае, при малом рассогласовании, выходной сигнал рассогласования будет больше, чем входной. Таким образом, регулятор будет быстрее реагировать при малых значениях рассогласования. Но при больших значениях рассогласования выходной сигнал рассогласования будет значительно меньше входного, поэтому регулятор будет медленнее реагировать, чем при линейном преобразовании. Обратный закон будет для *06 nCNV* = *4*. При малом рассогласовании выходной сигнал блока «тип преобразования» будет меньше от входного сигнала, потому регулятор будет медленнее регулировать. Если значение рассогласования будет больше, к примеру, на 1% от диапазона измерения, то выходной параметр будет значительно больше входного, потому регулирование будет происходить быстрее, чем при линейном преобразовании.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



$E_{вых} = E$

Рисунок 8.62.3 – График обработки сигнала рассогласования



——— - $E_{вых} = \sqrt{|E|}$, – – – – – - $E_{вых} = E$ (показано для сравнения с функцией $E_{вых} = \sqrt{|E|}$)

Рисунок 8.62.4 – График обработки сигнала рассогласования

Параметр *07 dTRK* отвечает за установку на выходе регулятора безопасного воздействия. В случае возможных аварийных или нештатных ситуаций, команда *07 dTRK = 1* позволяет перевести регулятор в режим СЛЕДЯЩЕГО управления (СУ). При этом на выходе регулятора устанавливается заданное в параметре *23 TRK_V* безопасное положение или отслеживается значение данного параметра, если он запрограммирован как «связанный» (см. описание на Программный пакет редактор FBD-программ АЛЬФА).

Параметр *08 nMODE* отвечает за управление режимами работы регулятора с передней панели или по сети:

1. *08 nMODE = 0* – РУЧНОЙ режим;
2. *08 nMODE = 1* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (ЛОКАЛЬНОЕ управление – ЛУ);
3. *08 nMODE = 2* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (КАСКАДНОЕ управление – КУ).

После программирования контроллер находится в том режиме, который указан в параметре *08 nMODE*. Переключение между режимами работы описано в разделе 6.2.3 руководства ПРМК.421457.005 РЭ1. Также режимы работы можно переключать внешними сигналами, сделав параметр *08 nMODE* «связанным». Тогда на вход *прм(08)* подается сигнал с внешних дискретных входов (DIN(06)) или другой сигнал, используемый в программе пользователя.

Параметр *09 Tctrl* отвечает за время механизма, то есть время, за которое импульсный исполнительный механизм с состояния «полностью ЗАКРЫТЫЙ» переходит в состояние «полностью ОТКРЫТЫЙ» при подачи на него сигнала «БОЛЬШЕ», и наоборот, с состояния «полностью ОТКРЫТЫЙ» в состояние «полностью ЗАКРЫТЫЙ» при подачи на него сигнала «МЕНЬШЕ».

Значение времени механизма указывается в паспорте на импульсный исполнительный механизм. Параметр «время механизма» используется для масштабирования выхода ПИД-импульсного регулятора. Например, если время механизма 63 с, и он находится в положении 40% открыто, то чтобы закрыть его на 10%, нужно чтобы дискретный выход «МЕНЬШЕ» включился на (8.62.7):

$$M = \frac{T_M}{100\% / \Delta_\%} = \frac{63с}{100\% / 10\%} = 6{,}3с \cdot \qquad (8.62.7)$$

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Для того, чтобы открыть на 25%, нужно дискретный выход «БОЛЬШЕ» включить на (8.62.8):

$$M = \frac{T_м}{100\% / \Delta_{\%}} = \frac{63с}{100\% / 25\%} = 15{,}75с \cdot \qquad (8.62.8)$$

Диаграмма позиционирования показана на рисунке 8.62.5.

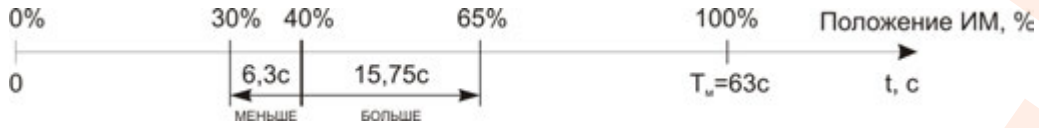


Рисунок 8.62.5 – Диаграмма позиционирования исполнительного механизма при управлении импульсным ПИД-регулятором

Параметр *10 Tmin* отвечает за минимальную длительность срабатывания импульса. Срабатывание и отключение дискретного выхода осуществляется согласно диаграмме, показанной на рисунке 8.62.6.

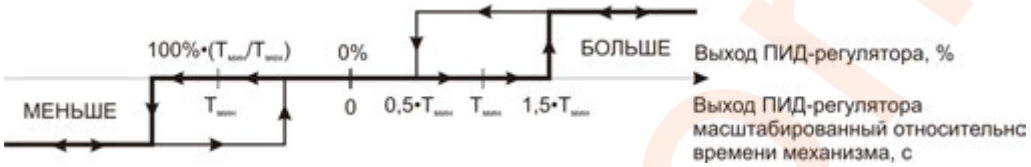


Рисунок 8.62.6 – Диаграмма срабатывания и отключения дискретных выходов при заданной минимальной длительности импульса

Значение минимальной длительности импульса выбирается исходя из точности регулирования, которую необходимо обеспечить. Чем меньше минимальная длительность импульса, тем точнее будет регулирование. С другой стороны, при этом увеличивается количество срабатываний дискретных выходов, что в свою очередь приводит к ускоренному износу пускового устройства и исполнительного механизма.

Формула, по которой можно вычислить минимальную длительность импульса в зависимости от минимально допустимого значения изменения параметра, имеет следующий вид (8.62.9):

$$T_{мин} = \frac{\Delta PV_{мин} \cdot T_{мех}}{K \cdot PV_{RANGE}} = T_{мех} \cdot \frac{\Delta PV_{мин}}{\Delta PV} \cdot \frac{\Delta_{вых}}{100\%}, \qquad (8.62.9)$$

где: $T_{мин}$ - минимальная длительность импульса;

$\Delta PV_{мин}$ - минимальное изменение параметра, которое допустимо по качеству регулирования;

$T_{мех}$ - время механизма;

K - передаточный коэффициент объекта регулирования;

PV_{RANGE} - диапазон входного сигнала;

ΔPV - изменение параметра при изменении выхода на $\Delta_{вых}$ %.

Например, для диапазона измерения температуры -50…200 ºС, при допустимом отклонении от задания ±4 ºС, минимальное значения изменения параметра $\Delta PV_{мин}$ можно выбрать равным 2 ºС. Время механизма составляет 63 с. Если при закрытии/открытии клапана на $\Delta_{вых} = 10\%$ параметр изменяется на $\Delta PV = 30\,°C$, то значение минимальной длительности импульса будет равно:

$$T_{мин} = 63 \cdot \frac{2}{30} \cdot \frac{10}{100\,\%} = 0.42с .$$

Примечание. При использовании обратной связи (*04 nTYPE* = 1) нужно более тщательно выбирать параметр *10 tMIN*, учитывая, что он должен быть большим, чем при использовании внутренней обратной связи (*04 nTYPE* = 0).

Параметр *11 Tdly* отвечает за время задержки между включениями выхода «БОЛЬШЕ» и выхода «МЕНЬШЕ». Этот параметр используется для исключения возможности одновременной подачи сигналов «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ», что могло бы привести к короткому замыканию. Значение этого параметра выбирается в зависимости от мощности пускового устройства исполнительного механизма, и составляет от 0,1 до 4 с.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *12 TI* отвечает за время интегрирования регулятора.

Параметр *13 TD* отвечает за время дифференцирования регулятора.

Параметр *14 KP* отвечает за коэффициент усиления регулятора.

Параметр *15 SP* отвечает за задание регулятору.

Параметр *16 SP_EXT* отвечает за использования внешнего задания регулятора. При использовании внешнего задания параметр *16 SP_EXT* нужно сделать «связанным». При этом в блоке появится вход с названием *прм(16),* на который подается сигнал внешнего задания. Внешним заданием может быть сигнал с аналогового входа контроллера (блока AIN(05)), программного задатчика (TM_PRG(57)) или любой другой аналоговый сигнал, используемый в программе пользователя.

Параметр *17 OUT* используется для управления дискретными выходами импульсного регулятора с верхнего уровня (например, со SCADA-системы). В ручном режиме работы регулятора, запись в данный параметр по интерфейсу числа в процентной шкале (0…100%) в зависимости от знака числа приведет к перемещению исполнительного механизма на открытие или закрытые регулирующего органа на заданное значение в процентах. После остановки исполнительного механизма, значение параметра *17 OUT* автоматически обнулится.

Параметр *18 PV_r* – диапазон изменения регулируемого параметра. Параметр отвечает за масштабирование сигнала по шкале 0 – 100% относительно диапазона входного сигнала.

В большинстве случаев, параметр *18 PV_r* задается равным диапазону измерения датчика. Например, для измерения температуры термометром сопротивления ТСМ 50М с предельными границами измерения -50,0 ºС... +200,0 ºС, диапазон измерения будет равен 250 ºС, то есть *18 PV_r = 250*. Для такого диапазона входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС рассогласование будет составлять E = 10 ºС, что соответствует 4% от диапазона измерения. В некоторых случаях, когда диапазон измерения датчика большой, а диапазон регулирования значительно меньше, диапазон входного сигнала можно задавать меньше чем диапазон измерения датчика. Для приведенного выше примера, если диапазон регулирования температуры составляет 20…120 ºС, то диапазон измерения будет равен 100 ºС, (*18 PV_r = 100)*. При таком диапазоне входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС, рассогласование будет составлять те же E = 10 ºС, но в процентном отношении это будет равно 10%. Таким образом, уменьшив диапазон входного сигнала, можно добиться лучшей чувствительности регулятора.

При уменьшении параметра *18 PV_r* следует учесть, что при этом увеличивается чувствительность к колебаниям входного сигнала, которая может возникать от внешних воздействий и негативно отражаться на качестве регулирования, особенно при использовании дифференциальной составляющей или большого коэффициента усиления.

Параметр *19 SP_h* отвечает за верхнее ограничение задания регулятора.

Параметр *20 SP_l* отвечает за нижнее ограничение задания регулятора.

При введении внутреннего задания с передней панели, изменение ниже параметра *19 SP_h* и *20 SP_l* заблокировано. Если при изменении внешнего задания параметр, значение которого поступает на вход *прм(16)*, больше (меньше) от значения заданного в параметре *19 SP_h (20 SP_l)*, то на сумматор поступает значение равное значению *19 SP_h (20 SP_l)*. Диаграмма ограничения задания представлена на рисунке 8.62.7.

Если параметр *19 SP_h* равный параметру *20 SP_l*, то задание будет неизменным и равным *SP = 19 SP_h = 20 SP_l.*

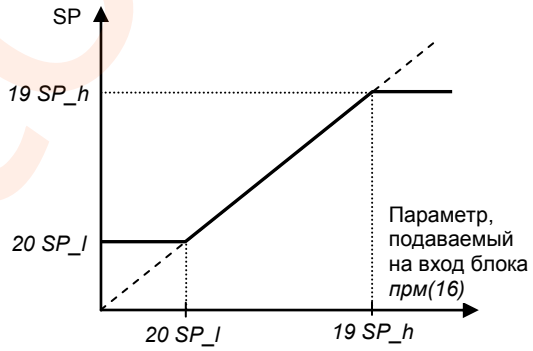


Рисунок 8.62.7 – Диаграмма ограничения внешнего задания

Параметр *21 SP_r* отвечает за скорость изменения задания (тех.единиц на минуту). В зависимости от значения параметра *21 SP_r*, есть два режимы балансировки:

1. *21 SP_r* = 0 – статическая балансировка,
2. *21 SP_r* ≠ 0 – динамическая балансировка.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Функциональная схема работы балансировок показана на рисунке 8.62.8.

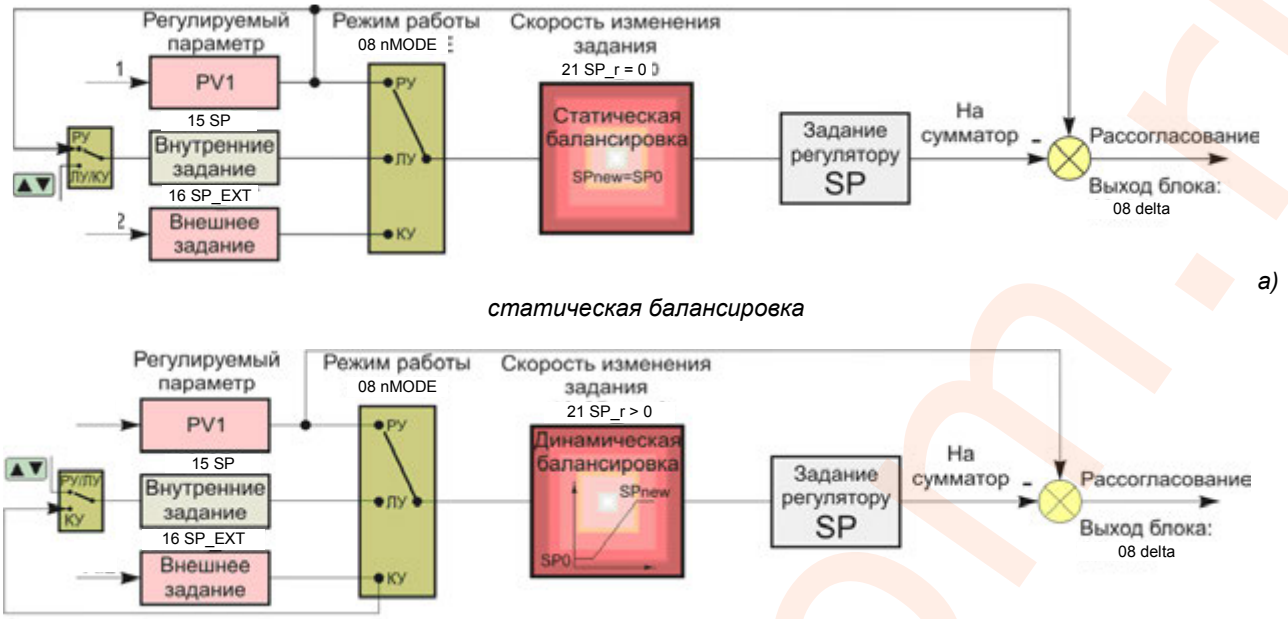


Рисунок 8.62.8 – Функциональная схема балансировок ПИД-регулятора блока PID_IMP(62)

Примечание. На схеме условно показано положение переключателей для ручного режима работы регулятора.

При использовании динамической балансировки в каскадном режиме управления (с внешним заданием) нужно учитывать, что изменение внешнего задания будет ограничено параметрами *19 SP_h* и *20 SP_l*, а скорость его изменения - параметром *21 SP_r.* На рисунке 8.62.9 штриховой линей показано изменение внешнего задания, подаваемого на вход *прм(16)*, а сплошной линей – реальное изменение задающего воздействия регулятора. На отрезке АБ скорость изменения внешнего задающего воздействия меньше скорости изменения задания, указанной в параметре *21 SP_r*, потому задание равно внешнему задающему воздействию. На отрезке БВ внешнее задающее воздействие изменяется с большей скоростью, чем скорость изменения задания. На данном графике скорость изменения задающего воздействия представлена углом наклона отрезка $\mathrm{tg}(\beta) = \frac{\Delta\text{прм}(16)}{\Delta t}$, а скорость изменения задания $\mathrm{tg}(\alpha) = \frac{\Delta SP}{\Delta t} = 21SP_r$. Следовательно, при $\mathrm{tg}(\beta) > \mathrm{tg}(\alpha)$ задание регулятору будет ограничиваться скоростью изменения задания, и изменятся - по отрезку БГ, а не БВ-ВГ. Аналогичным будет и ограничение скорости при уменьшении внешнего задания.



Рисунок 8.62.9 – Диаграмма ограничения скорости внешнего задания

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 8.62.2 - Функции режимов балансировок ПИД-импульсного регулятора блока PID_IMP(62)

	Статическая балансировка	Динамическая балансировка
Изменение внутренней заданной точки (с передней панели или по интерфейсу)	Внутреннее задание скачкообразно принимает значение нового задания SP_{OLD} ⌐ SP_{NEW}	Внутреннее задание начинает изменятся от значения старого задания до значения введенного нового задания со скоростью изменения задания *21 SP_r* SP_{OLD} → SP_{NEW}
Переключение режима работы **РУ → ЛУ**	При переключении задание принимает значение измеряемого параметра **SP= PV**	Задание начинает изменятся от значения измеряемого параметра до значения внутреннего задания со скоростью изменения задания *21 SP_r* **PV → SP**
Переключение режима работы **ЛУ → РУ**	Задание скачкообразно принимает значение измеряемого параметра **SP** ⌐ **PV**	Задание не изменяется **SP**
Переключение режима работы **ЛУ → КУ**	Значение задания скачкообразно изменяется с внутреннего на внешнее $SP_{ВНУТР}$ ⌐ $SP_{ВНЕШ}$	Задание начинает изменятся от значения внутреннего значения до внешнего со скоростью изменения задания *21 SP_r* $SP_{ВНУТР}$ → $SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → ЛУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → РУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$

Параметр *22 POZ* - положение исполнительного механизма. Если используется внешняя обратная связь, то параметр *22 POZ* нужно сделать «связанным» и на вход *прм(22)* подать сигнал от датчика положения исполнительного механизма. При этом на дисплее ВИХІД будет индицироваться реальное значение положения исполнительного механизма.

Параметр *23 TRK_V* отвечает за значение безопасного воздействия (работает только совместно с параметром *07 dTRK*). Данный параметр можно сделать «связанным», используя для разных ситуаций разное значение безопасного воздействия.

Если регулятор переведен в режим СУ (параметр *07 dTRK* = 1), то блок установки безопасного значения управляющего воздействия отключит регулирующий сигнал ПИД-регулятора, а на выходе устанавливает воздействие, заданное пользователем в параметре *23 TRK_V*, причем возможны три варианта:

1. *23 TRK_V = 0* - дискретный выход регулятора «МЕНЬШЕ» будет постоянно включен, закрывая исполнительный механизм.
2. *0 < 23 TRK_V < 100* – состояние дискретных выходов не определено. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера, использовать такое значение безопасного воздействия в программах пользователя не рекомендуется.
3. *23 TRK_V = 100* - дискретный выход регулятора «БОЛЬШЕ» будет постоянно включен, открывая исполнительный механизм.

Параметр *24 MAX* отвечает за верхнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если параметр равен уставке MAX или превышает ее (PV≥SP+MAX), то срабатывает сигнализация MAX. Соответственно, на передней панели начнет светиться светодиод ▲, а на выходе *03 dMAX* блока PID_IMP(62) установится логическая единица.

Параметр *25 MIN* отвечает за нижнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если же параметр равен или меньше уставки MIN (PV≤SP-MIN), то сработает сигнализация MIN. На передней панели будет светиться светодиод ▼, а на выходе *04 dMIN* блока PID_IMP(62) установится логическая единица.

Параметр *26 HYS* отвечает за гистерезис сигнализации параметра.

Параметр *27 FF_V* отвечает за предварение управляющего воздействия регулятора. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *27 FF_V* нужно сделать «связанным».

Параметр *28 FF_G* отвечает за коэффициент усиления значения предварения регулятора. Сигнал с входа параметра *27 FF_V* усиливается (ослабляется) этим коэффициентом.

Параметр *29 FF_h* отвечает за верхнее ограничение предварения регулятора.

Параметр *30 FF_l* отвечает за нижнее ограничение предварения регулятора.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Верхнее и нижнее ограничение предварения выставляются исходя с соображений безопасности. Сначала коэффициент усиления предварения K_{FF} устанавливается равный нулю. Тогда настраивается ПИД-регулятор без предварения. Когда подобраны коэффициенты $K_р$, $T_и$ и $T_д$, необходимо начать увеличивать коэффициент K_{FF} до тех пор, тока в системе не возникнут затухающие колебания при $K_{FFкр}$. Коэффициент усиления сигнала предварения вычисляется так (8.62.10):

$$K_{FF} = 0{,}7 \cdot K_{FFкр}\ , \qquad (8.62.10)$$

где: K_{FF} - коэффициент усиления предварения;

$K_{FFкр}$ - критический коэффициент усиления предварения, при котором в системе возникают затухающие колебания.

Параметр *31 COR_V* отвечает за коррекцию сигнала рассогласования регулятора. Параметр делается «связанным» и, соответственно, в блоке появится вход *прм(31)*. На этот вход подается сигнал коррекции с блока COR_ST(93) или COR_D(94), который представляет собой функцию рассогласования между параметром коррекции и точкой коррекции (8.62.11):

$$VAL_{COR} = F(PV2_{COR} - SP_{COR}), \qquad (8.62.11)$$

где, VAL_{COR} - значение сигнала коррекции (в %), подаваемое на вход *прм(31)* блока PID_IMP(62);

$PV2_{COR}$ - значение параметра коррекции;

SP_{COR} - значение точки коррекции. Для блока COR_ST(93) это значение постоянное и задается пользователем, а для блока COR_D(94) – динамическое, изменяется при каждом переключении с режима РУ в режим ЛУ, и принимает значение параметра коррекции в момент переключения $SP_{COR} = PV2_{COR}$;

$F(PV2_{COR} - SP_{COR})$ - функция преобразования рассогласования $PV2_{COR} - SP_{COR}$, которая задается в блоках COR_ST(93) и COR_D(94).

Параметр *32 COR_G* отвечает за коэффициент усиления сигнала коррекции. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Параметр *33 COR_h* отвечает за верхнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *34 COR_I* отвечает за нижнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *35 FB* отвечает за величину мертвой зоны (в технических единицах) импульсного ПИД-регулятора.

С точки зрения улучшения качества регулирования, желательно выбрать минимальную зону нечувствительности, но при этом увеличится частота срабатывания ключей «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ», что в свою очередь приводит к ускоренному износу пускового устройства и исполнительного механизма. Кроме того, при малой зоне нечувствительности и больших значениях минимальной длительности импульса могут иметь место автоколебания, что также недопустимо. Автоколебания будут отсутствовать или быть минимальными, если величина зоны нечувствительности будет (8.62.12):

$$\Delta[\text{тех.ед.}] > \frac{PV_{RANGE}}{K_п} \cdot \frac{T_{имп}}{T_{мех}}\ , \qquad (8.62.12)$$

где: Δ - зона нечувствительности;

PV_{RANGE} - диапазон входного сигнала;

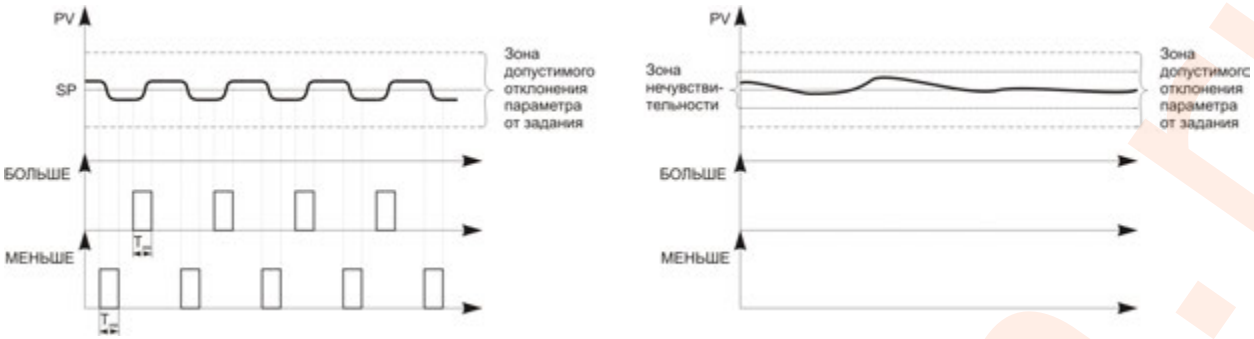
$K_П$ - коэффициент усиления;

$T_{имп}$ - минимальная длительность импульса;

$T_{мех}$ - время механизма.

Пример графика регулирования параметра без зоны нечувствительности (а) и с зоной нечувствительности (б) представлен на рисунке 8.62.10.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



а) регулирование без зоны нечувствительности *б) регулирование с зоной нечувствительности*

Рисунок 8.62.10 – Регулирование параметра в зоне допустимого отклонения параметра от задания

При регулировании параметра без зоны нечувствительности, когда есть небольшое рассогласование, интегральная составляющая регулятора начинает ее отрабатывать. Когда сформированное значение выходного импульса достигает значения минимальной длительности импульса, заданного пользователем в параметре *10 Tmin*, срабатывает соответствующий дискретный выход. Поскольку значение минимальной длительности импульса ставят сравнительно большим (для уменьшения количества срабатываний исполнительного механизма), то, для регулятора с интегральной составляющей без мертвой зоны, это может привести к процессу образования автоколебаний (рисунок 8.62.10,а).

Для регулятора с зоной нечувствительности, когда значение параметра попадает в эту зону, процесс регулирования отключается, и соответственно дискретные выходы также находятся в выключенном состоянии (рисунок 8.62.10,б). В таком случае, процесс регулирования будет осуществляться с небольшой статической ошибкой, но уменьшается износ исполнительного механизма.

На практике значение зоны нечувствительности выбирают равным половине отклонения регулятора, которое можно считать допустимым по условиям эксплуатации. То есть, если при регулировании температуры с заданием 250 ºС нормальным считается отклонение параметра от задания на ±6 ºС, то значение зоны нечувствительности выбирают равным 3 ºС.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Принцип работы функционального блока

Функциональная схема импульсного ПИД-регулятора представлена на рисунке 8.62.11.

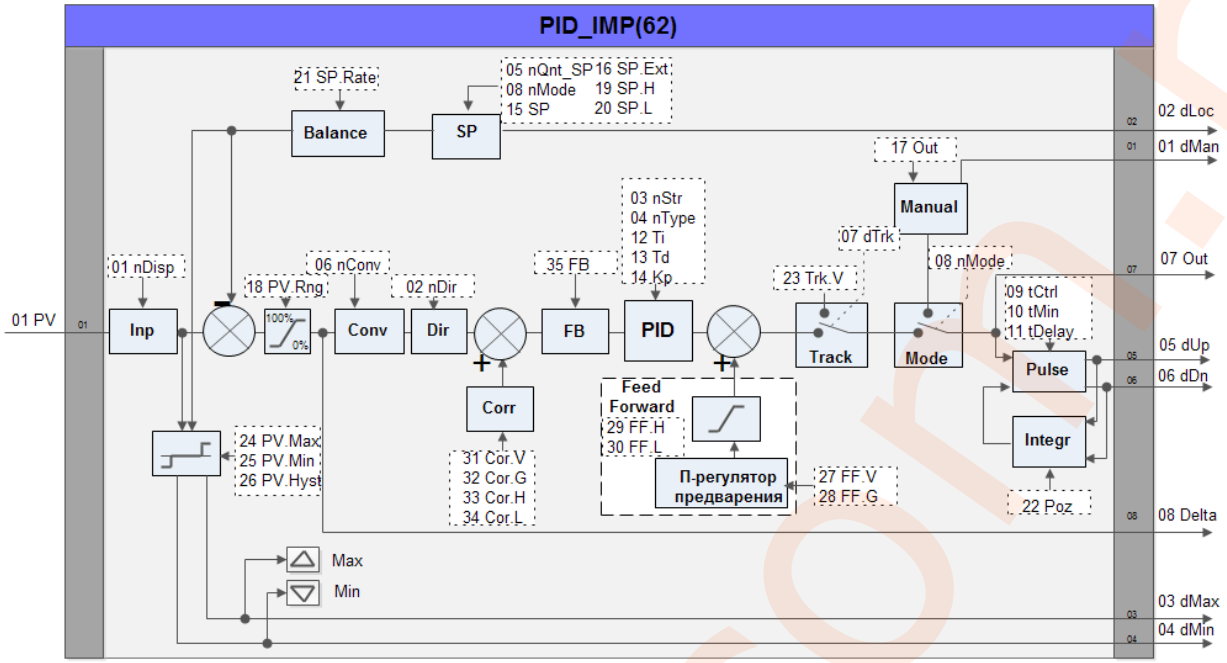


Рисунок 8.62.11 - Функциональная схема блока импульсного ПИД-регулятора PID_IMP(62)

Значение регулируемого параметра поступает на вход *01 PV* блока и индицируется на дисплее ПАРАМЕТР. В параметре *01 nDISP* задается номер дисплея регулятора. Значение *01 nDISP = 0* делает регулятор невидимым с передней панели.

Регулируемый параметр поступает на узел ***СИГНАЛИЗАЦИЯ (5)***, где определяется отклонение регулируемого параметра от заданной точки (девиационная сигнализация). Данный узел формирует дискретные сигналы dMIN и dMAX, которые поступают на выходы 04 и 03 блока PID_IMP(62). Кроме того, данные сигналы напрямую «привязаны» к соответствующим сигнальным светодиодам на передней панели контроллера возле индикатора ПАРАМЕТР.

Следующим узлом в цепи обработки регулируемого параметра является ***СУММАТОР (4)***, причем, значение регулируемого параметра поступает на него со знаком “+”.

Узел формирования задания состоит из нескольких блоков. Заданное значение регулируемого параметра (узел ***SP (2)***) ограничено по максимуму и минимуму параметрами *19 SP_h* и *20 SP_l*. Значение заданной точки регулятора находится в параметре *15 SP*, который, при необходимости, можно сделать «связанным». При использовании внешней заданной точки (параметр *05 nQntSP* = 2), ее значение необходимо записывать в параметр *16 SP_EXT* (также сделав его «связанным»). Параметр *21 SP_r* определяет скорость изменения задания (в технических единицах за минуту).

Узел ***BALANCE (3)*** отвечает за безударное (плавное) переключение или изменение заданной точки. Сигнал с узла ***BALANCE (3)*** поступает на ***СУММАТОР (4)*** со знаком “-”.

На выходе сумматора формируется сигнал рассогласования между регулируемым параметром и заданием в технологических единицах: $E_{mex.ed.}$=*PV-SP*. Этот сигнал масштабируется по шкале 0 – 100% (узел ***МАСШТАБИРОВАНИЕ (6)***) относительно диапазона изменения PV, задаваемого в параметре *18 PV_r*. Нормированный сигнал рассогласования можно использовать в программе пользователя – он подается на выход *08 delta* блока PID_IMP(62).

Нормированный сигнал рассогласования после узла ***МАСШТАБИРОВАНИЕ (6)*** поступает на узел ***CONV (7)*** математического преобразования.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Следующий узел - ***DIR (8)*** - определяет направление действия регулятора (выбирается параметром *02 nDIR)*. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$.

При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$.

Также есть возможность использования коррекции (узел ***CORR (9)***) управляемого сигнала по дополнительному параметру. Сигнал рассогласования E_{PV} после блока ***DIR (8)*** суммируется со значением коррекции (8.62.13):

$$E = E_{PV} + (COR_G \cdot VAL_{COR})_{COR_l}^{COR_h} \qquad (8.62.13)$$

С формулы видно, что влияние на рассогласование, а соответственно и на регулирование, зависит от коэффициента усиления *32 COR_G*. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Далее сигнал проходит через узел ***DB (11)*** «Зона нечувствительности». Настройки этого блока производятся параметром *35 FB*.

Следующим шагом сигнал рассогласования попадает на блок ПИД-регулирования ***PID (12)***. ПИД-регулятор построен таким образом, что в процессе работы в каждый момент времени t на выходе регулятора будет формироваться воздействие Y(t) в зависимости от входного сигнала регулятора E(t) (рассогласования между входным параметром PV и заданием регулятора SP).

Зависимость между входным сигналом регулятора E(t) и выходным Y(t) определяет передаточная функция регулятора. Алгоритм преобразования содержит три составляющие регулятора: пропорциональная (П-составляющая), интегральная (И-составляющая) и дифференциальная (Д-составляющая).

С выхода блока сигнал поступает на ***СУММАТОР (14)***. К сумматору также подходит сигнал предварения узла ***FEED FORWARD (13)***. Чтобы в блоке ПИД-импульсного регулятора появился вход предварения, параметр *27 FF_V* нужно сделать «связанным». Сигнал с этого входа усиливается/ослабляется коэффициентом усиления предварения K_{FF}, заданным в параметре *28 FF_G*, ограничивается уставками, заданными в параметрах *29 FF_h* и *30 FF_l* и подается на сумматор. Другими словами, выходной сигнал с ПИД-регулятора суммируется с выходным сигналом П-регулятора канала предварения (рисунок 8.62.12).

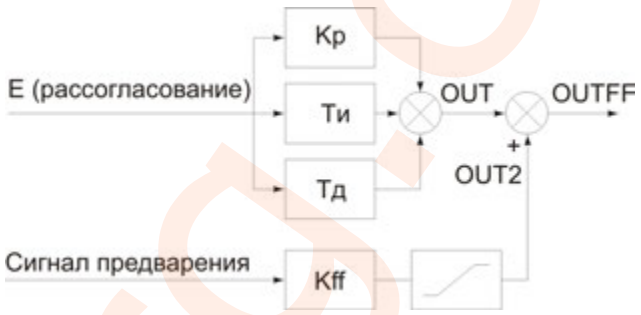


Рисунок 8.62.12 – Функциональная схема формирования выхода ПИД-регулятора с предварением

Далее регулирующий сигнал проходит через блок установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия ***TRACK (15)***. Если команда на установку безопасного положения отсутствует, то регулирующий сигнал проходит через этот блок без изменений. Сигнал команды на установку безопасного положения заводится на вход *прм(07)*, для чего параметр *07 dTRK* нужно сделать «связанным».

Потом сигнал проходит через блок выбора режима роботы регулятора ***MODE (17)*** (РУЧНОЙ / АВТОМАТ). Выбор режима роботы осуществляется с передней панели контроллера или задается в параметре *08 nMODE*. В автоматическом режиме роботы регулирующий сигнал ПИД-регулятора управляет дискретными сигналами, а в ручном режиме управление осуществляется с передней панели прибора или по интерфейсу. Если управление осуществляется по интерфейсу, то значение перемещения ИМ записывается в параметр *17 OUT*.

Последним звеном ПИД-импульсного регулятора является импульсный преобразователь ***PULSE (18)***, который по выходу ПИД-регулятора формирует импульсные сигналы «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ».

Сигналы «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ» идут на выходы блока *05 dUP* и *06 dDN*, а также поступают на внутренний интегратор ***INTEGR (19)***, который формирует интегрированное (рассчитанное) значение положения исполнительного механизма. Это значение выводится на передней панели в дисплее ВИХІД, а также может быть использовано на верхнем уровне с параметра *22 POZ*. Если используется внешняя обратная связь, то параметр *22 POZ* нужно сделать «связанным» и на вход прм(22) подать сигнал от датчика положения исполнительного механизма. При этом на дисплее ВИХІД будет индицироваться реальное значение положения исполнительного механизма.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Пример применения

Допустим, есть абстрактный технологический процесс. Воду в емкости необходимо нагреть и поддерживать при определенной температуре. Для нагрева воды используется газовая горелка, находящаяся под емкостью. Интенсивность горения регулируется клапаном подачи газа. На рисунке 8.62.13 показано, как это может быть организовано при помощи импульсного ПИД-регулирования.

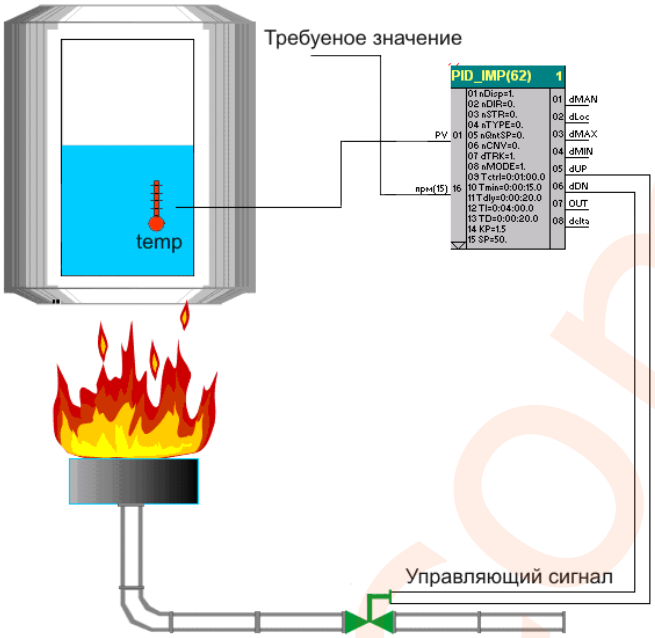


Рисунок 8.62.13 – Применение импульсного ПИД-регулятора

На рисунке 8.62.14 изображена реализация примера на основе функционального блока PID_IMP(62) контролера МИК-51. Значения свойств блоков данной программы приведены на рисунках 8.62.15 – 8.62.19. FBD-файл примера программы доступен для скачивания с официального сайта предприятия МИКРОЛ (Impuls_PID.zip).

