

42 1811



РЕГУЛЯТОР МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ
РП5-М1-01

Руководство по эксплуатации
СНЦИ.421243.017-01 РЭ

Предприятие-изготовитель - АО "СКБ СПА"
428018, Россия, г. Чебоксары, улица Афанасьева, 8.
Факс (8352) 45-04-42
Телефон (8352) 45-77-14
Тех. специалисты (8352) 45-11-92
Отдел продаж (8352) 45-89-50, 45-84-93
E-mail: admin@skbspa.ru, om@skbspa.ru
www.skbspa.ru

С.2 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

Содержание

	Стр.
1 Описание и работа регулятора	3
1.1 Назначение	3
1.2 Условия эксплуатации	4
1.3 Выполняемые функции	4
1.4 Основные технические характеристики	5
1.5 Конструкция	7
1.6 Функциональная схема	10
1.7 Классификация входов и выходов	10
1.8 Лицевая панель	12
1.9 Программирование, настройка и контроль	13
1.10 Тестирование	28
1.11 Выход в режим работа	30
1.12 Канал интерфейсной связи	30
2 Использование по назначению	31
2.1 Особенности организации ввода -вывода информации	31
2.2 Подключение входных аналоговых сигналов	32
2.3 Подключение входных дискретных сигналов	34
2.4 Подключение импульсного выхода	34
2.5 Подключение дискретных выходов	35
2.6 Организация цепей питания	36
2.7 Подключение регулятора к внешнему абоненту	37
2.8 Подключение регулятора к блокам БРУ, БОР и ПБР	37
2.9 Указание мер безопасности	37
2.10 Порядок установки и монтажа	39
2.11 Подготовка к работе	40
2.12 Порядок работы	44
2.13 Оперативное управление	44
3 Техническое обслуживание	47
4 Транспортирование и хранение	48
5 Приложение А.	
Протокол обмена по внешнему интерфейсному каналу RS-485	49

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления потребителей с регулятором микропроцессорным РП5-М1-01 (в дальнейшем – регулятор) и содержит технические характеристики, описание функциональных возможностей, сведения об устройстве и работе, правила эксплуатации, порядок проверки технического состояния и проведения технического обслуживания.

1 Описание и работа регулятора

1.1 Назначение

Регулятор представляет собой компактный одноканальный контроллер, предназначенный для построения систем контроля и регулирования технологических процессов. Он найдет применение в электротехнической, нефтехимической, металлургической, пищевой и других отраслях промышленности.

Регулятор может эффективно решать различные задачи управления объектами, формируя совместно с электрическим исполнительным механизмом постоянной скорости П, ПИ, ПИД, двух и трехпозиционный законы регулирования. Например, для измерения и регулирования давления, расхода, разрежения, уровня, температуры, мощности, скорости перемещения и других параметров, которые могут быть преобразованы в сигналы постоянного тока и напряжения.

Регулятор оснащен средствами оперативного управления, которые представляют собой набор кнопок, цифровых и единичных индикаторов. Эти средства позволяют изменять режимы работы, устанавливать задание, вручную управлять исполнительным устройством, контролировать сигналы и индицировать ошибки.

Регулятор - программируемое устройство. Программирование сводится к простой процедуре конфигурирования аналоговых входов и установке параметров настройки.

Для программирования используются те же кнопки и индикаторы, что и для оперативного управления.

Регулятор рассчитан на щитовой утопленный монтаж. Стандартные аналоговые и дискретные датчики, термодары и термопреобразователи сопротивления, а также исполнительное устройство подключаются к регулятору с помощью индивидуальных кабельных связей.

Обозначение регулятора при заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен, должно содержать запись о принадлежности регулятора к изделиям ГСП, наименование, условное обозначение в соответствии с таблицей 1, обозначение технических условий.

С.4 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

Пример записи обозначения регулятора с наличием интерфейсного канала RS-485 при заказе:

«Регулятор микропроцессорный РР5-М1-01, СНЦИ.421243.017-01 ТУ».

1.2 Условия эксплуатации

Регулятор предназначен для эксплуатации в следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от 5°C до 50 °С;
- относительная влажность до 80 % при температуре 25°C;
- вибрация частотой до 25 Гц с амплитудой до 0,1 мм;
- магнитные поля постоянные или переменные частотой 50 Гц напряженностью до 400 А/м;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

По защищенности от воздействия окружающей среды в соответствии с ГОСТ Р52931-2008 регулятор выполнен в обыкновенном исполнении со степенью защиты IP20 ГОСТ 14254-96.

1.3 Выполняемые функции

Регулятор выполняет следующие функции:

- формирование сигнала задания и его ручная установка;
- программный выбор вида входного сигнала для каждого входа и его масштабирование;
- линеаризация характеристик термопар ТХА, ТХК и термопреобразователей сопротивления ТСМ, ТСП;
- автоматический, ручной и дистанционный режимы управления;
- цифровая индикация сигнала задания в процентах, параметра - в процентах или в технических единицах;
- формирование совместно с электрическим исполнительным механизмом постоянной скорости П, ПИ, ПИД, двух и трехпозиционного законов регулирования;
- индикация на единичных индикаторах режимов программирования, управления, состояния выходных ключей;
- сигнализация о превышении сигналом рассогласования уставок +ε и -ε и индикация на единичных индикаторах;
- контроль по цифровым индикаторам параметров настройки регулятора и их изменение в режиме РАБОТА;
- измерение и компенсация э.д.с. «холодных спаев» термопары;

- контроль обрывов и короткого замыкания линии связи с термопреобразователем сопротивления и датчиком сигнала 4-20 мА;
- сохранением параметров регулятора в энергонезависимой памяти при отключении напряжения питания;
- прием и передача данных по каналу интерфейсной связи RS-485.

1.4 Основные технические характеристики

1.4.1 Регулятор в зависимости от наличия канала интерфейсной связи имеет исполнения, приведенные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Обозначение	Условное обозначение исполнения	Наличие интерфейсного канала RS-485	Габаритные размеры лицевой панели, мм
СНЦИ.421243.019-01	РП5-М1-01	Есть	80 x 160

1.4.2 Количество входов:

- аналоговых 4
- дискретных 3

Число выходов:

- импульсных 1
- дискретных 2

1.4.3 Аналоговые входные сигналы:

- унифицированные постоянный ток 0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА
- напряжение постоянного тока 0-50 мВ
- термопары по ГОСТ Р 8.585-2001 ТХА (К) от 0 °С до 900 °С
ТХК (L) от 0 °С до 600 °С

- термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-2009 ТСМ 50, ТСМ100 (W100 = 1,428)
от минус 50°С до 200°С
ТСП50, ТСП100 (W100 = 1,391)
от минус 50°С до 600°С

- основная приведенная погрешность преобразования входных сигналов по индикации 1,0 %

С.6 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

- гальваническая развязка входы 1 и 2, 3 и 4 связаны между собой, но изолированы от других цепей
- 1.4.4 Дискретные входные сигналы:
 - тип сигнала сухой контакт (замкнут – разомкнут)
 - гальваническая развязка входы связаны между собой, но изолированы от других цепей
- 1.4.5 Импульсный трехпозиционный выход – транзисторные ключи:
 - напряжение коммутации 24 В постоянного тока
 - ток нагрузки, не более 0.2 А
 - гальваническая развязка выход изолирован от других цепей
- 1.4.6 Дискретные выходы – транзисторные ключи:
 - напряжение коммутации 24 В постоянного тока
 - ток нагрузки, не более 0,2 А
 - гальваническая развязка выходы изолированы друг от друга и от других цепей
- 1.4.7 Выходы канала интерфейсной связи Выходы изолированы от других цепей
- 1.4.8 Выходной сигнал внутреннего источника при питании от сети 220 В, 50 Гц Напряжение постоянного тока (30±3) В, ток до 0,05 А
- 1.4.9 Режимы управления автоматический, ручной, дистанционный
- 1.4.10 Вид задания ручной (внутренний)
- 1.4.11 Контролируемые параметры задание, входы, рассогласование, параметры настройки регулятора, ошибки
- 1.4.12 Параметры настройки в соответствии с таблицей 5
- 1.4.13 Габаритные размеры регулятора 80 x 160 x 207 мм
- 1.4.14 Параметры питания
 - Основное питание:
 - напряжение $(220 \begin{smallmatrix} +22 \\ -33 \end{smallmatrix})$ В
 - частота (50 ± 1) Гц
 - Резервное питание:
 - напряжение постоянного тока $(24 \begin{smallmatrix} +2,4 \\ -3,6 \end{smallmatrix})$ В
- 1.4.15 Потребляемая мощность, не более 15 В·А
- 1.4.16 Масса, не более 2,5 кг

1.4.17 Срок службы	10 лет
1.4.18 Параметры индикации	
- цвет свечения	красный
- высота знаков	13 мм

1.5 Конструкция

Регулятор является автономным и функционально законченным изделием.