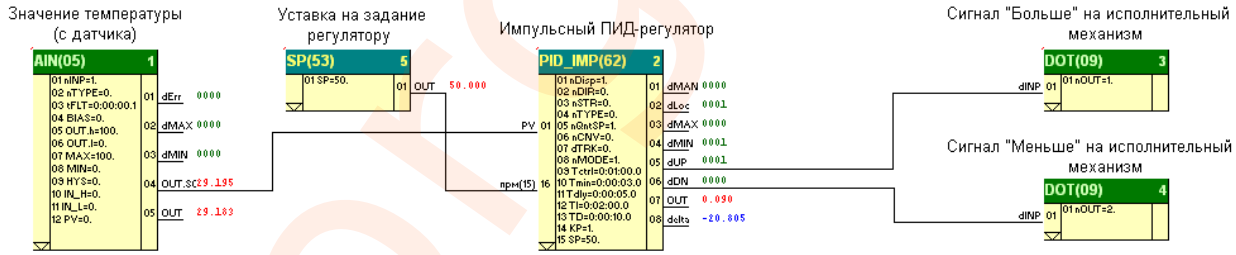


Рисунок 8.62.14 – Реализация импульсного ПИД-регулятора

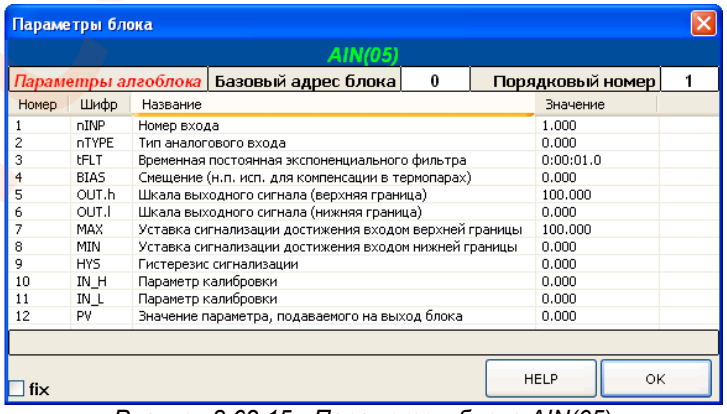


Рисунок 8.62.15 - Параметры блока AIN(05)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

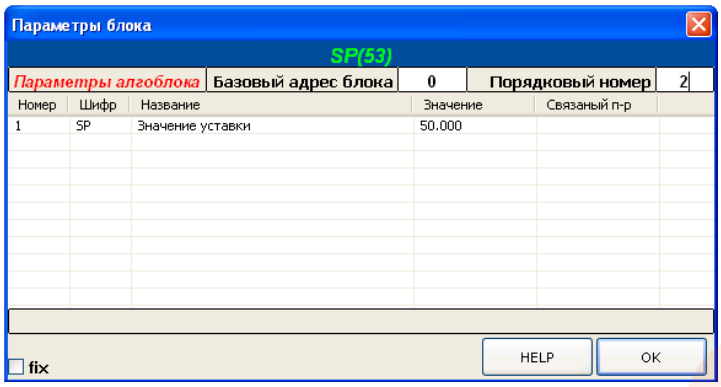


Рисунок 8.62.16 - Параметры блока SP(53)

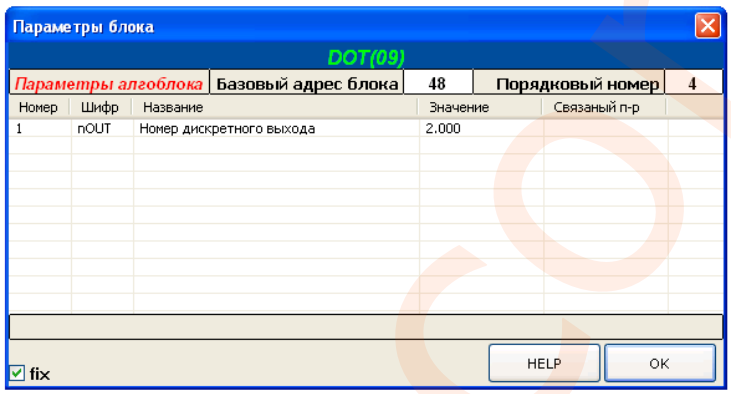


Рисунок 8.62.17 - Параметры блока DOT1(09)

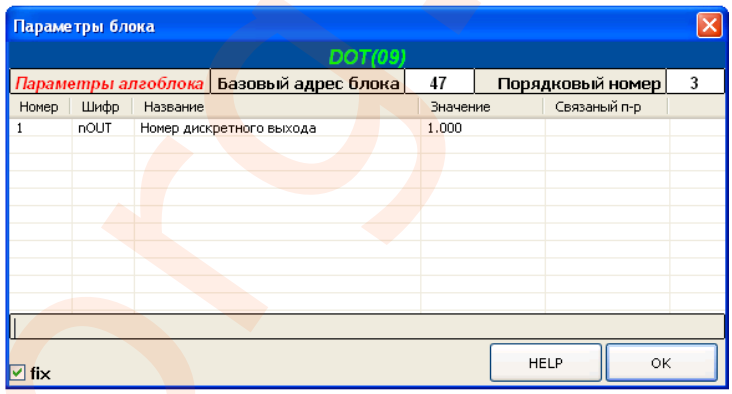
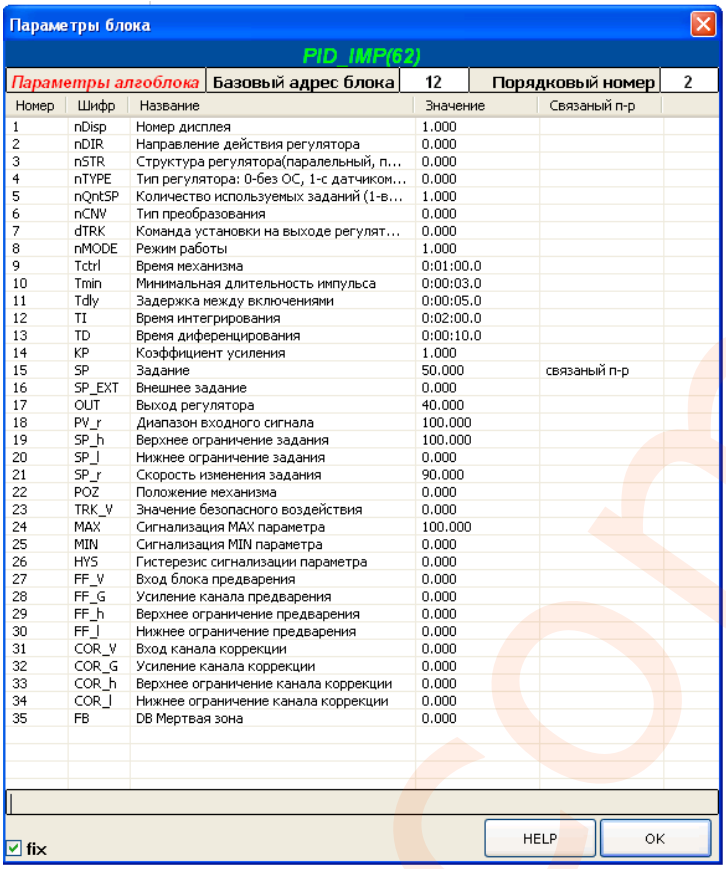


Рисунок 8.62.18 - Параметры блока DOT2(09)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



Номер	Шифр	Название	Значение	Связаный п-р
1	nDisp	Номер дисплея	1.000	
2	nDIR	Направление действия регулятора	0.000	
3	nSTR	Структура регулятора(паралельный, п...	0.000	
4	nTYPE	Тип регулятора: 0-без ОС, 1-с датчиком...	0.000	
5	nQntSP	Количество используемых заданий (1-в...	1.000	
6	nCNV	Тип преобразования	0.000	
7	dTRK	Команда установки на выходе регулят...	0.000	
8	nMODE	Режим работы	1.000	
9	Tctrl	Время механизма	0:01:00.0	
10	Tmin	Минимальная длительность импульса	0:00:03.0	
11	Tdly	Задержка между включениями	0:00:05.0	
12	TI	Время интегрирования	0:02:00.0	
13	TD	Время диференцирования	0:00:10.0	
14	KP	Коэффициент усиления	1.000	
15	SP	Задание	50.000	связаный п-р
16	SP_EXT	Внешнее задание	0.000	
17	OUT	Выход регулятора	40.000	
18	PV_r	Диапазон входного сигнала	100.000	
19	SP_h	Верхнее ограничение задания	100.000	
20	SP_l	Нижнее ограничение задания	0.000	
21	SP_r	Скорость изменения задания	90.000	
22	POZ	Положение механизма	0.000	
23	TRK_V	Значение безопасного воздействия	0.000	
24	MAX	Сигнализация MAX параметра	100.000	
25	MIN	Сигнализация MIN параметра	0.000	
26	HYS	Гистерезис сигнализации параметра	0.000	
27	FF_V	Вход блока предварения	0.000	
28	FF_G	Усиление канала предварения	0.000	
29	FF_h	Верхнее ограничение предварения	0.000	
30	FF_l	Нижнее ограничение предварения	0.000	
31	COR_V	Вход канала коррекции	0.000	
32	COR_G	Усиление канала коррекции	0.000	
33	COR_h	Верхнее ограничение канала коррекции	0.000	
34	COR_l	Нижнее ограничение канала коррекции	0.000	
35	FB	DB Мертвая зона	0.000	

Рисунок 8.62.19 - Параметры блока PID_IMP(62)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_62.fbx)

Постановка задачи: Необходимо организовать ПИД-импульсное регулирование.

Решение:

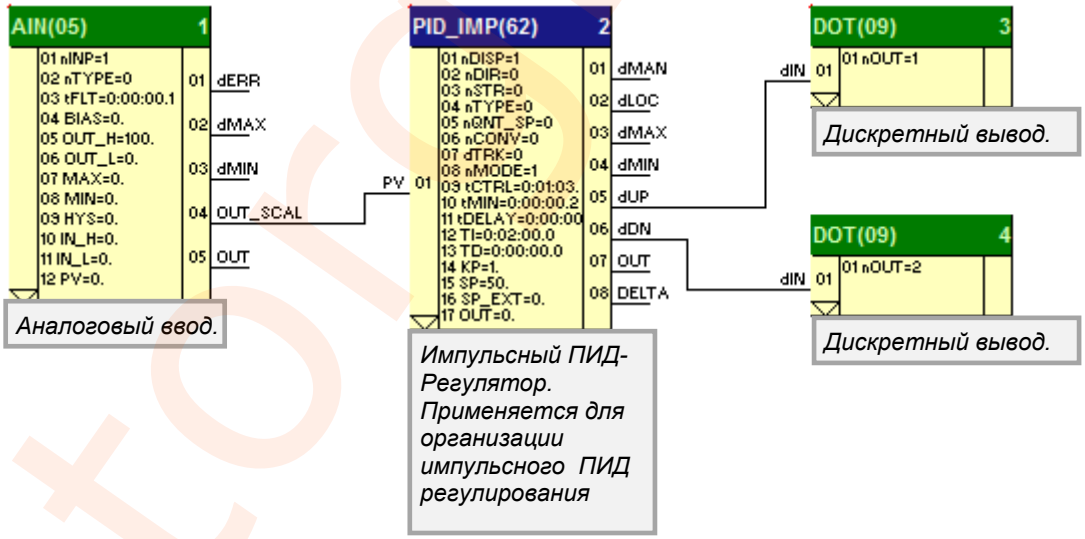


Рисунок 8.62.20 - Пример использования блока PID_IMP (62)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8.90 PID_R(90) - Аналоговый ПИД-регулятор с расширенной схемой перехода между режимами РУЧ/АВТ/КАС

Назначение

Функциональный блок (рисунок 8.90.1) предназначен для построения контуров ПИД-регулирования с использованием аналоговых исполнительных механизмов.

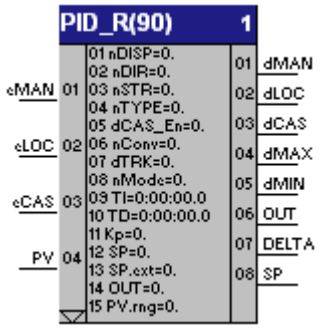


Рисунок 8.90.1 – Функциональный блок аналогового ПИД-регулятора с расширенной схемой перехода между режимами работы (РУ/ЛУ/КУ)

Функциональный блок PID_R(90) выполняет функции настраиваемого ПИД-регулятора с дополнительными возможностями, такими как:

1.Формирование на выходе регулятора безопасного воздействия по внешней команде;

2. 4 режима работы:

• ручной – управление с передней панели;

• локальный – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием;

• каскадный - управление ПИД-регулятором с внешним заданием или заданием от программного задатчика;

• следящий – остановка регулятора с автоматическим слежением за значением выхода блока для последующего безударного перехода в другой режим работы;

3. Функция предварения управляющего воздействия регулятора;

4. Функция коррекции сигнала рассогласования регулятора.

Блок осуществляет ПИД-алгоритм обработки входного сигнала. Компоненты П-, И- и Д-, предназначенные для обработки входного сигнала, могут быть активизированы или выключены в индивидуальном порядке. Это позволяет конфигурировать П-, ПИ-, ПД- и ПИД- регуляторы.

ПИД-регулятор PID_R(90) является аналогом регулятора PID(60) с расширенными возможностями по переходу между режимами работы. По сравнению с последним, у регулятора PID_R(90) присутствуют дополнительные входа *01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS*, выхода *03 dCAS* и *08 SP* и параметр *05 dCAS_En*.

Параметры функционального блока

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 8.90.1.

Таблица 8.90.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	eMAN	0 / 1		Режим работы – РУ
02	eLOC	0 / 1		Режим работы – ЛУ
03	eCAS	0 / 1		Режим работы – КУ
04	PV	Вещественное		Вход регулятора
Параметры				
01	nDISP	1 - 9	1	Номер дисплея
02	nDIR	0 / 1	0	Направление действия регулятора (0-обратный, 1-прямой)
03	nSTR	0 / 1	0	Структура регулятора (0-параллельный, 1-смешаный)
04	nTYPE	0, 1, 2	0	Тип регулятора (0 – ПИД; 1,2 – не исп.)

Продолжение таблицы 8.90.1

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

05	dCAS_En	1, 2	0	Разрешение работы в режиме КУ: 0 – каскадный режим работы запрещен вне зависимости от значения параметра *08 nMODE* и сигнала на входе *03 eCAS*; 1 – каскадный режим работы разрешен.
06	nCONV	0, 1, 2, 3, 4, 5	0	y=x y=SQRT(X) y=logX y=eX y=x2 y=1/x
07	dTRK	0 / 1	0	Команда установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (параметр 21 TRK_VAL)
08	nMODE	0, 1, 2	0	Режим работы (0-РУ, 1-ЛУ, 2-КУ)
09	TI	Время	0:02:00:0	Время интегрирования регулятора
10	TD	Время	0:00:00:0	Время дифференцирования регулятора
11	KP	Вещественное	1	Коэффициент усиления регулятора
12	SP	Вещественное	0	Задание регулятору
13	SP_EXTERN	Вещественное	0	Внешнее задание регулятора
14	OUT	Вещественное	0	Выход регулятора 0–100%
15	PV_RANGE	Вещественное	100	Диапазон изменения регулируемого параметра
16	SP_H	Вещественное	100	Ограничение задания (верхнее)
17	SP_L	Вещественное	0	Ограничение задания (нижнее)
18	SP_RATE	Вещественное	100	Скорость изменения задания, тех. ед. / мин.
19	OUT_H	Вещественное	100	Ограничение выхода регулятора (верхнее)
20	OUT_L	Вещественное	0	Ограничение выхода регулятора (нижнее)
21	TRK_VAL	Вещественное	0	Значение безопасного воздействия
22	DEV_MAX	Вещественное	0	Уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки (сигнализация девиационная)
23	DEV _MIN	Вещественное	0	
24	DEV _HYS	Вещественное	0	Гистерезис сигнализации параметра
25	FF_VAL	Вещественное	0	Предварение управляющего воздействия регулятора
26	FF_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиление предварения
27	FF_H	Вещественное	0	Ограничение предварения (верхнее)
28	FF_L	Вещественное	0	Ограничение предварения (нижнее)
29	COR_VAL	Вещественное	0	Вход звена коррекции регулируемого параметра регулятора
30	COR_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиления сигнала коррекции
31	COR_H	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (верхнее)
32	COR_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (нижнее)
33	FB	Вещественное	0	Не используется
			Выходы	
01	dMAN	0 / 1		1 – регулятор находится в режиме РУ
02	dLOC	0 / 1		1 – регулятор находится в режиме ЛУ
03	dCAS	0 / 1		1 – регулятор находится в режиме КУ
04	dMAX	0 / 1		Выход сигнализации превышения регулируемым параметром уставки DEV_MAX
05	dMIN	0 / 1		Выход сигнализации превышения регулируемым параметром уставки DEV_MIN
06	OUT	Вещественное		Аналоговый выход регулятора
07	DELTA	Вещественное		Рассогласование регулятора в % входного параметра
08	SP	Вещественное		Задание регулятора

Параметр *01 nDISP* задает номер дисплея регулятора. Максимальное количество используемых в программе контроллера регуляторов (ПИД - аналоговых, ПИД - импульсных, ПИД - каскадных а также дельта-регуляторов) – 9. Каждый регулятор должен иметь свой уникальный номер, по которому будет производится идентификация регуляторов на передней панели контроллера (дисплей №).

Параметр *02 nDIR* определяет направление действия регулятора. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*) рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$. Выход регулятора будет увеличиваться, если регулируемый параметр будет меньше задания, и наоборот, уменьшаться, если регулируемый параметр будет больше задания (8.90.1):

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

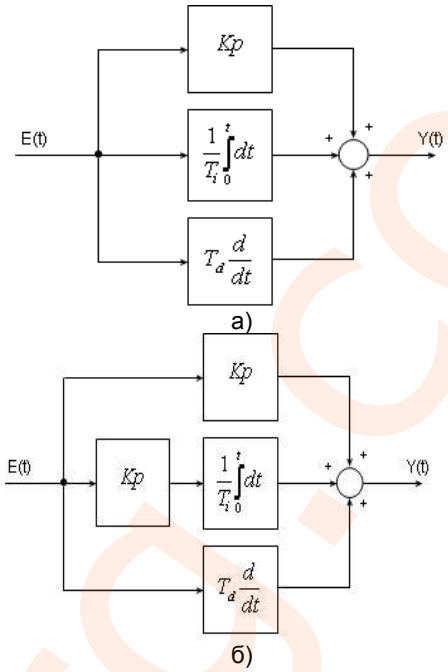
02 nDIR = 0: $\begin{matrix} PV < SP \Rightarrow OUT \uparrow \\ PV > SP \Rightarrow OUT \downarrow \end{matrix}$. (8.90.1)

При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$. Выход регулятора будет увеличиваться, если регулируемый параметр будет больше задания, и наоборот, уменьшаться, если регулируемый параметр будет меньше задания (8.90.2):

02 nDIR = 1: $\begin{matrix} PV > SP \Rightarrow OUT \uparrow \\ PV < SP \Rightarrow OUT \downarrow \end{matrix}$ (8.90.2)

Параметр *03 nSTR* определяет структуру регулятора:
1. *03 nSTR* = 0 – параллельная;
2. *03 nSTR = 1* – смешанная.

Алгоритмические схемы ПИД-регулятора в случае параллельной и смешанной структуры показаны на рисунке 8.90.2.



а – параллельная структура ПИД-регулятора; б – смешанная структура ПИД-регулятора.
Рисунок 8.90.2 – Структуры ПИД-регулятора

Согласно рисунка 8.90.2, для параллельной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \quad (8.90.3)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{Kp}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \quad (8.90.4)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *11 Kp*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *09 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *10 TD*).

Суммарно: при использовании смешанной структуры регулятора, в сравнении с параллельной, влияние интегральной составляющей T_i увеличивается в K_p раз.

Формулы (8.90.3) и (8.90.4) соответствуют передаточным функциям аналоговых ПИД-регуляторов. В регуляторах контроллера МИК-51 используются приближенные формулы расчета передаточных функций в связи с тем, что МИК-51 является цифровым устройством. Соответственно, расчет интегральной и дифференциальной составляющих выполняется числовыми методами (с высокой точностью) с поправкой на дискретизацию во времени значения рассогласования. Таким образом, передаточная функция ПИД-регулятора для параллельной структуры имеет вид (8.90.5):

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{1}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.90.5)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид (8.90.6):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{K_p}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.90.6)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *11 Kp*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *09 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *10 TD*).

E_i – разность между заданием регулятора и текущим значением Ti контролируемой величины;

ΔE_i - разность между двумя соседними значениями E_i и E_{i-1};

Δt - время между двумя соседними измерениями T_i и T_{i-1};

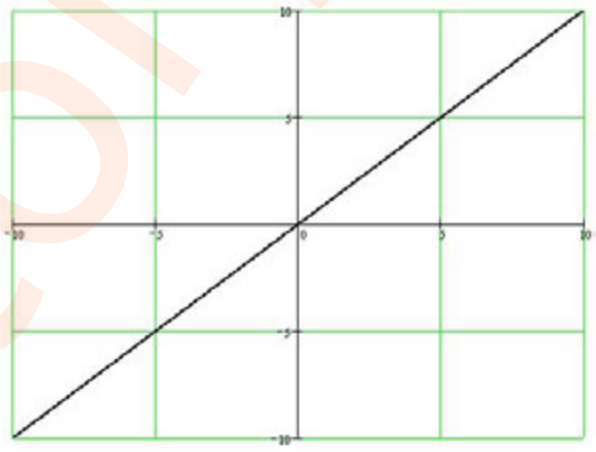
$\sum_{i=0}^{n} E_i$ -накопленная интегральная сумма рассогласований.

Параметр *04 nTYPE* отвечает за тип ПИД-регулятора (0 – по умолчанию).

Параметр *05 dCAS_En* разрешает или запрещает работу в режиме КУ:
05 dCAS_En = 0 – каскадный режим работы запрещен вне зависимости от значения параметра *08 nMODE* и сигнала на входе *03 eCAS*;
05 dCAS_En = 1 – каскадный режим работы разрешен.

Параметром *06 nConv* выбирается один из шести типов математического преобразования:

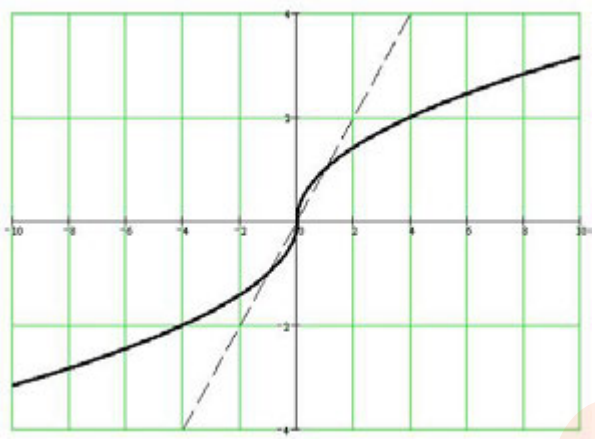
1. $E_{вых} = E$; (значение *06 nConv* = 0)
2. $E_{вых} = \sqrt{|E|}$; (значение *06 nConv* = 1)
3. $E_{вых} = \log E$; (значение *06 nConv* = 2)
4. $E_{вых} = e^{E}$; (значение *06 nConv* = 3)
5. $E_{вых} = E^2$; (значение *06 nConv* = 4)
6. $E_{вых} = \frac{1}{E}$. (значение *06 nConv* = 5)



$E_{вых} = E$

Рисунок 8.90.3 – График обработки сигнала рассогласования

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



——— - $E_{вых} = \sqrt{|E|}$, – – – – – - $E_{вых} = E$ (показано для сравнения с функцией $E_{вых} = \sqrt{|E|}$)

Рисунок 8.90.4 – График обработки сигнала рассогласования

При выборе параметра *06 nConv = 0* ($E_{вых} = E$) сигнал рассогласования проходит через этот блок без изменения (рисунок 8.90.3). Если выбран параметр *06 nConv = 1*, то на выходе блока получим сигнал, представленный на рисунке 8.90.4. В этом случае, при малом рассогласовании, выходной сигнал рассогласования будет больше, чем входной. Таким образом, регулятор будет быстрее реагировать при малых значениях рассогласования. Но при больших значениях рассогласования выходной сигнал рассогласования будет значительно меньше входного, поэтому регулятор будет медленнее реагировать, чем при линейном преобразовании. Обратный закон будет для *06 nConv = 4*. При малом рассогласовании выходной сигнал блока «тип преобразования» будет меньше от входного сигнала, потому регулятор будет медленнее регулировать. Если значение рассогласования будет больше, к примеру, на 1% от диапазона измерения, то выходной параметр будет значительно больше входного, потому регулирование будет происходить быстрее, чем при линейном преобразовании.

Параметр *07 dTRK* отвечает за установку на выходе регулятора безопасного воздействия. В случае возможных аварийных или нештатных ситуаций, команда *07 dTRK = 1* позволяет перевести регулятор в режим СЛЕДЯЩЕГО управления (СУ). При этом на выходе регулятора устанавливается заданное в параметре *21 TRK.V* безопасное положение или отслеживается значение данного параметра, если он запрограммирован как «связанный» (см. описание на Программный пакет редактор FBD-программ АЛЬФА).

Параметр *08 nMode* отвечает за управление режимами работы регулятора с передней панели или по сети:

1. *08 nMode = 0* – РУЧНОЙ режим (РУ);
2. *08 nMode = 1* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (ЛОКАЛЬНОЕ управление – ЛУ);
3. *08 nMode = 2* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (КАСКАДНОЕ управление – КУ).

После программирования контроллер находится в том режиме, который указан в параметре *08 nMode*. Переключение между режимами работы описано в разделе 6.2.3 руководства ПРМК.421457.005 РЭ1. Также режимы работы можно переключать внешними сигналами, сделав параметр *08 nMode* «связанным». Тогда на вход *прм(08)* подается сигнал с внешних дискретных входов (DIN(06)) или другой сигнал, используемый в программе пользователя.

При составлении программ с использованием функционального блока PID_R(90) необходимо учитывать тот факт, что выбор режима работы регулятора параметром *08 nMode* возможен только тогда, когда на соответствующие входа блока (*01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS*) подается логический «0».

Входа *01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS* предназначены для перевода регулятора в соответствующий режим работы. Наивысший приоритет имеет вход *03 eCAS*, затем – вход *02 eLOC*. У входа *01 eMAN* самый низкий приоритет. Логика работы регулятора PID_R(90), в зависимости от сигналов на входах *01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS* (с учетом их приоритетности), отображена в таблице 8.90.2.

Дискретные выхода *01 dMAN*, *02 dLOC* и *03 dCAS* указывают, в каком режиме работы находится регулятор в данный момент.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 8.90.2 - Логика работы регулятора PID_R(90)

eMAN (РУ, ручное управление)	eLOC (ЛУ, локальное управление)	eCAS (КУ, каскадное управление)	Режим работы регулятора
0	0	0	Режим работы регулятора зависит от значения параметра настройки *08 nMODE*: 0 – РУ, 1 – ЛУ, 2 – КУ
0	0	1	КУ
0	1	0	ЛУ
0	1	1	КУ
1	0	0	РУ
1	0	1	КУ
1	1	0	ЛУ
1	1	1	КУ

Параметр *09 TI* отвечает за время интегрирования регулятора.

Параметр *10 TD* отвечает за время дифференцирования регулятора.

Параметр *11 Kp* отвечает за коэффициент усиления регулятора.

Параметр *12 SP* отвечает за задание регулятору.

Параметр *13 SP.ext* отвечает за использования внешнего задания регулятора. При использовании внешнего задания параметр *13 SP.ext* нужно сделать «связанным». При этом в блоке появится вход с названием *прм(13),* на который подается сигнал внешнего задания. Внешним заданием может быть сигнал с аналогового входа контроллера (блока AIN(05)), программного задатчика (TM_PRG(57)) или любой другой аналоговый сигнал, используемый в программе пользователя.

В параметр *14 OUT* записывают предустановленное значение аналогового выхода регулятора. С этого значения начнет изменятся выход регулятора при переходе с ручного режима в автоматический. Также данный параметр используется для управления выходом регулятора с верхнего уровня (например, со SCADA-системы).

Параметр *15 PV.rng* – диапазон изменения регулируемого параметра. Параметр отвечает за масштабирование сигнала по шкале 0 – 100% относительно диапазона входного сигнала.

В большинстве случаев, параметр *15 PV.rng* задается равным диапазону измерения датчика. Например, для измерения температуры термометром сопротивления ТСМ 50М с предельными границами измерения -50,0 ºС... +200,0 ºС, диапазон измерения будет равен 250 ºС, то есть *15 PV.rng = 250*. Для такого диапазона входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС рассогласование будет составлять E = 10 ºС, что соответствует 4% от диапазона измерения. В некоторых случаях, когда диапазон измерения датчика большой, а диапазон регулирования значительно меньше, диапазон входного сигнала можно задавать меньше чем диапазон измерения датчика. Для приведенного выше примера, если диапазон регулирования температуры составляет 20…120 ºС, то диапазон измерения будет равен 100 ºС, (*15 PV.rng = 100)*. При таком диапазоне входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС, рассогласование будет составлять те же E = 10 ºС, но в процентном отношении это будет равно 10%. Таким образом, уменьшив диапазон входного сигнала, можно добиться лучшей чувствительности регулятора.

При уменьшении параметра *15 PV.rng* следует учесть, что при этом увеличивается чувствительность к колебаниям входного сигнала, которая может возникать от внешних воздействий и негативно отражаться на качестве регулирования, особенно при использовании дифференциальной составляющей или большого коэффициента усиления.

Параметр *16 SP.h* отвечает за верхнее ограничение задания регулятора.

Параметр *17 SP.l* отвечает за нижнее ограничение задания регулятора.

При введении внутреннего задания с передней панели, изменение ниже параметра *16 SP.h* и *17 SP_l* заблокировано. Если при изменении внешнего задания параметр, значение которого поступает на вход *прм(13)*, больше (меньше) от значения, заданного в параметре *16 SP.h (17 SP.l)*, то на сумматор поступает значение, равное значению *16 SP.h (17 SP.l)*. Диаграмма ограничения задания представлена на рисунке 8.90.5.

Если параметр *16 SP.h* равный параметру *17 SP.l*, то задание будет неизменным и равным *SP = 16 SP.h = 17 SP.l.*

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

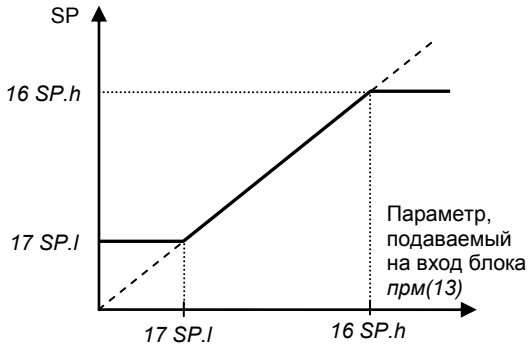


Рисунок 8.90.5 – Диаграмма ограничения внешнего задания

Параметр *18 SP.r* отвечает за скорость изменения задания (тех.единиц на минуту). В зависимости от значения параметра *18 SP.r*, есть два режимы балансировки:

1. *18 SP.r* = 0 – статическая балансировка,
2. *18 SP.r* ≠ 0 – динамическая балансировка.

Функциональная схема работы балансировок показана на рисунке 8.90.6.

При использовании динамической балансировки в каскадном режиме управления (с внешним заданием) нужно учитывать, что изменение внешнего задания будет ограничено параметрами *16 SP.h* и *17 SP.l*, а скорость его изменения - параметром *18 SP.r.* На рисунке 8.90.7 штриховой линей показано изменение внешнего задания, подаваемого на вход *прм(13)*, а сплошной линей – реальное изменение задающего воздействия регулятора. На отрезке АБ скорость изменения внешнего задающего воздействия меньше скорости изменения задания, указанной в параметре *18 SP.r*, потому задание равно внешнему задающему воздействию. На отрезке БВ внешнее задающее воздействие изменяется с большей скоростью, чем скорость изменения задания. На данном графике скорость изменения задающего воздействия представлена углом наклона отрезка $\mathrm{tg}(\beta) = \frac{\Delta прм(13)}{\Delta t}$, а скорость изменения задания $\mathrm{tg}(\alpha) = \frac{\Delta SP}{\Delta t} = 18\,SP.r$. Следовательно, при $\mathrm{tg}(\beta) > \mathrm{tg}(\alpha)$ задание регулятору будет ограничиваться скоростью изменения задания, и изменятся - по отрезку БГ, а не БВ-ВГ. Аналогичным будет и ограничение скорости при уменьшении внешнего задания.



а)

статическая балансировка



б) динамическая балансировка

Рисунок 8.90.6 – Функциональная схема балансировок ПИД-регулятора блока PID_R(90)

Примечание. На схеме условно показано положение переключателей для ручного режима работы регулятора.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

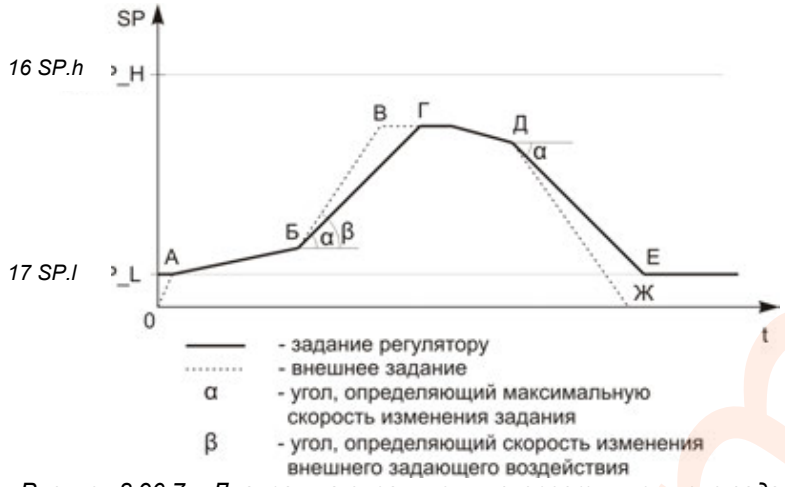


Рисунок 8.90.7 – Диаграмма ограничения скорости внешнего задания

Таблица 8.90.3 - Функции режимов балансировок аналогового ПИД-регулятора блока PID_R(90)

	Статическая балансировка	Динамическая балансировка
Изменение внутренней заданной точки (с передней панели или по интерфейсу)	Внутреннее задание скачкообразно принимает значение нового задания SP_{OLD} ⌐ SP_{NEW}	Внутреннее задание начинает изменятся от значения старого задания до значения введенного нового задания со скоростью изменения задания *18 SP.r* $SP_{OLD} \rightarrow SP_{NEW}$
Переключение режима работы **РУ → ЛУ**	При переключении задание принимает значение измеряемого параметра **SP= PV**	Задание начинает изменятся от значения измеряемого параметра до значения внутреннего задания со скоростью изменения задания *18 SP.r* **PV → SP**
Переключение режима работы **ЛУ → РУ**	Задание скачкообразно принимает значение измеряемого параметра **SP** ⌐ **PV**	Задание не изменяется **SP**
Переключение режима работы **ЛУ → КУ**	Значение задания скачкообразно изменяется с внутреннего на внешнее $SP_{ВНУТР}$ ⌐ $SP_{ВНЕШ}$	Задание начинает изменятся от значения внутреннего значения до внешнего со скоростью изменения задания *18 SP.r* $SP_{ВНУТР} \rightarrow SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → ЛУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → РУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$

Параметр *19 OUT.h* отвечает за верхнее ограничение выхода регулятора.

Параметр *20 OUT.I* отвечает за нижнее ограничение выхода регулятора.

Параметр *21 TRK.V* отвечает за значение безопасного воздействия (работает только совместно с параметром *07 dTRK*). Данный параметр можно сделать «связанным», используя для разных ситуаций разное значение безопасного воздействия.

Если регулятор переведен в режим СУ (параметр *07 dTRK* = 1), то блок установки безопасного значения управляющего воздействия отключит регулирующий сигнал ПИД-регулятора, а на выходе устанавливает воздействие, заданное пользователем в параметре *21 TRK.V.*

Параметр *22 PV.max* отвечает за верхнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если параметр равен уставке MAX или превышает ее (PV≥SP+PV.max), то срабатывает сигнализация MAX. Соответственно, на передней панели начнет светиться светодиод ▲, а на выходе *04 dMAX* блока PID_R(90) установится логическая единица.

Параметр *23 PV.min* отвечает за нижнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если же параметр равен или меньше уставки MIN (PV≤SP-PV.min), то сработает сигнализация MIN. На передней панели будет светиться светодиод ▼, а на выходе *05 dMIN* блока PID_R(90) установится логическая единица.

Параметр *24 PV.hys* отвечает за гистерезис сигнализации параметра.

Параметр *25 FF.V* отвечает за предварение управляющего воздействия регулятора. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *25 FF.V* нужно сделать «связанным».

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *26 FF.G* отвечает за коэффициент усиления значения предварения регулятора. Сигнал с входа параметра *25 FF.V* усиливается (ослабляется) этим коэффициентом.

Параметр *27 FF.h* отвечает за верхнее ограничение предварения регулятора.

Параметр *28 FF.l* отвечает за нижнее ограничение предварения регулятора.

Верхнее и нижнее ограничение предварения выставляются исходя с соображений безопасности. Сначала коэффициент усиления предварения K_{FF} устанавливается равный нулю. Тогда настраивается ПИД-регулятор без предварения. Когда подобраны коэффициенты $K_р$, $T_и$ и $T_д$, необходимо начать увеличивать коэффициент K_{FF} до тех пор, пока в системе не возникнут затухающие колебания при $K_{FFкр}$. Коэффициент усиления сигнала предварения вычисляется так (8.90.7):

$$K_{FF} = 0{,}7 \cdot K_{FFкр}\ , \qquad (8.90.7)$$

где: K_{FF} - коэффициент усиления предварения;

$K_{FFкр}$ - критический коэффициент усиления предварения, при котором в системе возникают затухающие колебания.

Параметр *29 COR.V* отвечает за коррекцию сигнала рассогласования регулятора. Параметр делается «связанным» и, соответственно, в блоке появится вход *прм(29)*. На этот вход подается сигнал коррекции с блока COR_ST(93) или COR_D(94), который представляет собой функцию рассогласования между параметром коррекции и точкой коррекции (8.90.8):

$$VAL_{COR} = F(PV2_{COR} - SP_{COR}), \qquad (8.90.8)$$

где: VAL_{COR} - значение сигнала коррекции (в %), подаваемое на вход *прм(29)* блока PID_R(90);

$PV2_{COR}$ - значение параметра коррекции;

SP_{COR} - значение точки коррекции. Для блока COR_ST(93) это значение постоянное и задается пользователем, а для блока COR_D(94) – динамическое, изменяется при каждом переключении с режима РУ в режим ЛУ, и принимает значение параметра коррекции в момент переключения $SP_{COR} = PV2_{COR}$;

$F(PV2_{COR} - SP_{COR})$ - функция преобразования рассогласования $PV2_{COR} - SP_{COR}$, которая задается в блоках COR_ST(93) и COR_D(94).

Параметр *30 COR.G* отвечает за коэффициент усиления сигнала коррекции. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Параметр *31 COR.h* отвечает за верхнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *32 COR.l* отвечает за нижнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *33 FB* – служебный. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначения данного параметра, использовать его в программах пользователя не рекомендуется.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Принцип работы функционального блока

Функциональная схема аналогового ПИД-регулятора с расширенной схемой перехода между режимами работы (РУ/ЛУ/КУ) представлена на рисунке 8.90.8.

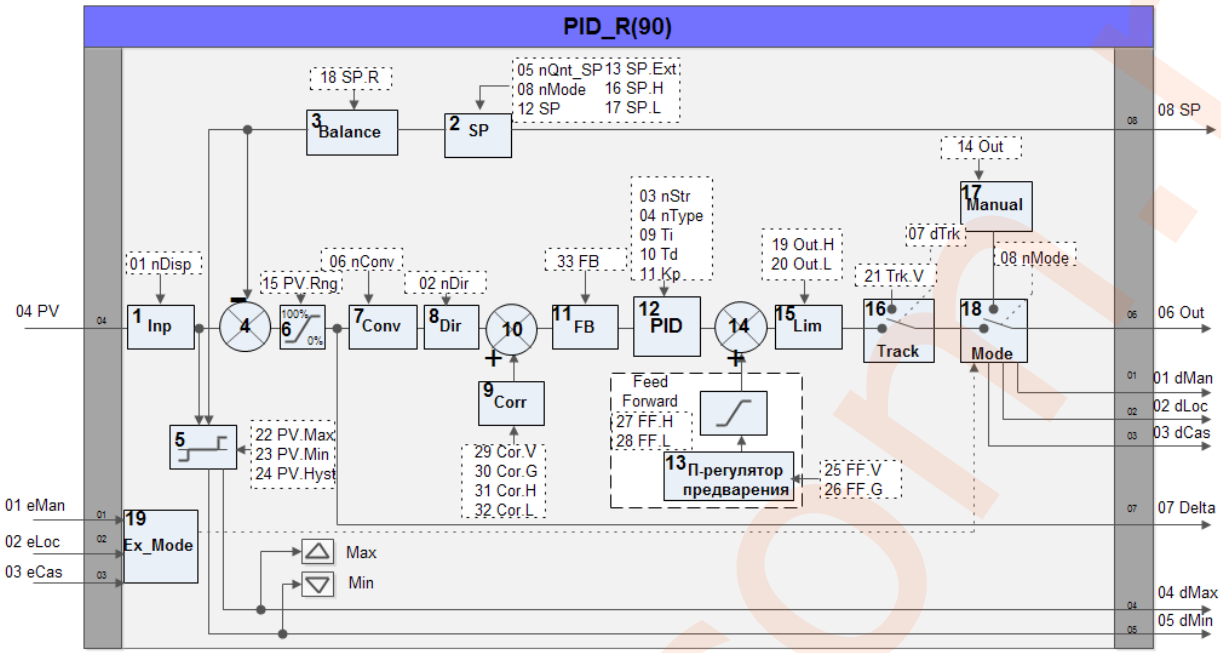


Рисунок 8.90.8 - Функциональная схема аналогового ПИД-регулятора с расширенной схемой перехода между режимами работы (РУ/ЛУ/КУ)

Значение регулируемого параметра поступает на вход *01 PV* блока и индицируется на дисплее ПАРАМЕТР. В параметре *01 nDISP* задается номер дисплея регулятора. Значение *01 nDISP = 0* делает регулятор невидимым с передней панели.

Регулируемый параметр поступает на узел ***СИГНАЛИЗАЦИЯ (5)***, где определяется отклонение регулируемого параметра от заданной точки (девиационная сигнализация). Данный узел формирует дискретные сигналы dMIN и dMAX, которые поступают на выходы 05 и 04 блока PID_R(90). Кроме того, данные сигналы напрямую «привязаны» к соответствующим сигнальным светодиодам на передней панели контроллера возле индикатора ПАРАМЕТР.

Следующим узлом в цепи обработки регулируемого параметра является ***СУММАТОР (4)***, причем, значение регулируемого параметра поступает на него со знаком “+”.

Узел формирования задания состоит из нескольких блоков. Заданное значение регулируемого параметра (узел ***SP (2)***) ограничено по максимуму и минимуму параметрами *16 SP.h* и *17 SP.l*. Значение заданной точки регулятора находится в параметре *12 SP*, который, при необходимости, можно сделать «связанным». При использовании внешней заданной точки (параметр *05 dCAS_En* = 1), ее значение необходимо записывать в параметр *13 SP.ext* (также сделав его «связанным»). Параметр *18 SP.r* определяет скорость изменения задания (в тех. единицах на минуту). С узла ***SP (2)*** сигнал заданной точки поступает на выход *08 SP* блока, а также – в узел ***BALANCE (3)***.

Узел ***BALANCE (3)*** отвечает за безударное (плавное) переключение или изменение заданной точки. Сигнал с узла ***BALANCE (3)*** поступает на ***СУММАТОР (4)*** со знаком “-”.

На выходе сумматора формируется сигнал рассогласования между регулируемым параметром и заданием в технологических единицах: $E_{тех.ед.}$=*PV-SP*. Этот сигнал масштабируется по шкале 0 – 100% (узел ***МАСШТАБИРОВАНИЕ (6)***) относительно диапазона изменения PV, задаваемого в параметре *15 PV.rng*.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Нормированный сигнал рассогласования можно использовать в программе пользователя – он подается на выход *07 DELTA* блока PID_R(90).

Нормированный сигнал рассогласования после узла ***МАСШТАБИРОВАНИЕ (6)*** поступает на узел ***CONV (7)*** математического преобразования.

Следующий узел - ***DIR (8)*** - определяет направление действия регулятора (выбирается параметром *02 nDIR)*. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$.

При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$.

Также есть возможность использования коррекции (узел ***CORR (9)***) управляемого сигнала по дополнительному параметру. Сигнал рассогласования E_{PV} после блока ***DIR (8)*** суммируется со значением коррекции (8.90.9):

$$E = E_{PV} + (COR.G \cdot VAL_{COR})_{COR.l}^{COR.h} \qquad (8.90.9)$$

С формулы видно, что влияние на рассогласование, а соответственно и на регулирование, зависит от коэффициента усиления *30 COR.G*. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Далее сигнал проходит через узел ***FB (11)***, который является служебным. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначения данного узла, использовать его в программах пользователя не рекомендуется. По умолчанию данный узел заблокирован (параметр *33 FB* = 0) и никак не влияет на сигнал рассогласования.

Следующим шагом сигнал рассогласования попадает на блок ПИД-регулирования ***PID (12)***. ПИД-регулятор построен таким образом, что в процессе работы в каждый момент времени t на выходе регулятора будет формироваться воздействие Y(t) в зависимости от входного сигнала регулятора E(t) (рассогласования между входным параметром PV и заданием регулятора SP).

Зависимость между входным сигналом регулятора E(t) и выходным Y(t) определяет передаточная функция регулятора. Алгоритм преобразования содержит три составляющие регулятора: пропорциональная (П-составляющая), интегральная (И-составляющая) и дифференциальная (Д-составляющая).

С выхода блока сигнал поступает на ***СУММАТОР (14)***. К сумматору также подходит сигнал предварения узла ***FEED FORWARD (13)***. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *25 FF.V* нужно сделать «связанным». Сигнал с этого входа усиливается/ослабляется коэффициентом усиления предварения K_{FF}, заданным в параметре *26 FF.G*, ограничивается уставками, заданными в параметрах *27 FF.h* и *28 FF.l* и подается на сумматор. Другими словами, выходной сигнал с ПИД-регулятора суммируется с выходным сигналом П-регулятора канала предварения (рисунок 8.90.9).

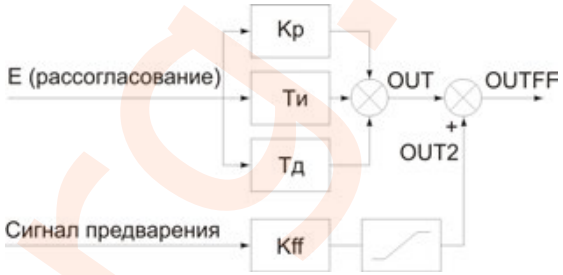


Рисунок 8.90.9 – Функциональная схема формирования выхода ПИД-регулятора с предварением

В дальнейшем сигнал поступает на узел ограничения ***LIM (15)*** согласно параметров *19 OUT.h* и *20 OUT.l*.

Далее регулирующий сигнал проходит через блок установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия ***TRACK (16)***. Если команда на установку безопасного положения отсутствует, то регулирующий сигнал проходит через этот блок без изменений. Сигнал команды на установку безопасного положения заводится на вход *прм(07)*, для чего параметр *07 dTRK* нужно сделать «связанным».

Потом сигнал проходит через блок выбора режима роботы регулятора ***MODE (18)*** (РУЧНОЙ / АВТОМАТ). Выбор режима работы регулятора может осуществляться 3-мя способами: с передней панели контроллера; задаваться параметром *08 nMODE*; определятся сигналами на соответствующих входах блока (*01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS*, см. таблицу 8.90.2). В последнем случае в работе регулятора будет задействован блок выбора режима ***EX_MODE (19)***.

В автоматическом режиме работы регулирующий сигнал ПИД-регулятора направляется на выход *06 OUT*, а в ручном режиме - управление осуществляется с передней панели прибора или по интерфейсу. Если управление осуществляется по интерфейсу, то значение перемещения ИМ записывается в параметр *14 OUT*.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Пример применения

Допустим, есть абстрактный технологический процесс. Воду в емкости необходимо нагреть и поддерживать при определенной температуре. Для нагрева воды используется газовая горелка, находящаяся под емкостью. Интенсивность горения регулируется клапаном подачи газа. На рисунке 8.90.10 показано, как это может быть организовано при помощи аналогового ПИД-регулирования.

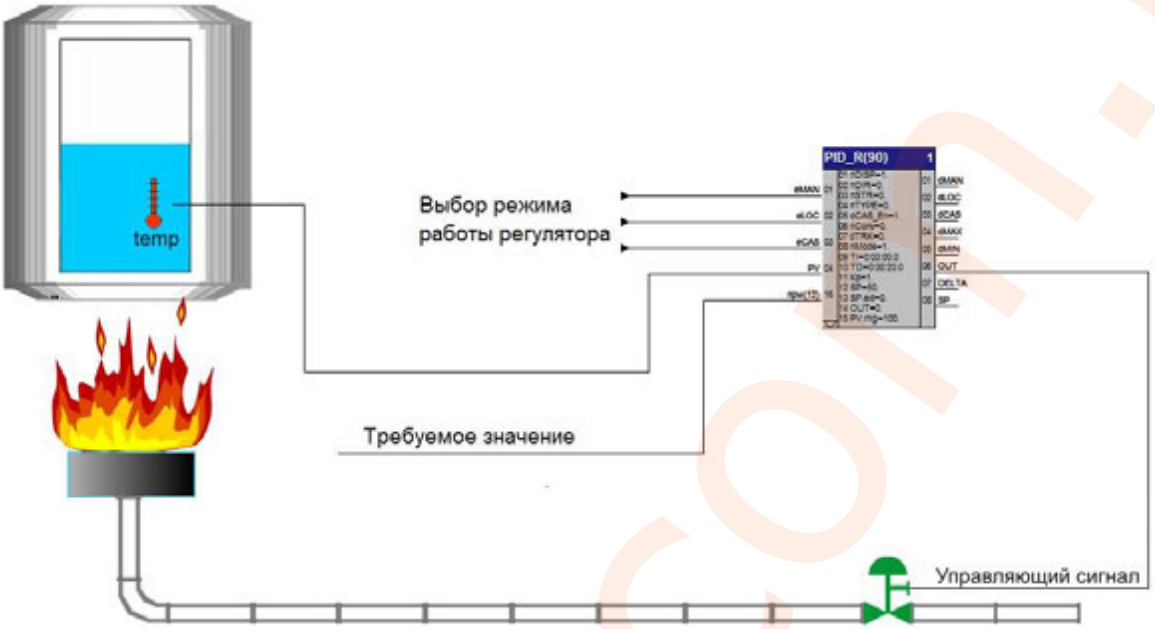


Рисунок 8.90.10 - Применение аналогового ПИД-регулятора с расширенной схемой перехода между режимами работы (РУ/ЛУ/КУ)

На рисунке 8.90.11 изображена реализация примера на основе функционального блока PID_R(90) контролера МИК-51. Значения свойств блоков данной программы приведены на рисунках 8.90.12 – 8.90.16. FBD-файл примера программы доступен для скачивания с официального сайта предприятия МИКРОЛ (Analog_PID_R.zip).

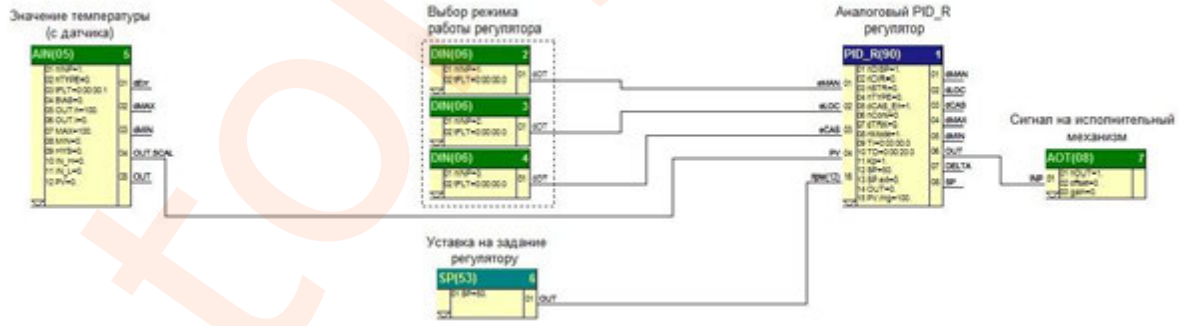


Рисунок 8.90.11 – Реализация примера в редакторе АЛЬФА

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

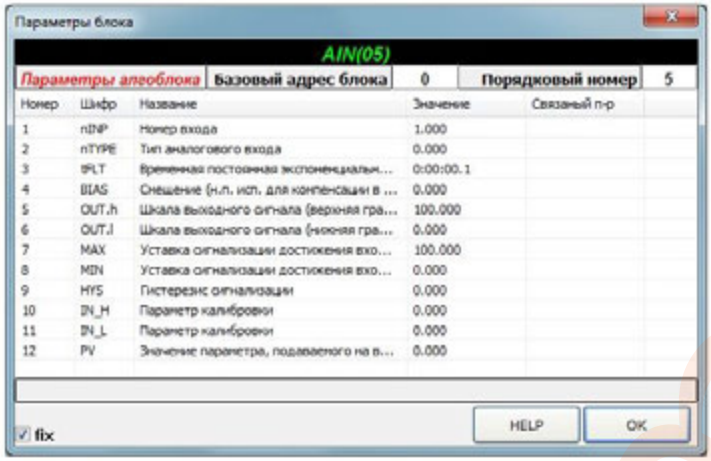


Рисунок 8.90.12 – Параметры блока AIN(05)

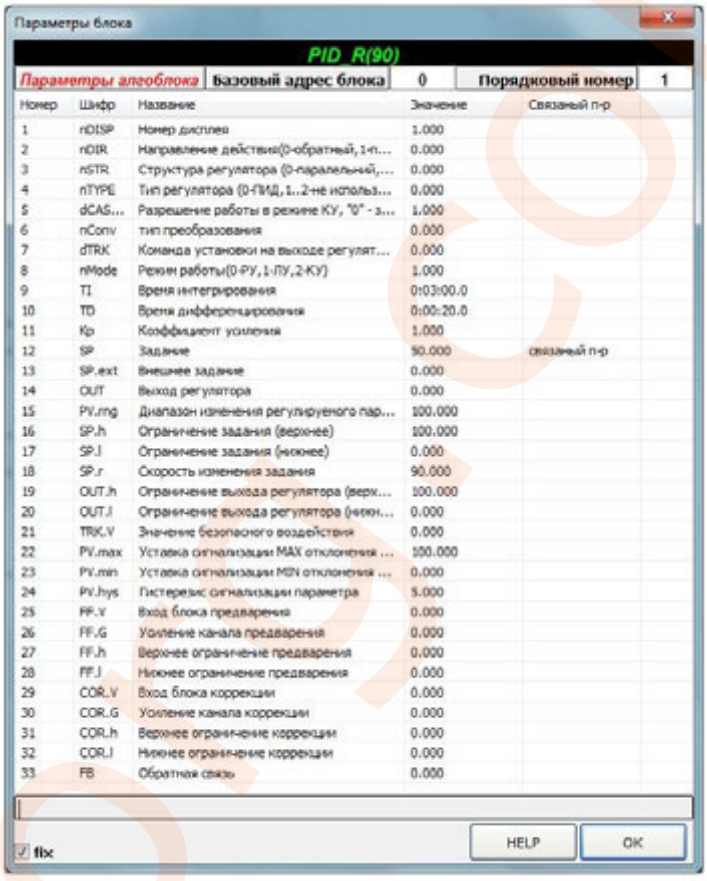


Рисунок 8.90.13 - Параметры блока PID_R(90)

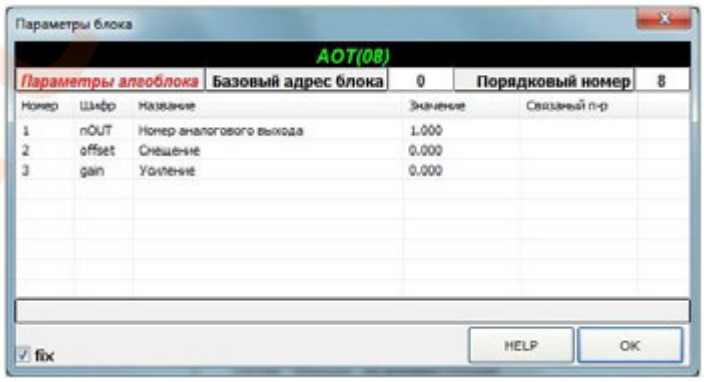


Рисунок 8.90.14 - Параметры блока AOT(08)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

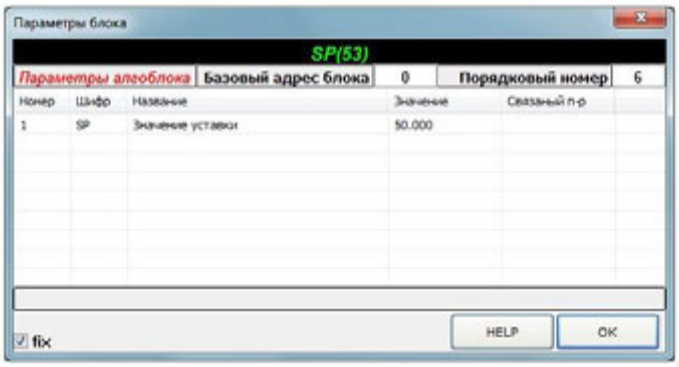
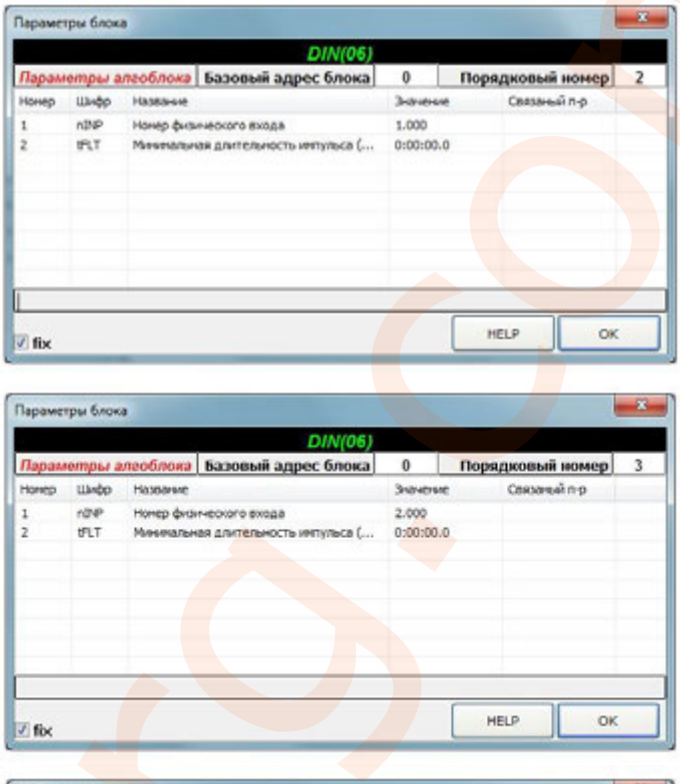


Рисунок 8.90.15 - Параметры блока SP(53)



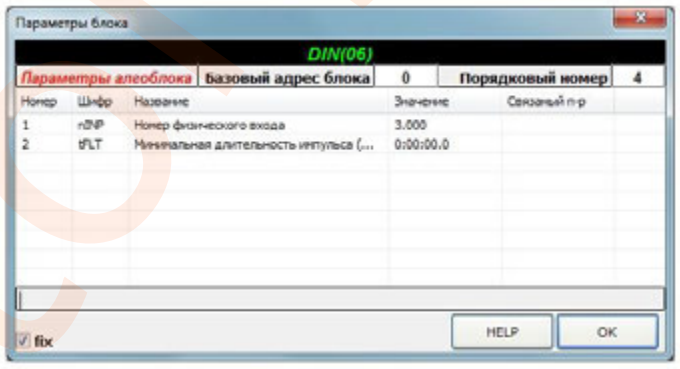


Рисунок 8.90.16 - Параметры блоков DIN(06)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_90.fbx)

Постановка задачи: Необходимо организовать ПИД-аналоговое регулирование, с возможностью переключения режима работы от внешних дискретных входов.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

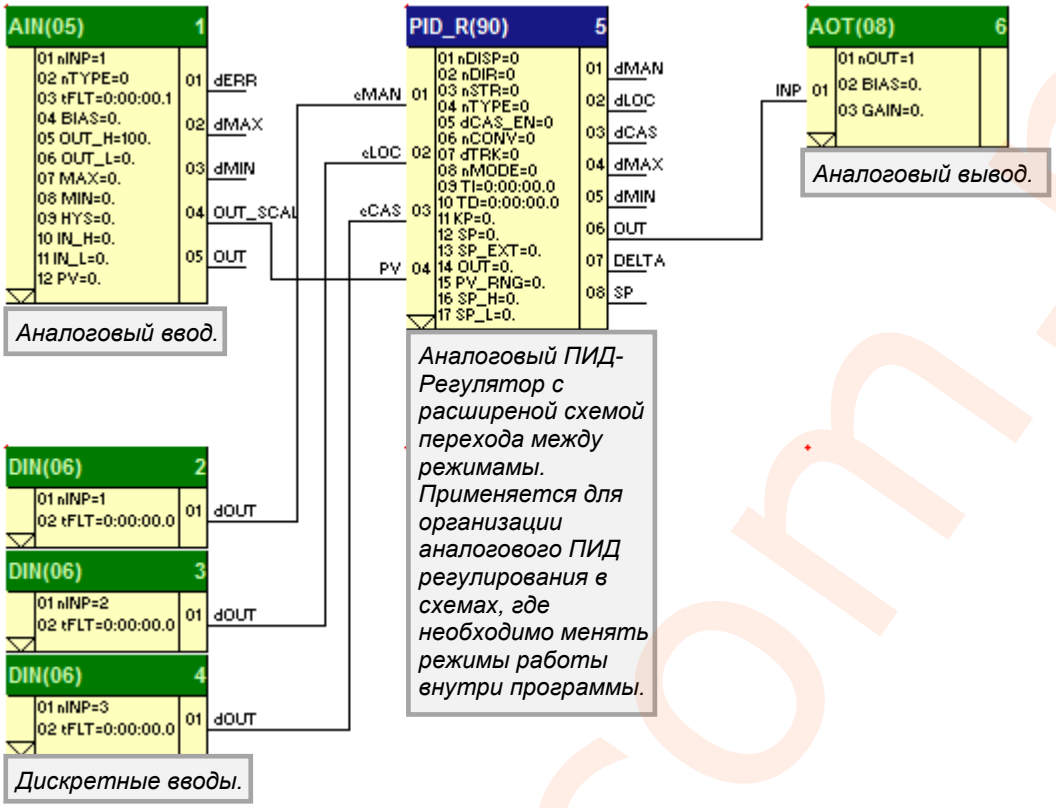


Рисунок 8.90.17 - Пример использования блока PID_R (90)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.65.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8.91 PID_I_R(91) - Импульсный ПИД-регулятор с расширенной схемой перехода между режимами РУЧ/АВТ/КАС

Назначение

Функциональный блок (рисунок 8.91.1) предназначен для построения контуров ПИД-регулирования с использованием импульсных исполнительных механизмов.

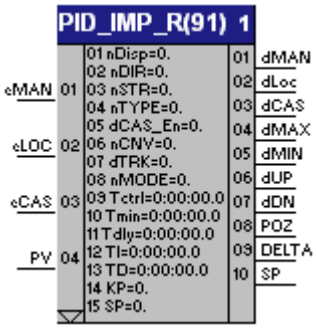


Рисунок 8.91.1 – Функциональный блок импульсного ПИД-регулятора с расширенной схемой перехода между режимами работы (РУ/ЛУ/КУ)

Функциональный блок PID_IMP_R(91) выполняет функции настраиваемого ПИД-импульсного регулятора с дополнительными возможностями, такими как:

1. Внутренняя или внешняя обратная связь;
2. Формирование на выходе регулятора безопасного воздействия (открыто/закрыто) по внешней команде;
3. 4 режима работы:

• ручной – управление с передней панели;
• локальный – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием;
• каскадный - управление ПИД-регулятором с внешним заданием или заданием от программного задатчика;
• следящий – остановка регулятора с автоматическим слежением за положением исполнительного механизма по линии обратной связи;

4. Функции предварения управляющего воздействия регулятора и коррекции сигнала рассогласования регулятора.

Блок осуществляет ПИД-алгоритм обработки входного сигнала. Компоненты П-, И- и Д-, предназначенные для обработки входного сигнала, могут быть активизированы или выключены в индивидуальном порядке. Это позволяет конфигурировать П-, ПИ-, ПД- и ПИД- регуляторы.

Импульсный ПИД-регулятор PID_IMP_R(91) является аналогом регулятора PID_IMP(62) с расширенными возможностями по переходу между режимами работы. По сравнению с последним, у регулятора PID_IMP_R(91) присутствуют дополнительные входа *01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS*, выхода *03 dCAS, 08 POZ* и *10 SP* и параметр *05 dCAS_En*.

Параметры функционального блока

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 8.91.1.

Таблица 8.91.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	eMAN	0 / 1		Режим работы – РУ
02	eLOC	0 / 1		Режим работы – ЛУ
03	eCAS	0 / 1		Режим работы – КУ
04	INP	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	nDISP	0…9	1	Номер дисплея
02	nDIR	0 / 1	0	Направление действия регулятора (0-обратный, 1-прямой)
03	nSTR	0 / 1	0	Структура регулятора (0-паралельный, 1-смешаный)
04	nTYPE	0 / 1	0	Тип регулятора 0 – без обратной связи, 1 – с датчиком положения ИМ (индикация)

Продолжение таблицы 8.91.1

05	dCAS_En	1, 2	0	Разрешение работы в режиме КУ:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

				0 – каскадный режим работы запрещен вне зависимости от значения параметра *08 nMODE* и сигнала на входе *03 eCAS*; 1 – каскадный режим работы разрешен.
06	nCONV	0...5	0	y=x y=SQRT(X) y=logX y=eX y=x2 y=1/x
07	dTRK	0 / 1	0	Команда установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (параметр 21 TRK_VAL)
08	nMODE	0, 1, 2	0	Режим работы (0-РУ, 1-ЛУ, 2-КУ)
09	tCTRL	Время	0:01:03:0	Время механизма
10	tMIN	Время	0:00:00:1	Минимальная длительность импульса
11	tDELAY	Время	0:00:00:1	Задержка между включениями (dUP-dDN, dDN-dUP)
12	TI	Время	0:02:00:0	Время интегрирования регулятора
13	TD	Время	0:00:00:0	Время дифференцирования регулятора
14	KP	Вещественное	1	Коэффициент усиления регулятора
15	SP	Вещественное	0	Задание
16	SP_EXTERN	Вещественное	0	Внешнее задание
17	Delta_OUT	-100,0...100,0 %	0	Перемещение выхода регулятора (-100,0...100,0) %
18	PV_RANGE	Вещественное	100	Диапазон входного сигнала
19	SP_H	Вещественное	100	Ограничение задания (верхнее)
20	SP_L	Вещественное	0	Ограничение задания (нижнее)
21	SP_RATE	Вещественное	100	Скорость изменения задания, тех. ед. / мин.
22	POZ	Вещественное	0	Положение механизма 0–100%. Внутренний интегратор ИМ или сигнал датчика положения.
23	TRK_VAL	Вещественное	0	Значение безопасного воздействия
24	MAX	Вещественное	0	Уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки (сигнализация девиационная)
25	MIN	Вещественное	0	
26	HYS	Вещественное	0	Гистерезис сигнализации параметра
27	FF_VAL	Вещественное	0	Предварение управляющего воздействия регулятора
28	FF_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиление предварения
29	FF_H	Вещественное	0	Ограничение предварения (верхнее)
30	FF_L	Вещественное	0	Ограничение предварения (нижнее)
31	COR_VAL	Вещественное	0	Вход звена коррекции регулируемого параметра регулятора
32	COR_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиления сигнала коррекции
33	COR_H	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (верхнее)
34	COR_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (нижнее)
35	DB	Вещественное	0	Мертвая зона
Выход				
01	dMAN	0 / 1		1 – регулятор находится в режиме РУ
02	dLOC	0 / 1		1 – регулятор находится в режиме ЛУ
03	dCAS	0 / 1		1 – регулятор находится в режиме КУ
04	dMAX	0 / 1		Выход сигнализации превышения регулируемым параметром уставки DEV_MAX
05	dMIN	0 / 1		Выход сигнализации превышения регулируемым параметром уставки DEV_MIN
06	dUP	0 / 1		Выход регулятора. Сигнал «БОЛЬШЕ»
07	dDN	0 / 1		Выход регулятора. Сигнал «МЕНЬШЕ»
08	POZ	Вещественное		Положение механизма 0–100%. Внутренний интегратор ИМ или сигнал датчика положения.
08	DELTA	Вещественное		Рассогласование
09	SP	Вещественное		Задание регулятора

Параметр *01 nDisp* задает номер дисплея регулятора. Максимальное количество используемых в программе контроллера регуляторов (ПИД - аналоговых, ПИД - импульсных, ПИД - каскадных а также дельта-регуляторов) – 9. Каждый регулятор должен иметь свой уникальный номер, по которому будет производится идентификация регуляторов на передней панели контроллера (дисплей №).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *02 nDIR* определяет направление действия регулятора. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*) рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$. Выход регулятора будет увеличиваться (включение дискретного выхода БОЛЬШЕ), если регулируемый параметр будет меньше задания, и наоборот, уменьшаться (включение дискретного выхода МЕНЬШЕ), если регулируемый параметр будет больше задания (8.91.1):

$$02\ nDIR = 0: \quad \begin{matrix} PV < SP \Rightarrow OUT \uparrow (\text{дискр.вых."Б"}) \\ PV > SP \Rightarrow OUT \downarrow (\text{дискр.вых."М"}) \end{matrix}. \qquad (8.91.1)$$

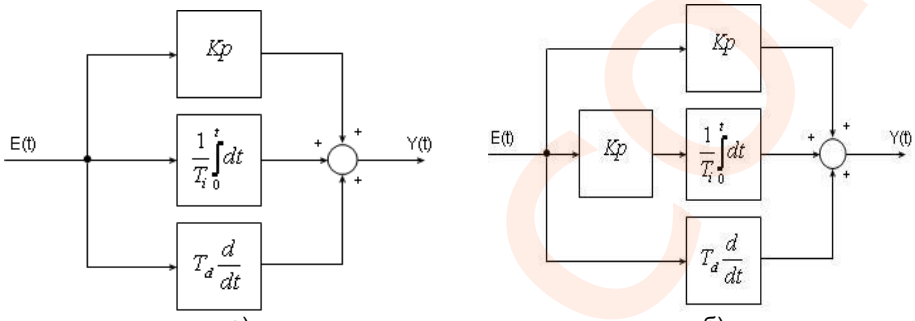
При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$. Выход регулятора будет увеличиваться (включение дискретного выхода БОЛЬШЕ), если регулируемый параметр будет больше задания, и наоборот, уменьшаться (включение дискретного выхода МЕНЬШЕ), если регулируемый параметр будет меньше задания (8.91.2):

$$02\ nDIR = 1: \quad \begin{matrix} PV > SP \Rightarrow OUT \uparrow (\text{дискр.вых."Б"}) \\ PV < SP \Rightarrow OUT \downarrow (\text{дискр.вых."М"}) \end{matrix} \qquad (8.91.2)$$

Параметр *03 nSTR* определяет структуру регулятора:

1. *03 nSTR* = 0 – параллельная;
2. *03 nSTR* = *1* – смешанная.

Алгоритмические схемы ПИД-регулятора в случае параллельной и смешанной структуры показаны на рисунке 8.91.2.



а – параллельная структура ПИД-регулятора; б – смешанная структура ПИД-регулятора.
Рисунок 8.91.2 – Структуры ПИД-регулятора

Согласно рисунка 8.91.2, для параллельной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \qquad (8.91.3)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{Kp}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \qquad (8.91.4)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *14 KP*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *12 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *13 TD*).

Суммарно: при использовании смешанной структуры регулятора, в сравнении с параллельной, влияние интегральной составляющей T_i увеличивается в K_p раз.

Формулы (8.91.3) и (8.91.4) соответствуют передаточным функциям аналоговых ПИД-регуляторов. В регуляторах контроллера МИК-51 используются приближенные формулы расчета передаточных функций в связи с тем, что МИК-51 является цифровым устройством. Соответственно, расчет интегральной и дифференциальной составляющих выполняется числовыми методами (с высокой точностью) с поправкой на дискретизацию во времени значения рассогласования. Таким образом, передаточная функция ПИД-регулятора для параллельной структуры имеет вид (8.91.5):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{1}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.91.5)$$

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид (8.91.6):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{K_p}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.91.6)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *14 KP*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *12 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *13 TD*).

E_i – разность между заданием регулятора и текущим значением Ti контролируемой величины;

ΔE_i - разность между двумя соседними значениями E_i и E_{i-1};

Δt - время между двумя соседними измерениями T_i и T_{i-1};

$\sum_{i=0}^{n} E_i$ -накопленная интегральная сумма рассогласований.

Параметр 04 *nTYPE* отвечает за тип импульсного ПИД-регулятора.

04 nTYPE = 0 – используется импульсный ПИД-регулятор без обратной связи по положению исполнительного механизма (ИМ). Положение ИМ рассчитывается программно.

04 nTYPE = 1 – используется импульсный ПИД-регулятор совместно с датчиком положения исполнительного механизма.

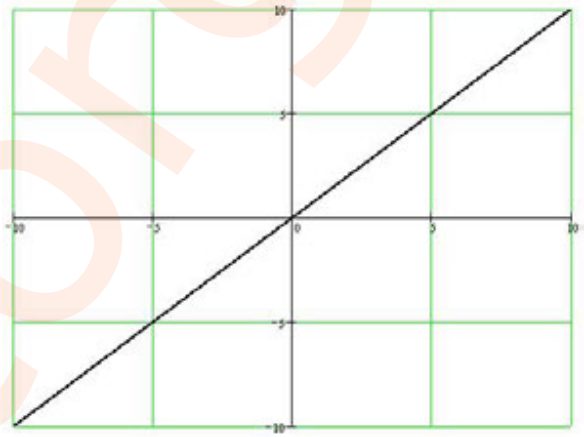
Параметр *05 dCAS_En* разрешает или запрещает работу в режиме КУ:

05 dCAS_En = 0 – каскадный режим работы запрещен вне зависимости от значения параметра *08 nMODE* и сигнала на входе *03 eCAS*;

05 dCAS_En = 1 – каскадный режим работы разрешен.

Параметром *06 nCNV* выбирается один из шести типов математического преобразования:

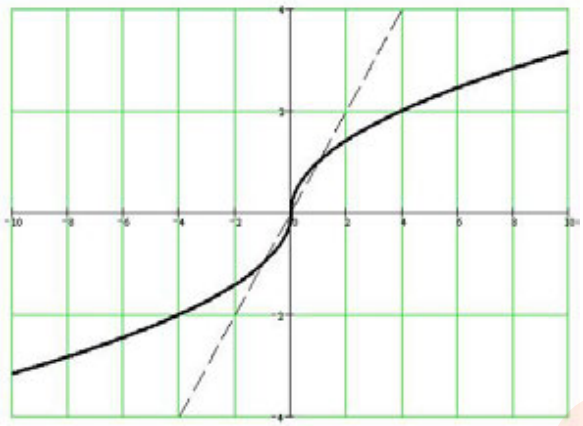
1. $E_{вых} = E$; (значение *06 nCNV* = 0)
2. $E_{вых} = \sqrt{|E|}$; (значение *06 nCNV* = 1)
3. $E_{вых} = \log E$; (значение *06 nCNV* = 2)
4. $E_{вых} = e^{E}$; (значение *06 nCNV* = 3)
5. $E_{вых} = E^2$; (значение *06 nCNV* = 4)
6. $E_{вых} = \frac{1}{E}$. (значение *06 nCNV* = 5)



$E_{вых} = E$

Рисунок 8.91.3 – График обработки сигнала рассогласования

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



——— - $E_{вых} = \sqrt{|E|}$, ------ - $E_{вых} = E$ (показано для сравнения с функцией $E_{вых} = \sqrt{|E|}$)

Рисунок 8.91.4 – График обработки сигнала рассогласования

При выборе параметра *06 nCNV = 0* ($E_{ВЫХ} = E$) сигнал рассогласования проходит через этот блок без изменения (рисунок 8.91.3). Если выбран параметр *06 nCNV = 1*, то на выходе блока получим сигнал, представленный на рисунке 8.91.4. В этом случае, при малом рассогласовании, выходной сигнал рассогласования будет больше, чем входной. Таким образом, регулятор будет быстрее реагировать при малых значениях рассогласования. Но при больших значениях рассогласования выходной сигнал рассогласования будет значительно меньше входного, поэтому регулятор будет медленнее реагировать, чем при линейном преобразовании. Обратный закон будет для *06 nCNV = 4*. При малом рассогласовании выходной сигнал блока «тип преобразования» будет меньше от входного сигнала, потому регулятор будет медленнее регулировать. Если значение рассогласования будет больше, к примеру, на 1% от диапазона измерения, то выходной параметр будет значительно больше входного, потому регулирование будет происходить быстрее, чем при линейном преобразовании.

Параметр *07 dTRK* отвечает за установку на выходе регулятора безопасного воздействия. В случае возможных аварийных или нештатных ситуаций, команда *07 dTRK = 1* позволяет перевести регулятор в режим СЛЕДЯЩЕГО управления (СУ). При этом на выходе регулятора устанавливается заданное в параметре *23 TRK_V* безопасное положение или отслеживается значение данного параметра, если он запрограммирован как «связанный» (см. описание на Программный пакет редактор FBD-программ АЛЬФА).

Параметр *08 nMode* отвечает за управление режимами работы регулятора с передней панели или по сети:

1. *08 nMode = 0* – РУЧНОЙ режим (РУ);
2. *08 nMode = 1* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (ЛОКАЛЬНОЕ управление – ЛУ);
3. *08 nMode = 2* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (КАСКАДНОЕ управление – КУ).

После программирования контроллер находится в том режиме, который указан в параметре *08 nMode*. Переключение между режимами работы описано в разделе 6.2.3 руководства ПРМК.421457.005 РЭ1. Также режимы работы можно переключать внешними сигналами, сделав параметр *08 nMode* «связанным». Тогда на вход *прм(08)* подается сигнал с внешних дискретных входов (DIN(06)) или другой сигнал, используемый в программе пользователя.

При составлении программ с использованием функционального блока PID_R(90) необходимо учитывать тот факт, что выбор режима работы регулятора параметром *08 nMode* возможен только тогда, когда на соответствующие входа блока (*01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS*) подается логический «0».

Входа *01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS* предназначены для перевода регулятора в соответствующий режим работы. Наивысший приоритет имеет вход *03 eCAS*, затем – вход *02 eLOC*. У входа *01 eMAN* самый низкий приоритет. Логика работы регулятора PID_IMP_R(91), в зависимости от сигналов на входах *01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS* (с учетом их приоритетности), отображена в таблице 8.91.2.

Дискретные выхода *01 dMAN*, *02 dLOC* и *03 dCAS* указывают, в каком режиме работы находится регулятор в данный момент.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 8.91.2 - Логика работы регулятора PID_IMP_R(91)

eMAN (РУ, ручное управление)	eLOC (ЛУ, локальное управление)	eCAS (КУ, каскадное управление)	Режим работы регулятора
0	0	0	Режим работы регулятора зависит от значения параметра настройки *08 nMODE*: 0 – РУ, 1 – ЛУ, 2 – КУ
0	0	1	КУ
0	1	0	ЛУ
0	1	1	КУ
1	0	0	РУ
1	0	1	КУ
1	1	0	ЛУ
1	1	1	КУ

Параметр *09 Tctrl* отвечает за время механизма, то есть время, за которое импульсный исполнительный механизм с состояния «полностью ЗАКРЫТЫЙ» переходит в состояние «полностью ОТКРЫТЫЙ» при подачи на него сигнала «БОЛЬШЕ», и наоборот, с состояния «полностью ОТКРЫТЫЙ» в состояние «полностью ЗАКРЫТЫЙ» при подачи на него сигнала «МЕНЬШЕ».

Значение времени механизма указывается в паспорте на импульсный исполнительный механизм. Параметр «время механизма» используется для масштабирования выхода ПИД-импульсного регулятора. Например, если время механизма 63 с, и он находится в положении 40% открыто, то чтобы закрыть его на 10%, нужно чтобы дискретный выход «МЕНЬШЕ» включился на (8.91.7):

$$M = \frac{T_M}{100\% / \Delta_\%} = \frac{63c}{100\% / 10\%} = 6{,}3c \cdot \quad (8.91.7)$$

Для того, чтобы открыть на 25%, нужно дискретный выход «БОЛЬШЕ» включить на (8.91.8):

$$M = \frac{T_M}{100\% / \Delta_\%} = \frac{63c}{100\% / 25\%} = 15{,}75c \cdot \quad (8.91.8)$$

Диаграмма позиционирования показана на рисунке 8.91.5.

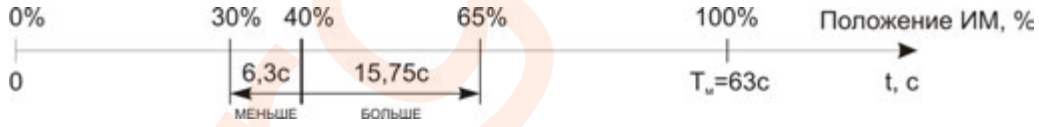


Рисунок 8.91.5 – Диаграмма позиционирования исполнительного механизма при управлении импульсным ПИД-регулятором

Параметр *10 Tmin* отвечает за минимальную длительность срабатывания импульса. Срабатывание и отключение дискретного выхода осуществляется согласно диаграмме, показанной на рисунке 8.91.6.

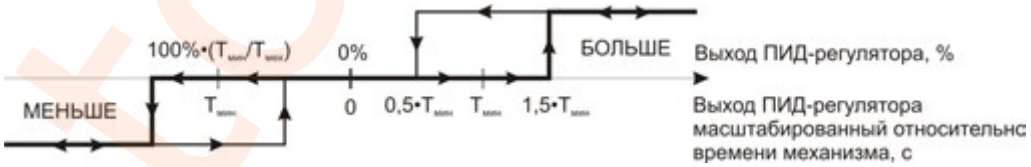


Рисунок 8.91.6 – Диаграмма срабатывания и отключения дискретных выходов при заданной минимальной длительности импульса

Значение минимальной длительности импульса выбирается исходя из точности регулирования, которую необходимо обеспечить. Чем меньше минимальная длительность импульса, тем точнее будет регулирование. С другой стороны, при этом увеличивается количество срабатываний дискретных выходов, что в свою очередь приводит к ускоренному износу пускового устройства и исполнительного механизма.

Формула, по которой можно вычислить минимальную длительность импульса в зависимости от минимально допустимого значения изменения параметра, имеет следующий вид (8.91.9):

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

$$T_{мин} = \frac{\Delta PV_{мин} \cdot T_{мех}}{K \cdot PV_{RANGE}} = T_{мех} \cdot \frac{\Delta PV_{мин}}{\Delta PV} \cdot \frac{\Delta_{вых}}{100\%}, \qquad (8.91.9)$$

где: $T_{мин}$ - минимальная длительность импульса;

$\Delta PV_{мин}$ - минимальное изменение параметра, которое допустимо по качеству регулирования;

$T_{мех}$ - время механизма;

K - передаточный коэффициент объекта регулирования;

PV_{RANGE} - диапазон входного сигнала;

ΔPV - изменение параметра при изменении выхода на $\Delta_{вых}$ %.

Например, для диапазона измерения температуры -50…200 ºС, при допустимом отклонении от задания ±4 ºС, минимальное значения изменения параметра $\Delta PV_{мин}$ можно выбрать равным 2 ºС. Время механизма составляет 63 с. Если при закрытии/открытии клапана на $\Delta_{вых} = 10\%$ параметр изменяется на $\Delta PV = 30\,^{\circ}C$, то значение минимальной длительности импульса будет равно:

$$T_{мин} = 63 \cdot \frac{2}{30} \cdot \frac{10}{100\%} = 0.42c.$$

Примечание. При использовании обратной связи (*04 nTYPE* = 1) нужно более тщательно выбирать параметр *10 tMIN*, учитывая, что он должен быть большим, чем при использовании внутренней обратной связи (*04 nTYPE* = 0).