Конструктивно регулятор представляет собой блок приборного исполнения, предназначенный для щитового утопленного монтажа.

Габаритные и установочные размеры регулятора, внешний вид лицевой панели, вид со стороны задней стенки приведены на рисунках 1-3.

На лицевой панели расположены органы оперативного управления и программирования, представляющие собой два четырехрядных цифровых индикатора (верхний - ЦИ1, нижний - ЦИ2), восемь единичных светодиодов и четыре функциональные кнопки.

Со стороны задней стенки расположены четыре клеммные колодки, необходимые для организации внешних соединений, элемент чувствительный медный (ЭЧМ) на зажимах, винт заземления.

Все клеммные колодки у регулятора неразъемные.

Все элементы принципиальной схемы, а также клеммные колодки, установлены на печатных платах. Печатные платы соединены между собой при помощи разъемов, и вместе с рамкой лицевой панели образуют жесткую конструкцию, вставляемую в металлический корпус. Крепление конструкции в корпусе осуществляется винтами со стороны задней стенки.

Крепление регулятора к щиту осуществляется при помощи рамки, двух толкателей, швеллера и двух винтов (рисунок 1).

С.8 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

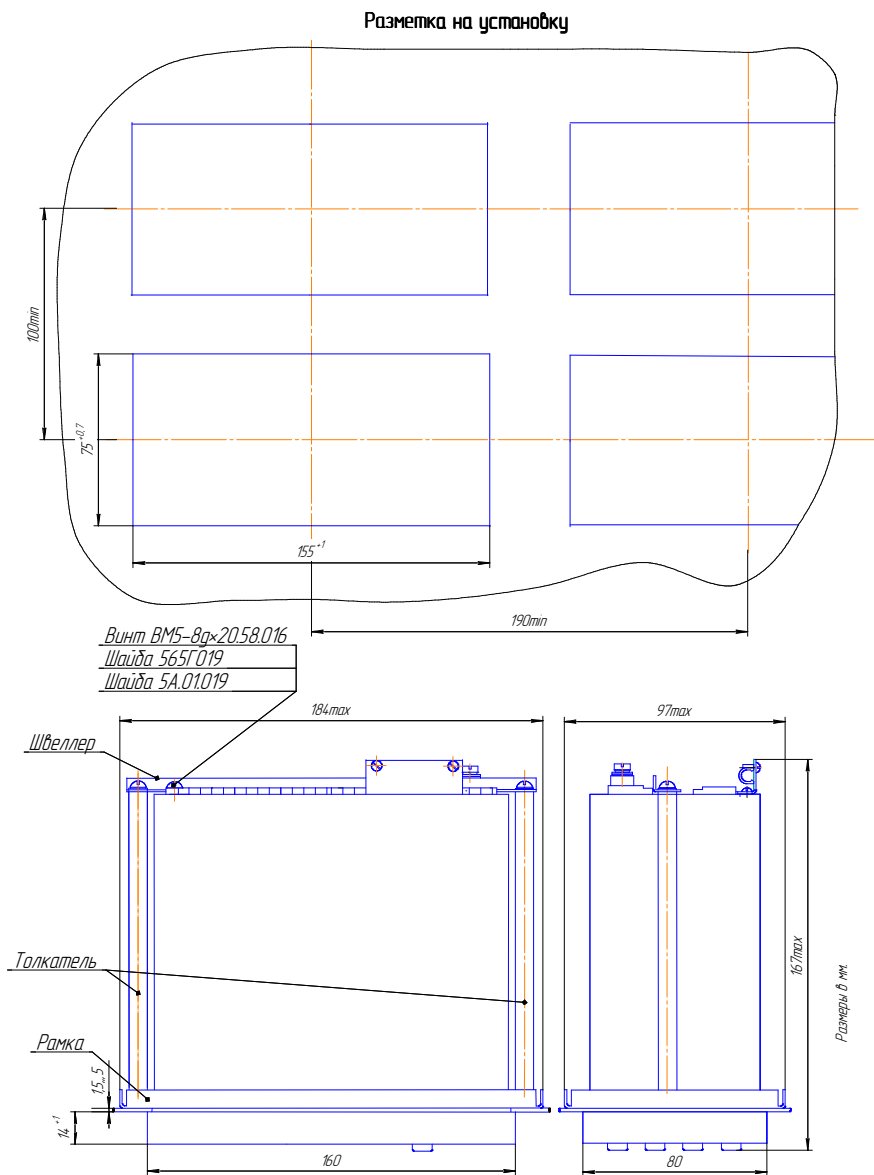


Рисунок1 Габаритные и установочные размеры регулятора

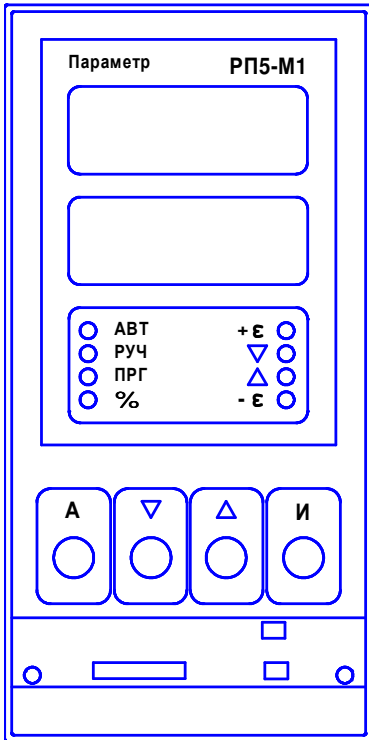


Рисунок 2 –
Лицевая панель
регулятора

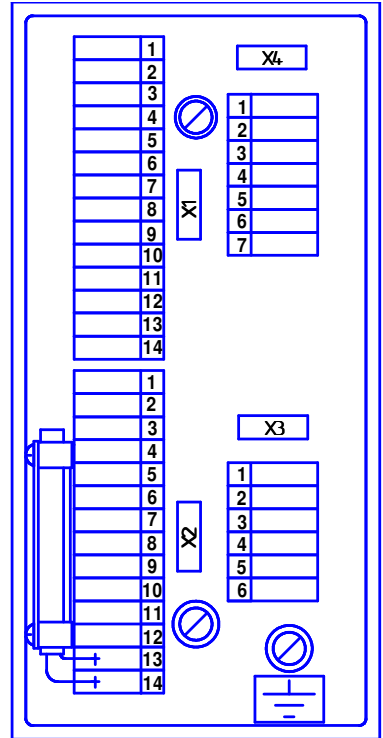


Рисунок 3 –
Вид со стороны задней
стенки регулятора

1.6 Функциональная схема

Функциональная схема регулятора приведена на рисунке 4. Часть элементов функциональной структуры реализована аппаратно, часть - программно.

Регулятор рассчитан на прием аналоговых и дискретных сигналов и выдачу дискретных и импульсного сигналов. Формирование импульсного сигнала типа «больше» - «меньше» выполняется программно, эти сигналы поступают на пускатель исполнительного механизма через транзисторные ключи.