Параметр *11 Tdly* отвечает за время задержки между включениями выхода «БОЛЬШЕ» и выхода «МЕНЬШЕ». Этот параметр используется для исключения возможности одновременной подачи сигналов «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ», что могло бы привести к короткому замыканию. Значение этого параметра выбирается в зависимости от мощности пускового устройства исполнительного механизма, и составляет от 0,1 до 4 с.

Параметр *12 TI* отвечает за время интегрирования регулятора.

Параметр *13 TD* отвечает за время дифференцирования регулятора.

Параметр *14 KP* отвечает за коэффициент усиления регулятора.

Параметр *15 SP* отвечает за задание регулятору.

Параметр *16 SP_EXT* отвечает за использования внешнего задания регулятора. При использовании внешнего задания параметр *16 SP_EXT* нужно сделать «связанным». При этом в блоке появится вход с названием *прм(16),* на который подается сигнал внешнего задания. Внешним заданием может быть сигнал с аналогового входа контроллера (блока AIN(05)), программного задатчика (TM_PRG(57)) или любой другой аналоговый сигнал, используемый в программе пользователя.

Параметр *17 OUT* используется для управления дискретными выходами импульсного регулятора с верхнего уровня (например, со SCADA-системы). В ручном режиме работы регулятора, запись в данный параметр по интерфейсу числа в процентной шкале (0…100%) в зависимости от знака числа приведет к перемещению исполнительного механизма на открытие или закрытые регулирующего органа на заданное значение в процентах. После остановки исполнительного механизма, значение параметра *17 OUT* автоматически обнулится.

Параметр *18 PV_r* – диапазон изменения регулируемого параметра. Параметр отвечает за масштабирование сигнала по шкале 0 – 100% относительно диапазона входного сигнала.

В большинстве случаев, параметр *18 PV_r* задается равным диапазону измерения датчика. Например, для измерения температуры термометром сопротивления ТСМ 50М с предельными границами измерения -50,0 ºС... +200,0 ºС, диапазон измерения будет равен 250 ºС, то есть *18 PV_r = 250*. Для такого диапазона входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС рассогласование будет составлять E = 10 ºС, что соответствует 4% от диапазона измерения. В некоторых случаях, когда диапазон измерения датчика большой, а диапазон регулирования значительно меньше, диапазон входного сигнала можно задавать меньше чем диапазон измерения датчика. Для приведенного выше примера, если диапазон регулирования температуры составляет 20…120 ºС, то диапазон измерения будет равен 100 ºС, (*18 PV_r = 100)*. При таком диапазоне входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС, рассогласование будет составлять те же E = 10 ºС, но в процентном отношении это будет равно 10%. Таким образом, уменьшив диапазон входного сигнала, можно добиться лучшей чувствительности регулятора.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

При уменьшении параметра *18 PV_r* следует учесть, что при этом увеличивается чувствительность к колебаниям входного сигнала, которая может возникать от внешних воздействий и негативно отражаться на качестве регулирования, особенно при использовании дифференциальной составляющей или большого коэффициента усиления.

Параметр *19 SP_h* отвечает за верхнее ограничение задания регулятора.

Параметр *20 SP_l* отвечает за нижнее ограничение задания регулятора.

При введении внутреннего задания с передней панели, изменение ниже параметра *19 SP_h* и *20 SP_l* заблокировано. Если при изменении внешнего задания параметр, значение которого поступает на вход *прм(16)*, больше (меньше) от значения заданного в параметре *19 SP_h (20 SP_l)*, то на сумматор поступает значение равное значению *19 SP_h (20 SP_l)*. Диаграмма ограничения задания представлена на рисунке 8.91.7.

Если параметр *19 SP_h* равный параметру *20 SP_l*, то задание будет неизменным и равным *SP = 19 SP_h = 20 SP_l.*

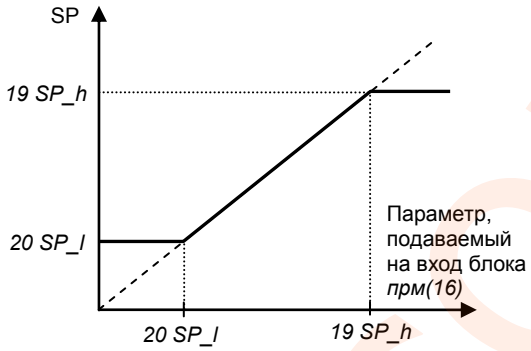


Рисунок 8.91.7 – Диаграмма ограничения внешнего задания

Параметр *21 SP_r* отвечает за скорость изменения задания (тех.единиц на минуту). В зависимости от значения параметра *21 SP_r*, есть два режимы балансировки:

1. *21 SP_r* = 0 – статическая балансировка,
2. *21 SP_r* ≠ 0 – динамическая балансировка.

Функциональная схема работы балансировок показана на рисунке 8.91.8.



а)

статическая балансировка



б) динамическая балансировка

Рисунок 8.91.8 – Функциональная схема балансировок ПИД-регулятора блока PID_IMP_R(91)

Примечание. На схеме условно показано положение переключателей для ручного режима работы регулятора.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

При использовании динамической балансировки в каскадном режиме управления (с внешним заданием) нужно учитывать, что изменение внешнего задания будет ограничено параметрами *19 SP_h* и *20 SP_l*, а скорость его изменения - параметром *21 SP_r.* На рисунке 8.91.9 штриховой линей показано изменение внешнего задания, подаваемого на вход *прм(16)*, а сплошной линей – реальное изменение задающего воздействия регулятора. На отрезке АБ скорость изменения внешнего задающего воздействия меньше скорости изменения задания, указанной в параметре *21 SP_r*, потому задание равно внешнему задающему воздействию. На отрезке БВ внешнее задающее воздействие изменяется с большей скоростью, чем скорость изменения задания. На данном графике скорость изменения задающего воздействия представлена углом наклона отрезка $\mathrm{tg}(\beta) = \frac{\Delta \text{прм}(16)}{\Delta t}$, а скорость изменения задания $\mathrm{tg}(\alpha) = \frac{\Delta SP}{\Delta t} = 21SP_r$. Следовательно, при $\mathrm{tg}(\beta) > \mathrm{tg}(\alpha)$ задание регулятору будет ограничиваться скоростью изменения задания, и изменятся - по отрезку БГ, а не БВ-ВГ. Аналогичным будет и ограничение скорости при уменьшении внешнего задания.



Рисунок 8.91.9 – Диаграмма ограничения скорости внешнего задания

Таблица 8.91.3 - Функции режимов балансировок ПИД-импульсного регулятора блока PID_IMP_R(91)

	Статическая балансировка	Динамическая балансировка
Изменение внутренней заданной точки (с передней панели или по интерфейсу)	Внутреннее задание скачкообразно принимает значение нового задания **SP_{OLD} → SP_{NEW}**	Внутреннее задание начинает изменятся от значения старого задания до значения введенного нового задания со скоростью изменения задания *21 SP_r* **SP_{OLD} ⟶ SP_{NEW}**
Переключение режима работы **РУ → ЛУ**	При переключении задание принимает значение измеряемого параметра **SP= PV**	Задание начинает изменятся от значения измеряемого параметра до значения внутреннего задания со скоростью изменения задания *21 SP_r* **PV ⟶ SP**
Переключение режима работы **ЛУ → РУ**	Задание скачкообразно принимает значение измеряемого параметра **SP → PV**	Задание не изменяется **SP**
Переключение режима работы **ЛУ → КУ**	Значение задания скачкообразно изменяется с внутреннего на внешнее **$SP_{ВНУТР}$ → $SP_{ВНЕШ}$**	Задание начинает изменятся от значения внутреннего значения до внешнего со скоростью изменения задания *21 SP_r* **$SP_{ВНУТР}$ ⟶ $SP_{ВНЕШ}$**
Переключение режима работы **КУ → ЛУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика **$SP_{ВНУТР}$ = $SP_{ВНЕШ}$**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика **$SP_{ВНУТР}$ = $SP_{ВНЕШ}$**
Переключение режима работы **КУ → РУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика **$SP_{ВНУТР}$ = $SP_{ВНЕШ}$**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика **$SP_{ВНУТР}$ = $SP_{ВНЕШ}$**

Параметр *22 POZ* - положение исполнительного механизма. Если используется внешняя обратная связь, то параметр *22 POZ* нужно сделать «связанным» и на вход *прм(22)* подать сигнал от датчика положения исполнительного механизма. При этом на дисплее ВИХІД будет индицироваться реальное значение положения исполнительного механизма.

Параметр *23 TRK_V* отвечает за значение безопасного воздействия (работает только совместно с параметром *07 dTRK*). Данный параметр можно сделать «связанным», используя для разных ситуаций разное значение безопасного воздействия.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Если регулятор переведен в режим СУ (параметр *07 dTRK* = 1), то блок установки безопасного значения управляющего воздействия отключит регулирующий сигнал ПИД-регулятора, а на выходе устанавливает воздействие, заданное пользователем в параметре *23 TRK_V*, причем возможны три варианта:
1. *23 TRK_V = 0* - дискретный выход регулятора «МЕНЬШЕ» будет постоянно включен, закрывая исполнительный механизм.
2. *0 < 23 TRK_V < 100* – состояние дискретных выходов не определено. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера, использовать такое значение безопасного воздействия в программах пользователя не рекомендуется.
3. *23 TRK_V = 100* - дискретный выход регулятора «БОЛЬШЕ» будет постоянно включен, открывая исполнительный механизм.

Параметр *24 MAX* отвечает за верхнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если параметр равен уставке MAX или превышает ее (PV≥SP+MAX), то срабатывает сигнализация MAX. Соответственно, на передней панели начнет светиться светодиод ▲, а на выходе *04 dMAX* блока PID_IMP_R(91) установится логическая единица.

Параметр *25 MIN* отвечает за нижнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если же параметр равен или меньше уставки MIN (PV≤SP-MIN), то сработает сигнализация MIN. На передней панели будет светиться светодиод ▼, а на выходе *05 dMIN* блока PID_IMP_R(91) установится логическая единица.

Параметр *26 HYS* отвечает за гистерезис сигнализации параметра.

Параметр *27 FF_V* отвечает за предварение управляющего воздействия регулятора. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *27 FF_V* нужно сделать «связанным».

Параметр *28 FF_G* отвечает за коэффициент усиления значения предварения регулятора. Сигнал с входа параметра *27 FF_V* усиливается (ослабляется) этим коэффициентом.

Параметр *29 FF_h* отвечает за верхнее ограничение предварения регулятора.

Параметр *30 FF_l* отвечает за нижнее ограничение предварения регулятора.

Верхнее и нижнее ограничение предварения выставляются исходя с соображений безопасности. Сначала коэффициент усиления предварения K_{FF} устанавливается равный нулю. Тогда настраивается ПИД-регулятор без предварения. Когда подобраны коэффициенты $K_р$, $T_и$ и $T_д$, необходимо начать увеличивать коэффициент K_{FF} до тех пор, тока в системе не возникнут затухающие колебания при $K_{FFкр}$. Коэффициент усиления сигнала предварения вычисляется так (8.91.10):

$$K_{FF} = 0{,}7 \cdot K_{FFкр}\ , \qquad (8.91.10)$$

где: K_{FF} - коэффициент усиления предварения;

$K_{FFкр}$ - критический коэффициент усиления предварения, при котором в системе возникают затухающие колебания.

Параметр *31 COR_V* отвечает за коррекцию сигнала рассогласования регулятора. Параметр делается «связанным» и, соответственно, в блоке появится вход *прм(31)*. На этот вход подается сигнал коррекции с блока COR_ST(93) или COR_D(94), который представляет собой функцию рассогласования между параметром коррекции и точкой коррекции (8.91.11):

$$VAL_{COR} = F(PV2_{COR} - SP_{COR}), \qquad (8.91.11$$

где, VAL_{COR} - значение сигнала коррекции (в %), подаваемое на вход *прм(31)* блока PID_IMP_R(91);

$PV2_{COR}$ - значение параметра коррекции;

SP_{COR} - значение точки коррекции. Для блока COR_ST(93) это значение постоянное и задается пользователем, а для блока COR_D(94) – динамическое, изменяется при каждом переключении с режима РУ в режим ЛУ, и принимает значение параметра коррекции в момент переключения $SP_{COR} = PV2_{COR}$;

$F(PV2_{COR} - SP_{COR})$ - функция преобразования рассогласования $PV2_{COR} - SP_{COR}$, которая задается в блоках COR_ST(93) и COR_D(94).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *32 COR_G* отвечает за коэффициент усиления сигнала коррекции. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Параметр *33 COR_h* отвечает за верхнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *34 COR_l* отвечает за нижнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *35 FB* отвечает за величину мертвой зоны (в технических единицах) импульсного ПИД-регулятора.

С точки зрения улучшения качества регулирования, желательно выбрать минимальную зону нечувствительности, но при этом увеличится частота срабатывания ключей «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ», что в свою очередь приводит к ускоренному износу пускового устройства и исполнительного механизма. Кроме того, при малой зоне нечувствительности и больших значениях минимальной длительности импульса могут иметь место автоколебания, что также недопустимо. Автоколебания будут отсутствовать или быть минимальными, если величина зоны нечувствительности будет (8.91.12):

$$\Delta[\text{тех.ед.}] > \frac{PV_{RANGE}}{K_{п}} \cdot \frac{T_{имп}}{T_{мех}}, \qquad (8.91.1$$

где: Δ - зона нечувствительности;

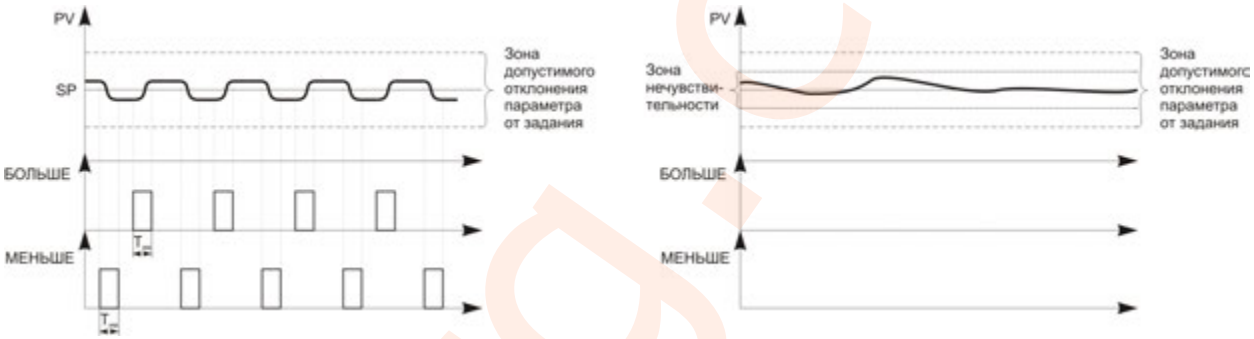
PV_{RANGE} - диапазон входного сигнала;

$K_{П}$ - коэффициент усиления;

$T_{имп}$ - минимальная длительность импульса;

$T_{мех}$ - время механизма.

Пример графика регулирования параметра без зоны нечувствительности (а) и с зоной нечувствительности (б) представлен на рисунке 8.91.10.



а) регулирование без зоны нечувствительности *б) регулирование с зоной нечувствительности*

Рисунок 8.91.10 – Регулирование параметра в зоне допустимого отклонения параметра от задания

При регулировании параметра без зоны нечувствительности, когда есть небольшое рассогласование, интегральная составляющая регулятора начинает ее отрабатывать. Когда сформированное значение выходного импульса достигает значения минимальной длительности импульса, заданного пользователем в параметре *10 Tmin*, срабатывает соответствующий дискретный выход. Поскольку значение минимальной длительности импульса ставят сравнительно большим (для уменьшения количества срабатываний исполнительного механизма), то, для регулятора с интегральной составляющей без мертвой зоны, это может привести к процессу образования автоколебаний (рисунок 8.91.10,а).

Для регулятора с зоной нечувствительности, когда значение параметра попадает в эту зону, процесс регулирования отключается, и соответственно дискретные выходы также находятся в выключенном состоянии (рисунок 8.91.10,б). В таком случае, процесс регулирования будет осуществляться с небольшой статической ошибкой, но уменьшается износ исполнительного механизма.

На практике значение зоны нечувствительности выбирают равным половине отклонения регулятора, которое можно считать допустимым по условиям эксплуатации. То есть, если при регулировании температуры с заданием 250 ºС нормальным считается отклонение параметра от задания на ±6 ºС, то значение зоны нечувствительности выбирают равным 3 ºС.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Принцип работы функционального блока

Функциональная схема импульсного ПИД-регулятора с расширенной схемой перехода между режимами работы (РУ/ЛУ/КУ) представлена на рисунке 8.91.11.

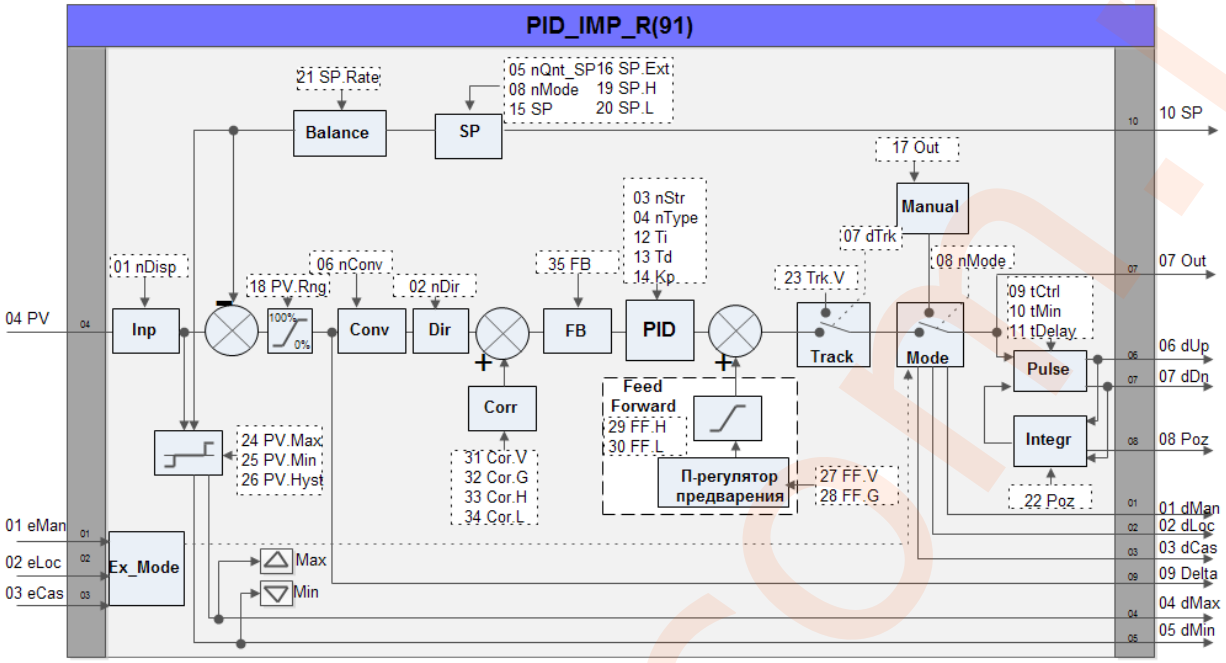


Рисунок 8.91.11 - Функциональная схема блока импульсного ПИД-регулятора с расширенной схемой перехода между режимами работы (РУ/ЛУ/КУ)

Значение регулируемого параметра поступает на вход *01 PV* блока и индицируется на дисплее ПАРАМЕТР. В параметре *01 nDISP* задается номер дисплея регулятора. Значение *01 nDISP = 0* делает регулятор невидимым с передней панели.

Регулируемый параметр поступает на узел ***СИГНАЛИЗАЦИЯ (5)***, где определяется отклонение регулируемого параметра от заданной точки (девиационная сигнализация). Данный узел формирует дискретные сигналы dMIN и dMAX, которые поступают на выходы 05 и 04 блока PID_IMP_R(91). Кроме того, данные сигналы напрямую «привязаны» к соответствующим сигнальным светодиодам на передней панели контроллера возле индикатора ПАРАМЕТР.

Следующим узлом в цепи обработки регулируемого параметра является ***СУММАТОР (4)***, причем, значение регулируемого параметра поступает на него со знаком “+”.

Узел формирования задания состоит из нескольких блоков. Заданное значение регулируемого параметра (узел ***SP (2)***) ограничено по максимуму и минимуму параметрами *19 SP_h* и *20 SP_l*. Значение заданной точки регулятора находится в параметре *15 SP*, который, при необходимости, можно сделать «связанным». При использовании внешней заданной точки (параметр *05 nQntSP* = 2), ее значение необходимо записывать в параметр *16 SP_EXT* (также сделав его «связанным»). Параметр *21 SP_r* определяет скорость изменения задания (в технических единицах за минуту). С узла ***SP (2)*** сигнал заданной точки поступает на выход *10 SP* блока, а также – в узел ***BALANCE (3)***.

Узел ***BALANCE (3)*** отвечает за безударное (плавное) переключение или изменение заданной точки. Сигнал с узла ***BALANCE (3)*** поступает на ***СУММАТОР (4)*** со знаком “-”.

На выходе сумматора формируется сигнал рассогласования между регулируемым параметром и заданием в технологических единицах: $E_{мех.ед.}$=*PV-SP*. Этот сигнал масштабируется по шкале 0 – 100% (узел ***МАСШТАБИРОВАНИЕ (6)***) относительно диапазона изменения PV, задаваемого в параметре *18 PV_r*. Нормированный сигнал рассогласования можно использовать в программе пользователя – он подается на выход *09 DELTA* блока PID_IMP_R(91).

Нормированный сигнал рассогласования после узла ***МАСШТАБИРОВАНИЕ (6)*** поступает на узел ***CONV (7)*** математического преобразования.

Следующий узел - ***DIR (8)*** - определяет направление действия регулятора (выбирается параметром *02 nDIR*). При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$.

При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Также есть возможность использования коррекции (узел ***CORR (9)***) управляемого сигнала по дополнительному параметру. Сигнал рассогласования E_{PV} после блока ***DIR (8)*** суммируется со значением коррекции (8.91.13):

$$E = E_{PV} + (COR_G \cdot VAL_{COR})_{COR_l}^{COR_h} \qquad (8.91.1)$$

С формулы видно, что влияние на рассогласование, а соответственно и на регулирование, зависит от коэффициента усиления *32 COR_G*. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Далее сигнал проходит через узел ***DB (11)*** «Зона нечувствительности». Настройки этого блока производятся параметром *35 FB*.

Следующим шагом сигнал рассогласования попадает на блок ПИД-регулирования ***PID (12)***. ПИД-регулятор построен таким образом, что в процессе работы в каждый момент времени t на выходе регулятора будет формироваться воздействие Y(t) в зависимости от входного сигнала регулятора E(t) (рассогласования между входным параметром PV и заданием регулятора SP).

Зависимость между входным сигналом регулятора E(t) и выходным Y(t) определяет передаточная функция регулятора. Алгоритм преобразования содержит три составляющие регулятора: пропорциональная (П-составляющая), интегральная (И-составляющая) и дифференциальная (Д-составляющая).

С выхода блока сигнал поступает на ***СУММАТОР (14)***. К сумматору также подходит сигнал предварения узла ***FEED FORWARD (13)***. Чтобы в блоке ПИД-импульсного регулятора появился вход предварения, параметр *27 FF_V* нужно сделать «связанным». Сигнал с этого входа усиливается/ослабляется коэффициентом усиления предварения K_{FF}, заданным в параметре *28 FF_G*, ограничивается уставками, заданными в параметрах *29 FF_h* и *30 FF_l* и подается на сумматор. Другими словами, выходной сигнал с ПИД-регулятора суммируется с выходным сигналом П-регулятора канала предварения (рисунок 8.91.12).

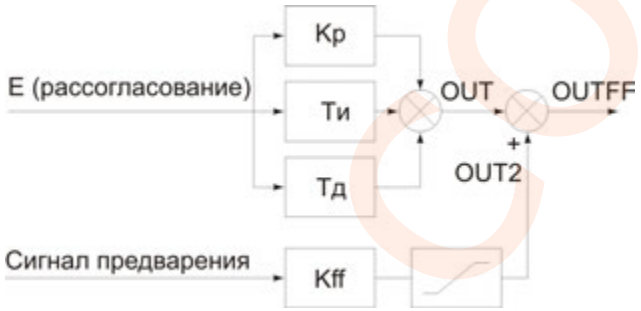


Рисунок 8.91.12 – Функциональная схема формирования выхода ПИД-регулятора с предварением

Далее регулирующий сигнал проходит через блок установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия ***TRACK (15)***. Если команда на установку безопасного положения отсутствует, то регулирующий сигнал проходит через этот блок без изменений. Сигнал команды на установку безопасного положения заводится на вход *прм(07)*, для чего параметр *07 dTRK* нужно сделать «связанным».

Потом сигнал проходит через блок выбора режима роботы регулятора ***MODE (17)*** (РУЧНОЙ / АВТОМАТ). Выбор режима работы регулятора может осуществляться 3-мя способами: с передней панели контроллера; задаваться параметром *08 nMODE*; определятся сигналами на соответствующих входах блока (*01 eMAN*, *02 eLOC* и *03 eCAS*, см. таблицу 10.2). В последнем случае в работе регулятора будет задействован блок выбора режима ***EX_MODE (20)***.

В автоматическом режиме роботы регулирующий сигнал ПИД-регулятора управляет дискретными сигналами, а в ручном режиме управление осуществляется с передней панели прибора или по интерфейсу. Если управление осуществляется по интерфейсу, то значение перемещения ИМ записывается в параметр *17 OUT*.

Последним звеном ПИД-импульсного регулятора является импульсный преобразователь ***PULSE (18)***, который по выходу ПИД-регулятора формирует импульсные сигналы «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ».

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Сигналы «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ» идут на выходы блока *06 dUP* и *07 dDN*, а также поступают на внутренний интегратор ***INTEGR (19)***, который формирует интегрированное (рассчитанное) значение положения исполнительного механизма. Это значение выводится на передней панели в дисплее ВИХІД, поступает на выход *08 POZ*, а также может быть использовано на верхнем уровне с параметра *22 POZ*. Если используется внешняя обратная связь, то параметр *22 POZ* нужно сделать «связанным» и на вход прм(22) подать сигнал от датчика положения исполнительного механизма. При этом на дисплее ВИХІД будет индицироваться реальное значение положения исполнительного механизма.

Пример применения

Допустим, есть абстрактный технологический процесс. Воду в емкости необходимо нагреть и поддерживать при определенной температуре. Для нагрева воды используется газовая горелка, находящаяся под емкостью. Интенсивность горения регулируется клапаном подачи газа. На рисунке 8.91.13 показано, как это может быть организовано при помощи импульсного ПИД-регулирования.

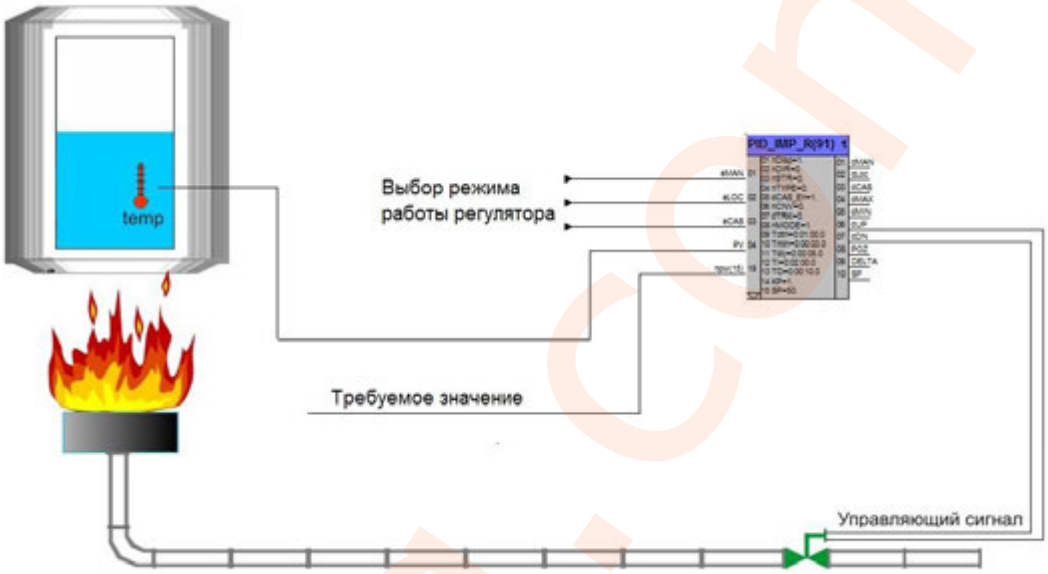


Рисунок 8.91.13 – Применение импульсного ПИД-регулятора с расширенной схемой перехода между режимами работы (РУ/ЛУ/КУ)

На рисунке 8.91.14 изображена реализация примера на основе функционального блока PID_IMP(62) контролера МИК-51. Значения свойств блоков данной программы приведены на рисунках 8.91.15 – 8.91.20. FBD-файл примера программы доступен для скачивания с официального сайта предприятия МИКРОЛ (Impuls_PID_IMP_R.zip).

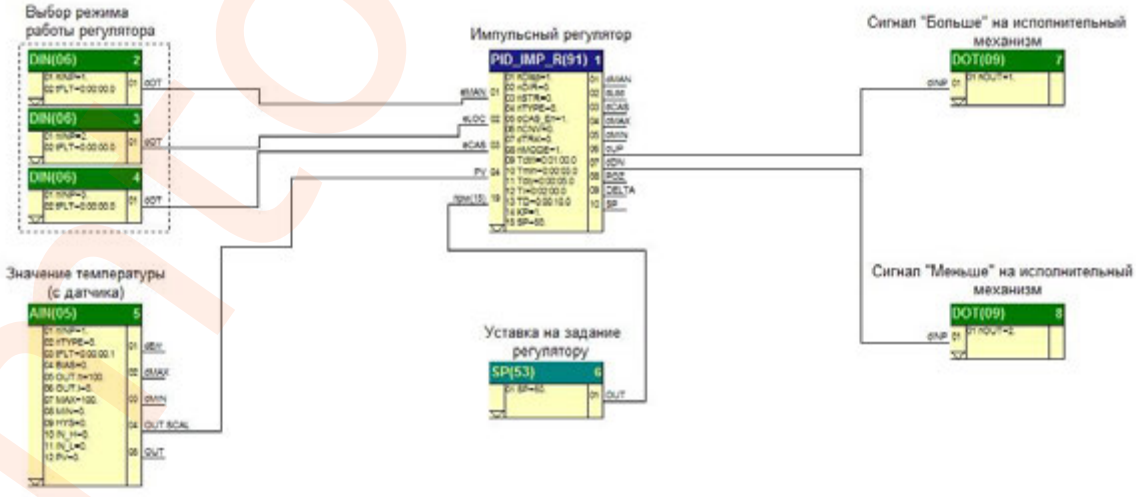


Рисунок 8.91.14 – Реализация импульсного ПИД-регулятора с расширенной схемой перехода между режимами работы (РУ/ЛУ/КУ)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

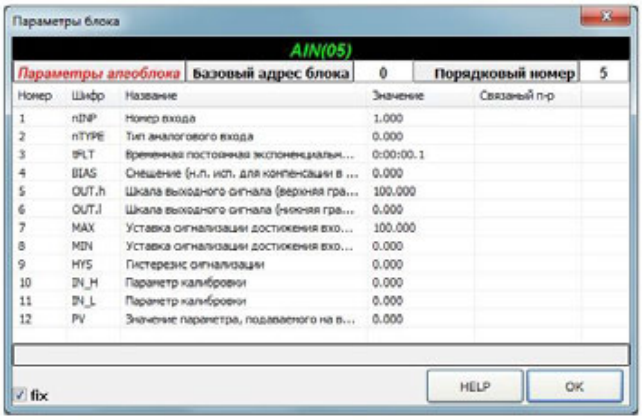


Рисунок 8.91.15 - Параметры блока AIN(05)

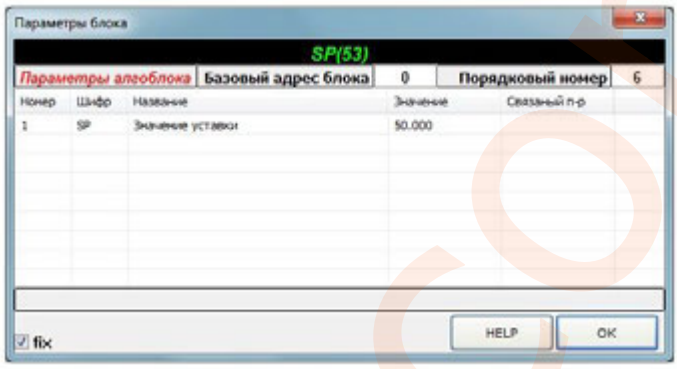


Рисунок 8.91.16 - Параметры блока SP(53)

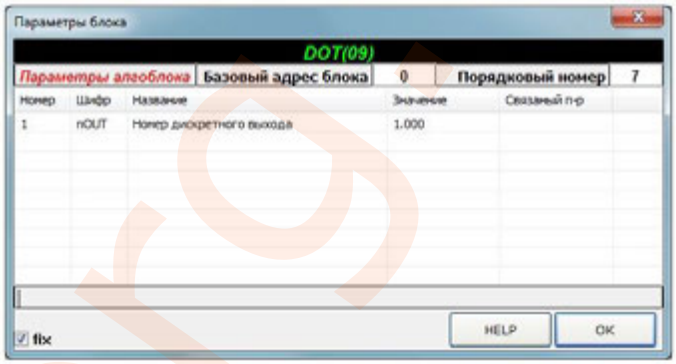


Рисунок 8.91.17 - Параметры блока DOT1(09)

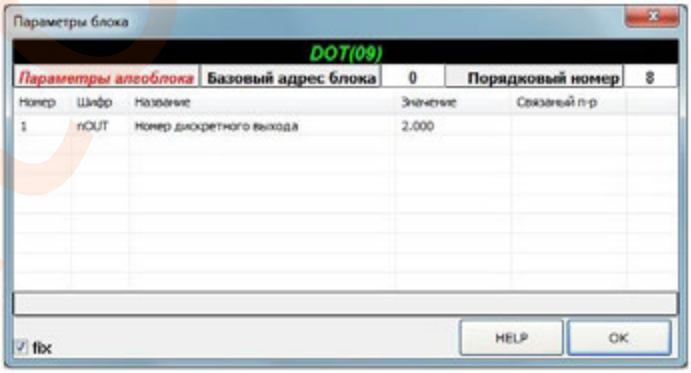


Рисунок 8.91.18 - Параметры блока DOT2(09)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

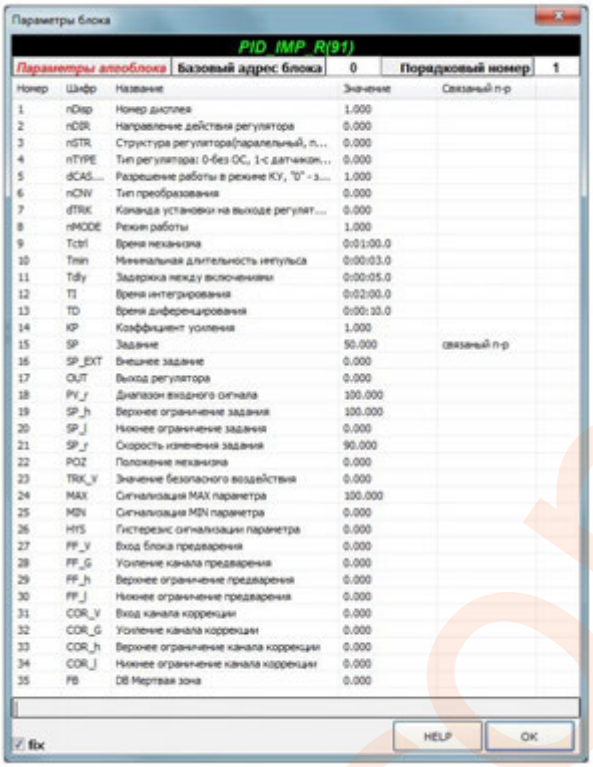


Рисунок 8.91.19 - Параметры блока PID_IMP_R(91)

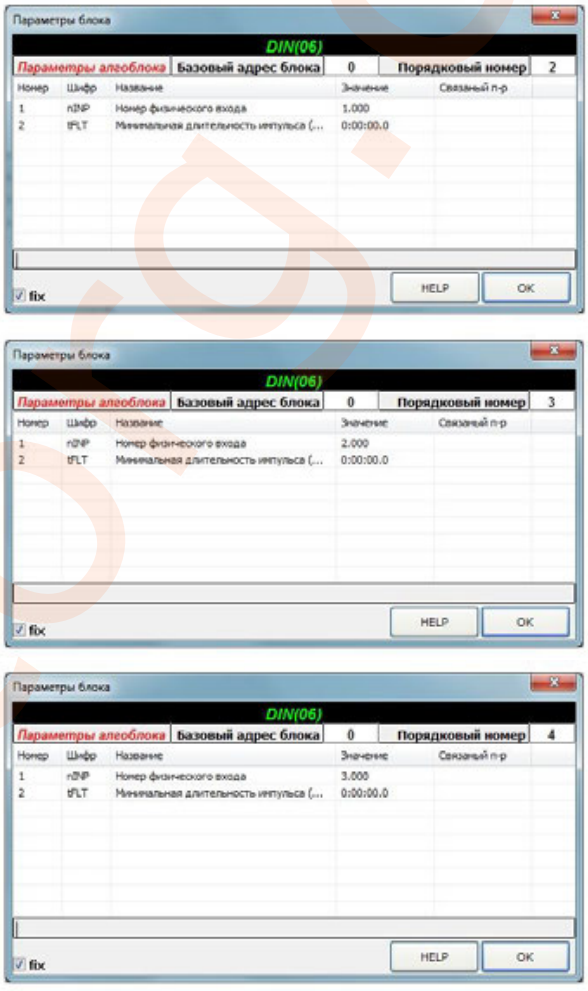


Рисунок 8.91.20 - Параметры блоков DIN(06)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_91.fbx)

Постановка задачи: Необходимо организовать ПИД-импульсное регулирование, с возможностью переключения режима работы от внешних дискретных входов.

Решение:

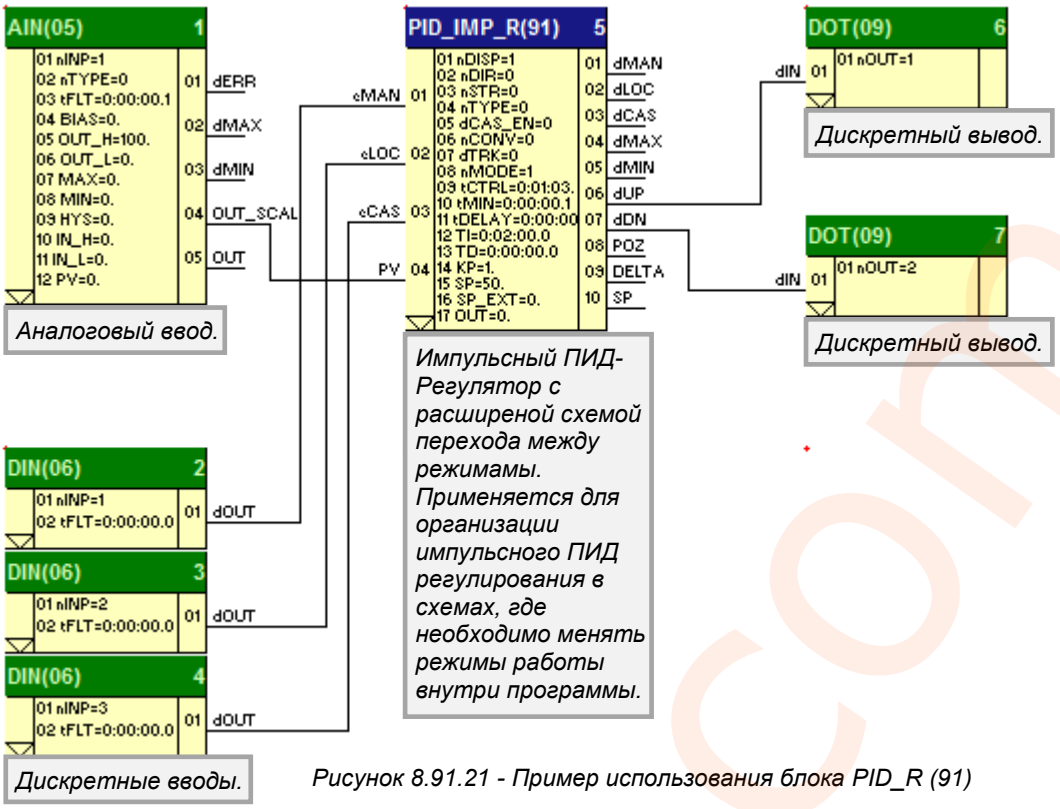


Рисунок 8.91.21 - Пример использования блока PID_R (91)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.65.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8.93 COR_S(93) - Корректор статический

Назначение

Функциональный блок (рисунок 8.93.1) применяется для статической коррекции параметров.

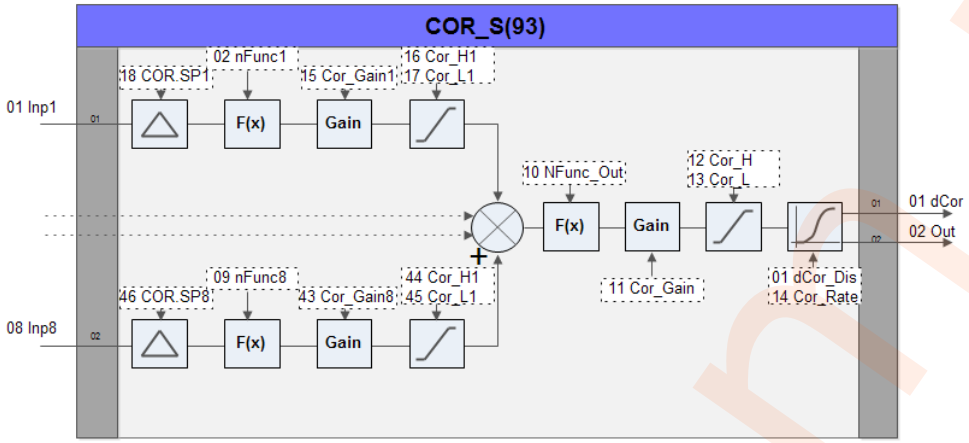


Рисунок 8.93.1 - Функциональная схема блока «статическая коррекция» COR_S(93)

Описание функционального блока

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 8.93.1.

Таблица 8.93.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP1	Вещественное		Вход блока
02	INP2	Вещественное		Вход блока
…	…			
08	INP8	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	dCOR_DIS	0 / 1	1	Остановка корректора
02	nFUNC1	0 – 5	0	Функция преобразования сигнала: 0 -- y=x 1 -- y=SQRT(X) 2 -- y=logX 3 -- $y=e^x$ 4 -- $y=x^2$ 5 -- y=1/x
03	nFUNC2	0 – 5	0	
04	nFUNC3	0 – 5	0	
05	nFUNC4	0 – 5	0	
06	nFUNC5	0 – 5	0	
07	nFUNC6	0 – 5	0	
08	nFUNC7	0 – 5	0	
09	nFUNC8	0 – 5	0	
10	nFUNC_OUT	0 – 5	0	
11	COR_GAIN	Вещественное	1	Усиление сигнала
12	COR_H	Вещественное	100	Ограничение сигнала (max)
13	COR_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала (min)
14	COR_RATE	Вещественное	0	Максимальная скорость изменения выходного сигнала
15	COR_GAIN1	Вещественное	1	Усиление сигнала
16	COR_H1	Вещественное	100	Ограничение сигнала (max)
17	COR_L1	Вещественное	0	Ограничение сигнала (min)
18	COR_SP1	Вещественное	0	Точка коррекции
	……	Вещественное		
43	COR_GAIN8	Вещественное	1	Усиление сигнала
44	COR_H8	Вещественное	100	Ограничение сигнала (max)
45	COR_L8	Вещественное	0	Ограничение сигнала (min)
46	COR_SP8	Вещественное	0	Точка коррекции
Выходы				
01	dCOR	0 / 1		Состояние блока корректора (=1–корректор работает)
02	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_93.fbx)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Постановка задачи: Необходимо вывести статическую коррекцию входных сигналов на переднюю панель контроллера.

Решение:

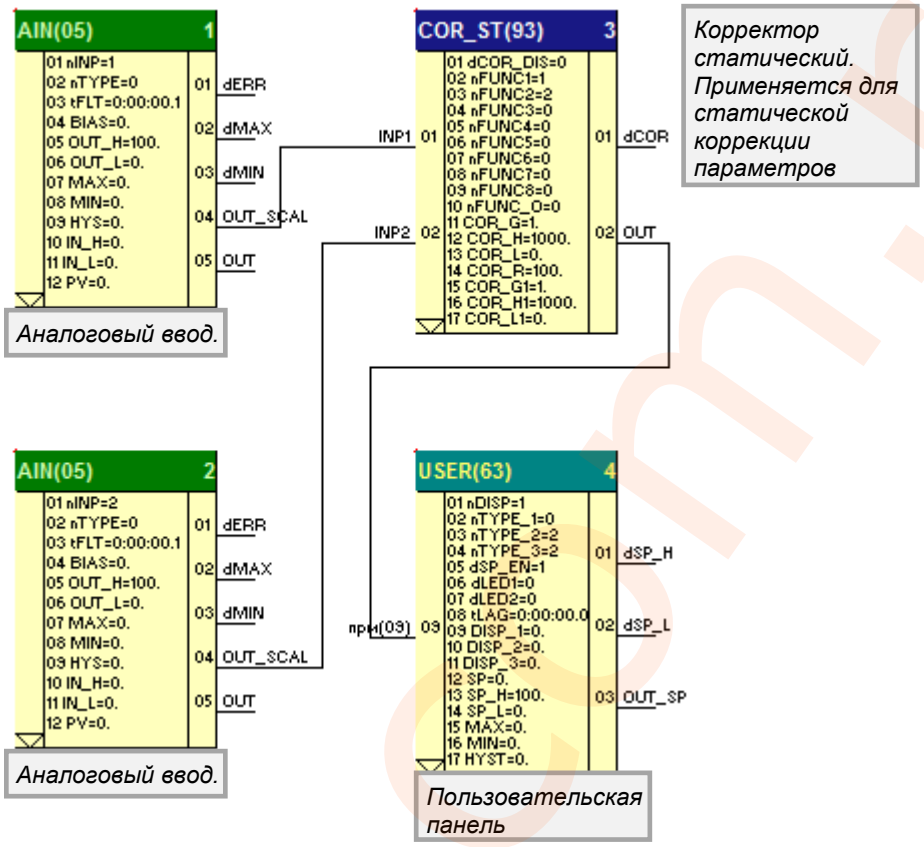


Рисунок 8.93.2 - Пример использования блока COR_ST(93)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8.94 COR_D(94) - Корректор динамический

Назначение

Функциональный блок (рисунок 8.94.1) применяется динамической коррекции параметров.

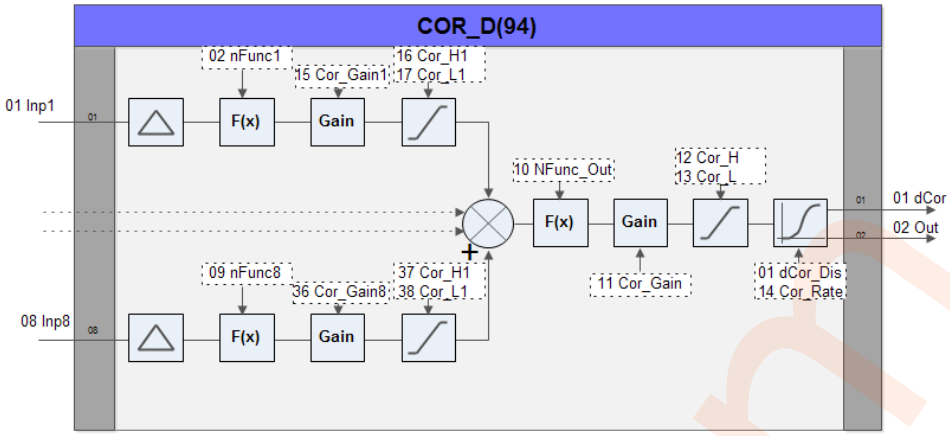


Рисунок 8.94.1 - Функциональная схема блока «корректор динамический» COR_D(94)

Описание функционального блока

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 8.94.1.

Таблица 8.94.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP1	Вещественное		Вход блока
02	INP2	Вещественное		Вход блока
…	…			
08	INP8	Вещественное		Вход блока
Параметры				
01	dCOR_DIS	0 / 1	1	Остановка корректора
02	nFUNC1	0 – 5	0	Функция преобразования сигнала: 0 -- y=x 1 -- y=SQRT(X) 2 -- y=logX 3 -- $y=e^x$ 4 -- $y=x^2$ 5 -- y=1/x
03	nFUNC2	0 – 5	0	
04	nFUNC3	0 – 5	0	
05	nFUNC4	0 – 5	0	
06	nFUNC5	0 – 5	0	
07	nFUNC6	0 – 5	0	
08	nFUNC7	0 – 5	0	
09	nFUNC8	0 – 5	0	
10	nFUNC_OUT	0 – 5	0	
11	COR_GAIN	Вещественное	1	Усиление сигнала
12	COR_H	Вещественное	100	Ограничение сигнала (max)
13	COR_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала (min)
14	COR_RATE	Вещественное	0	Максимальная скорость изменения выходного сигнала
15	COR_GAIN1	Вещественное	1	Усиление сигнала
16	COR_H1	Вещественное	100	Ограничение сигнала (max)
17	COR_L1	Вещественное	0	Ограничение сигнала (min)
	…….			
36	COR_GAIN8	Вещественное	1	Усиление сигнала
37	COR_H8	Вещественное	100	Ограничение сигнала (max)
38	COR_L8	Вещественное	0	Ограничение сигнала (min)
Выходы				
01	dCOR	0 / 1		Состояние блока корректора (=1-работает).
02	OUT	Вещественное		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_94.fbx)

Постановка задачи: Необходимо вывести динамическую коррекцию входных сигналов на переднюю панель контроллера.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

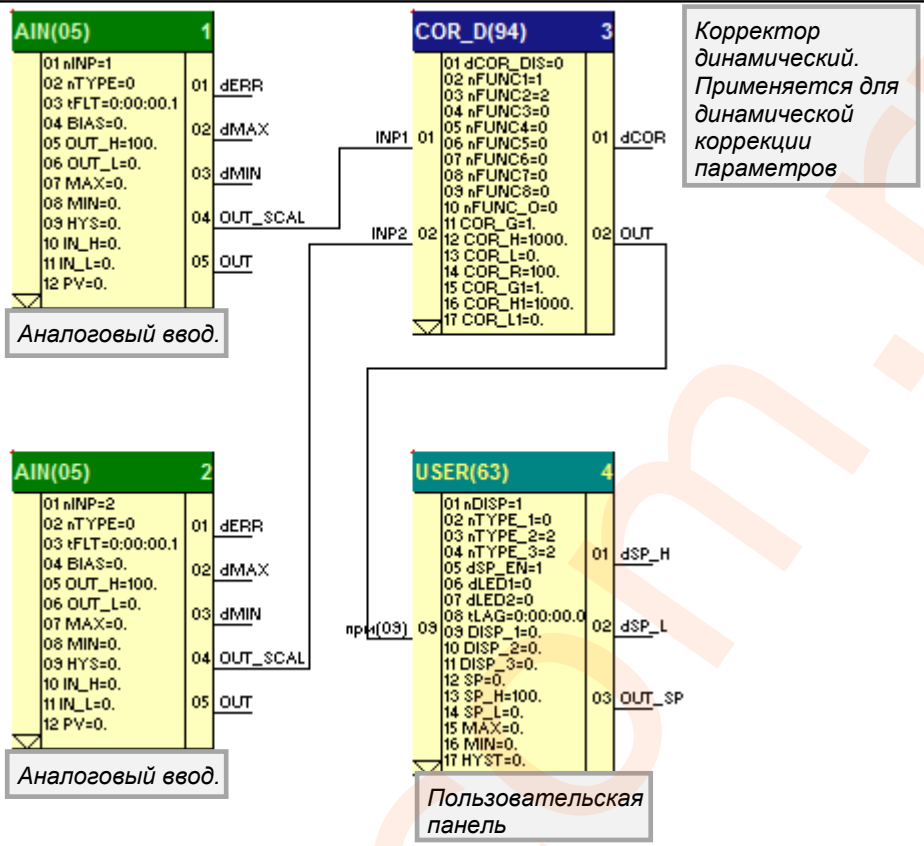


Рисунок 8.94.2 - Пример использования блока COR_D(94)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8.95 D_PID(95) - Дельта-регулятор

Назначение

Функциональный блок (рисунок 8.95.1) предназначен для построения контуров ПИД-регулирования с использованием аналоговых исполнительных механизмов.

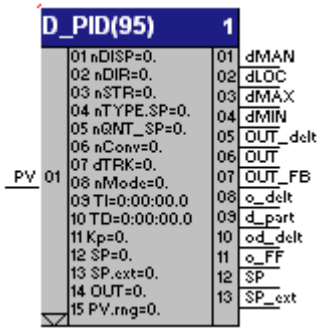


Рисунок 8.95.1 - Функциональный блок D_PID(95)

Функциональный блок D_PID(95) выполняет функции настраиваемого ПИД-регулятора с дополнительными возможностями, такими как:

1. Формирование на выходе регулятора безопасного воздействия по внешней команде;
2. 4 режима работы:
   - ручной – управление с передней панели;
   - локальный – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием;
   - каскадный - управление ПИД-регулятором с внешним заданием или заданием от программного задатчика;
   - следящий – остановка регулятора с автоматическим слежением за значением выхода блока для последующего безударного перехода в другой режим работы;
3. Функция предварения управляющего воздействия регулятора;
4. Функция коррекции сигнала рассогласования регулятора.
5. Структура функционального блока D_PID(95) позволяет использовать несколько таких блоков, задействованных для управления одним контуром. Структуру контура можно наращивать как «в длину» (каскадное и многокаскадное регулирование), так и «в ширину» (составление параллельных контуров регулирования, когда, к примеру, измерительный параметр один, а регулирующих органов – два: в основной линии и в байпасной).
6. В структуре регулятора присутствует специальный Δ-блок, который по определенному закону корректирует заданную точку, обеспечивая тем самым безударность переходов на другую заданную точку любого из регуляторов в каскаде (а не только MASTER-регулятора в обычных схемах) и, кроме того, повышает устойчивость системы в целом.
7. Наличие нелинейной отрицательной цепи обратной связи между регуляторами (FB, FeedBack). Она обеспечивает значительное увеличение запаса устойчивости системы, а также упрощает ее настройку. Отрабатывая обратную связь, регуляторы будут сами себя контролировать в случае возникновении больших значений рассогласования.
8. Наличие необходимых входов и выходов обратной связи функциональных блоков позволяет построить на базе нескольких D_PID(95) многосвязный регулятор.

Блок осуществляет ПИД-алгоритм обработки входного сигнала. Компоненты П-, И- и Д-, предназначенные для обработки входного сигнала, могут быть активизированы или выключены в индивидуальном порядке. Это позволяет конфигурировать П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторы.

Параметры функционального блока

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 8.95.1.

Таблица 8.95.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	PV			Вход регулятора
Параметры				
01	nDISP	0 - 9	1	Номер дисплея
02	nDIR	0 / 1	0	Направление действия регулятора (0-обратный, 1-прямой)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Продолжение таблицы 8.95.1

03	nSTR	0 / 1	0	Структура регулятора (0-паралельный, 1-смешаный)
04	nTYPE_SP	0 / 1	0	Тип внешнего задания. 0-динамическое, 1-статическое.
05	SP_Q	1, 2	0	1 – внутренняя заданная точка; 2 – внутренняя / внешняя заданная точка
06	nCONV	0, 1, 2, 3, 4, 5	0	y=x y=SQRT(X) y=logX y=eX y=x2 y=1/x
07	dTRK	0 / 1	0	Команда установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (параметр 21 TRK_VAL)
08	nMODE	0, 1, 3	0	Режим работы (0-РУ, 1-ЛУ, 2-КУ)
09	TI	Время	0:02:00:0	Время интегрирования регулятора
10	TD	Время	0:00:00:0	Время дифференцирования регулятора
11	KP	Вещественное	1	Коэффициент усиления регулятора
12	SP	Вещественное	0	Задание регулятору
13	SP_EXTERN	Вещественное	0	Внешнее задание регулятора
14	OUT	Вещественное	0	Выход регулятора
15	PV_RANGE	Вещественное	100	Диапазон изменения регулируемого параметра
16	SP_H	Вещественное	100	Ограничение задания (верхнее)
17	SP_L	Вещественное	0	Ограничение задания (нижнее)
18	SP_RATE	Вещественное	100	Скорость изменения задания
19	OUT_H	Вещественное	100	Ограничение выхода регулятора (верхнее)
20	OUT_L	Вещественное	0	Ограничение выхода регулятора (нижнее)
21	TRK_VAL	Вещественное	0	Значение безопасного воздействия
22	PV_MAX	Вещественное	0	Уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки (сигнализация девиационная)
23	PV_MIN	Вещественное	0	
24	PV_HYS	Вещественное	0	Гистерезис сигнализации параметра
25	FF_VAL	Вещественное	0	Предварение управляющего воздействия регулятора
26	FF_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиление предварения
27	FF_H	Вещественное	0	Ограничение предварения (верхнее)
28	FF_L	Вещественное	0	Ограничение предварения (нижнее)
29	COR_VAL	Вещественное	0	Вход звена коррекции регулируемого параметра регулятора
30	COR_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиления сигнала коррекции
31	COR_H	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (верхнее)
32	COR_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (нижнее)
33	FB	Вещественное	0	Обратная связь
			Выходы	
01	dMAN	0 / 1		Состояние регулятора
02	dLOC	0 / 1		Используемая заданная точка
03	dMAX	0 / 1		Сигнализация превышения входным параметром уставки MAX
04	dMIN	0 / 1		Сигнализация превышения входным параметром уставки MIN
05	DELTA	Вещественное		Рассогласование регулятора
06	OUT	Вещественное		Выход функционального блока
07	OUT_FB	Вещественное		Значение сигнала предварения
08	Old_DELTA	Вещественное		Предыдущее значение рассогласования регулятора
09	D_part	Вещественное		Значение дифференциальной части ПИД регулятора
10	Old_DDELTA	Вещественное		Предыдущее значение дифференциала рассогласования регулятора
11	Old_FF	Вещественное		Предыдущее значение сигнала предварения
12	SP	Вещественное		Внутреннее задание регулятора
13	SP_EXT	Вещественное		Внешнее задание регулятора

Параметр *01 nDISP* задает номер дисплея регулятора. Максимальное количество используемых в программе контроллера регуляторов (ПИД - аналоговых, ПИД - импульсных, ПИД - каскадных а также дельта-регуляторов) – 9. Каждый регулятор должен иметь свой уникальный номер, по которому будет производится идентификация регуляторов на передней панели контроллера (дисплей №).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *02 nDIR* определяет направление действия регулятора. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*) рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$. Выход регулятора будет увеличиваться, если регулируемый параметр будет меньше задания, и наоборот, уменьшаться, если регулируемый параметр будет больше задания (8.95.1):

$$02\ nDIR = 0: \quad \begin{matrix} PV < SP \Rightarrow OUT \uparrow \\ PV > SP \Rightarrow OUT \downarrow \end{matrix}. \qquad (8.95.1)$$

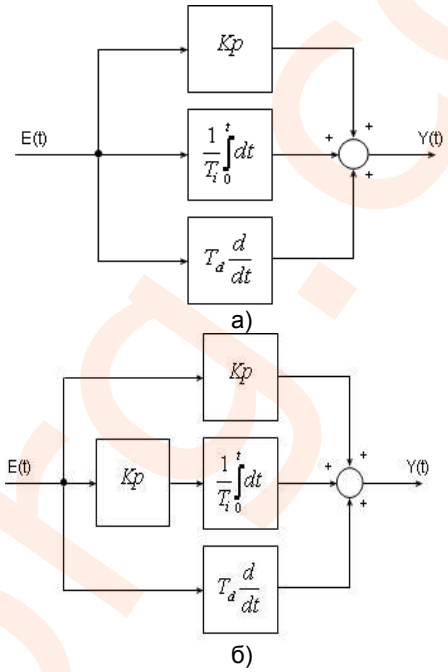
При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$. Выход регулятора будет увеличиваться, если регулируемый параметр будет больше задания, и наоборот, уменьшаться, если регулируемый параметр будет меньше задания (8.95.2):

$$02\ nDIR = 1: \quad \begin{matrix} PV > SP \Rightarrow OUT \uparrow \\ PV < SP \Rightarrow OUT \downarrow \end{matrix} \qquad (8.95.2)$$

Параметр *03 nSTR* определяет структуру регулятора:

1. *03 nSTR* = 0 – параллельная;
2. *03 nSTR* = 1 – смешанная.

Алгоритмические схемы ПИД-регулятора в случае параллельной и смешанной структуры показаны на рисунке 8.95.2.



а – параллельная структура ПИД-регулятора; б – смешанная структура ПИД-регулятора.
Рисунок 8.95.2 – Структуры ПИД-регулятора

Согласно рисунка 8.95.2, для параллельной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \qquad (8.95.3)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{Kp}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \qquad (8.95.4)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *11 Kp*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *09 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *10 TD*).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Суммарно: при использовании смешанной структуры регулятора, в сравнении с параллельной, влияние интегральной составляющей T_i увеличивается в K_p раз.

Формулы (8.95.3) и (8.95.4) соответствуют передаточным функциям аналоговых ПИД-регуляторов. В регуляторах контроллера МИК-51 используются приближенные формулы расчета передаточных функций в связи с тем, что МИК-51 является цифровым устройством. Соответственно, расчет интегральной и дифференциальной составляющих выполняется числовыми методами (с высокой точностью) с поправкой на дискретизацию во времени значения рассогласования. Таким образом, передаточная функция ПИД-регулятора для параллельной структуры имеет вид (8.95.5):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{1}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.95.5$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид (8.95.6):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{K_p}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.95.6$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *11 Kp*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *09 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *10 TD*).

E_i – разность между заданием регулятора и текущим значением Ti контролируемой величины;

ΔE_i - разность между двумя соседними значениями E_i и E_{i-1};

Δt - время между двумя соседними измерениями T_i и T_{i-1};

$\sum_{i=0}^{n} E_i$ -накопленная интегральная сумма рассогласований.

Параметр *04 nTYPE.SP* отвечает за функционирование дельта-блока ПИД-регулятора (0 – включен, 1 - выключен). Дельта-блок отвечает за коррекцию внешней заданной точки. Внешнее задание может поступать на обработку в блок регулятора как напрямую (параметр *04 nTYPE.SP* = 1), так и через дельта-блок (параметр *04 nTYPE.SP* = 0), на выходе которого формируется значение прироста изменения внешнего задания.

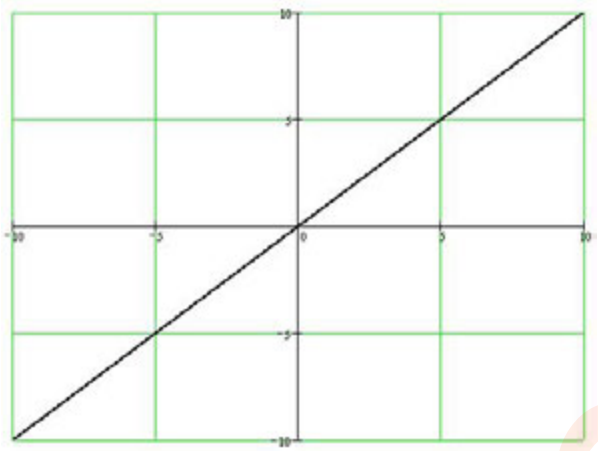
Параметр *05 nQNT_SP* отвечает за количество используемых заданий:
1 – внутренняя заданная точка;
2 – внутренняя / внешняя заданная точка.
При выборе *05 nQNT_SP = 1*, регулятор будет работать только в двух режимах: *ручной режим* – управление выходом вручную с передней панели контроллера клавишами “больше”-“меньше” или с верхнего уровня (ПК) и *локальный режим* – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием.
При *05 nQNT_SP = 2* регулятор может работать еще в третьем режиме – КАСКАДНОМ.

Параметром *06 nConv* выбирается один из шести типов математического преобразования:

1. $E_{ВЫХ} = E$; (значение *06 nConv* = 0)
2. $E_{ВЫХ} = \sqrt{|E|}$; (значение *06 nConv* = 1)
3. $E_{ВЫХ} = \log E$; (значение *06 nConv* = 2)
4. $E_{ВЫХ} = e^{E}$; (значение *06 nConv* = 3)
5. $E_{ВЫХ} = E^2$; (значение *06 nConv* = 4)
6. $E_{ВЫХ} = \frac{1}{E}$. (значение *06 nConv* = 5)

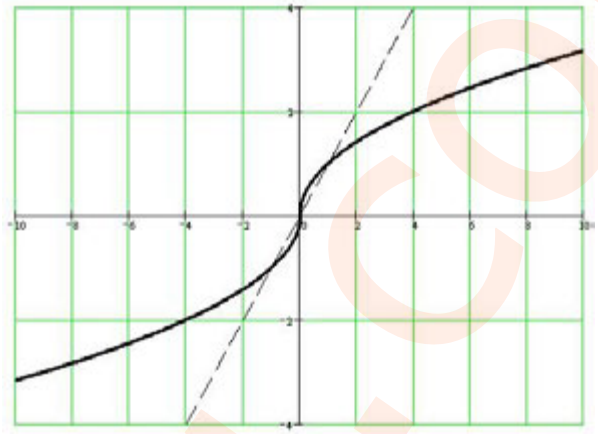
При выборе параметра *06 nConv = 0* ($E_{ВЫХ} = E$) сигнал рассогласования проходит через этот блок без изменения (рисунок 8.95.3). Если выбранный параметра *06 nConv = 1*, то на выходе блока получим сигнал, представленный на рисунке 8.95.4. В этом случае, при малом рассогласовании выходной сигнал рассогласования будет больше, чем входной. Таким образом, регулятор будет быстрее реагировать при малых значениях рассогласования. Но при больших значениях рассогласования выходной сигнал рассогласования будет значительно меньше входного, поэтому регулятор будет медленнее реагировать, чем при линейном преобразовании. Обратный закон будет для *06 nConv = 4*. При малом рассогласовании выходной сигнал блока «тип преобразования» будет меньше от входного сигнала, потому регулятор будет медленнее регулировать. Если значение рассогласования будет больше, к примеру, 1% от диапазона измерения, то выходной параметр будет значительно больше входного, потому регулирование будет происходить быстрее, чем при линейном преобразовании.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



$E_{вых} = E$

Рисунок 8.95.3 – График обработки сигнала рассогласования



——— - $E_{вых} = \sqrt{|E|}$, – – – – – - $E_{вых} = E$ (показано для сравнения с функцией $E_{вых} = \sqrt{|E|}$)

Рисунок 8.95.4 – График обработки сигнала рассогласования

Параметр *07 dTRK* отвечает за установку на выходе регулятора безопасного воздействия. В случае возможных аварийных или нештатных ситуаций, команда *07 dTRK = 1* позволяет перевести регулятор в режим СЛЕДЯЩЕГО управления (СУ). При этом на выходе регулятора устанавливается заданное в параметре *21 TRK.V* безопасное положение или отслеживается значение данного параметра, если он запрограммирован как «связанный».

Параметр *08 nMode* отвечает за управление режимами работы регулятора с передней панели или по сети:

1. *08 nMode = 0* – РУЧНОЙ режим;
2. *08 nMode = 1* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (ЛОКАЛЬНОЕ управление – ЛУ);
3. *08 nMode = 2* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (КАСКАДНОЕ управление – КУ).

После программирования контроллер находится в том режиме, который указан в параметре *08 nMode*. Переключение между режимами работы описано в разделе 6.2.3 руководства ПРМК.421457.005 РЭ1. Также режимы работы можно переключать внешними сигналами, сделав параметр *08 nMode* «связанным». Тогда на вход *прм(08)* подается сигнал с внешних дискретных входов (DIN(06)) или другой сигнал, используемый в программе пользователя.

Параметр *09 TI* отвечает за время интегрирования регулятора.

Параметр *10 TD* отвечает за время дифференцирования регулятора.

Параметр *11 Kp* отвечает за коэффициент усиления регулятора.

Параметр *12 SP* отвечает за задание регулятору.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *13 SP.ext* отвечает за использования внешнего задания регулятора. При использовании внешнего задания параметр *13 SP.ext* нужно сделать «связанным». При этом в блоке появится вход с названием *прм(13),* на который подается сигнал внешнего задания. Внешним заданием может быть сигнал с аналогового входа контроллера (блока AIN(05)), программного задатчика (TM_PRG(57)) или любой другой аналоговый сигнал, используемый в программе пользователя.

В параметр *14 OUT* записывают предустановленное значение аналогового выхода регулятора. С этого значения начнет изменятся выход регулятора при переходе с ручного режима в автоматический. Также данный параметр используется для управления выходом регулятора с верхнего уровня (например, со SCADA-системы).

Параметр *15 PV.rng* – диапазон изменения регулируемого параметра. Параметр отвечает за масштабирование сигнала по шкале 0 – 100% относительно диапазона входного сигнала.

В большинстве случаев, параметр *15 PV.rng* задается равным диапазону измерения датчика. Например, для измерения температуры термометром сопротивления ТСМ 50М с предельными границами измерения -50,0 ºС... +200,0 ºС, диапазон измерения будет равен 250 ºС, то есть *15 PV.rng = 250*. Для такого диапазона входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС рассогласование будет составлять E = 10 ºС, что соответствует 4% от диапазона измерения. В некоторых случаях, когда диапазон измерения датчика большой, а диапазон регулирования значительно меньше, диапазон входного сигнала можно задавать меньше чем диапазон измерения датчика. Для приведенного выше примера, если диапазон регулирования температуры составляет 20…120 ºС, то диапазон измерения будет равен 100 ºС, (*15 PV.rng = 100)*. При таком диапазоне входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС, рассогласование будет составлять те же E = 10 ºС, но в процентном отношении это будет равно 10%. Таким образом, уменьшив диапазон входного сигнала, можно добиться лучшей чувствительности регулятора.

При уменьшении параметра *15 PV.rng* следует учесть, что при этом увеличивается чувствительность к колебаниям входного сигнала, которая может возникать от внешних воздействий и негативно отражаться на качестве регулирования, особенно при использовании дифференциальной составляющей или большого коэффициента усиления.

Параметр *16 SP.h* отвечает за верхнее ограничение задания регулятора.

Параметр *17 SP.l* отвечает за нижнее ограничение задания регулятора.

При введении внутреннего задания с передней панели, изменение ниже параметра *16 SP.h* и *17 SP_l* заблокировано. Если при изменении внешнего задания параметр, значение которого поступает на вход *прм(13)*, больше (меньше) от значения, заданного в параметре *16 SP.h (17 SP.l)*, то на сумматор поступает значение равное значению *16 SP.h (17 SP.l)*. Диаграмма ограничения задания представлена на рисунке 8.95.5.

Если параметр *16 SP.h* равный параметру *17 SP.l*, то задание будет неизменным и равным *SP = 16 SP.h = 17 SP.l.*

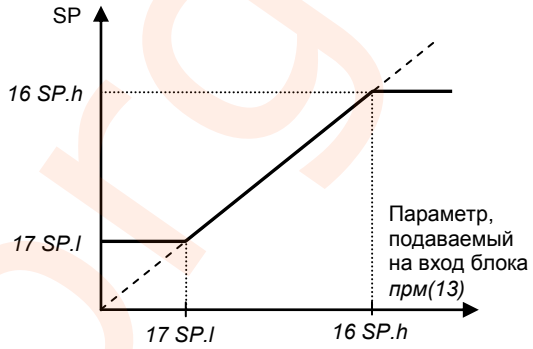


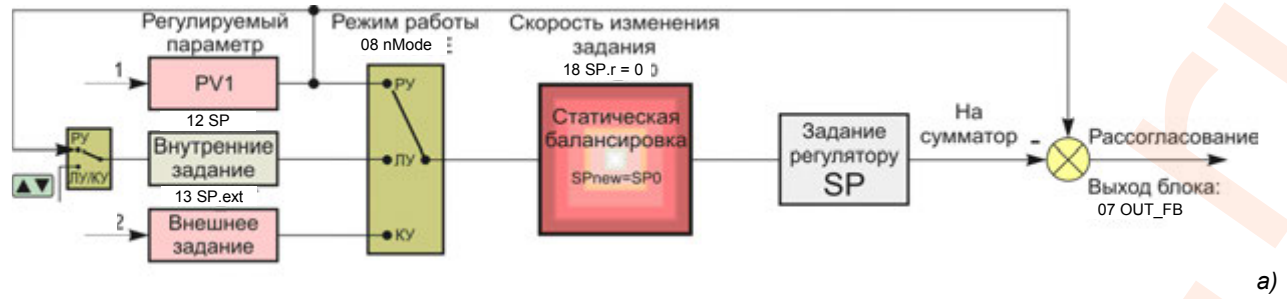
Рисунок 8.95.5 – Диаграмма ограничения внешнего задания

Параметр *18 SP.r* отвечает за скорость изменения задания (тех.единиц на минуту). В зависимости от значения параметра *18 SP.r*, есть два режимы балансировки:

1. *18 SP.r* = 0 – статическая балансировка,
2. *18 SP.r* ≠ 0 – динамическая балансировка.

Функциональная схема работы балансировок показана на рисунке 8.95.6.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



а)

статическая балансировка



б) динамическая балансировка

Рисунок 8.95.6 – Функциональная схема балансировок дельта-регулятора блока D_PID(95)

Примечание. На схеме условно показано положение переключателей для ручного режима работы регулятора.

При использовании динамической балансировки в каскадном режиме управления (с внешним заданием) нужно учитывать, что изменение внешнего задания будет ограничено параметрами *16 SP.h* и *17 SP.l*, а скорость его изменения - параметром *18 SP.r.* На рисунке 8.95.7 штриховой линей показано изменение внешнего задания, подаваемого на вход *прм(13)*, а сплошной линей – реальное изменение задающего воздействия регулятора. На отрезке АБ скорость изменения внешнего задающего воздействия меньше скорости изменения задания, указанной в параметре *18 SP.r*, потому задание равно внешнему задающему воздействию. На отрезке БВ внешнее задающее воздействие изменяется с большей скоростью, чем скорость изменения задания. На данном графике скорость изменения задающего воздействия представлена углом наклона отрезка $\mathrm{tg}(\beta) = \frac{\Delta\text{прм}(13)}{\Delta t}$, а скорость изменения задания $\mathrm{tg}(\alpha) = \frac{\Delta SP}{\Delta t} = 18\,SP.r$. Следовательно, при $\mathrm{tg}(\beta) > \mathrm{tg}(\alpha)$ задание регулятору будет ограничиваться скоростью изменения задания, и изменятся - по отрезку БГ, а не БВ-ВГ. Аналогичным будет и ограничение скорости при уменьшении внешнего задания.



Рисунок 8.95.7 – Диаграмма ограничения скорости внешнего задания

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 8.95.2 - Функции режимов балансировок дельта-регулятора блока D_PID(95)

	Статическая балансировка	Динамическая балансировка
Изменение внутренней заданной точки (с передней панели или по интерфейсу)	Внутреннее задание скачкообразно принимает значение нового задания SP_{OLD} ⌐ SP_{NEW}	Внутреннее задание начинает изменятся от значения старого задания до значения введенного нового задания со скоростью изменения задания *18 SP.r* $SP_{OLD} \rightarrow SP_{NEW}$
Переключение режима работы **РУ → ЛУ**	При переключении задание принимает значение измеряемого параметра **SP= PV**	Задание начинает изменятся от значения измеряемого параметра до значения внутреннего задания со скоростью изменения задания *18 SP.r* **PV → SP**
Переключение режима работы **ЛУ → РУ**	Задание скачкообразно принимает значение измеряемого параметра **SP** ⌐ **PV**	Задание не изменяется **SP**
Переключение режима работы **ЛУ → КУ**	Значение задания скачкообразно изменяется с внутреннего на внешнее $SP_{ВНУТР}$ ⌐ $SP_{ВНЕШ}$	Задание начинает изменятся от значения внутреннего значения до внешнего со скоростью изменения задания *18 SP.r* $SP_{ВНУТР} \rightarrow SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → ЛУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → РУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$

Параметр *19 OUT.h* отвечает за верхнее ограничение выхода регулятора.

Параметр *20 OUT.l* отвечает за нижнее ограничение выхода регулятора.

Параметр *21 TRK.V* отвечает за значение безопасного воздействия (работает только совместно с параметром *07 dTRK*). Данный параметр можно сделать «связанным», используя для разных ситуаций разное значение безопасного воздействия.

Если регулятор переведен в режим СУ (параметр *07 dTRK* = 1), то блок установки безопасного значения управляющего воздействия отключит регулирующий сигнал узла ПИД-регулятора, а на выходе устанавливает воздействие, заданное пользователем в параметре *21 TRK.V*.

Параметр *22 MAX* отвечает за верхнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если параметр равен уставке MAX или превышает ее (PV≥SP+MAX), то срабатывает сигнализация MAX. Соответственно, на передней панели начнет светиться светодиод ▲, а на выходе *dMAX* блока D_PID(95) установится логическая единица.

Параметр *23 MIN* отвечает за нижнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если же параметр равен или меньше уставки MIN (PV≤SP-MIN), то сработает сигнализация MIN. На передней панели будет светиться светодиод ▼, а на выходе *dMIN* блока D_PID(95) установится логическая единица.

Параметр *24 HYS* отвечает за гистерезис сигнализации параметра.

Параметр *25 FF.V* отвечает за предварение управляющего воздействия дельта-регулятора. Чтобы в блоке регулятора появился вход предварения, параметр *25 FF.V* нужно сделать «связанным».

Параметр *26 FF.G* отвечает за коэффициент усиления значения предварения регулятора. Сигнал с входа параметра *25 FF.V* усиливается (ослабляется) этим коэффициентом.

Параметр *27 FF.h* отвечает за верхнее ограничение предварения регулятора.

Параметр *28 FF.l* отвечает за нижнее ограничение предварения регулятора.

Верхнее и нижнее ограничение предварения выставляются исходя с соображений безопасности. Сначала коэффициент усиления предварения K_{FF} устанавливается равный нулю. Тогда настраивается ПИД-регулятор без предварения. Когда подобраны коэффициенты $K_р$, $T_и$ и $T_д$, необходимо начать увеличивать коэффициент K_{FF} до тех пор, пока в системе не возникнут затухающие колебания при $K_{FFкр}$. Коэффициент усиления сигнала предварения вычисляется так (8.95.7):

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

$$K_{FF} = 0{,}7 \cdot K_{FFкр}\ ,\qquad (8.95.7)$$

где: K_{FF} - коэффициент усиления предварения;

$K_{FFкр}$ - критический коэффициент усиления предварения, при котором в системе возникают затухающие колебания.

Параметр *29 COR.V* отвечает за коррекцию сигнала рассогласования регулятора. Параметр делается «связанным» и, соответственно, в блоке появится вход *прм(29)*. На этот вход подается сигнал коррекции с блока COR_ST(93) или COR_D(94), который представляет собой функцию рассогласования между параметром коррекции и точкой коррекции (8.95.8):

$$VAL_{COR} = F(PV2_{COR} - SP_{COR}),\qquad (8.95.8)$$

где: VAL_{COR} - значение сигнала коррекции (в %), подаваемое на вход *прм(29)* блока PID(60);

$PV2_{COR}$ - значение параметра коррекции;

SP_{COR} - значение точки коррекции. Для блока COR_ST(93) это значение постоянное и задается пользователем, а для блока COR_D(94) – динамическое, изменяется при каждом переключении с режима РУ в режим ЛУ, и принимает значение параметра коррекции в момент переключения $SP_{COR} = PV2_{COR}$;

$F(PV2_{COR} - SP_{COR})$ - функция преобразования рассогласования $PV2_{COR} - SP_{COR}$, которая задается в блоках COR_ST(93) и COR_D(94).

Параметр *30 COR.G* отвечает за коэффициент усиления сигнала коррекции. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Параметр *31 COR.h* отвечает за верхнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *32 COR.l* отвечает за нижнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *33 FB* отвечает за обратную связь. Чтобы в блоке дельта-регулятора появился вход обратной связи, параметр *33 FB* нужно сделать «связанным».

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Принцип работы функционального блока

Функциональная схема дельта-регулятора представлена на рисунке 8.95.8.