Аппаратура ввода (входные УСО), представляющая собой входные усилители на аналоговых входах 1 и 3, преобразователи «напряжение – частота» для каждой пары аналоговых входов, гальванические разделители аналоговых и дискретных сигналов и управляемый процессором коммутатор преобразует входные сигналы в цифровую форму. Аппаратура вывода (выходные УСО) формирует управляющие выходные сигналы Q_B и Q_M на импульсном выходе и дискретные сигналы $Q+\epsilon$ и $Q-\epsilon$.

Регулятор имеет исполнение с каналом интерфейсной связи RS-485.

1.7 Классификация входов и выходов

1.7.1 Аналоговые входы

Регулятор имеет четыре аналоговых входа. Унифицированные сигналы 0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА могут быть поданы на все четыре входа. Для других видов сигналов есть некоторые ограничения:

- сигналы напряжения постоянного тока 0-50 мВ могут быть поданы на входы 1 и 3;
- сигналы от термопар могут быть поданы на входы 1, 3, однако при этом ко входу 4 необходимо подключить ЭЧМ 50М для компенсации э.д.с. «холодных спаев» термопары, причем один на 2 входа. В данном случае регулятор будет иметь три входных сигнала;
- сигналы от термопреобразователей сопротивления могут быть поданы на входы 2 и 4.

Все аналоговые входы регулятора в исходном состоянии не «привязаны» к каким-либо функциям регулятора. Такая привязка, а также определение вида входного сигнала для каждого входа, осуществляется пользователем и реализуется в процессе программирования в соответствии с 1.9.

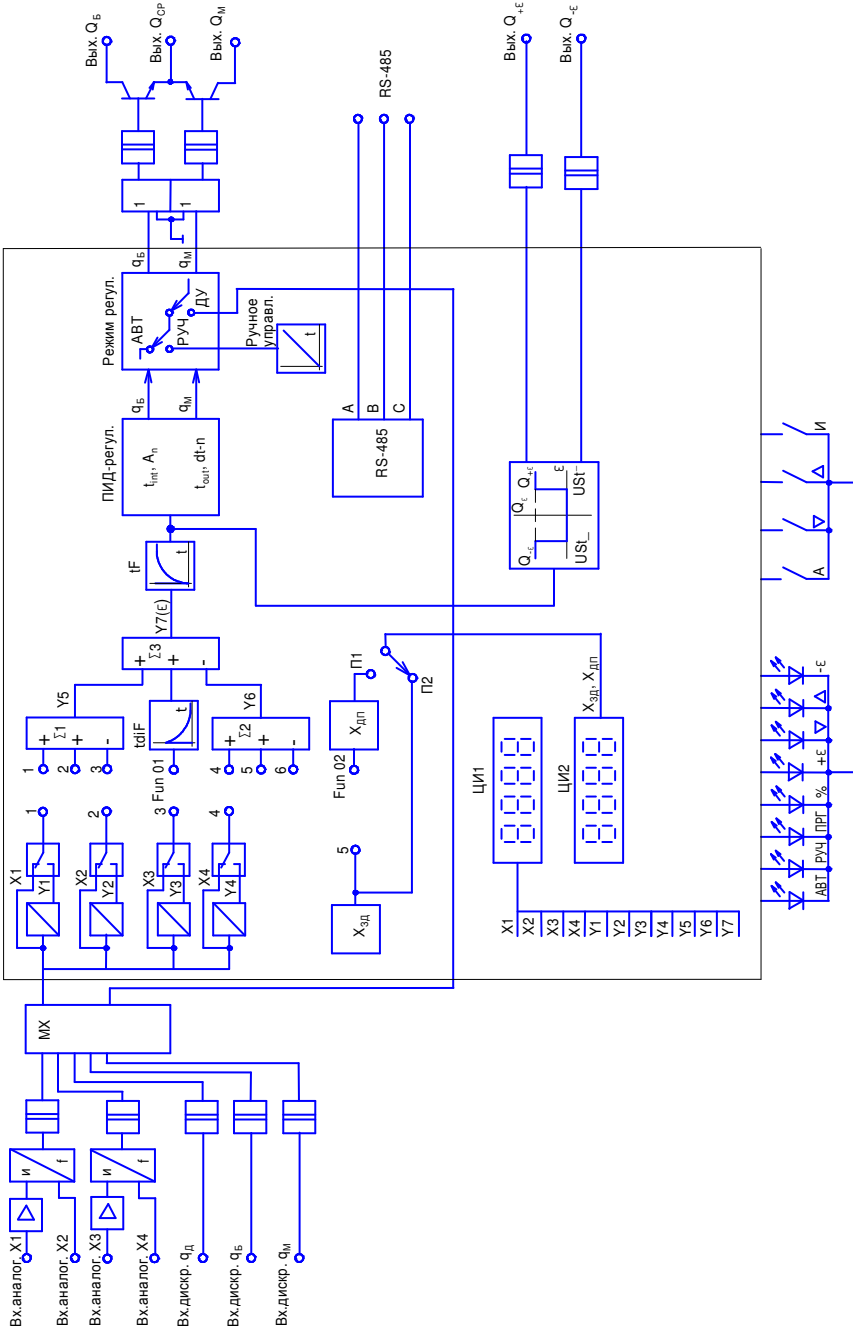


Рисунок 4 - Функциональная схема регулятора

С.12 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

1.7.2 Дискретные входы

В регуляторе предусмотрено 3 дискретных входа, которые имеют следующее назначение:

- вход дискретный q_d – для переключения регулятора на дистанционный режим управления (ДУ);
- вход дискретный q_b , вход дискретный q_m - для управления исполнительным механизмом в сторону «больше» и в сторону «меньше» соответственно в режиме ДУ.

1.7.3 Импульсный выход. Дискретные выходы.

Один трехпозиционный импульсный выход типа «больше» - «меньше» предназначен для управления исполнительным механизмом и представляет собой управляемые ШИМ - сигналом транзисторные ключи с нагрузочной способностью 0,2 А при напряжении 24 В от внешнего источника. Длительность управляющего импульса постоянна. Длительность периода обратно пропорциональна величине сигнала рассогласования. Минимальная длительность управляющего импульса задается в кольце параметров настройки в соответствии с таблицей 5.

Дискретные выходы $Q+\epsilon$ и $Q-\epsilon$ - связаны с порогом срабатывания нуля - органа, контролирующего величину сигнала рассогласования ϵ . Эти дискретные выходы активизируются при превышении сигналом рассогласования порогов срабатывания нуля - органа.

1.7.4 Интерфейсный вход-выход

Интерфейсный вход-выход предназначен для связи регулятора с внешним управляющим устройством в форме последовательного кода RS-485.

1.8 Лицевая панель

Лицевая панель регулятора приведена на рисунке 2.

Она содержит органы индикации и управления, предназначенные для технологического программирования, контроля и управления.

В зависимости от того, в каком режиме находится регулятор (программирования или оперативного управления), назначение цифровых индикаторов ЦИ1, ЦИ2 и функциональных кнопок различное, согласно 1.9.

Свечение единичных индикаторов означает:

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| АВТ - | - режим управления автоматический; |
| РУЧ (ровное свечение) | - режим управления ручной; |
| РУЧ (мигающее свечение) | - режим управления дистанционный; |
| ПРГ | - режим программирования; |

%	- индикация параметров в процентах, - индикация этих же параметров в физических и технических единицах, если не светится
+ε	- сигнал рассогласования достиг верхнего порога нуль - органа, сработал дискретный выход Q+ε
-ε	- сигнал рассогласования достиг нижнего порога нуль - органа, сработал дискретный выход Q-ε
▲, ▼	- направление срабатывания регулятора соответственно в сторону «больше» или «меньше».

1.9 Программирование, настройка и контроль

Под программированием понимается ввод оператором с помощью кнопок и цифровых индикаторов на лицевой панели всех параметров, определяющих работу регулятора, и запись результатов программирования в энергонезависимое запоминающее устройство (ЭПЗУ) с целью их сохранения при отключении напряжения питания.