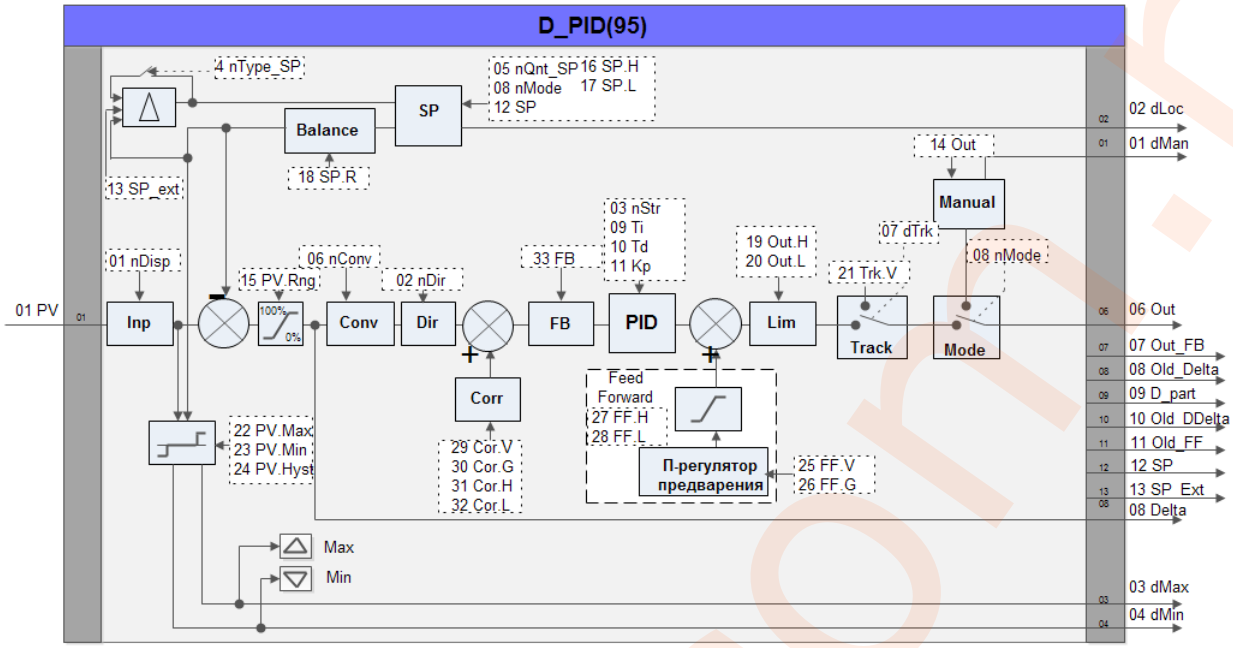


Рисунок 8.95.8 - Функциональная схема блока дельта-регулятора D_PID(95)

Значение регулируемого параметра поступает на вход *01 PV* блока и индицируется на дисплее ПАРАМЕТР. В параметре *01 nDISP* задается номер дисплея регулятора. Значение *01 nDISP = 0* делает регулятор невидимым с передней панели.

Регулируемый параметр поступает на узел ***INP (1)***, где сначала определяется отклонение регулируемого параметра от заданной точки (девиационная сигнализация). Данный узел формирует дискретные сигналы dMIN и dMAX, которые поступают на выходы 04 и 03 блока D_PID(95). Кроме того, данные сигналы напрямую «привязаны» к соответствующим сигнальным светодиодам на передней панели контроллера возле индикатора ПАРАМЕТР.

Сигнал в узле ***INP (1)*** поступает в делитель, где, с учетом диапазона изменения регулируемого параметра (*15 PV.rng*), переводится в безразмерную величину (0…100%). Далее значение регулируемого параметра поступает со знаком “+” на ***СУММАТОР (5)***.

Узел формирования задания состоит из нескольких блоков. Значение заданной точки регулятора находится в параметре *12 SP*, который, при необходимости, можно сделать «связанным». При использовании внешней заданной точки (параметр *05 nQNT_SP* = 2), ее значение необходимо записывать в параметр *13 SP.ext* (также сделав его «связанным»). Внешнее задание может поступать на обработку в блок регулятора как напрямую (параметр *04 nTYPE.SP* = 1), так и через ***ДЕЛЬТА-БЛОК (2)*** (параметр *04 nTYPE.SP* = 0), на выходе которого формируется значение прироста изменения внешнего задания. Внешнее задание также поступает на выход *13 SP_ext*.

Математические блоки узла ***SP (3)*** с учетом значений параметров *16 SP.h*, *17 SP.l* и *18 SP.r* формируют подузел ограничения задания. С узла ***SP (3)*** сигнал заданной точки поступает на выход *12 SP*, а также – в узел ***BALANCE (4)***.

Узел ***BALANCE (4)*** отвечает за безударное (плавное) переключение или изменение заданной точки, а также содержит в себе делитель, где, аналогично значению регулируемого параметра, значение заданной точки переводится в безразмерную величину (0…100%). Сигнал с узла ***BALANCE (4)*** поступает на ***СУММАТОР (5)*** со знаком “-”.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

На выходе сумматора формируется сигнал рассогласования между регулируемым параметром и заданием в единицах процентной шкалы: *E=PV-SP*. Нормированный сигнал рассогласования можно использовать в программе пользователя – он подается на выход *07 OUT_FB* блока D_PID(95).

Нормированный сигнал рассогласования после сумматора поступает на узел ***CONV (6)*** математического преобразования.

Следующий узел - ***DIR* (7)** - определяет направление действия регулятора (выбирается параметром *02 nDIR)*. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$.

При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$.

Также есть возможность использования коррекции (узел ***CORR (8)***) сигнала рассогласования по дополнительному параметру. Сигнал рассогласования E_{PV} после блока ***DIR* (7)** суммируется со значением коррекции (8.95.9):

$$E = E_{PV} + (COR.G \cdot VAL_{COR})_{COR.l}^{COR.h}. \qquad (8.95.9)$$

С формулы видно, что влияние на рассогласование, а соответственно и на регулирование, зависит от коэффициента усиления *30 COR.G*. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Далее сигнал проходит через узел ***FB (10)***, который отвечает за отработку обратной связи. Чтобы в блоке дельта-регулятора появился вход обратной связи, параметр *33 FB* нужно сделать «связанным». На выходе узла ***FB (10)*** сигнал рассогласования примет следующий вид (8.95.10):

$$E = E \cdot (100 - FB). \qquad (8.95.10)$$

Следующим шагом сигнал рассогласования попадает на блок ПИД-регулирования ***PID (11)***. ПИД-регулятор построен таким образом, что в процессе работы в каждый момент времени t на выходе регулятора будет формироваться воздействие Y(t) в зависимости от входного сигнала регулятора E(t) (рассогласования между входным параметром PV и заданием регулятора SP).

Зависимость между входным сигналом регулятора E(t) и выходным Y(t) определяет передаточная функция регулятора. Алгоритм преобразования регулятора содержит три составляющие регулятора: пропорциональная (П-составляющая), интегральная (И-составляющая) и дифференциальная (Д-составляющая).

С выхода блока сигнал поступает на ***СУММАТОР (13)***. К сумматору также подходит сигнал предварения с узла ***FEED FORWARD (12)***. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *25 FF.V* нужно сделать «связанным». Сигнал с этого входа усиливается/ослабляется коэффициентом усиления предварения K_{FF}, заданным в параметре *26 FF.G*, ограничивается уставками, заданными в параметрах *27 FF.h* и *28 FF.l* и подается на сумматор. Другими словами, выходной сигнал с ПИД-регулятора суммируется с выходным сигналом П-регулятора канала предварения (рисунок 8.95.9).

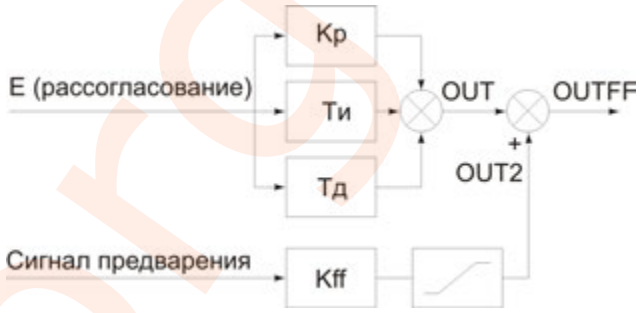


Рисунок 8.95.9 – Функциональная схема формирования выхода узла ПИД-регулятора с предварением

Выходной сигнал П-регулятора канала предварения подается также на выход *11 o_FF* блока D_PID(95). В дальнейшем сигнал поступает на узел ограничения ***LIM (14)*** согласно параметров *19 OUT.h* и *20 OUT.l*.

Далее регулирующий сигнал проходит через блок установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (узел ***TRACK (15)***). Если команда на установку безопасного положения отсутствует, то регулирующий сигнал проходит через этот блок без изменений. Сигнал команды на установку безопасного положения заводится на вход прм(07), для чего параметр *07 dTRK* нужно сделать «связанным».

Потом сигнал проходит через блок выбора режима роботы регулятора ***MODE (17)*** (РУЧНОЙ / АВТОМАТ). Выбор режима роботы осуществляется с передней панели контроллера или задается в параметре *08 nMODE*. В автоматическом режиме роботы регулирующий сигнал дельта-регулятора направляется на выход *06 OUT*, а в ручном режиме - управление осуществляется с передней панели прибора или по интерфейсу. Если управление осуществляется по интерфейсу, то значение перемещения ИМ записывается в параметр *14 OUT*.

Выходы *08 o_delt, 09 d_part* и *10 old_delt* блока дельта-регулятора являются служебными. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначений данных выходов, использовать их в программах пользователя не рекомендуется.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Пример применения

Если требуется высокая точность поддержания регулируемого параметра на заданном значении, возникает необходимость использования параллельных контуров регулирования. Типичным примером параллельного контура является система, у которой измерительный параметр один, а регулирующих органов – два: в основной линии и в байпасной (рисунок 8.95.10).

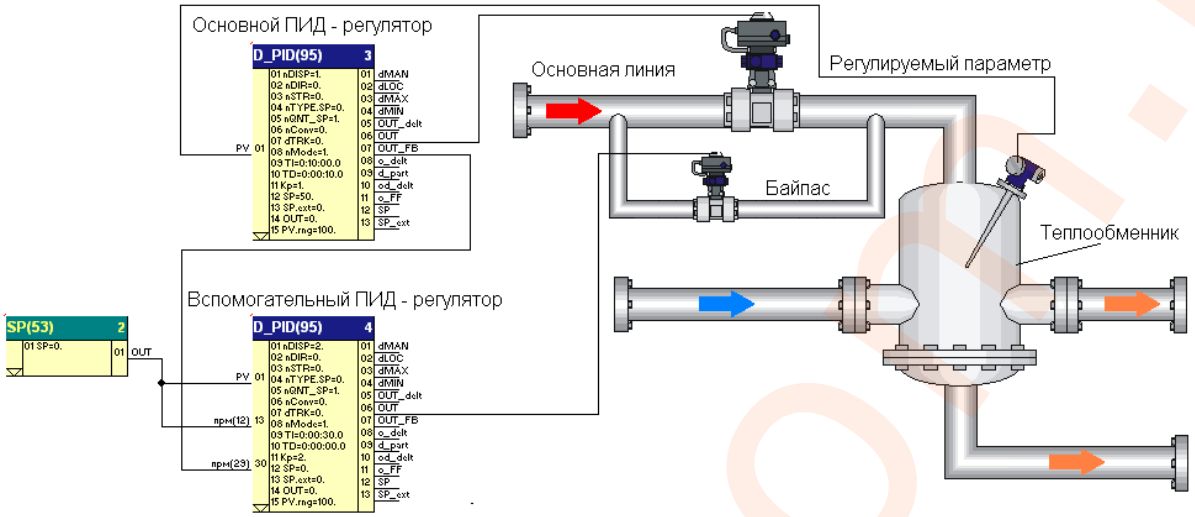


Рисунок 8.95.10 - Применение дельта-регуляторов

На рисунке 8.95.11 изображена реализация примера на основе функционального блока D_PID(95) контролера МИК-51. Значения свойств блоков данной программы приведены на рисунках 8.95.12 – 8.95.17. FBD-файл примера программы доступен для скачивания с официального сайта предприятия МИКРОЛ (Analog_D_PID.zip).

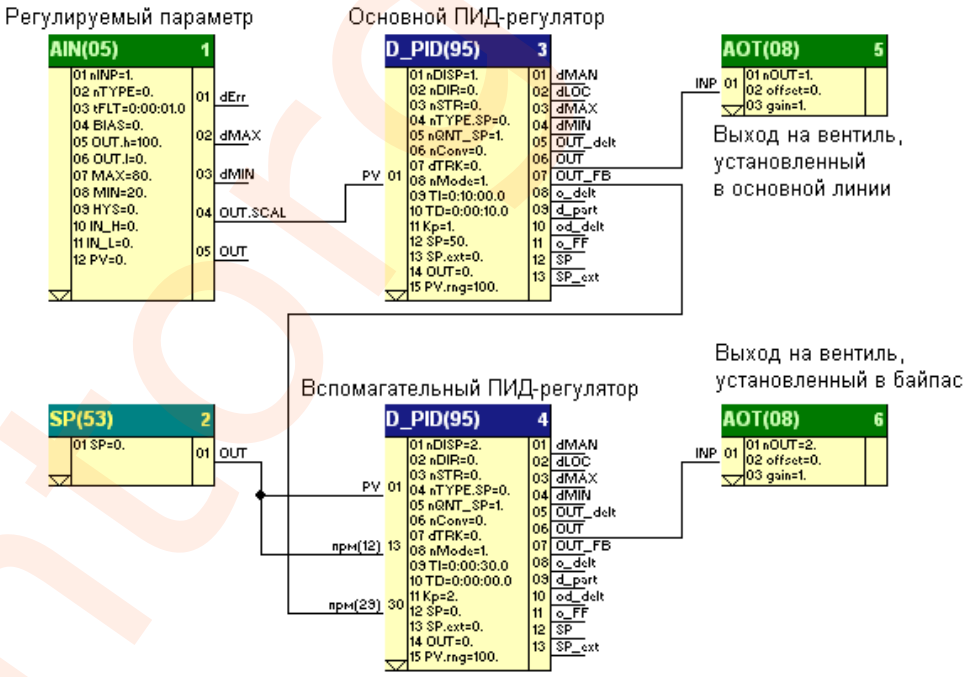


Рисунок 8.95.11 – Реализация примера в редакторе АЛЬФА

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

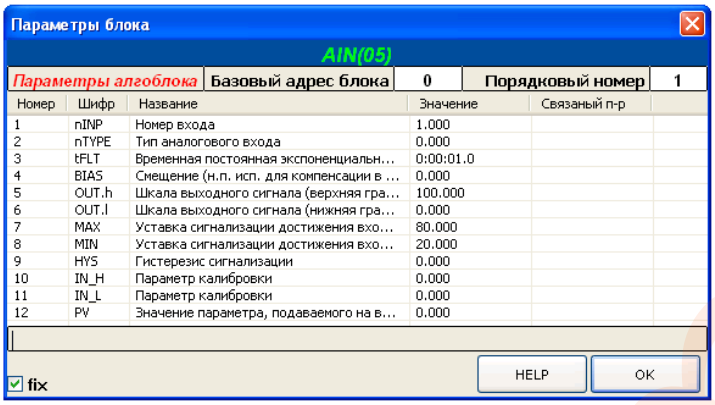


Рисунок 8.95.12 - Параметры блока AIN(05)

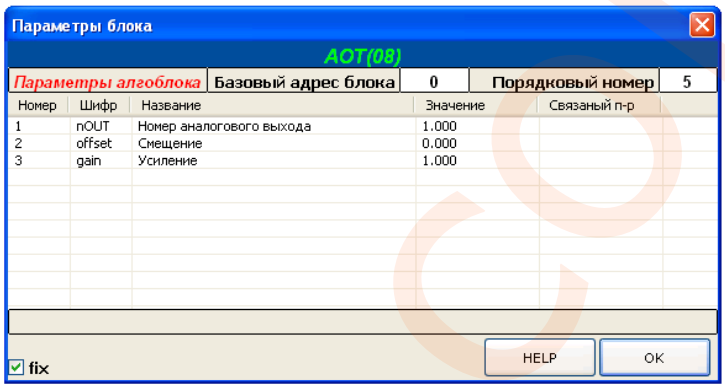


Рисунок 8.95.13 - Параметры блока AOT(08)

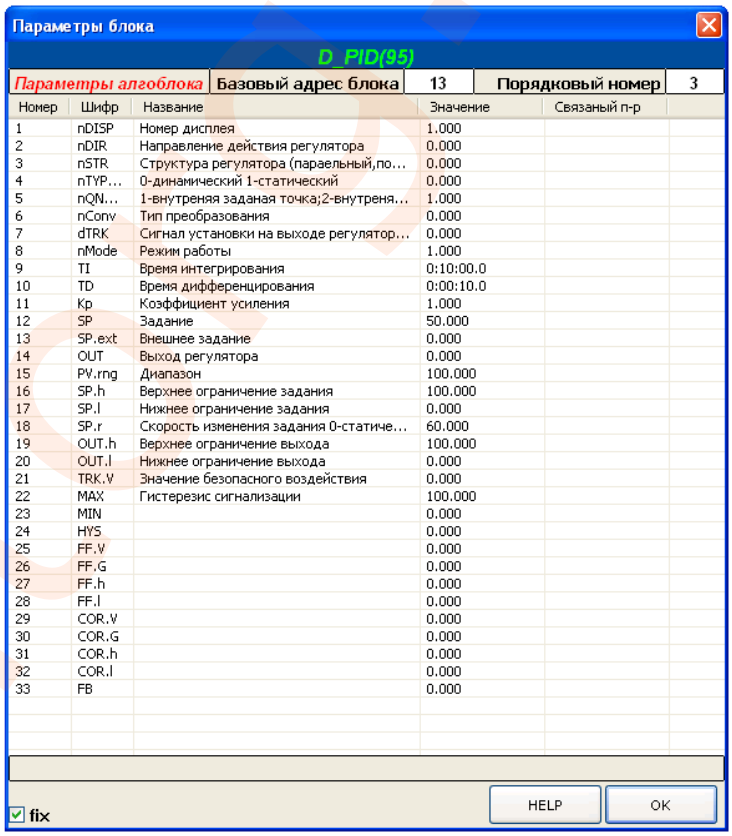


Рисунок 8.95.14 - Параметры блока D_PID(95)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

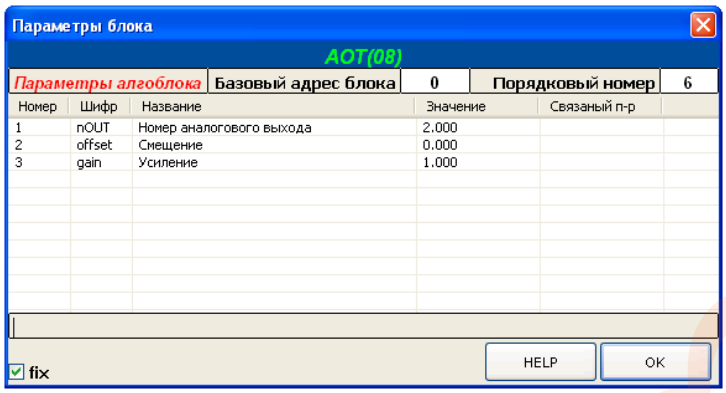


Рисунок 8.95.15 - Параметры блока AOT(08)

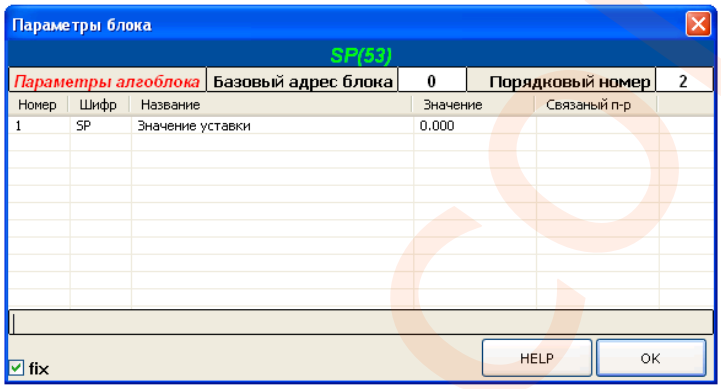


Рисунок 8.95.16 - Параметры блока SP(53)

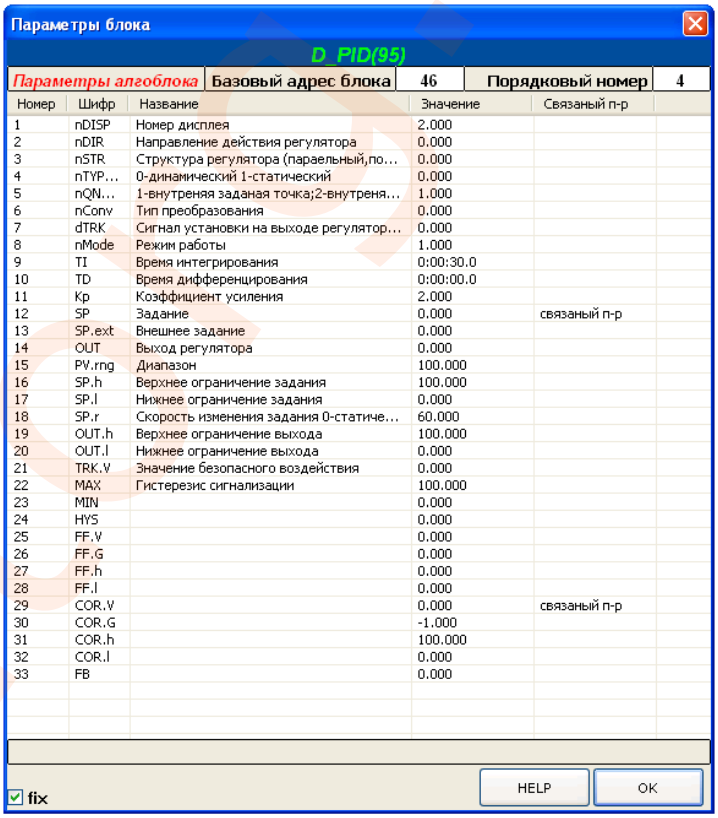


Рисунок 8.95.17 - Параметры блока D_PID(95)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_95.fbx)

Постановка задачи: Необходимо организовать ПИД-аналоговое регулирование, с использованием дельта регуляторов.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

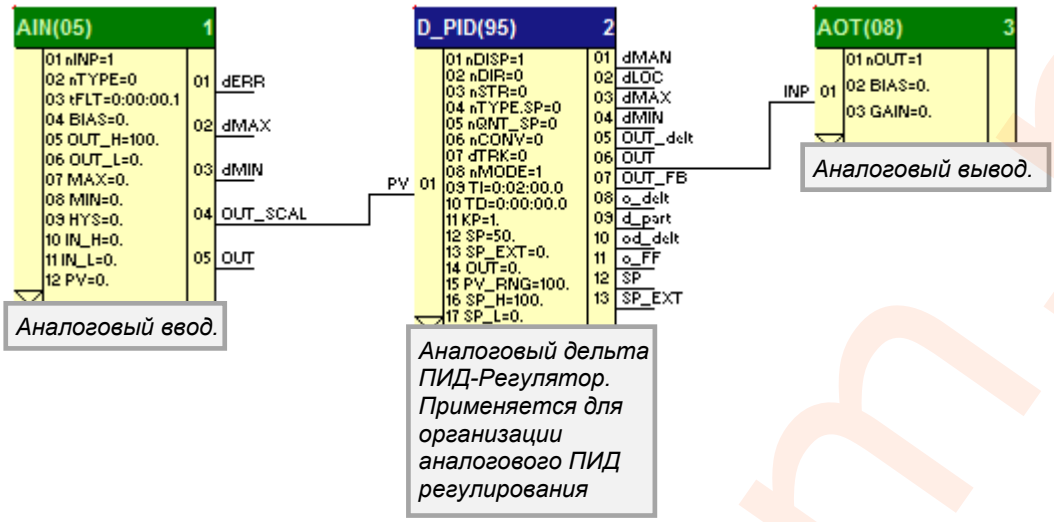


Рисунок 8.95.17 - Пример использования блока D_PID (95)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

8.96 D_PID_I(96) - Дельта-регулятор импульсный

Назначение

Функциональный блок (рисунок 8.96.1) предназначен для построения контуров ПИД-регулирования с использованием импульсных исполнительных механизмов.

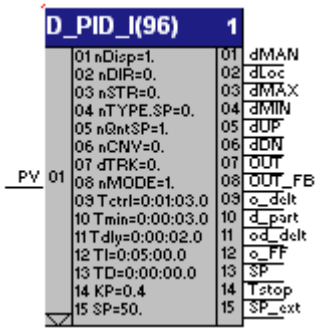


Рисунок 8.96.1 - Функциональный блок D_PID_I(96)

Функциональный блок D_PID_I(96) выполняет функции настраиваемого ПИД-импульсного регулятора с дополнительными возможностями, такими как:

1. Внутренняя обратная связь;
2. Формирование на выходе регулятора безопасного воздействия (открыто/закрыто) по внешней команде;
3. 4 режима работы:
   - ручной – управление с передней панели;
   - локальный – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием;
   - каскадный - управление ПИД-регулятором с внешним заданием или заданием от программного задатчика;
   - следящий – остановка регулятора с автоматическим слежением за положением исполнительного механизма по линии обратной связи;
4. Функция предварения управляющего воздействия регулятора;
5. Функция коррекции сигнала рассогласования регулятора.
6. Структура функционального блока D_PID_I(96) позволяет использовать несколько таких блоков, задействованных для управления одним контуром. Структуру контура можно наращивать как «в длину» (каскадное и многокаскадное регулирование), так и «в ширину» (составление параллельных контуров регулирования, когда, к примеру, измерительный параметр один, а регулирующих органов – два: в основной линии и в байпасной).
7. В структуре регулятора присутствует специальный Δ-блок, который по определенному закону корректирует заданную точку, обеспечивая тем самым безударность переходов на другую заданную точку любого из регуляторов в каскаде (а не только MASTER-регулятора в обычных схемах) и, кроме того, повышает устойчивость системы в целом.
8. Наличие нелинейной отрицательной цепи обратной связи между регуляторами (FB, FeedBack). Она обеспечивает значительное увеличение запаса устойчивости системы, а также упрощает ее настройку. Отрабатывая обратную связь, регуляторы будут сами себя контролировать в случае возникновении больших значений рассогласования.
9. Наличие необходимых входов и выходов обратной связи функциональных блоков позволяет построить на базе нескольких D_PID_I(96) многосвязный регулятор.

Блок осуществляет ПИД-алгоритм обработки входного сигнала. Компоненты П-, И- и Д-, предназначенные для обработки входного сигнала, могут быть активизированы или выключены в индивидуальном порядке. Это позволяет конфигурировать П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторы.

Параметры функционального блока

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 8.96.1.

Таблица 8.96.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	PV			Вход регулятора
Параметры				
01	nDISP	0 - 9	1	Номер дисплея

Продолжение таблицы 8.96.1

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

02	nDIR	0 / 1	0	Направление действия регулятора (0-обратный, 1-прямой)
03	nSTR	0 / 1	0	Структура регулятора (0-паралельный, 1-смешаный)
04	nTYPE_SP	0 / 1	0	Тип внешнего задания. 0-динамическое, 1-статическое.
05	SP_Q	1, 2	0	1 – внутренняя заданная точка; 2 – внутренняя / внешняя заданная точка
06	nCONV	0, 1, 2, 3, 4, 5	0	y=x y=SQRT(X) y=logX y=eX y=x2 y=1/x
07	dTRK	0 / 1	0	Команда установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (параметр 21 TRK_VAL)
08	nMODE	0, 1, 3	0	Режим работы (0-РУ, 1-ЛУ, 2-КУ)
09	tCTRL	Время	0:01:03:0	Время механизма
10	tMIN	Время	0:00:00:1	Минимальная длительность импульса
11	tDELAY	Время	0:00:00:1	Задержка между включениями (dUP-dDN, dDN-dUP)
12	TI	Время	0:02:00:0	Время интегрирования регулятора
13	TD	Время	0:00:00:0	Время дифференцирования регулятора
14	KP	Вещественное	1	Коэффициент усиления регулятора
15	SP	Вещественное	0	Задание регулятору
16	SP_EXTERN	Вещественное	0	Внешнее задание регулятора
17	OUT	Вещественное	0	Выход регулятора
18	PV_RANGE	Вещественное	100	Диапазон изменения регулируемого параметра
19	SP_H	Вещественное	100	Ограничение задания (верхнее)
20	SP_L	Вещественное	0	Ограничение задания (нижнее)
21	SP_RATE	Вещественное	100	Скорость изменения задания
22	POZ	Вещественное	0	Положение механизма
23	TRK_VAL	Вещественное	0	Значение безопасного воздействия
24	PV_MAX	Вещественное	0	Уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки (сигнализация девиационная)
25	PV_MIN	Вещественное	0	
26	PV_HYS	Вещественное	0	Гистерезис сигнализации параметра
27	FF_VAL	Вещественное	0	Предварение управляющего воздействия регулятора
28	FF_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиление предварения
29	FF_H	Вещественное	0	Ограничение предварения (верхнее)
30	FF_L	Вещественное	0	Ограничение предварения (нижнее)
31	COR_VAL	Вещественное	0	Вход звена коррекции регулируемого параметра регулятора
32	COR_GAIN	Вещественное	0	Коэффициент усиления сигнала коррекции
33	COR_H	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (верхнее)
34	COR_L	Вещественное	0	Ограничение сигнала коррекции (нижнее)
35	FB	Вещественное	0	Обратная связь
Выходы				
01	dMAN	0 / 1		Состояние регулятора
02	dLOC	0 / 1		Используемая заданная точка
03	dMAX	0 / 1		Сигнализация превышения входным параметром уставки MAX
04	dMIN	0 / 1		Сигнализация превышения входным параметром уставки MIN
05	dUP	0 / 1		Выход регулятора. Сигнал «БОЛЬШЕ»
06	dDN	0 / 1		Выход регулятора. Сигнал «МЕНЬШЕ»
07	OUT	Вещественное		Выход функционального блока
08	DELTA	Вещественное		Рассогласование регулятора
09	Old_DELTA	Вещественное		Предыдущее значение рассогласования регулятора
10	D_part	Вещественное		Значение дифференциальной части ПИД регулятора
11	Old_DDELTA	Вещественное		Предыдущее значение дифференциала рассогласования регулятора
12	Old_FF	Вещественное		Предыдущее значение сигнала предварения
13	SP	Вещественное		Внутреннее задание регулятора
14	tSTOP			Время отработки предыдущего такта
15	SP_EXT	Вещественное		Внешнее задание регулятора

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *01 nDisp* задает номер дисплея регулятора. Максимальное количество используемых в программе контроллера регуляторов (ПИД - аналоговых, ПИД - импульсных, ПИД - каскадных а также дельта-регуляторов) – 9. Каждый регулятор должен иметь свой уникальный номер, по которому будет производится идентификация регуляторов на передней панели контроллера (дисплей №).

Параметр *02 nDIR* определяет направление действия регулятора. При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*) рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$. Выход регулятора будет увеличиваться (включение дискретного выхода БОЛЬШЕ), если регулируемый параметр будет меньше задания, и наоборот, уменьшаться (включение дискретного выхода МЕНЬШЕ), если регулируемый параметр будет больше задания (8.96.1):

$$\textit{02 nDIR = 0:} \quad \begin{array}{l} PV < SP \Rightarrow OUT \uparrow (\text{дискр.вых."Б"}) \\ PV > SP \Rightarrow OUT \downarrow (\text{дискр.вых."М"}) \end{array}. \qquad (8.96.1)$$

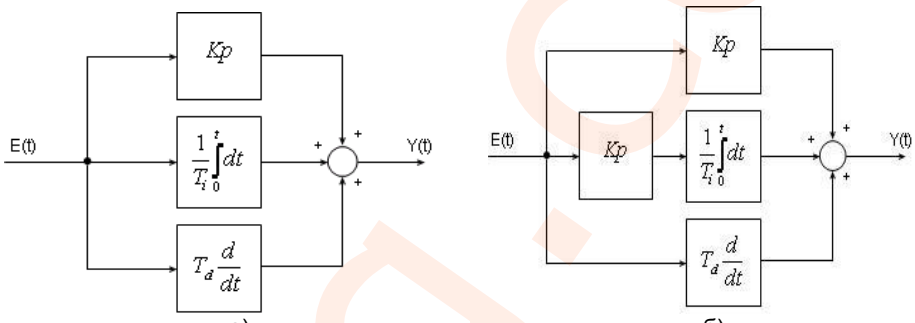
При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$. Выход регулятора будет увеличиваться (включение дискретного выхода БОЛЬШЕ), если регулируемый параметр будет больше задания, и наоборот, уменьшаться (включение дискретного выхода МЕНЬШЕ), если регулируемый параметр будет меньше задания (8.96.2):

$$\textit{02 nDIR = 1:} \quad \begin{array}{l} PV > SP \Rightarrow OUT \uparrow (\text{дискр.вых."Б"}) \\ PV < SP \Rightarrow OUT \downarrow (\text{дискр.вых."М"}) \end{array} \qquad (8.96.2)$$

Параметр *03 nSTR* определяет структуру регулятора:

1. *03 nSTR* = 0 – параллельная;
2. *03 nSTR* = *1* – смешанная.

Алгоритмические схемы ПИД-регулятора в случае параллельной и смешанной структуры показаны на рисунке 8.96.2.



а) б)

а – параллельная структура ПИД-регулятора; б – смешанная структура ПИД-регулятора.
Рисунок 8.96.2 – Структуры ПИД-регулятора

Согласно рисунка 8.96.2, для параллельной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \qquad (8.96.3)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид:

$$Y(t) = K_p \cdot E(t) + \frac{Kp}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt}, \qquad (8.96.4)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *14 KP*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *12 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *13 TD*).

Суммарно: при использовании смешанной структуры регулятора, в сравнении с параллельной, влияние интегральной составляющей T_i увеличивается в K_p раз.

Формулы (8.96.3) и (8.96.4) соответствуют передаточным функциям аналоговых ПИД-регуляторов. В регуляторах контроллера МИК-51 используются приближенные формулы расчета передаточных функций в связи с тем, что МИК-51 является цифровым устройством. Соответственно, расчет интегральной и дифференциальной составляющих выполняется числовыми методами (с высокой точностью) с поправкой на дискретизацию во времени значения рассогласования. Таким образом, передаточная функция ПИД-регулятора для параллельной структуры имеет вид (8.96.5):

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{1}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.96.5)$$

для смешанной структуры регулятора передаточная функция имеет вид (8.96.6):

$$Y_i = K_p \cdot E_i + \frac{K_p}{T_i}\sum_{i=0}^{n} E_i \cdot \Delta t + Td\frac{\Delta E_i}{\Delta t}, \qquad (8.96.6)$$

где: K_p – коэффициент пропорциональности регулятора (параметр *14 KP*);

T_i – время интегрирования регулятора (параметр *12 TI*);

T_d – время дифференцирования регулятора (параметр *13 TD*).

E_i – разность между заданием регулятора и текущим значением Ti контролируемой величины;

ΔE_i - разность между двумя соседними значениями E_i и E_{i-1};

Δt - время между двумя соседними измерениями T_i и T_{i-1};

$\sum_{i=0}^{n} E_i$ -накопленная интегральная сумма рассогласований.

Параметр *04 nTYPE.SP* отвечает за функционирование дельта-блока ПИД-регулятора (0 – включен, 1 - выключен). Дельта-блок отвечает за коррекцию внешней заданной точки. Внешнее задание может поступать на обработку в блок регулятора как напрямую (параметр *04 nTYPE.SP* = 1), так и через дельта-блок (параметр *04 nTYPE.SP* = 0), на выходе которого формируется значение прироста изменения внешнего задания.

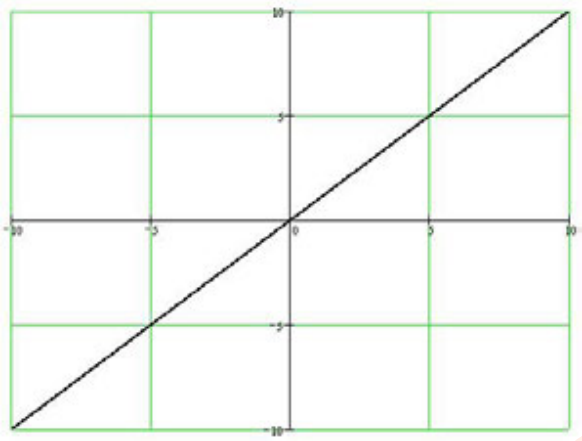
Параметр *05 nQntSP* отвечает за количество используемых заданий:
1 – внутренняя заданная точка;
2 – внутренняя / внешняя заданная точка.
При выборе *05 nQntSP = 1*, контроллер будет работать только в двух режимах: *ручной режим* – управление выходом вручную с передней панели контроллера клавишами “больше”-“меньше” или с верхнего уровня (ПК) и *локальный режим* – управление ПИД-регулятором с внутренним заданием.
При *05 nQntSP = 2* регулятор может работать еще в третьем режиме – КАСКАДНОМ.

Параметром *06 nCNV* выбирается один из шести типов математического преобразования:

1. $E_{ВЫХ} = E$; (значение *06 nCNV* = 0)
2. $E_{ВЫХ} = \sqrt{|E|}$; (значение *06 nCNV* = 1)
3. $E_{ВЫХ} = \log E$; (значение *06 nCNV* = 2)
4. $E_{ВЫХ} = e^{E}$; (значение *06 nCNV* = 3)
5. $E_{ВЫХ} = E^{2}$; (значение *06 nCNV* = 4)
6. $E_{ВЫХ} = \frac{1}{E}$. (значение *06 nCNV* = 5)

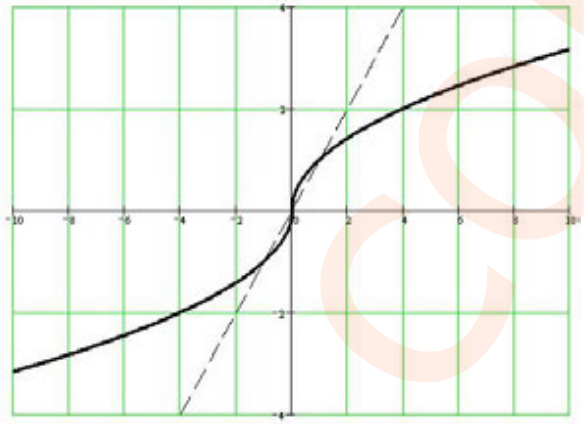
При выборе параметра *06 nCNV = 0 (*$E_{ВЫХ} = E$) сигнал рассогласования проходит через этот блок без изменения (рисунок 8.96.3). Если выбранный параметра *06 nCNV = 1*, то на выходе блока получим сигнал, представленный на рисунке 8.96.4. В этом случае, при малом рассогласовании выходной сигнал рассогласования будет больше, чем входной. Таким образом, регулятор будет быстрее реагировать при малых значениях рассогласования. Но при больших значениях рассогласования выходной сигнал рассогласования будет значительно меньше входного, поэтому регулятор будет медленнее реагировать, чем при линейном преобразовании. Обратный закон будет для *06 nCNV = 4*. При малом рассогласовании выходной сигнал блока «тип преобразования» будет меньше от входного сигнала, потому регулятор будет медленнее регулировать. Если значение рассогласования будет больше, к примеру, 1% от диапазона измерения, то выходной параметр будет значительно больше входного, потому регулирование будет происходить быстрее, чем при линейном преобразовании.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



$E_{вых} = E$

Рисунок 8.96.3 – График обработки сигнала рассогласования



——— - $E_{вых} = \sqrt{|E|}$, ------ - $E_{вых} = E$ (показано для сравнения с функцией $E_{вых} = \sqrt{|E|}$)

Рисунок 8.96.4 – График обработки сигнала рассогласования

Параметр *07 dTRK* отвечает за установку на выходе регулятора безопасного воздействия. В случае возможных аварийных или нештатных ситуаций, команда *07 dTRK = 1* позволяет перевести регулятор в режим СЛЕДЯЩЕГО управления (СУ). При этом на выходе регулятора устанавливается заданное в параметре *23 TRK_V* безопасное положение или отслеживается значение данного параметра, если он запрограммирован как «связанный».

Параметр *08 nMODE* отвечает за управление режимами работы регулятора с передней панели или по сети:

1. *08 nMODE = 0* – РУЧНОЙ режим;
2. *08 nMODE = 1* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (ЛОКАЛЬНОЕ управление – ЛУ);
3. *08 nMODE = 2* – АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим (КАСКАДНОЕ управление – КУ).

После программирования контроллер находится в том режиме, который указан в параметре *08 nMODE*. Переключение между режимами работы описано в разделе 6.2.3 руководства ПРМК.421457.005 РЭ1. Также режимы работы можно переключать внешними сигналами, сделав параметр *08 nMODE* «связанным». Тогда на вход *прм(08)* подается сигнал с внешних дискретных входов (DIN(06)) или другой сигнал, используемый в программе пользователя.

Параметр *09 Tctrl* отвечает за время механизма, то есть время, за которое импульсный исполнительный механизм с состояния «полностью ЗАКРЫТЫЙ» переходит в состояние «полностью ОТКРЫТЫЙ» при подачи на него сигнала «БОЛЬШЕ», и наоборот, с состояния «полностью ОТКРЫТЫЙ» в состояние «полностью ЗАКРЫТЫЙ» при подачи на него сигнала «МЕНЬШЕ».

Значение времени механизма указывается в паспорте на импульсный исполнительный механизм. Параметр «время механизма» используется для масштабирования выхода ПИД-импульсного регулятора. Например, если время механизма 63 с, и он находится в положении 40% открыто, то чтобы закрыть его на 10%, нужно чтобы дискретный выход «МЕНЬШЕ» включился на (8.96.7):

$$M = \frac{T_M}{100\% / \Delta_\%} = \frac{63с}{100\% / 10\%} = 6{,}3с \cdot \qquad (8.96.7)$$

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Для того, чтобы открыть на 25%, нужно дискретный выход «БОЛЬШЕ» включить на (8.96.8):

$$M = \frac{T_M}{100\% / \Delta_{\%}} = \frac{63c}{100\% / 25\%} = 15{,}75c \cdot \qquad (8.96.8)$$

Диаграмма позиционирования показана на рисунке 8.96.5.

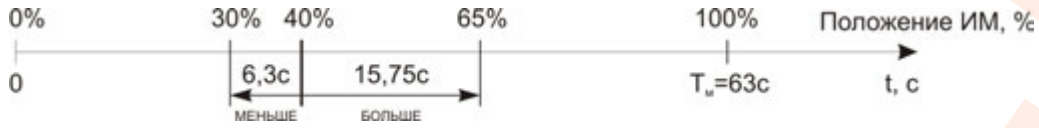


Рисунок 8.96.5 – Диаграмма позиционирования исполнительного механизма при управлении импульсным дельта-регулятором

Параметр *10 Tmin* отвечает за минимальную длительность срабатывания импульса. Срабатывание и отключение дискретного выхода осуществляется согласно диаграмме, показанной на рисунке 8.96.6.

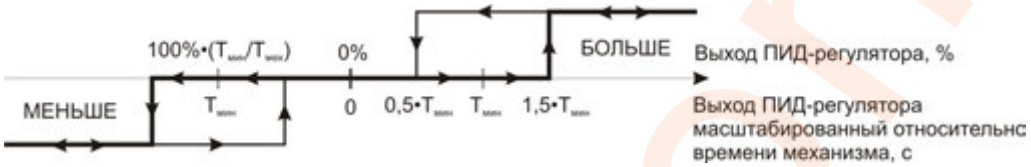


Рисунок 8.96.6 – Диаграмма срабатывания и отключения дискретных выходов при заданной минимальной длительности импульса

Значение минимальной длительности импульса выбирается исходя из точности регулирования, которую необходимо обеспечить. Чем меньше минимальная длительность импульса, тем точнее будет регулирование. С другой стороны, при этом увеличивается количество срабатываний дискретных выходов, что в свою очередь приводит к ускоренному износу пускового устройства и исполнительного механизма.

Формула, по которой можно вычислить минимальную длительность импульса в зависимости от минимально допустимого значения изменения параметра, имеет следующий вид (8.96.9):

$$T_{мин} = \frac{\Delta PV_{мин} \cdot T_{мех}}{K \cdot PV_{RANGE}} = T_{мех} \cdot \frac{\Delta PV_{мин}}{\Delta PV} \cdot \frac{\Delta_{вых}}{100\%}, \qquad (8.96.9)$$

где: $T_{мин}$ - минимальная длительность импульса;

$\Delta PV_{мин}$ - минимальное изменение параметра, которое допустимо по качеству регулирования;

$T_{мех}$ - время механизма;

K - передаточный коэффициент объекта регулирования;

PV_{RANGE} - диапазон входного сигнала;

ΔPV - изменение параметра при изменении выхода на $\Delta_{вых}$ %.

Например, для диапазона измерения температуры -50…200 ºС, при допустимом отклонении от задания ±4 ºС, минимальное значения изменения параметра $\Delta PV_{мин}$ можно выбрать равным 2 ºС. Время механизма составляет 63 с. Если при закрытии/открытии клапана на $\Delta_{вых} = 10\%$ параметр изменяется на $\Delta PV = 30\,^{\circ}C$, то значение минимальной длительности импульса будет равно:

$$T_{мин} = 63 \cdot \frac{2}{30} \cdot \frac{10}{100\%} = 0.42c.$$

Параметр *11 Tdly* отвечает за время задержки между включениями выхода «БОЛЬШЕ» и выхода «МЕНЬШЕ». Этот параметр используется для исключения возможности одновременной подачи сигналов «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ», что могло бы привести к короткому замыканию. Значение этого параметра выбирается в зависимости от мощности пускового устройства исполнительного механизма, и составляет от 0,1 до 4 с.

Параметр *12 TI* отвечает за время интегрирования регулятора.

Параметр *13 TD* отвечает за время дифференцирования регулятора.

Параметр *14 KP* отвечает за коэффициент усиления регулятора.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Параметр *15 SP* отвечает за задание регулятору.

Параметр *16 SP_EXT* отвечает за использования внешнего задания регулятора. При использовании внешнего задания параметр *16 SP_EXT* нужно сделать «связанным». При этом в блоке появится вход с названием *прм(16),* на который подается сигнал внешнего задания. Внешним заданием может быть сигнал с аналогового входа контроллера (блока AIN(05)), программного задатчика (TM_PRG(57)) или любой другой аналоговый сигнал, используемый в программе пользователя.

Параметр *17 OUT* используется для управления дискретными выходами импульсного регулятора с верхнего уровня (например, со SCADA-системы). В ручном режиме работы регулятора, запись в данный параметр по интерфейсу числа в процентной шкале (0…100%) в зависимости от знака числа приведет к перемещению исполнительного механизма на открытие или закрытые регулирующего органа на заданное значение в процентах. После остановки исполнительного механизма, значение параметра *17 OUT* автоматически обнулится.

Параметр *18 PV_r* – диапазон изменения регулируемого параметра. Параметр отвечает за масштабирование сигнала по шкале 0 – 100% относительно диапазона входного сигнала.

В большинстве случаев, параметр *18 PV_r* задается равным диапазону измерения датчика. Например, для измерения температуры термометром сопротивления ТСМ 50М с предельными границами измерения -50,0 ºС... +200,0 ºС, диапазон измерения будет равен 250 ºС, то есть *18 PV_r = 250*. Для такого диапазона входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС рассогласование будет составлять E = 10 ºС, что соответствует 4% от диапазона измерения. В некоторых случаях, когда диапазон измерения датчика большой, а диапазон регулирования значительно меньше, диапазон входного сигнала можно задавать меньше чем диапазон измерения датчика. Для приведенного выше примера, если диапазон регулирования температуры составляет 20…120 ºС, то диапазон измерения будет равен 100 ºС, (*18 PV_r = 100)*. При таком диапазоне входного параметра при задании SP = 50 ºС и параметре PV = 60 ºС, рассогласование будет составлять те же E = 10 ºС, но в процентном отношении это будет равно 10%. Таким образом, уменьшив диапазон входного сигнала, можно добиться лучшей чувствительности регулятора.

При уменьшении параметра *18 PV_r* следует учесть, что при этом увеличивается чувствительность к колебаниям входного сигнала, которая может возникать от внешних воздействий и негативно отражаться на качестве регулирования, особенно при использовании дифференциальной составляющей или большого коэффициента усиления.

Параметр *19 SP_h* отвечает за верхнее ограничение задания регулятора.

Параметр *20 SP_l* отвечает за нижнее ограничение задания регулятора.

При введении внутреннего задания с передней панели, изменение ниже параметра *19 SP_h* и *20 SP_l* заблокировано. Если при изменении внешнего задания параметр, значение которого поступает на вход *прм(16)*, больше (меньше) от значения заданного в параметре *19 SP_h (20 SP_l)*, то на сумматор поступает значение равное значению *19 SP_h (20 SP_l)*. Диаграмма ограничения задания представлена на рисунке 8.96.7.

Если параметр *19 SP_h* равный параметру *20 SP_l*, то задание будет неизменным и равным *SP = 19 SP_h = 20 SP_l.*

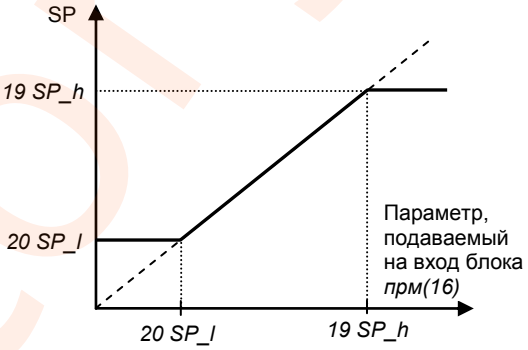


Рисунок 8.96.7 – Диаграмма ограничения внешнего задания

Параметр *21 SP_r* отвечает за скорость изменения задания (тех.единиц на минуту). В зависимости от значения параметра *21 SP_r*, есть два режимы балансировки:

1. *21 SP_r* = 0 – статическая балансировка,
2. *21 SP_r* ≠ 0 – динамическая балансировка.

Функциональная схема работы балансировок показана на рисунке 8.96.8.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru



а)

статическая балансировка



б) динамическая балансировка

Рисунок 8.96.8 – Функциональная схема балансировок ПИД-регулятора блока D_PID_I(96)

Примечание. На схеме условно показано положение переключателей для ручного режима работы регулятора.

При использовании динамической балансировки в каскадном режиме управления (с внешним заданием) нужно учитывать, что изменение внешнего задания будет ограничено параметрами *19 SP_h* и *20 SP_l*, а скорость его изменения - параметром *21 SP_r*. На рисунке 8.96.9 штриховой линей показано изменение внешнего задания, подаваемого на вход *прм(16)*, а сплошной линей – реальное изменение задающего воздействия регулятора. На отрезке АБ скорость изменения внешнего задающего воздействия меньше скорости изменения задания, указанной в параметре *21 SP_r*, потому задание равно внешнему задающему воздействию. На отрезке БВ внешнее задающее воздействие изменяется с большей скоростью, чем скорость изменения задания. На данном графике скорость изменения задающего воздействия представлена углом наклона отрезка $\mathrm{tg}(\beta) = \frac{\Delta прм(16)}{\Delta t}$, а скорость изменения задания $\mathrm{tg}(\alpha) = \frac{\Delta SP}{\Delta t} = 21SP_r$. Следовательно, при $\mathrm{tg}(\beta) > \mathrm{tg}(\alpha)$ задание регулятору будет ограничиваться скоростью изменения задания, и изменятся - по отрезку БГ, а не БВ-ВГ. Аналогичным будет и ограничение скорости при уменьшении внешнего задания.

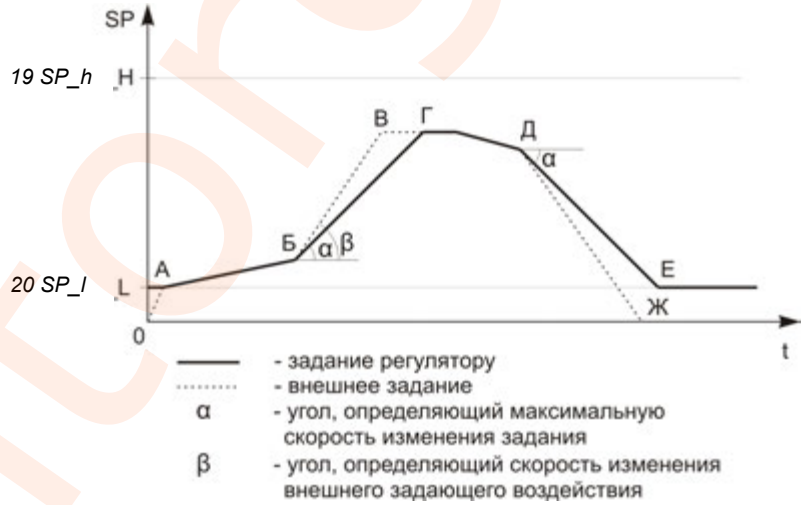


Рисунок 8.96.9 – Диаграмма ограничения скорости внешнего задания

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Таблица 8.96.2 - Функции режимов балансировок импульсного дельта-регулятора блока D_PID_I(96)

	Статическая балансировка	Динамическая балансировка
Изменение внутренней заданной точки (с передней панели или по интерфейсу)	Внутреннее задание скачкообразно принимает значение нового задания SP_{OLD} ⌐ SP_{NEW}	Внутреннее задание начинает изменятся от значения старого задания до значения введенного нового задания со скоростью изменения задания *21 SP_r* SP_{OLD} → SP_{NEW}
Переключение режима работы **РУ → ЛУ**	При переключении задание принимает значение измеряемого параметра **SP= PV**	Задание начинает изменятся от значения измеряемого параметра до значения внутреннего задания со скоростью изменения задания *21 SP_r* **PV → SP**
Переключение режима работы **ЛУ → РУ**	Задание скачкообразно принимает значение измеряемого параметра **SP** ⌐ **PV**	Задание не изменяется **SP**
Переключение режима работы **ЛУ → КУ**	Значение задания скачкообразно изменяется с внутреннего на внешнее $SP_{ВНУТР}$ ⌐ $SP_{ВНЕШ}$	Задание начинает изменятся от значения внутреннего значения до внешнего со скоростью изменения задания *21 SP_r* $SP_{ВНУТР}$ → $SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → ЛУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$
Переключение режима работы **КУ → РУ**	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$	Внутреннее задание принимает значение внешнего задатчика $SP_{ВНУТР} = SP_{ВНЕШ}$

Параметр *22 POZ* - положение исполнительного механизма. Если используется внешняя обратная связь, то параметр *22 POZ* нужно сделать «связанным» и на вход *прм(22)* подать сигнал от датчика положения исполнительного механизма. При этом на дисплее ВИХІД будет индицироваться реальное значение положения исполнительного механизма.

Параметр *23 TRK_V* отвечает за значение безопасного воздействия (работает только совместно с параметром *07 dTRK*). Данный параметр можно сделать «связанным», используя для разных ситуаций разное значение безопасного воздействия.

Если регулятор переведен в режим СУ (параметр *07 dTRK* = 1), то блок установки безопасного значения управляющего воздействия отключит регулирующий сигнал ПИД-регулятора, а на выходе устанавливает воздействие, заданное пользователем в параметре *23 TRK_V*, причем возможны три варианта:

4. *23 TRK_V = 0* - дискретный выход регулятора «МЕНЬШЕ» будет постоянно включен, закрывая исполнительный механизм.

5. *0 < 23 TRK_V < 100* – состояние дискретных выходов не определено. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера, использовать такое значение безопасного воздействия в программах пользователя не рекомендуется..

6. *23 TRK_V = 100* - дискретный выход регулятора «БОЛЬШЕ» будет постоянно включен, открывая исполнительный механизм.

Параметр *24 MAX* отвечает за верхнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если параметр равен уставке MAX или превышает ее (PV≥SP+MAX), то срабатывает сигнализация MAX. Соответственно, на передней панели начнет светиться светодиод ▲, а на выходе *dMAX* блока D_PID_I(96) установится логическая единица.

Параметр *25 MIN* отвечает за нижнее значение уставки сигнализации отклонения регулируемого параметра от заданной точки. Если же параметр равен или меньше уставки MIN (PV≤SP-MIN), то сработает сигнализация MIN. На передней панели будет светиться светодиод ▼, а на выходе *dMIN* блока D_PID_I(96) установится логическая единица.

Параметр *26 HYS* отвечает за гистерезис сигнализации параметра.

Параметр *27 FF_V* отвечает за предварение управляющего воздействия регулятора. Чтобы в блоке ПИД-регулятора появился вход предварения, параметр *27 FF_V* нужно сделать «связанным».

Параметр *28 FF_G* отвечает за коэффициент усиления значения предварения регулятора. Сигнал с входа параметра *27 FF_V* усиливается (ослабляется) этим коэффициентом.

Параметр *29 FF_h* отвечает за верхнее ограничение предварения регулятора.

Параметр *30 FF_I* отвечает за нижнее ограничение предварения регулятора.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Верхнее и нижнее ограничение предварения выставляются исходя с соображений безопасности. Сначала коэффициент усиления предварения K_{FF} устанавливается равный нулю. Тогда настраивается ПИД-регулятор без предварения. Когда подобраны коэффициенты $K_р$, $T_и$ и $T_д$, необходимо начать увеличивать коэффициент K_{FF} до тех пор, пока в системе не возникнут затухающие колебания при $K_{FFкр}$. Коэффициент усиления сигнала предварения вычисляется так (8.96.10):

$$K_{FF} = 0{,}7 \cdot K_{FFкр}\ , \qquad (8.96.10)$$

где: K_{FF} - коэффициент усиления предварения;

$K_{FFкр}$ - критический коэффициент усиления предварения, при котором в системе возникают затухающие колебания.

Параметр *31 COR_V* отвечает за коррекцию сигнала рассогласования регулятора. Параметр делается «связанным» и, соответственно, в блоке появится вход *прм(31)*. На этот вход подается сигнал коррекции с блока COR_ST(93) или COR_D(94), который представляет собой функцию рассогласования между параметром коррекции и точкой коррекции (8.96.11):

$$VAL_{COR} = F(PV2_{COR} - SP_{COR}), \qquad (8.96.11)$$

где, VAL_{COR} - значение сигнала коррекции (в %), подаваемое на вход *прм(31)* блока PID_IMP(62);

$PV2_{COR}$ - значение параметра коррекции;

SP_{COR} - значение точки коррекции. Для блока COR_ST(93) это значение постоянное и задается пользователем, а для блока COR_D(94) – динамическое, изменяется при каждом переключении с режима РУ в режим ЛУ, и принимает значение параметра коррекции в момент переключения $SP_{COR} = PV2_{COR}$;

$F(PV2_{COR} - SP_{COR})$ - функция преобразования рассогласования $PV2_{COR} - SP_{COR}$, которая задается в блоках COR_ST(93) и COR_D(94).

Параметр *32 COR_G* отвечает за коэффициент усиления сигнала коррекции. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Параметр *33 COR_h* отвечает за верхнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *34 COR_I* отвечает за нижнее ограничение сигнала коррекции.

Параметр *35 FB* отвечает за обратную связь. Чтобы в блоке дельта-регулятора появился вход обратной связи, параметр *35 FB* нужно сделать «связанным».

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Принцип работы функционального блока

Функциональная структура импульсного дельта-регулятора представлена на рисунке 8.96.10.

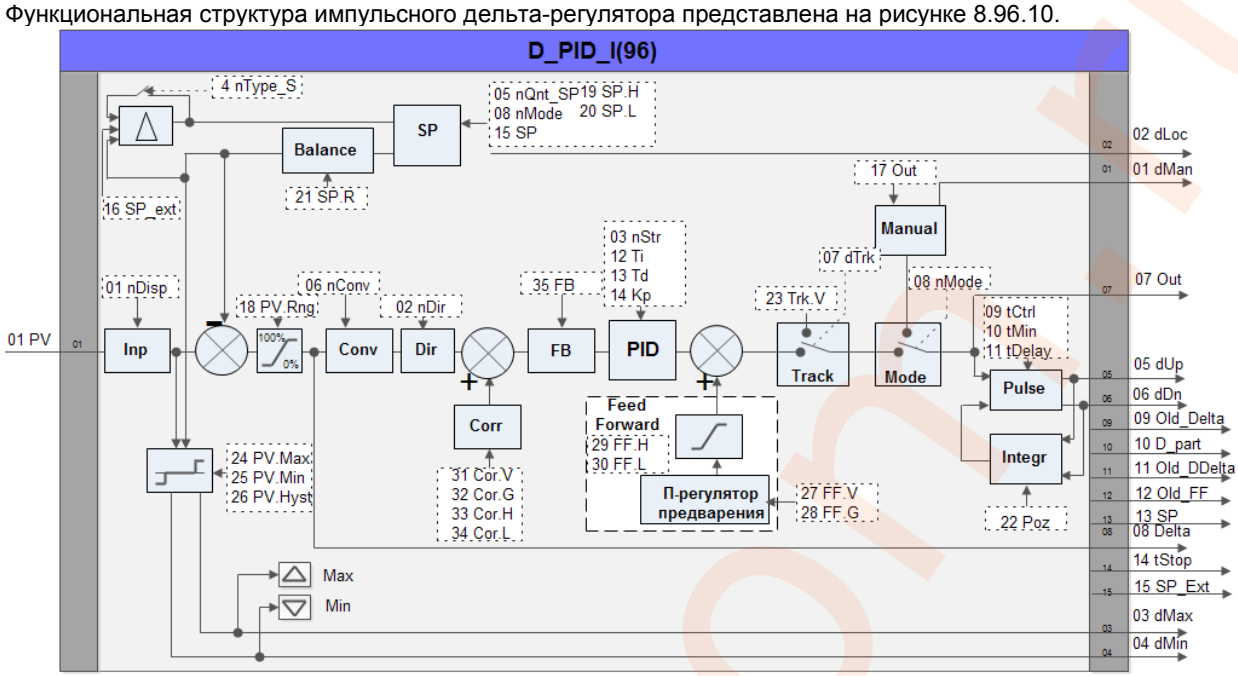


Рисунок 8.96.10 - Функциональная схема блока импульсного дельта-регулятора D_PID_I(96)

Значение регулируемого параметра поступает на вход *01 PV* блока и индицируется на дисплее ПАРАМЕТР. В параметре *01 nDISP* задается номер дисплея регулятора. Значение *01 nDISP = 0* делает регулятор невидимым с передней панели.

Регулируемый параметр поступает на узел ***СИГНАЛИЗАЦИЯ (5)***, где определяется отклонение регулируемого параметра от заданной точки (девиационная сигнализация). Данный узел формирует дискретные сигналы dMIN и dMAX, которые поступают на выходы 04 и 03 блока D_PID_I(96). Кроме того, данные сигналы напрямую «привязаны» к соответствующим сигнальным светодиодам на передней панели контроллера возле индикатора ПАРАМЕТР.

Регулируемый параметр масштабируется по шкале 0 – 100% (узел ***МАСШТАБИРОВАНИЕ (6)***) относительно диапазона изменения PV, задаваемого в параметре *18 PV_r*. Далее значение регулируемого параметра поступает со знаком “+” на ***СУММАТОР (7)***.

Узел формирования задания состоит из нескольких блоков. Значение заданной точки регулятора находится в параметре 15 *SP*, который, при необходимости, можно сделать «связанным». При использовании внешней заданной точки (параметр *05 nQntSp* = 2), ее значение необходимо записывать в параметр *16 SP.ext* (также сделав его «связанным»). Внешнее задание может поступать на обработку в блок регулятора как напрямую (параметр *04 nTYPE.SP* = 1), так и через ***ДЕЛЬТА-БЛОК (2)*** (параметр *04 nTYPE.SP* = 0), на выходе которого формируется значение прироста изменения внешнего задания. Внешнее задание также поступает на выход *15 SP_ext*.

Математические блоки узла ***SP (3)*** с учетом значений параметров *19 SP_h*, *20 SP_l* и *21 SP_r* формируют подузел ограничения задания. С узла ***SP (3)*** сигнал заданной точки поступает на выход *13 SP*, а также – в узел ***BALANCE (4)***.

Узел ***BALANCE (4)*** отвечает за безударное (плавное) переключение или изменение заданной точки, а также содержит в себе делитель, где, аналогично значению регулируемого параметра, значение заданной точки переводится в безразмерную величину (0…100%).. Сигнал с узла ***BALANCE (4)*** поступает на ***СУММАТОР (7)*** со знаком “-”.

На выходе сумматора формируется сигнал рассогласования между регулируемым параметром и заданием в единицах процентной шкалы: *E=PV-SP*. Нормированный сигнал рассогласования можно использовать в программе пользователя – он подается на выход *08 OUT_FB* блока D_PID_I(96).

Нормированный сигнал рассогласования после сумматора поступает на узел ***CONV (8)*** математического преобразования.

Следующий узел - ***DIR* (9)** - определяет направление действия регулятора (выбирается параметром *02 nDIR*). При обратном действии регулятора (*02 nDIR = 0*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = -(PV - SP)$.

При прямом действии регулятора (*02 nDIR = 1*), рассогласование рассчитывается по формуле $E = PV - SP$.

Также есть возможность использования коррекции (узел ***CORR (10)***) сигнала рассогласования по дополнительному параметру. Сигнал рассогласования E_{PV} после блока ***DIR* (9)** суммируется со значением коррекции (8.96.12):

(8.96.12)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

$$E = E_{PV} + (COR_G \cdot VAL_{COR})_{COR_l}^{COR_h}.$$

С формулы видно, что влияние на рассогласование, а соответственно и на регулирование, зависит от коэффициента усиления *32 COR_G*. Чем больше коэффициент усиления, тем больше влияние сигнала коррекции на сигнал рассогласования, и наоборот.

Далее сигнал проходит через узел ***FB (12)***, который отвечает за отработку обратной связи. Чтобы в блоке дельта-регулятора появился вход обратной связи, параметр *35 FB* нужно сделать «связанным». На выходе узла ***FB (12)*** сигнал рассогласования примет следующий вид:

$$E = E \cdot (100 - FB). \qquad (8.96.13)$$

Следующим шагом сигнал рассогласования попадает на блок ПИД-регулирования ***PID (13)***. ПИД-регулятор построен таким образом, что в процессе работы в каждый момент времени t на выходе регулятора будет формироваться воздействие Y(t) в зависимости от входного сигнала регулятора E(t) (рассогласования между входным параметром PV и заданием регулятора SP).

Зависимость между входным сигналом регулятора E(t) и выходным Y(t) определяет передаточная функция регулятора. Алгоритм преобразования регулятора содержит три составляющие регулятора: пропорциональная (П-составляющая), интегральная (И-составляющая) и дифференциальная (Д-составляющая).

С выхода блока сигнал поступает на ***СУММАТОР (15)***. К сумматору также подходит сигнал предварения с узла ***FEED FORWARD (14)***. Чтобы в блоке импульсного дельта-регулятора появился вход предварения, параметр *27 FF_V* нужно сделать «связанным». Сигнал с этого входа усиливается/ослабляется коэффициентом усиления предварения K_{FF}, заданным в параметре *28 FF_G*, ограничивается уставками, заданными в параметрах *29 FF_h* и *30 FF_l* и подается на сумматор. Другими словами, выходной сигнал с ПИД-регулятора суммируется с выходным сигналом П-регулятора канала предварения (рисунок 8.96.11).

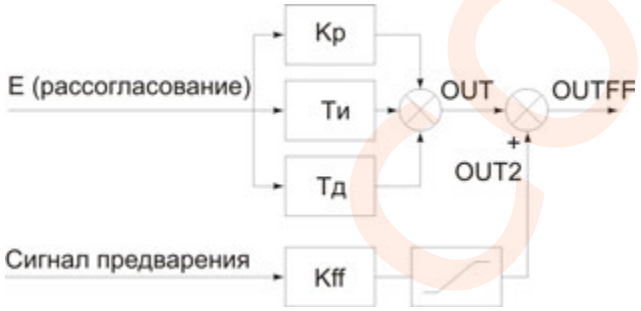


Рисунок 8.96.11 – Функциональная схема формирования выхода узла ПИД-регулятора с предварением

Выходной сигнал П-регулятора канала предварения подается также на выход *12 o_FF* блока D_PID_I(96).

Далее регулирующий сигнал проходит через блок установки на выходе регулятора безопасного значения воздействия (***TRACK (16)***). Если команда на установку безопасного положения отсутствует, то регулирующий сигнал проходит через этот блок без изменений. Сигнал команды на установку безопасного положения заводится на вход *прм(07)*, для чего параметр *07 dTRK* нужно сделать «связанным».

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Потом сигнал проходит через блок выбора режима роботы регулятора ***MODE (18)*** (РУЧНОЙ / АВТОМАТ). Выбор режима роботы осуществляется с передней панели контроллера или задается в параметре *08 nMODE*. В автоматическом режиме роботы регулирующий сигнал импульсного дельта-регулятора управляет дискретными сигналами, а в ручном режиме управление осуществляется с передней панели прибора или по интерфейсу. Если управление осуществляется по интерфейсу, то значение перемещения ИМ записывается в параметр *17 OUT*.

Последним звеном импульсного дельта-регулятора является импульсный преобразователь ***PULSE (19)***, который по выходу ПИД-регулятора формирует импульсные сигналы «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ».

Сигналы «БОЛЬШЕ» - «МЕНЬШЕ» идут на выходы блока *05 dUP* и *06 dDN*, а также поступают на внутренний интегратор ***INTEGR (20)***, который формирует интегрированное (рассчитанное) значение положения исполнительного механизма. Это значение выводится на передней панели в дисплее ВИХІД, а также может быть использовано на верхнем уровне с параметра *22 POZ*. Если используется внешняя обратная связь, то параметр *22 POZ* нужно сделать «связанным» и на вход *прм(22)* подать сигнал от датчика положения исполнительного механизма. При этом на дисплее ВИХІД будет индицироваться реальное значение положения исполнительного механизма.

Выходы *09 o_delt, 10 d_part, 11 old_delt* и *14 Tstop* блока импульсного дельта-регулятора являются служебными. В связи с постоянной работой над усовершенствованием программного обеспечения контроллера и возможным изменением назначений данных выходов, использовать их в программах пользователя не рекомендуется.

Пример применения

Если требуется высокая точность поддержания регулируемого параметра на заданном значении, возникает необходимость использования параллельных контуров регулирования. Типичным примером параллельного контура является система, у которой измерительный параметр один, а регулирующих органов – два: в основной линии и в байпасной (рисунок 8.96.12).

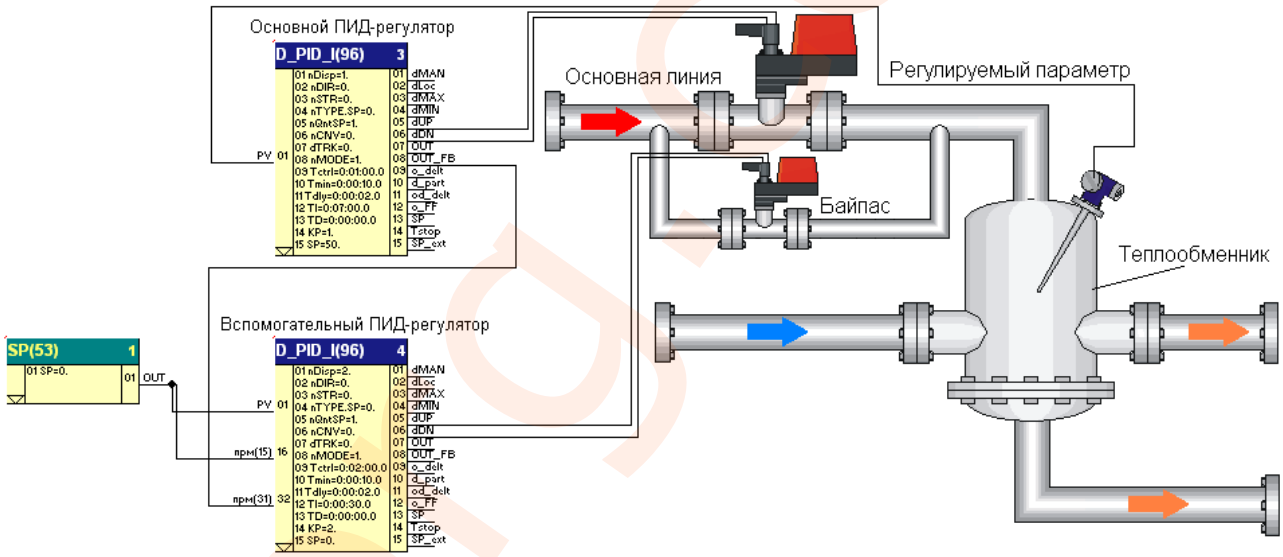


Рисунок 8.96.12 - Применение импульсных дельта-регуляторов

На рисунке 8.96.13 изображена реализация примера на основе функционального блока D_PID_I(96) контролера МИК-51. Значения свойств блоков данной программы приведены на рисунках 8.96.14 – 8.96.21. FBD-файл примера программы доступен для скачивания с официального сайта предприятия МИКРОЛ (Impuls_D_PID.zip).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

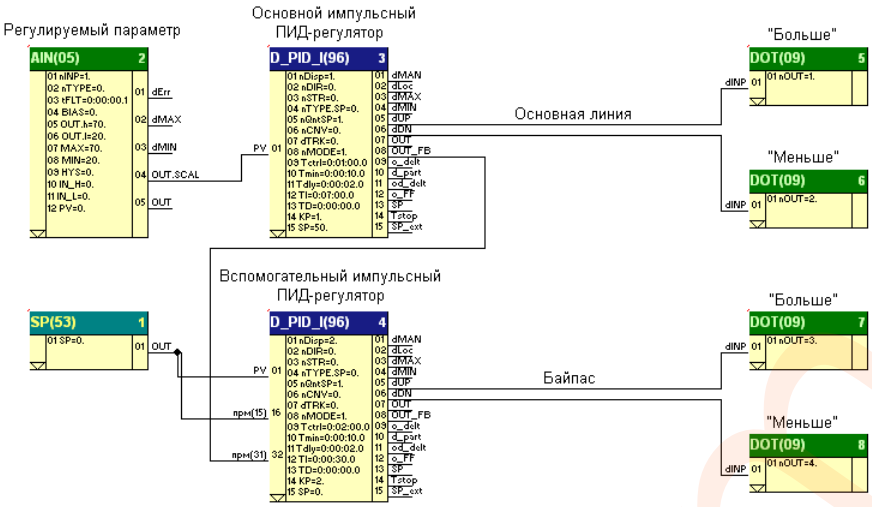


Рисунок 8.96.13 – Реализация примера в редакторе АЛЬФА

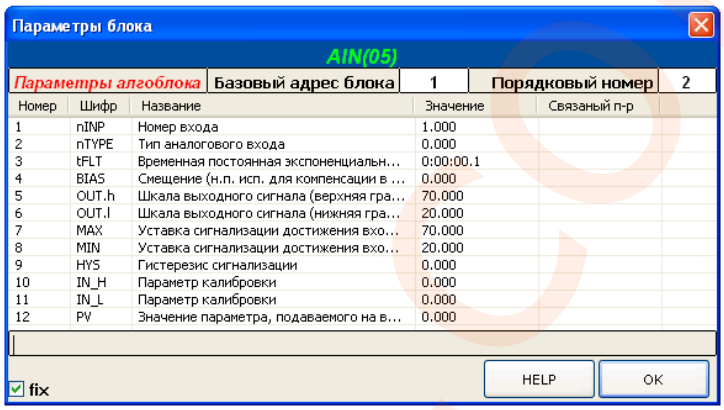


Рисунок 8.96.14 – Параметры блока AIN(05)

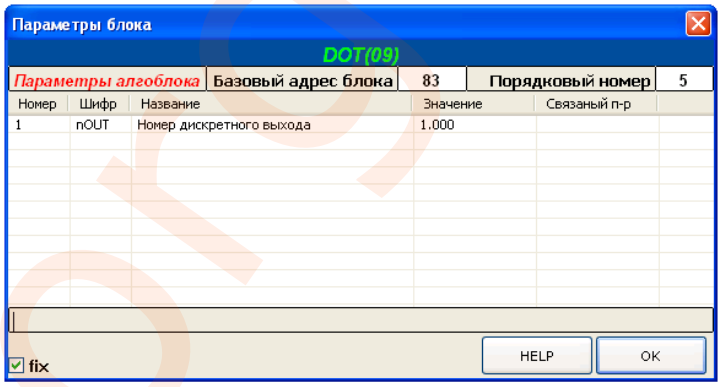


Рисунок 8.96.15 - Параметры блока DOT(09)

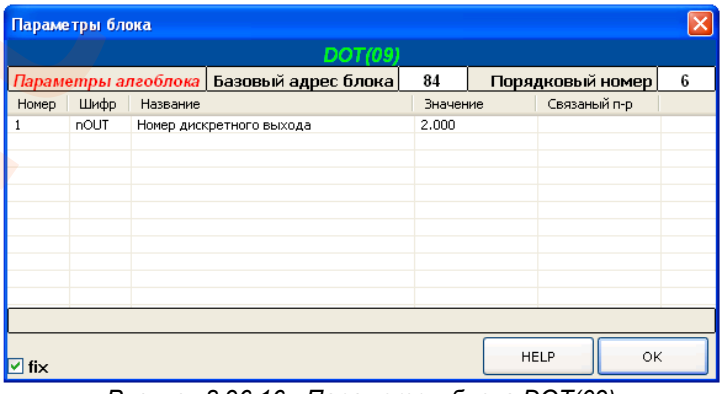


Рисунок 8.96.16 - Параметры блока DOT(09)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

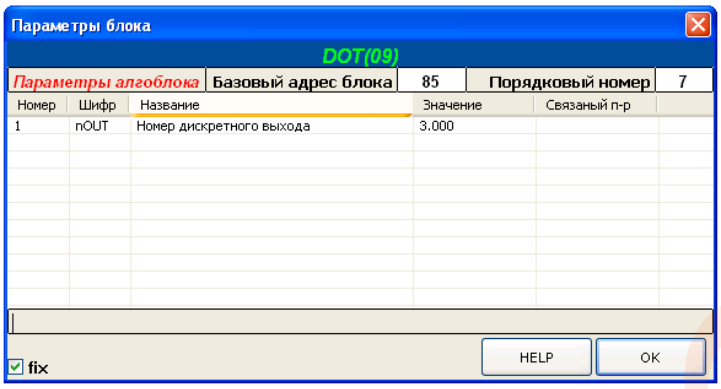


Рисунок 8.96.17 - Параметры блока DOT(09)

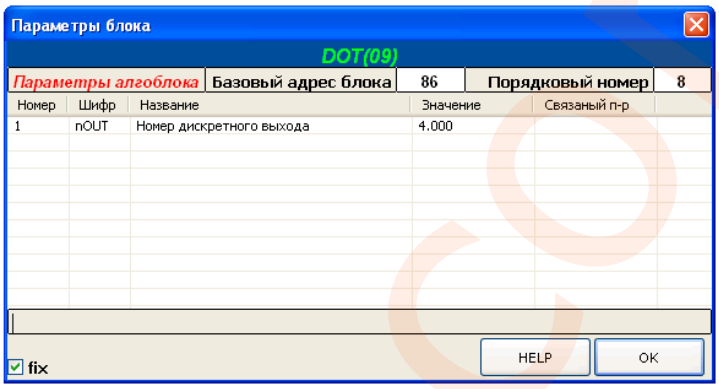


Рисунок 8.96.18 - Параметры блока DOT(09)

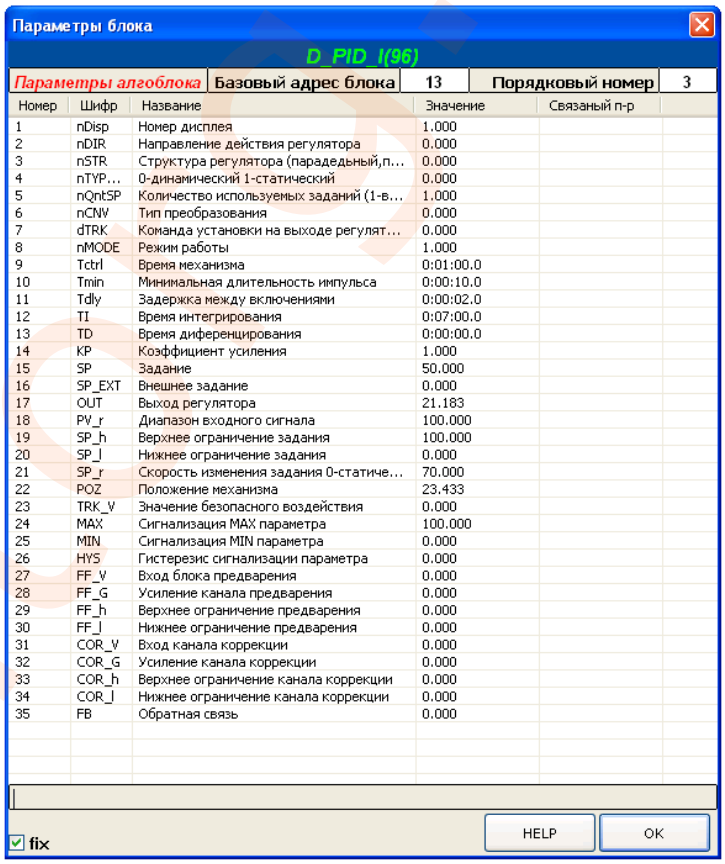


Рисунок 8.96.19 - Параметры блока D_PID_I(96)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

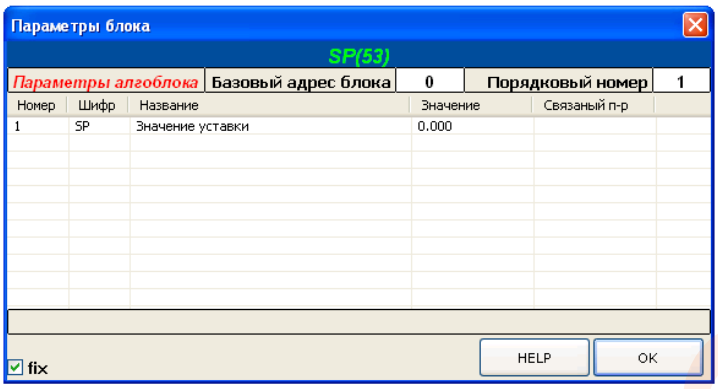


Рисунок 8.96.20 - Параметры блока SP(53)

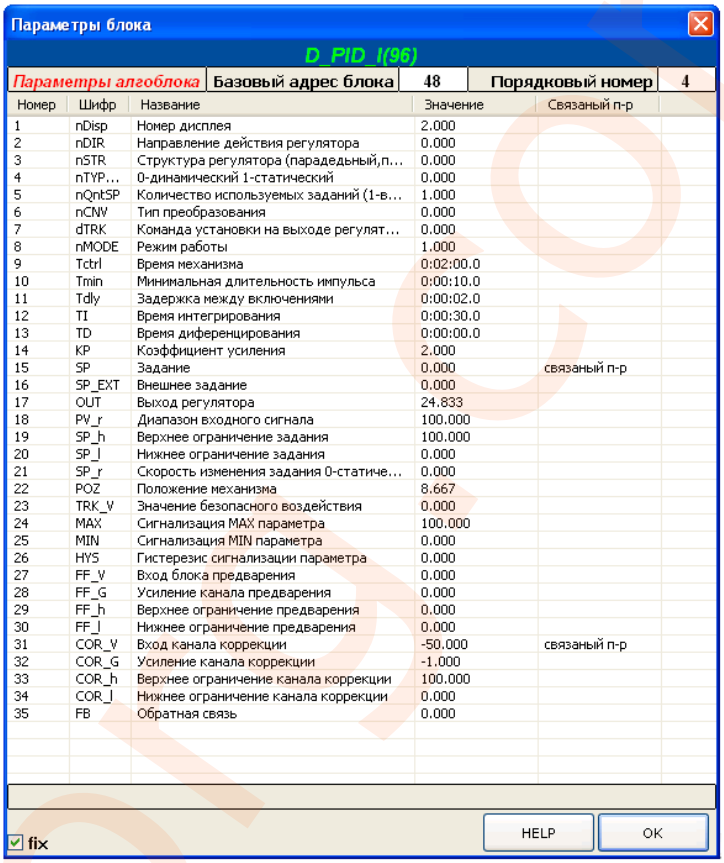


Рисунок 8.96.21 - Параметры блока D_PID_I(96)

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_96.fbx)

Постановка задачи: Необходимо организовать ПИД-импульсное регулирование, с использованием дельта регуляторов.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

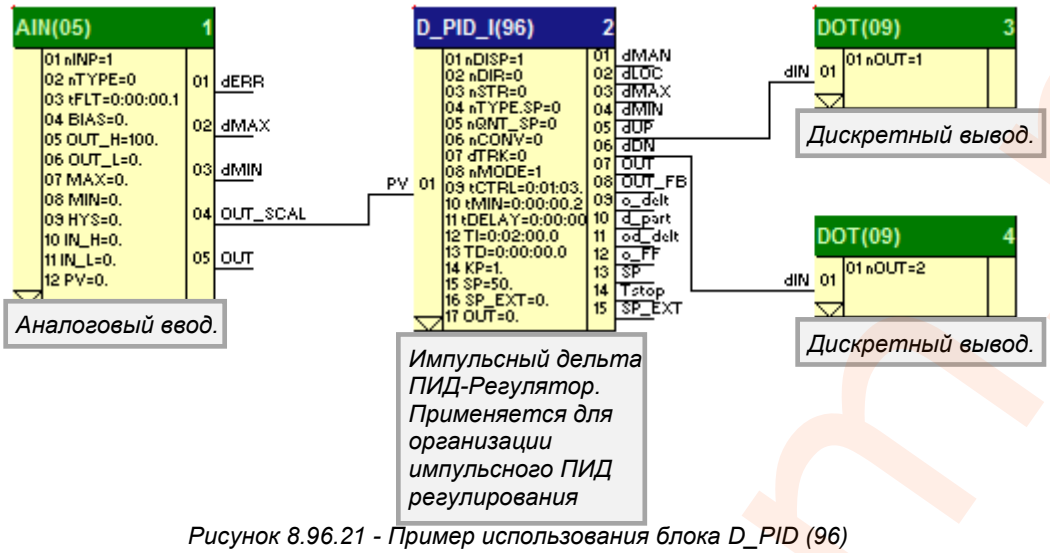


Рисунок 8.96.21 - Пример использования блока D_PID (96)

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

9 Функциональные блоки управления состоянием

9.80 IF(80) - Если

Назначение

Функциональный блок (рисунок 9.80.1) применяется для построения условных зависимостей (переходов).