При программировании последовательно выполняются следующие процедуры:

- конфигурирование;
- параметры настройки.

Переход из процедуры конфигурирования к процедуре «Параметры настройки» осуществляется автоматически по завершении процедуры конфигурирования.

Во время выполнения процедуры конфигурирования всегда и при первом выполнении следующей за ней процедуры «Параметры настройки» выход регулятора находится в отключенном состоянии.

1.9.1 Конфигурирование

Конфигурирование – это выполнение операций программирования, обеспечивающих:

- требуемую структуру соединения входов регулятора и задатчика с цифровыми входами сумматоров;
- выбор типа датчиков входных сигналов;
- получение требуемых характеристик преобразования входных сигналов и их масштабирование с целью правильного формирования сигнала рассогласования;

С.14 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

- формирование требуемых характеристик индикации сигнала контролируемого параметра в технических единицах.

В процедуре конфигурирования выполняются и контролируются следующие операции:

- 1) схема соединения входов;
- 2) номер функции;
- 3) тип датчика;
- 4) характеристика преобразования;
- 5) индикация.

Выполнение операций конфигурирования задается программно в следующей последовательности:

- операции 1-4 для входа 1;
- операции 1-4 для входа 2;
- операции 1-4 для входа 3;
- операции 1-4 для входа 4;
- операция 1 для задатчика;
- операция 5.

Последовательность выполнения операций конфигурирования, формат индикации и устанавливаемые параметры приведены в таблице 2. По цифровому индикатору ЦИ1 устанавливается значение параметра, при этом ЦИ2 индицирует его мнемонический код.

1.9.1.1 Операция «Схема соединения входов»

В этой операции осуществляется соединение входов регулятора с цифровыми входами сумматоров. Вход регулятора может быть свободным или связанным. Вход считается свободным, если он подключен к нулевому цифровому входу и для данного входа не задействована функция дифференцирования или датчика положения.

Если вход регулятора определился как свободный, то последующие операции «Тип датчика» и «Характеристика преобразования» программно исключаются из перечня операций для данного входа. Регулятор автоматически переводится на выполнение первой операции конфигурирования следующего входа.

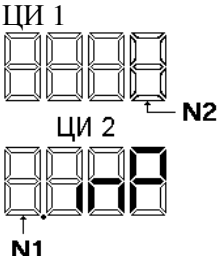
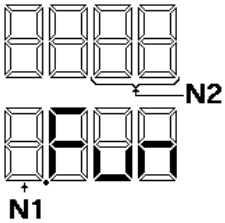
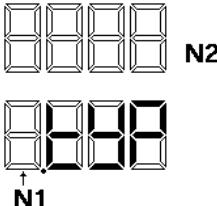
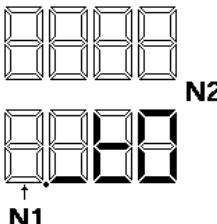
К любому цифровому входу сумматоров, кроме нулевого, может быть подключен только один регулятора.

Неиспользуемые входы регулятора должны быть подсоединены к нулевому цифровому входу.

1.9.1.2 Операция «Номер функции»

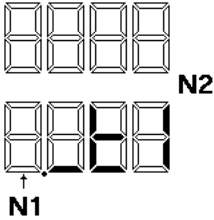
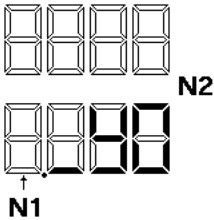
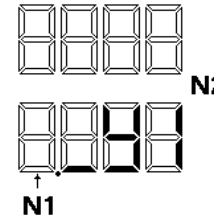
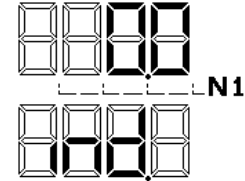
В этой операции осуществляется соединение входа регулятора с блоком, выполняющим одну из функций: «дифференцирование» или «датчик положения».

Таблица 2

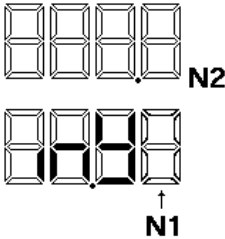
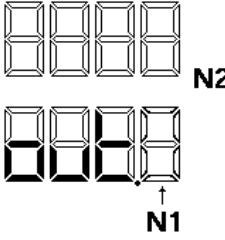
Операция	Формат индикации	Параметры
<p>Схема соединения входов</p>		<p>N1= 1 – 1-й вход 2 – 2-й вход 3 – 3-й вход 4 – 4-й вход 5 – внутренний задатчик (Хзд) N2= 0 – цифровой сумматор не используется N2= 1..6 – используемые входы цифрового сумматора</p>
<p>Номер функции</p>		<p>N1= 1 – 1-й вход 2 – 2-й вход 3 – 3-й вход 4 – 4-й вход N2= 00 – функции нет 01 – используется функция дифференцирования 02 – используется функция датчика положения 03 – в данном регуляторе функцию не вводить</p>
<p>Тип датчика</p>		<p>N1= 1 – 1-й вход 2 – 2-й вход 3 – 3-й вход 4 – 4-й вход N2= тип датчика (таблица 3)</p>
<p>Характеристика преобразования</p>		<p>N1= 1 – 1-й вход 2 – 2-й вход 3 – 3-й вход 4 – 4-й вход N2= значение входного сигнала в физ.ед. для начальной точки характеристики (таблица 3)</p>

С.16 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

Продолжение таблицы 2

Операция	Формат индикации	Параметры
Характеристика преобразования		<p>N1= 1 – 1-й вход 2 – 2-й вход 3 – 3-й вход 4 – 4-й вход</p> <p>N2= значение входного сигнала в физ.ед. для конечной точки характеристики (таблица 3)</p>
		<p>N1= 1 – 1-й вход 2 – 2-й вход 3 – 3-й вход 4 – 4-й вход</p> <p>N2= 0.0...100.0 – значение выходного сигнала в % для начальной точки характеристики</p>
		<p>N1= 1 – 1-й вход 2 – 2-й вход 3 – 3-й вход 4 – 4-й вход</p> <p>N2= 0.0 ..100.0 – значение выходного сигнала в % для конечной точки характеристики</p>
Индикация положения запятой		<p>N1= 0.000 0.00 0.0 0</p>

Окончание таблицы 2

Операция	Формат индикации	Параметры
Индикация характеристики преобразования		<p>N1= 0 – задание начальной точки (y0) 1 – задание конечной точки (y1) характеристики преобразования в % на входе блока индикации</p> <p>N2= 0.0 ... 100.0 – значение сигнала на входе блока индикации в %, соответствующее начальной или конечной точке характеристики преобразования</p>
Индикация характеристики преобразования		<p>N1= 0 – задание начальной точки (out0) 1 – задание конечной точки (out1) характеристики преобразования в технических единицах на выходе блока индикации</p> <p>N2= -999 ... +9999 – значение сигнала на выходе блока индикации в технических единицах, соответствующее начальной или конечной точке характеристики преобразования in.y0 и in.y1 соответственно</p>

Эти функции входят в меню каждого входа регулятора, каждая функция может быть использована в регуляторе только один раз. Нулевой номер функции означает, что данный вход не использует ни одну из функций. Функция «Датчик положения» используется только для входного сигнала от датчика положения исполнительного механизма. Если сигнал от датчика положения предназначен только для индикации его значения, то данный вход регулятора соединяется с

С.18 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

нулевым цифровым входом. Если сигнал датчика положения участвует в процессе регулирования (например, для формирования П-закона регулирования), то данный вход дополнительно соединяется с требуемым цифровым входом сумматоров.