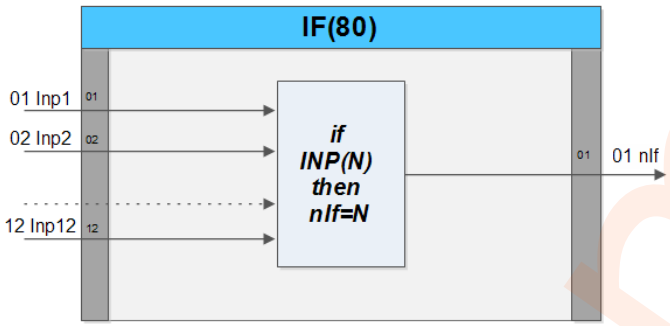


Рисунок 9.80.1 - Функциональная схема блока «если» IF(80)

Описание функционального блока

Функциональный блок формирует на выходе 01 nIF целое число, которое соответствует номеру первого по порядку входа, на который подана “1”, т.е. выполнилось условие INP(N)=1. Если данное условие не выполнилось ни для одного входа, то выход блока принимает значение “0”.

Данный функциональный блок можно использовать с блоком «Тогда» (THEN(81)) и блоками сравнения (например, блоком сравнения CMP(35)).

Входы и выходы блока представлены в таблице 9.80.1.

Таблица 9.80.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	INP1	Вещественное		Вход 1
02	INP2	Вещественное		Вход 2
m	INPm	Вещественное		Вход m (m<12)
Выход				
01	nIF	Целое		Номер первого по порядку входа, на который подано «1»

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_80_81.fbx)

Постановка задачи: Необходимо передать номер сработавшего выхода функционального блока аналогового входа (ошибка входного сигнала, выход за границы сигнализации минимума или максимума) и при каждой из ошибок подать на аналоговый выход сигнал равный 20 тех. единицам, 40 и 60 соответсвтенно.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

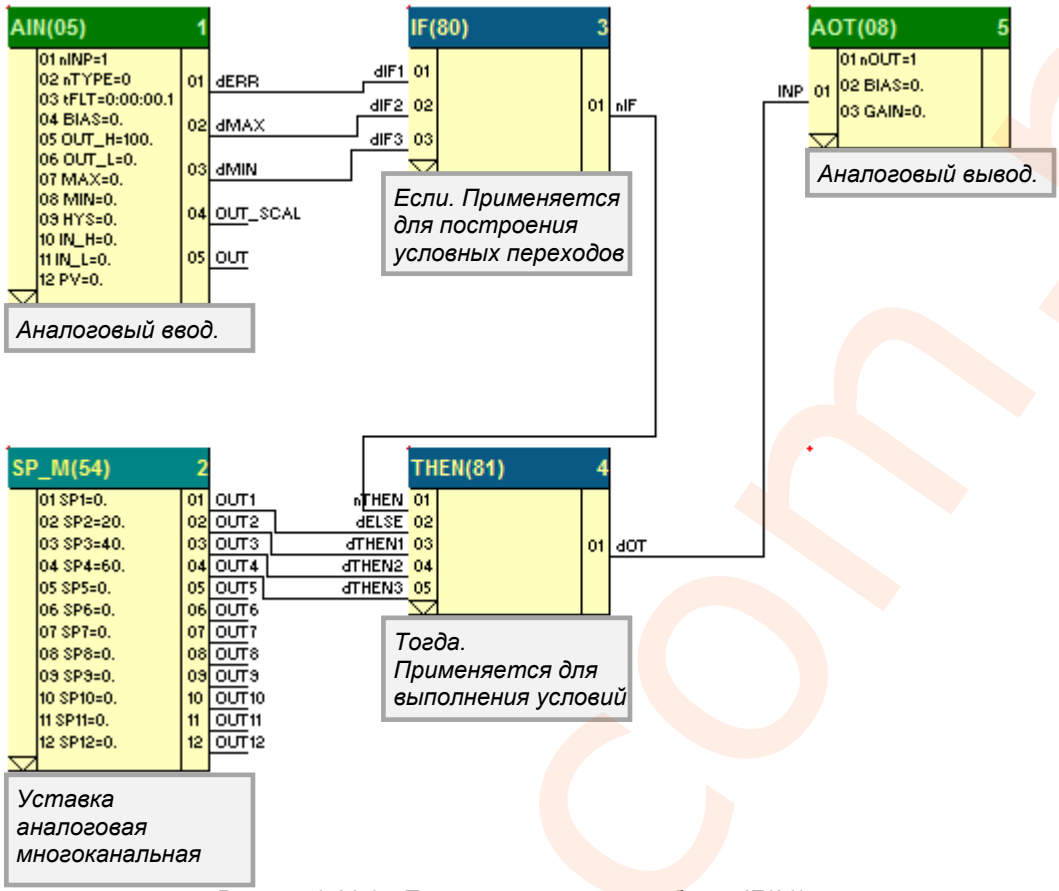


Рисунок 9.80.2 - Пример использования блока IF(80)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.44.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

9.81 THEN(81) - Тогда

Назначение

Функциональный блок (рисунок 9.81.1) применяется для выполнения условий.

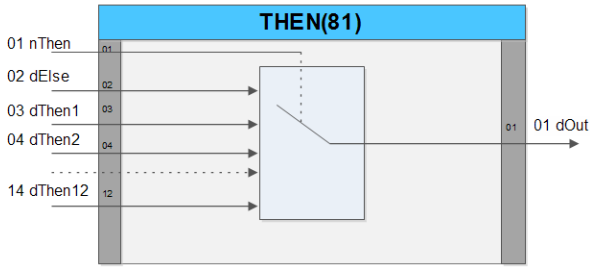


Рисунок 9.81.1 - Функциональная схема блока «тогда» THEN(81)

Описание функционального блока

Функциональный блок формирует на выходе dOUT дискретное значение:

dOUT = dTHEN(nTHEN)

которое формируется (выбирается) в зависимости от входного сигнала nTHEN. Входа dTHEN, dELSE служат для формирования массива состояний, которые будут поданы на выход блока в зависимости от nTHEN. Если nTHEN=0 тогда dOUT=dELSE; если nTHEN=1 тогда dOUT=nTHEN1, и т.д.

Данный функциональный блок можно использовать с блоком «Если» (IF(80)).

Входы и выходы блока представлены в таблице 9.81.1.

Таблица 9.81.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Входы				
01	nTHEN	Вещественное		Вход ввода условия
02	dELSE	0 / 1		Вход «иначе»
03	dTHEN1	0 / 1		Вход «тогда» №1
m+2	dTHENm	0 / 1		Вход «тогда» №m , m≤10
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_80_81.fbx)

Постановка задачи: Необходимо, в зависимости от выхода блока IF(80) на аналоговый выход подать значение 20, 40, 60, в случае, когда на вход блока придет заведомо неверное значение, на аналоговый выход подать значение 0.

Решение:

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

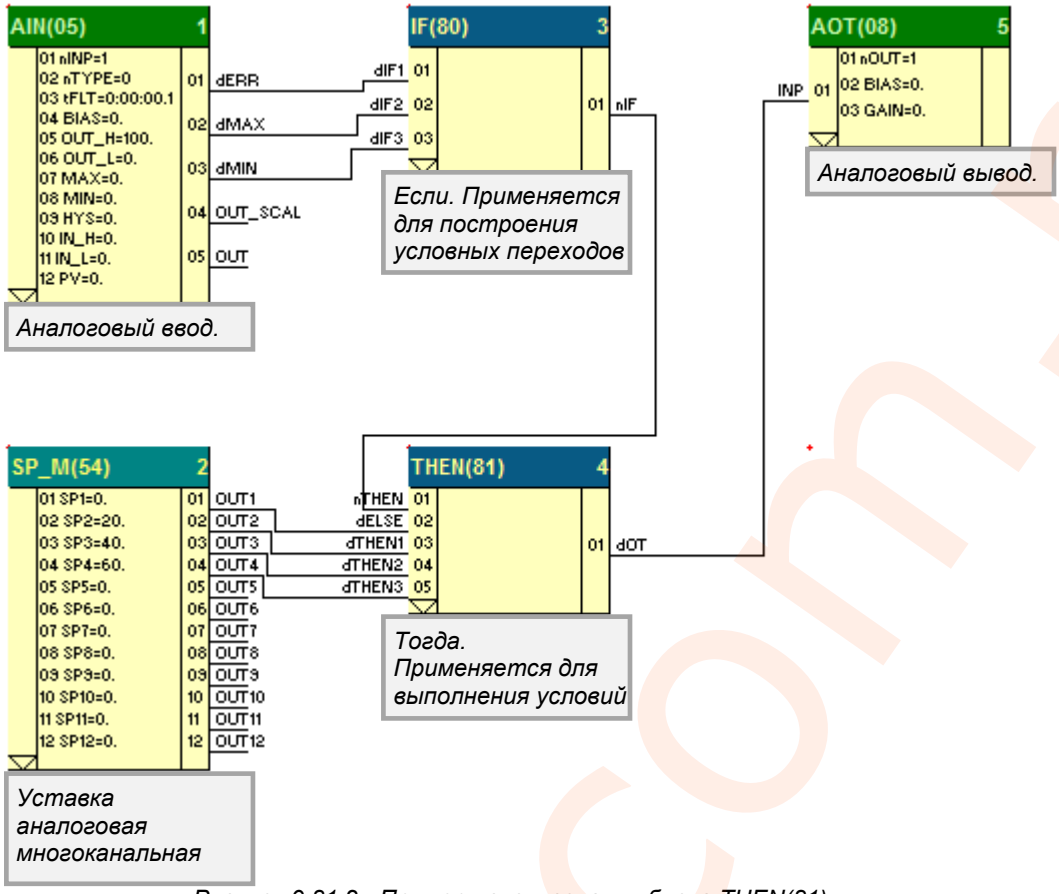


Рисунок 9.81.2 - Пример использования блока THEN(81)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.44.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

9.82 STATE(82) - Блок состояний

Назначение

Функциональный блок (рисунок 9.82.1) применяется для формирования массива дискретных состояний.

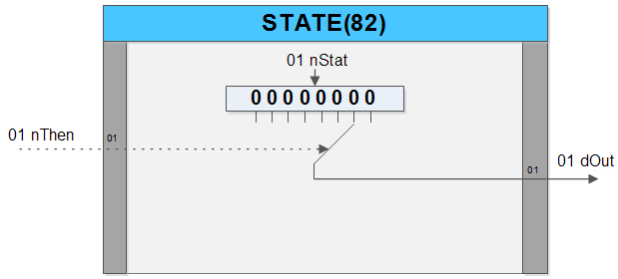


Рисунок 9.82.1 - Функциональная схема блока «блок состояний» STATE(82)

Описание функционального блока

Функциональный блок формирует на выходе dOUT дискретное значение, которое соответствует значению бита по номеру nTHEN в параметре nSTAT. Параметр nSTAT служит для формирования массива состояний, которые будут поданы на выход блока в зависимости от значения nTHEN.

Данный функциональный блок можно использовать с блоком Если (IF(80)).

Входы, параметры и выходы блока представлены в таблице 9.82.1.

Таблица 9.82.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	NTHEN	Вещественное		Вход (вход условия)
Параметр				
01	NSTAT	Целое	0	Целое число, формирующее массив состояний
Выход				
01	DOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_82.fbx)

Постановка задачи: Организовать маску передачи на переднюю панель контроллера логической единицы.

Решение:

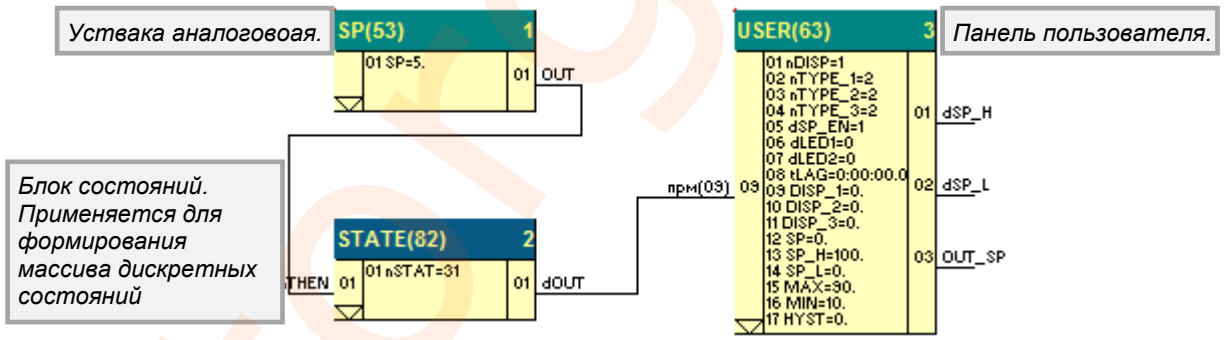


Рисунок 9.82.2 - Пример использования блока STATE(82)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.44.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

9.83 dSET(83) - Уставка дискретная

Назначение

Функциональный блок (рисунок 9.83.1) применяется для формирования сигнала внешнего дискретного задания.

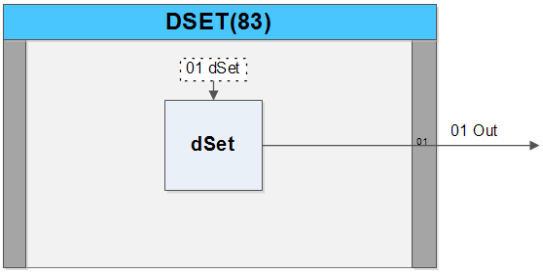


Рисунок 9.83.1 - Функциональная схема блока «уставка дискретная» DSET(83)

Описание функционального блока

На выходе (01 OUT) блока формируется дискретное значение, которое соответствует параметру 01 dSET.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 9.83.1.

Таблица 9.83.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметр				
01	dSET	0 / 1	0	Значение дискретной уставки
Выход				
01	dOUT	0 / 1		Выход блока

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_83.fbx)

Постановка задачи: Создать возможность с верхнего уровня управлять дискретным выходом, путем записи в функциональный блок логической «1».

Решение:

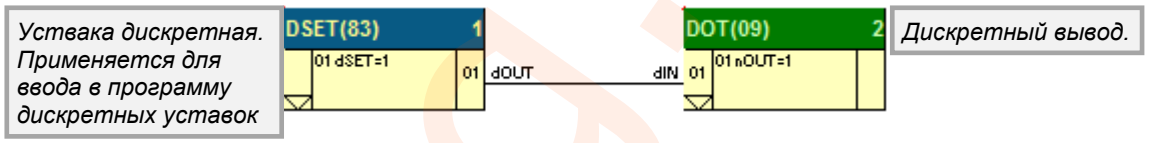


Рисунок 9.83.2 - Пример использования блока DSET(83)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.44.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

9.84 CASE(84) - Выбор из множества

Назначение

Функциональный блок (рисунок 9.84.1) применяется для переключения дискретного сигнала.

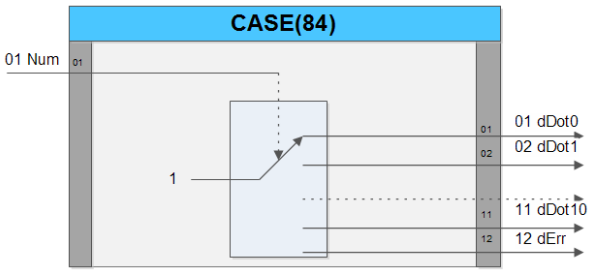


Рисунок 9.84.1 - Функциональная схема блока «выбор из множества» CASE(84)

Описание функционального блока

Переключатель имеет 10 положений. На вход NUM подается число, определяющее номер выхода на который будет подан сигнал «1». dOT(n) сработает (выдаст сигнал «1») если на вход NUM поступит целое число n, н.п., если на вход NUM поступило число 6, то выход 7 dOT6=1, а остальные выхода равные 0. Выход 12 dERR=1 если на вход блока подано значение, выходящее за диапазон 0 ≤ NUM ≤ 10.

Работа переключателя описывается таблицей:

Таблица 9.84.1

NUM<0	NUM =0	NUM =1	NUM =2	....	NUM >10
dERR=1 dOT0.. dOT10=0	dOT0=1 dOT1.. dOT10=0 dERR=0	dOT1=1 dOT0, dOT2.. dOT10=0 dERR=0	dOT2=1 dOT0, dOT1, dOT3.. dOT10=0 dERR=0	...	dERR=1 dOT0.. dOT10=0

Входы и выходы блока представлены в таблице 9.84.2

Таблица 9.84.2

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Вход				
01	NUM	Целое		Номер входа подаваемого на выход блока
Выходы				
01	dOT0	0 / 1		Выход блока
02	dOT1	0 / 1		Выход блока
….	…….			
10	dOT9	0 / 1		Выход блока
11	dOT10	0 / 1		Выход блока
12	dERR	0 / 1		Ошибка входного сигнала

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_84.fbx)

Постановка задачи: В зависимости от подаваемого входного сигнала, подать на один из 5 дискретных выходов логическую «1»

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Решение:

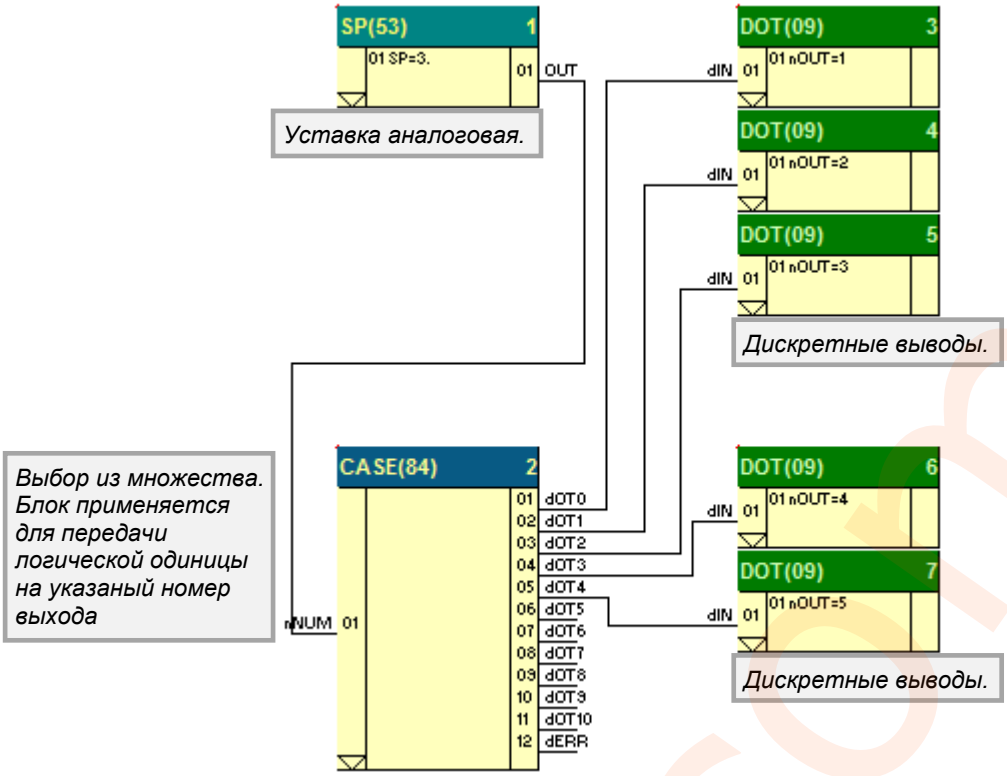


Рисунок 9.84.2 - Пример использования блока CASE(84)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.44.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

9.86 DETECT(86) - Детектор включения питания или запуска программы пользователя

Назначение

Функциональный блок (рисунок 9.86.1) применяется для определения подачи питания или запуска программы контроллера. То есть для возможности запуска программы при выключении с начала, а не с запомненных контроллером значений параметров.

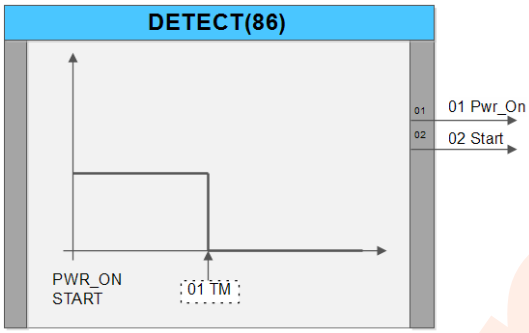


Рисунок 9.86.1 - Функциональная схема блока «детектор» DETECT(86)

Описание функционального блока

В случае включения питания на выходе формируется импульсный сигнал PWR_ON. В случае запуска программы пользователя (переход из режима программирования в режим работы) на выходе формируется импульсный сигнал START. Свойство TM - определяет длительность импульса на выходах блока.

Параметры и выходы блока представлены в таблице 9.86.1

Таблица 9.86.1

Входы – параметры – выходы				Назначение
No	**Обозначение**	**Диапазон значений**	**Значение по умолчанию**	
Параметр				
01	TM	Время	0:00:01:0	длительность импульса на выходе блока
Выходы				
01	PWR_ON	0 / 1		
02	START	0 / 1		

Пример применения (%\Microl\Alfa 2.0\examples\fbd_86.fbx)

Постановка задачи: Если пропадало питание прибора или произошла запись программы пользователя необходимо включить дискретный выход на 5 секунд.

Решение:

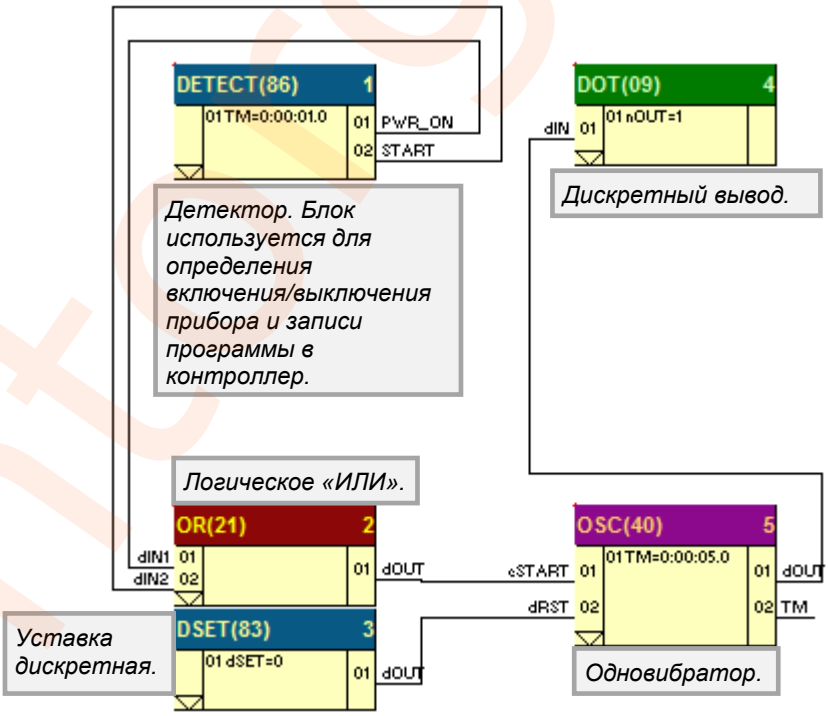


Рисунок 9.86.2 - Пример использования блока DETECT(86)

Примечание: функциональный блок добавлен начиная с версии прошивки 51.52.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Приложение 1. Пример построения простого контура аналогового регулирования

Описание работы

Даная схема может применятся для регулирования любого параметра (температура, давление, уровень, расход и т.п.). На рисунке П.1.1 изображена программа для МИК-51 в графическом виде с помощью функциональных блоков AIN(5), PID(60), AOT(8).

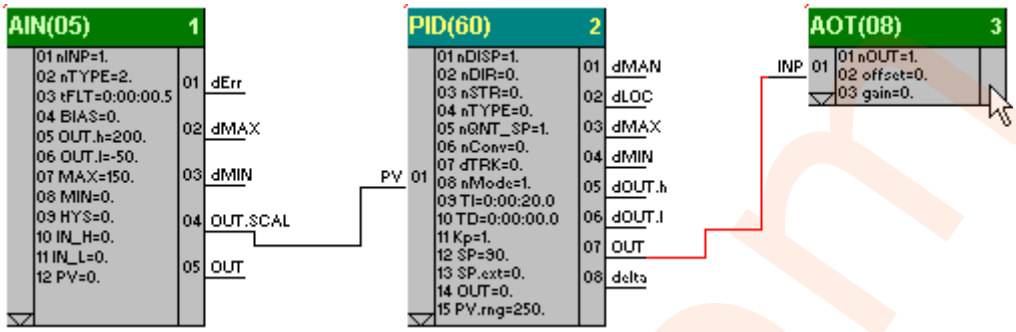


Рисунок П.1.1 – Программа ПИД регулятора

В функциональном блоке AIN обязательно указывается номер физического аналогового входа, тип датчика, диапазон измерения датчика.

В функциональном блоке PID обязательно указывается номер (№) дисплея индикации в панелях регулятора. Далее необходимо указать (изменить) нужные нам параметры, такие как структура, направление действия, режим работы, ПИД коэффициенты регулятора, диапазон изменения регулируемого параметра, ограничение задания, ограничение выхода регулятора.

В функциональном блоке AOT обязательно указывается номер физического аналогового выхода.

Данную программу нужно записать в табличном виде (табл.П.1.1) для введения еѐ с передней панели контроллера. Нужно перейти в режим программирования, количество использованных блоков (в нашем примере – 3), количество программных задатчиков, панелей пользователя (0; 0), и количество панелей регулирования (в нашем примере – 1). После введения функциональных блоков, параметров и связей, нужно записать программу в энергонезависимую память.

Таблица П.1.1 – Табличный вид записи программы

Алгоритмы					Конфигурация					Настройки		
№ бл	шифр	№	Баз. адр.	Мод.	№ бл	№ вх	№ бл	№ вых	Имя входа	№ параметра	Имя параметра	Значение
01	AIN	05	0000	01						01	nINP	1
										02	nTYPE	2
										03	tFLT	0:00:00.5
										04	BIAS	0.000
										05	OUT_H	200.0
										06	OUT_L	-50.00
										07	MAX	150.0
										08	MIN	0.000
										09	HYS	0.000
										10	IN_H	xxxx
										11	IN_L	xxxx
										12	PV	0.000
02	PID	60	0012	01	02	01	01	04	PV	01	nDISP	1
										02	nDIR	0
										03	nSTR	0
										04	nTYPE	0
										05	SP_Q	1
										06	nCONV	0
										07	dTRK	0
										08	nMODE	1
										09	TI	0:00:20.0
										10	TD	0:00:00.0
										11	KP	1.000
										12	SP	90.00
										13	SP_EXTERN	0.000

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Продолжение таблицы П.1.1

Алгоритмы					Конфигурация					Настройки		
№ бл	шифр	№	Баз. адр.	Мод.	№ бл	№ вх	№ бл	№ вых	Имя входа	№ параметра	Имя параметра	Значение
										14	OUT	0.000
										15	PV_RANGE	250.0
										16	SP_H	150.0
										17	SP_L	0.000
										18	SP_RATE	5.000
										19	OUT_H	100.0
										20	OUT_L	0.000
										21	TRK_VAL	0.000
										22	PV_MAX	120.0
										23	PV_MIN	0.000
										24	PV_HYS	0.000
										25	FF_VAL	0.000
										26	FF_GAIN	0.000
										27	FF_H	0.000
										28	FF_L	0.000
										29	COR_VAL	0.000
										30	COR_GAIN	0.000
										31	COR_H	0.000
										32	COR_L	0.000
										33	FB	0.000
03	AOT	08	0045	01	03	01	02	07	INP	01	nOUT	1
										02	--	0.000
										03	--	0.000

Далее необходимо произвести калибровку входного и выходного аналогового сигнала (см. РЭ1), и подключить входные и выходные сигналы к контроллеру (датчик и исполнительный механизм). Для аналогового входа тип датчика указанный в параметре nTYPE блока AIN должен совпадать с установленным с помощью перемычек типом входа на плате процессора и клеммно-блочном соединении.

После проведения выше указанных действий контроллер нужно перевести в режим роботы, перейти на панель отображения регуляторов.

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Приложение 2. Пример построения логических схем управления

Описание работы

Функциональные схемы , приведенные на рисунках П.2.1 и П.2.2 работают по такой логике:

Если Di1=1 (включен) тогда DO1=1
Если dMAX=1 тогда DO1=1
Иначе DO1=0.

То есть, если сработал внешний дискретный датчик или параметр аналогового входа превысил уставку MAX, тогда включить дискретный выход 1, иначе дискретный выход 1 отключить. Данную приведенную логику работы можно осуществить с помощью логических функциональных блоков как показано на рисунке П.2.2. Выбирать нужно ту структуру построения, которая будет проще для понимания и отладки.

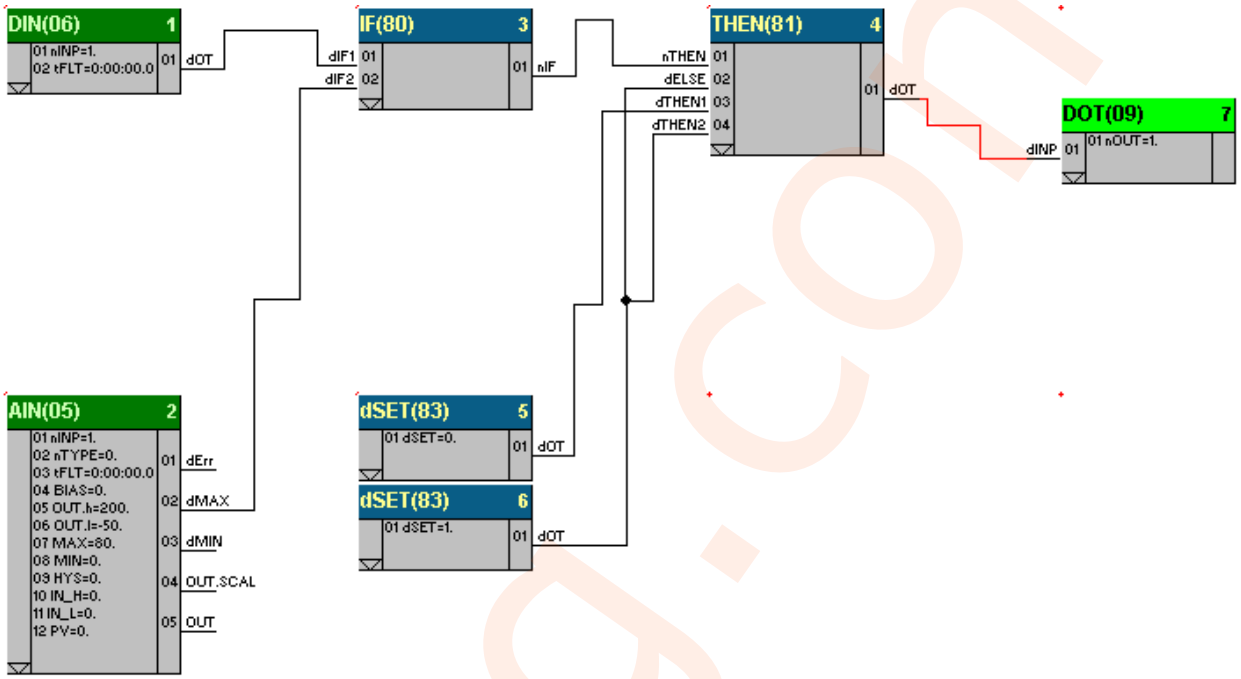


Рисунок П.2.1 – Построение логических схем управления с использованием функциональных блоков *ЕСЛИ – ТОГДА* (IF(80) – THEN(81))

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

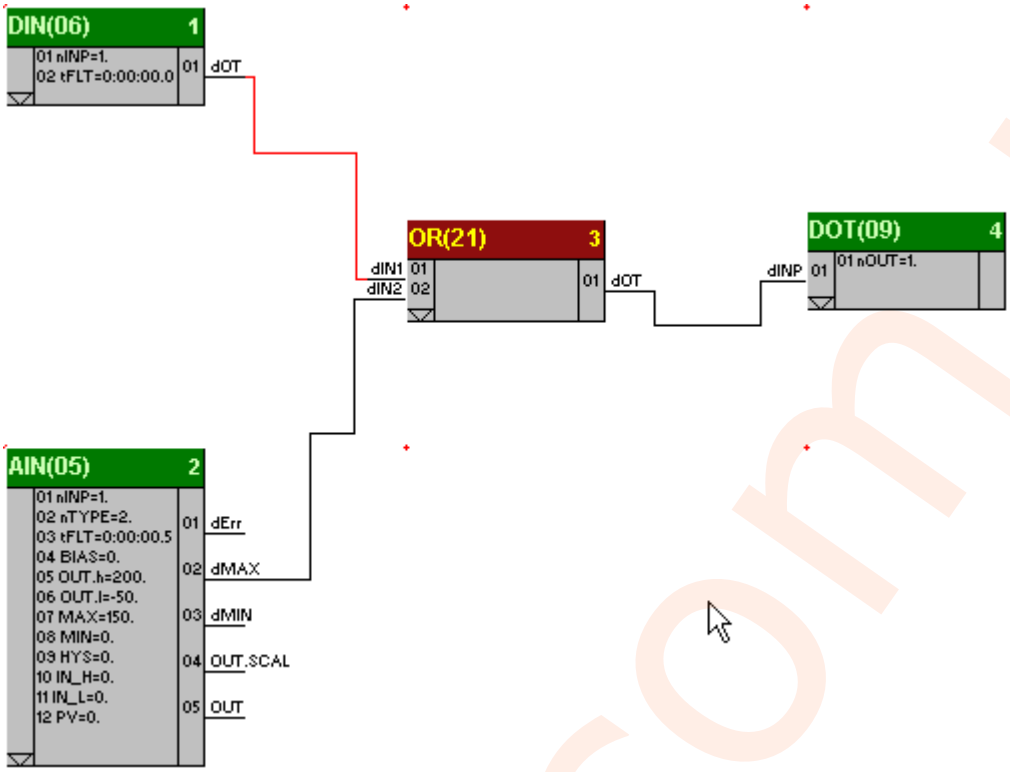


Рисунок П.2.2 – Пример построения логической схемы управления с использованием функционального блока ИЛИ (OR(21))

Приведенные схемы (рис.П.2.1 и рис.П.2.1) могут быть использованы совместно с схемой указанной в приложении 1, как дополнительная логика работы регулятора (тогда нужно изменить порядковые номера и базовые адреса блоков).

ООО "АМТОРГ" +7(4722)40-00-02 amtorg.com.ru

Лист регистрации изменений.

Изм.	Номера листов (страниц)			Всего листов в документе	№ документа	Входящий № сопровождающего документа и дата	Подп.	Дата
	Измененных	Замененных	Новых					
1.20	4, 7, 20	73-111	112-199	199		Расширены описания блоков PID(60), PID_CAS(61), PID_IMP(62), D_PID(95) и D_PID_I(96). Добавлены описания блоков PID_R(90) и PID_I_R(91). В описании блока DIN_CTU(7) исправлено количество счетных входов контроллера. Добавлен лист регистрации изменений.	Д.В.В.	16.08.2010
2.01				231		1. Изменен вид функциональных схем блоков 2. Добавлены примеры использования 3. Исправлены несоответствия 4. Функциональные блоки посортованы согласно программному пакету «ALFA»	Лукащук Р. О	29.08.2013