1.9.1.3 Операция «Тип датчика»

В этой операции для каждого входа регулятора выбирается один из типов датчика, их перечень, условное обозначение на цифровом индикаторе ЦИ1 при программировании, а также диапазон установки приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Номер входа регулятора	Тип датчика и входные сигналы	Обозначение датчика на ЦИ1	Диапазон установки
1, 3	Постоянный ток 0 – 5 мА 4 – 20 мА 0 – 20 мА Напряжение постоянного тока 0 – 50 мВ Термопары ТХА (К) ТХК (L)	i0_5 4_20 0_20 U_50 HA HC	от 0,000 до 5,000 мА от 3,500 до 20,00 мА от 0,00 до 20,00 мА от 0,00 до 50,00 мВ от 0,0°С до 900,0°С от 0,0°С до 600,0°С
2, 4	Постоянный ток 0 – 5 мА 4 – 20 мА 0 – 20 мА Термопреобразователи сопротивления ТСМ 50 ТСМ 100 ТСП 50 ТСП 100	I i0_5 4_20 0_20 CU_50 C-100 Pt_50 P100	от 0,000 до 5,000 мА от 3,500 до 20,00 мА от 0,00 до 20,00 мА от - 50,0°С до + 200,0°С от - 50,0°С до + 200,0°С от - 50,0°С до + 600,0°С от - 50,0°С до + 600,0°С

1.9.1.4 Операция «Характеристика преобразования»

В этой операции устанавливаются начальное и конечное значения входного сигнала в физических единицах (мВ, мА, °С) и соответствующие им начальное и конечное значения выходного сигнала преобразования в %, т.е. задаются точки координат, через которые проходит характеристика преобразования. В этой операции определяется вид характеристики преобразования с одновременным выполнением масштабирования входного сигнала.

Так как сложение входных сигналов в сумматорах осуществляется в процентах, то оператор, устанавливая начальные и конечные точки характеристики преобразования, приводит все значения сигналов к требуемому уровню.

При выполнении операции «Характеристика преобразования» нижние значения задаваемых точек характеристики преобразования входных сигналов должны быть меньше верхних значений.

Результат преобразования входного сигнала выражается формулой:

$$Y = Y_{\min} + \frac{(Y_{\max} - Y_{\min}) \cdot (X - X_{\min})}{X_{\max} - X_{\min}},$$

где Y – выходной сигнал преобразования, %;

X – текущее значение входного сигнала в физических единицах (мА, мВ, °С);

X_{\max} , X_{\min} – задаваемые входные точки характеристики преобразования в физических единицах;

Y_{\max} , Y_{\min} – задаваемые выходные точки характеристики преобразования, %.

1.9.1.5 Операция «индикация»

В этой операции устанавливаются параметры блока индикации, с помощью которых задается формат числа, в котором контролируемый параметр выводится на цифровой индикатор ЦИ1 для отображения в технических единицах.

Для этого необходимо один из сумматоров освободить для сигнала контролируемого параметра. Все другие входные сигналы соединить с цифровыми входами второго сумматора. Контроль сигналов в технических единицах осуществляется на выходах сумматоров У5, У6, У7 в соответствии с рисунком 4.

1.9.1.6 Команды процедуры конфигурирования

Команды формируются при помощи комбинаций четырех кнопок расположенных на лицевой панели регулятора.

С.20 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

Вход в режим программирования и конфигурирования осуществляется при последовательном выполнении двух команд.

Первая команда (одновременное нажатие кнопок ▲ + ▼) должна быть выполнена в течение 5 секунд после включения напряжения питания, когда на ЦИ1 высвечивается символ **tESt**. После ввода этой команды на ЦИ1 должен появиться мигающий символ **SEt** – символ входа в режим программирования, и должен светиться индикатор **ПРГ**.

Вторая команда (нажатие кнопки **И**) переводит регулятор в процедуру конфигурирования первого входа регулятора на выполнение первой операции «Схема соединения входов» в соответствии с таблицей 2.

Программирование любой операции в процедуре конфигурирования осуществляется одним и тем же набором команд, перечень и последовательность выполнения которых, а так же внешние признаки на ЦИ1 после ввода команд, назначение команд приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Комбинация кнопок (команды)	Внешний признак на ЦИ1 после нажатия кнопок	Назначение команд
И	Сообщение на ЦИ1 мигает	Получение разрешения на изменение параметра
▲, ▼	Сообщение на ЦИ1 мигает	Изменение по ЦИ1 значения параметра в соответствующую сторону
И	Сообщение на ЦИ1 не мигает	Переход к следующему параметру
А	Сообщение на ЦИ1 любое	Последовательное нажатие - возврат к предыдущим шагам и операциям

По окончании конфигурирования данного входа при переходе к конфигурированию следующего входа результаты конфигурирования автоматически записываются в ЭПЗУ.

При возврате к предыдущим операциям после нажатий кнопки **А** последующие операции конфигурирования выполняются повторно.

После выполнения последней операции «индикация» автоматически осуществляется тестирование на правильность операций. При отсутствии ошибок регулятор переходит в процедуру «Параметры настройки» к установке первого параметра в соответствии с таблицей 5.

При обнаружении ошибок (согласно таблице 7) перехода в процедуру «Параметры настройки» не произойдет. О наличии ошибки сообщает мигающий ЦИ1.

Ошибка устраняется повторным конфигурированием.

Возврат к повторному конфигурированию осуществляется последовательным выполнением двух команд.

Первая команда (нажатие кнопки **И**) возвращает регулятор в режим программирования (на ЦИ1 мигающий символ **SEt**), вторая команда (повторное нажатие кнопки **И**) осуществляет переход к первой операции процедуры конфигурирования в соответствии с таблицей 2.

Если при включении регулятора команды входа в режим программирования не были выполнены, то регулятор через 5 секунд при положительных результатах тестирования автоматически переходит в режим РАБОТА. Это подтверждается свечением индикатора **АВТ** или **РУЧ** и отсутствием свечения индикатора **ПРГ**.

Вход в режим программирования и процедуру конфигурирования из режима РАБОТА может быть осуществлен в двух вариантах.

В первом варианте осуществляется повторное включение регулятора с последующим выполнением двух команд входа в режим программирования и процедуру конфигурирования.

Во втором варианте вход в режим программирования и процедуру конфигурирования осуществляется последовательным выполнением шести команд:

А+И – выполнение команды подтверждается свечением индикатора **ПРГ**;

А+И – выполнение команды подтверждается мигающим символом **End** на ЦИ1;

А+И - выполнение команды подтверждается мигающим символом **rESt** на ЦИ1;

И - выполнение команды подтверждается мигающим символом **tESt** на ЦИ1;

▲ + ▼ - выполнение команды подтверждается мигающим символом **SEt** на ЦИ1;

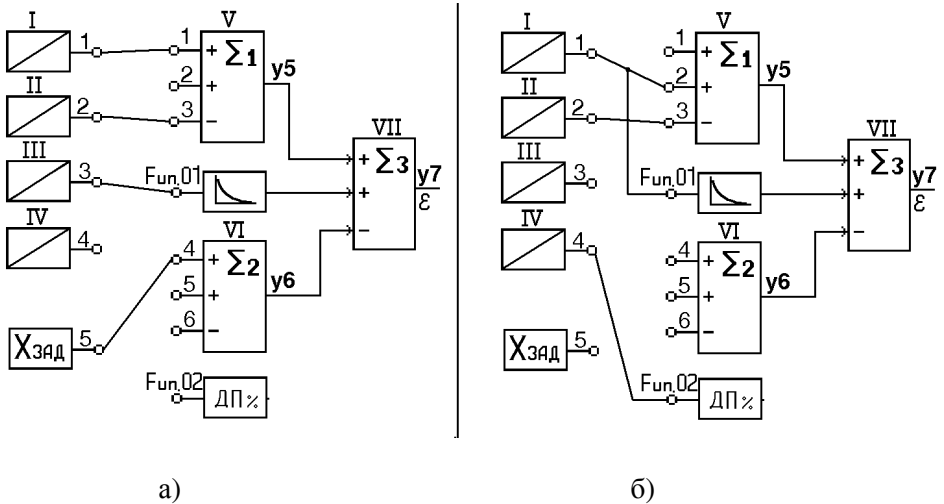
(Эта команда выполняется в течение 5 секунд после выполнения предыдущей команды. Задержка приводит к автоматическому переходу в режим РАБОТА);

И - выполнение команды подтверждается переходом в процедуру конфигурирования в соответствии с таблицей 2.

С.22 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

1.9.1.7 Примеры конфигурирования

1) Примеры конфигурирования входов



ЦИ1 № цифрового входа	1	00	3	00	0	01	0	00	4
ЦИ2 обозначение	1.inP	1.Fun	2.inP	2.Fun	3.inP	3.Fun	4.inP	4.Fun	5.inP

результующая функция $\varepsilon = X1 - X2 + d(X3)/dt - Xзд$

а)

ЦИ1 № цифрового входа	2	01	3	00	0	00	0	02	0
ЦИ2 обозначение	1.inP	1.Fun	2.inP	2.Fun	3.inP	3.Fun	4.inP	4.Fun	5.inP

результующая функция $\varepsilon = X1 - X2 + d(X1)/dt$

б)

Рисунок 5

2) Пример операции «Тип датчика».

Пусть конфигурация входов установлена как на рисунке 5а и используются следующие типы датчиков входных сигналов:

1-й вход – токовый датчик 0-5 мА (на ЦИ1 - **i0_5**);

2-й вход – токовый датчик 0-20 мА (на ЦИ1 - **o_20**);

3-й вход – датчик ТХА (К) (на ЦИ1 - **HA**)

4-й вход – датчик для компенсации э.д.с. «холодных спаев» термопары ТХА типа ТСМ50 (на ЦИ - **Cu50**).

3) Пример операции «Характеристика преобразования».

Для каждого связанного входа и установленного типа датчика устанавливается характеристика преобразования.

Для 1-го входа ($t_0=0\text{мА}$; $t_1=3\text{мА}$; $y_0=0\%$; $y_1=50\%$) установим:

1._t0 = 0.000;

1._t1 = 3.000;

1._y0 = 0.0;

1._y1 = 50.0.

Для 2-го входа ($t_0=4\text{мА}$; $t_1=10\text{мА}$; $y_0=0\%$; $y_1=100\%$);

2._t0 = 4.00;

2._t1 = 10.00;

2._y0 = 0.0;

2._y1 = 100.0.

Для 3-го входа ($t_0=0^\circ\text{C}$; $t_1=200^\circ\text{C}$; $y_0=0\%$; $y_1=100\%$);

3._t0 = 0.0;

3._t1 = 200.0;

3._y0 = 0.0;

3._y1 = 100.0.

Для 4-го входа характеристика не задается, т.к. вход используется для компенсации э.д.с. «холодных спаев» термопары ТХА, для этого входа устанавливается только тип датчика **Cu50**.

4) Пример операции «Индикация».

Пусть требуется отображение в технических единицах:

0% - 1,00 тех.ед.

100% - 11,00 тех.ед.

Установим положение запятой во 2-м разряде - на ЦИ1 установим сообщение **0.00**

Затем задаем характеристику преобразования:

- **in.y0** = 0.0%;

- **in.y1** = 100.0%;

- **out.0** = 1.00;

- **out.1** = 11.00

С.24 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

1.9.2. Процедура «Параметры настройки».

1.9.2.1 Эта процедура является продолжением режима программирования.

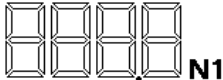

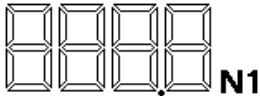

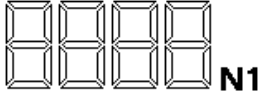
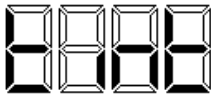
В этой процедуре осуществляются операции по установке всех параметров регулирования.

Наименование параметров, диапазоны изменения, а так же отображение информации на цифровых индикаторах ЦИ1 и ЦИ2 приведены в таблице 5.

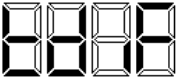

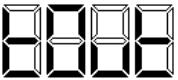
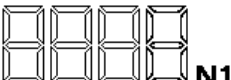
По ЦИ1 устанавливается значение параметра, при этом ЦИ2 показывает мнемонический код параметра.

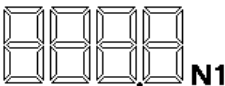
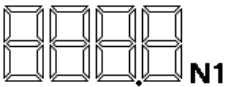
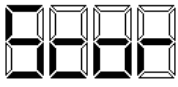
Изменение того или иного параметра происходит последовательно по кольцу, начиная с первого параметра.

Т а б л и ц а 5

Название параметра настройки	Формат индикации	Диапазон изменения
Сигнал ручного задатчика Хзд	<p>ЦИ1</p>  <p>ЦИ2</p> 	$N1 = 0,0 - 100,0 \%$
Коэффициент передачи регулятора	 	$N1 = 0,5 - 5,0 \text{ с}/\%$ 0,4 – законы ПИ, ПИД не формируются
Постоянная времени интегрирования	 	$N1 = 5 - 500 \text{ с}$

Продолжение таблицы 5

Название параметра настройки	Формат индикации	Диапазон изменения
Постоянная времени дифференцирования	 	N1= 0,0 – 100,0 с
Зона нечувствительности	 	N1= 0,2 – 2,0 %
Постоянная времени демпфирования	 	N1= 0,0 – 30,0 с
Минимальная длительность импульса	 	N1= 0,1 – 1,0 с Дискретность 0,1 с
Номер точки контроля для вывода информации на ЦИ	 	<p>Индикатор % не светится</p> <p>N1= 1 – 4 входы регулятора. – индикация - в физических ед.;</p> <p>N1= 5 – 7 выходы сумматоров – индикация в технических ед.;</p> <p>Индикатор % светится</p> <p>N1= 1 – 4 выходы преобразователей входных сигналов, индикация в %;</p> <p>N1= 5 – 7 выходы сумматоров, индикация в %</p>

Название параметра настройки	Формат индикации	Диапазон изменения
Уставка срабатывания сигнализации по положительной величине сигнала рассогласования	 	$N1 = 0,0 - 100,0 \%$
Уставка срабатывания сигнализации по отрицательной величине сигнала рассогласования	 	$N1 = 0,0 - 100,0 \%$
Интерфейсный системный номер	 	$N1 = 1 - 247$
Скорость обмена по интерфейсу	 	$N1 = 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 (F200)$ бод (Рекомендуемая скорость обмена 9600 бод)

1.9.2.2 Перечень команд процедуры «Параметры настройки»

Вход в процедуру «Параметры настройки» осуществляется автоматически после завершения последней операции в процедуре конфигурирования.

После входа в процедуру «Параметры настройки» первым параметром будет сигнал задания, код **inPH** в соответствии с таблицей 5.

Последовательность команд при установке любого параметра в процедуре «Параметры настройки» приведена в таблице 6.

Таблица 6

Комбинация кнопок (команды)	Внешние признаки на ЦИ1 после нажатия кнопок	Назначение команды
И	Сообщение на ЦИ1 мигает	Получение разрешения на изменение выбранного параметра
▲, ▼	Сообщение на ЦИ1 мигает	Изменение по ЦИ1 значения параметра в соответствующую сторону
▲ + ▼	Сообщение SAUE на ЦИ1 мигает	Разрешение записи установленного значения параметра в ЭПЗУ
И	Сообщение на ЦИ1 не мигает	Запись в ЭПЗУ установленного значения параметра и переход к следующему параметру
А	Сообщение на ЦИ1 не мигает	Разовое нажатие – переход к предыдущему шагу. Последовательное нажатие – просмотр параметров и выбор параметра для его изменения

Вход в процедуру «Параметры настройки» возможен также из режима РАБОТА.

Этот вариант используется для перепрограммирования (корректировки) параметров. Вход в процедуру осуществляется командой (одновременным нажатием кнопок **А+И**). Выполнение команды подтверждается свечением индикатора **ПРГ**.

Первым параметром процедуры будет параметр, который устанавливался последним при предыдущем программировании.

После входа в процедуру регулятор сохраняет тот режим управления (автоматический или ручной), из которого осуществился выход в процедуру.

Если регулятор находится в режиме автоматического управления, то изменение параметра сразу оказывает влияние на процесс регулирования.

Измененные параметры необходимо записать в ЭПЗУ для их сохранения при отключениях напряжения питания.

В регуляторе при определенных соотношениях коэффициента передачи (**Ап**), длительности импульса (**tOut**), зоны нечувствительности

С.28 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

(**dt_n**), возможно возникновение автоколебаний, что фиксируется по очередному включению индикаторов ▲ и ▼ на лицевой панели. Для отсутствия автоколебаний необходимо соблюдать соотношение

$$\frac{t_{\text{Out}}}{A_{\text{п}}} < dt_n$$

1.9.2.3 Примеры задания вида индикации на ЦИ.

Пусть в режиме РАБОТА требуется индицировать значение входа 2 на рисунке 6а) в физических единицах. Для этого в процедуре параметры настройки необходимо сделать следующее:

- выбрать с помощью кнопок **И** или **А** параметр «Номер входа, содержимое которого выводится для отображения на ЦИ» (таблица 5);
- нажав кнопку **И**, получить доступ к возможности изменения значения параметра (об этом свидетельствует мигание ЦИ1);
- с помощью кнопок ▲, ▼ установить на ЦИ1 номер входа, равный 2, и добиться отсутствия свечения ЕИ %;
- сохранить новое значение в ЭПЗУ, для этого нажать одновременно на кнопки (▲+▼) - на ЦИ появится мигающее сообщение **SAUE**;
- подтвердить запись параметра в ЭПЗУ нажав кнопку **И** - значение параметра будет сохранено в ЭПЗУ.

1.10 Тестирование

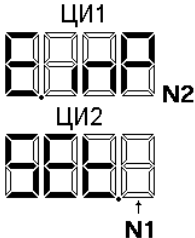
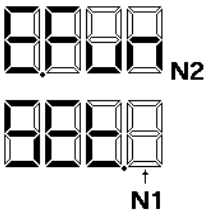
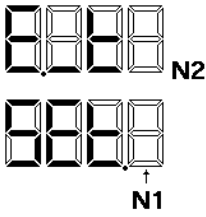
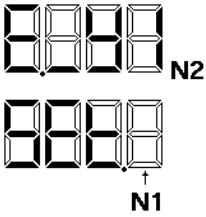
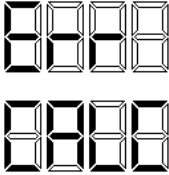
Тестирование – это проверка корректности данных, находящихся в ЭПЗУ, на допустимость значений и проверка целостности данных калибровки регулятора. Тестирование выполняется автоматически, без участия оператора, в течении 5 секунд. после включения регулятора , если не было нажатия кнопок, или по завершении процедуры конфигурирования. Если были обнаружены ошибки в данных, то на ЦИ появляются соответствующие сообщения в соответствии с таблицей 7.

При обнаружении ошибок сообщение на ЦИ1 мигает, что указывает оператору на необходимость вмешательства в работу регулятора. Следует подтвердить обнаружение ошибки, нажав кнопку **И** - регулятор перейдет к процедуре конфигурирования, на ЦИ1 появится мигающее сообщение **SEt**, затем повторить процедуру конфигурирования 1.9.1.

Если ошибок не было обнаружено, то регулятор перейдет в режим РАБОТА.

Перечень и наименование ошибок, их обозначение на цифровых индикаторах приведены в таблице 7.

Таблица 7

Сообщение на ЦИ	Наименование ошибок
	<p>К одному цифровому входу сумматора подключено более одного входа регулятора N1 = 1 – 4 – номер входа регулятора, подключенный к занятому цифровому входу N1 = 5 – задатчик, подключенный к занятому цифровому входу N2 – мигающее сообщение кода ошибки</p>
	<p>Функция дифференцирования или функция «Датчик положения» используется более одного раза N1= 1 – 4 – номер входа, в котором обнаружена ошибка N2 – мигающее сообщение кода ошибки</p>
	<p>Неверное значение входных точек характеристики преобразования (начальное значение должно быть меньше конечного) N1= 1 – 4 – номер входа, в котором обнаружена ошибка N1= 5 – ошибка в блоке индикации (in.y0 должно быть меньше in.y1) N2 – мигающее сообщение кода ошибки</p>
	<p>Неверное значение выходных точек характеристики преобразования (начальное значение должно быть меньше конечного) N1= 1 – 4 – номер входа, в котором обнаружена ошибка N1= 5 – ошибка в блоке индикации (Out.0 должно быть меньше Out.1) N2 – мигающее сообщение кода ошибки</p>
	<p>Данные калибровки нарушены Сообщение на ЦИ1 мигает</p>

1.11 Выход в режим РАБОТА

Возможны три варианта выхода регулятора в режим РАБОТА:

- без входа в режим программирования;
- после выполнения всех процедур программирования;
- после корректировки параметров настройки.

Выход в режим РАБОТА без входа в режим программирования осуществляется автоматически через 5 секунд после включения напряжения питания. Регулятор устанавливается в тот режим управления (автоматический или ручной), который был установлен при последнем включении.

Выход в режим РАБОТА после выполнения всех процедур программирования («Конфигурирование» и «Параметры настройки») осуществляется после выполнения трех команд:

А + И – выполнение команды подтверждается мигающим символом **End** на ЦИ1;

И – выполнение команды подтверждается отсутствием свечения всех единичных индикаторов на лицевой панели;

А или **▲**, **▼** – выполнение команды подтверждается входом в режим автоматического или ручного управления (светится индикатор **АВТ** или **РУЧ** и не светится **ПРГ**).

Выход в режим РАБОТА после корректировки параметров осуществляется после выполнения двух команд:

А + И – выполнение команды подтверждается мигающим символом **End** на ЦИ1;

И – выполнение команды подтверждается пропаданием свечения индикатора **ПРГ** и установкой того режима управления, из которого осуществился переход в процедуру корректировки параметров (светится индикатор **АВТ** или **РУЧ**).

1.12 Канал интерфейсной связи

По каналу интерфейсной связи обеспечивается прием и передача данных последовательным кодом в стандарте интерфейса RS-485 по запросу внешнего абонента.

Прием и передача данных может осуществляться двумя способами:

- непосредственно по двухпроводной полудуплексной схеме;
- через внешний преобразователь интерфейса (адаптер).

Связь регулятора с внешним абонентом осуществляется только в режиме РАБОТА (ручной или автоматический режимы управления).

По каналу интерфейсной связи со стороны внешнего абонента обеспечивается:

- контроль и изменение параметров в операциях конфигурирования, приведенных в таблице 2;

- контроль и изменение параметров регулирования, приведенных в таблице 5;

- контроль параметров входных сигналов.

В режиме АВТ изменения параметров сразу оказывают воздействие на технологический процесс.

Изменения параметров осуществляются непосредственно в ЭПЗУ, поэтому измененные параметры сохраняются при отключении напряжения питания.

Канал интерфейсной связи обеспечивает работу в локальной технологической сети, объединяющей до 32 регуляторов. Системный номер и скорость обмена выбираются в соответствии с таблицей 5.

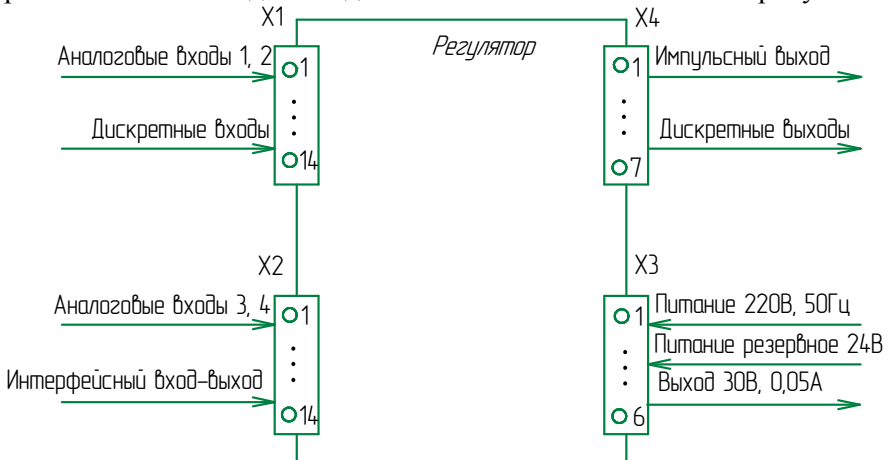
Протокол обмена по интерфейсному каналу приведен в приложении А.

2 Использование по назначению

2.1 Особенности организации ввода-вывода

Ввиду того, что аналоговые входы регулятора универсальны, т.е. к ним можно подключить различные аналоговые сигналы, схема внешних соединений жестко не фиксирована. В каждом случае она зависит от конкретного набора входных и выходных сигналов согласно 1.7.

Все внешние цепи подключаются к регулятору с помощью четырех клеммных колодок «под винт» X1-X4 в соответствии с рисунком 6.

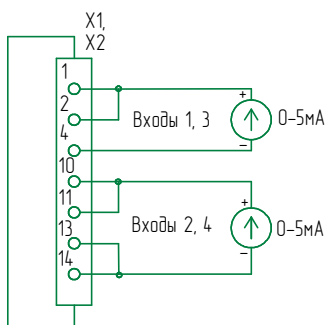


X1-X4 - клеммные колодки

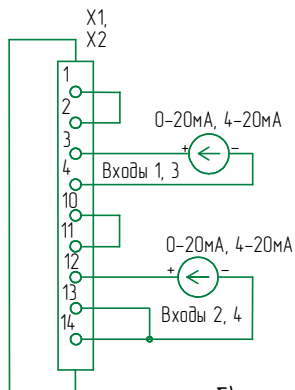
Рисунок 6 - Организация вводов и выводов

2.2 Подключение входных аналоговых сигналов

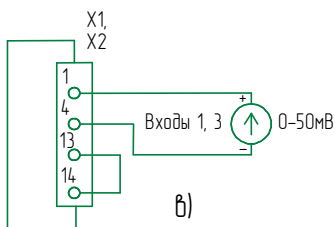
В регуляторе обеспечивается возможность подключения аналоговых сигналов в различном сочетании. На рисунке 7 приведены варианты их подключения.



а)



б)

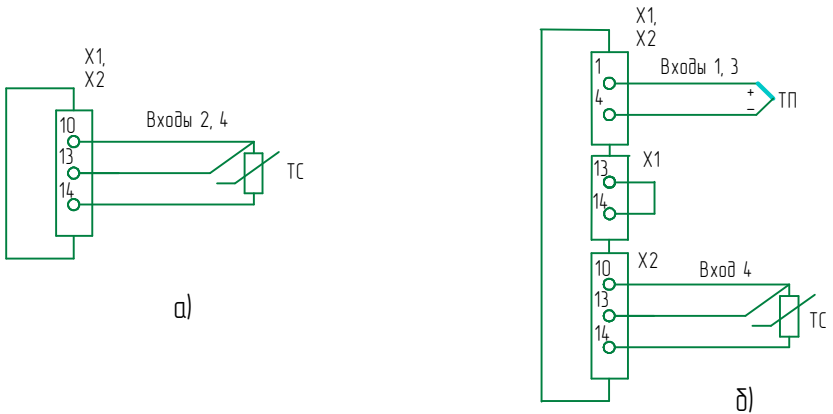


в)

- а) - подключение сигналов 0 – 5 мА ;
- б) - подключение сигналов 0 – 20, 4 – 20 мА ;
- в) - подключение сигналов 0 – 50 мВ.

Рисунок 7 - Схемы подключения токовых входных сигналов

Здесь и далее запись «Входы 1, 3» (или «Входы 2, 4») означает, что входы 1, 2 подключаются к клеммной колодке X1, входы 3, 4 подключаются к клеммной колодке X2.



- а) - подключение термопреобразователей сопротивления для входов 2, 4;
- б) - подключение термопар для входов 1, 3.

Рисунок 8 - Схемы подключения термопреобразователей сопротивления и термопар

Для случая подключения термопар к входам 1, 3 необходимо ко входу 4 подключить элемент чувствительный медный (ЭЧМ 50М), компенсирующий э.д.с. «холодных спаев» термопары.

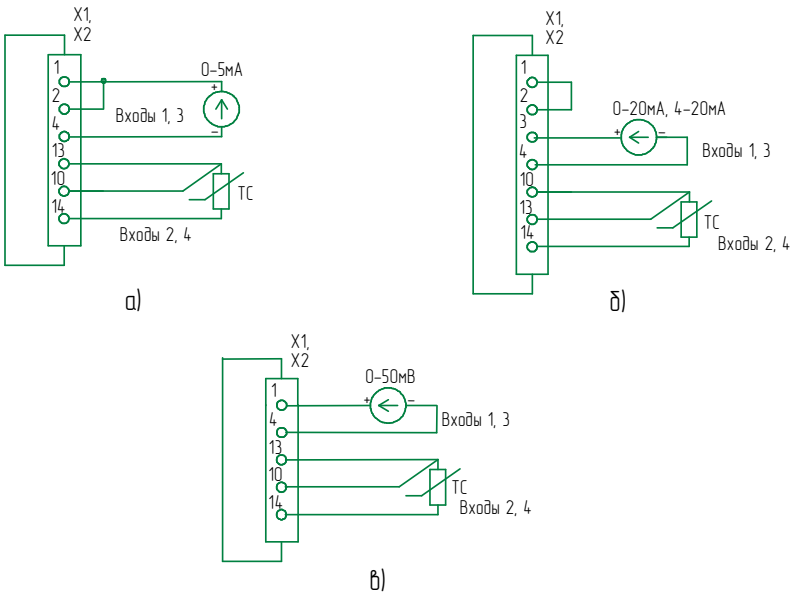
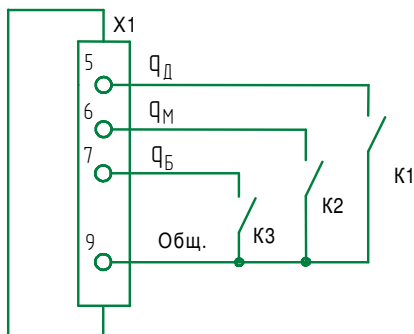


Рисунок 9 - Схемы подключения аналоговых сигналов в различном сочетании

2.3 Подключение входных дискретных сигналов



K1, K2, K3 - контакты внешних управляющих устройств

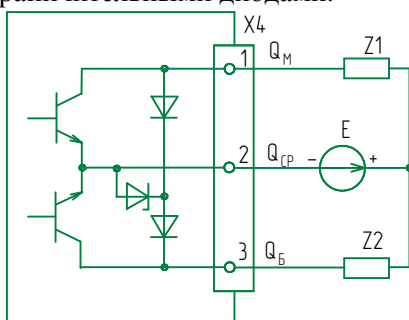
Рисунок 10 - Схема подключения дискретных сигналов дистанционного управления

2.4 Подключение импульсного выхода

Импульсный выход типа «больше» - «меньше» выполнен в виде пассивных транзисторных ключей, поэтому для коммутации нагрузки требуется внешний нестабилизированный источник питания постоянного тока.

Коммутационная способность выходных ключей – 24 В при токе до 0,2 А.

Защита выходных ключей от перенапряжения при коммутации осуществляется ограничительными диодами.



X4 - клеммная колодка;

E - внешний источник постоянного тока

$E = 24 \text{ В}$, $I_n \leq 0,2 \text{ А}$;

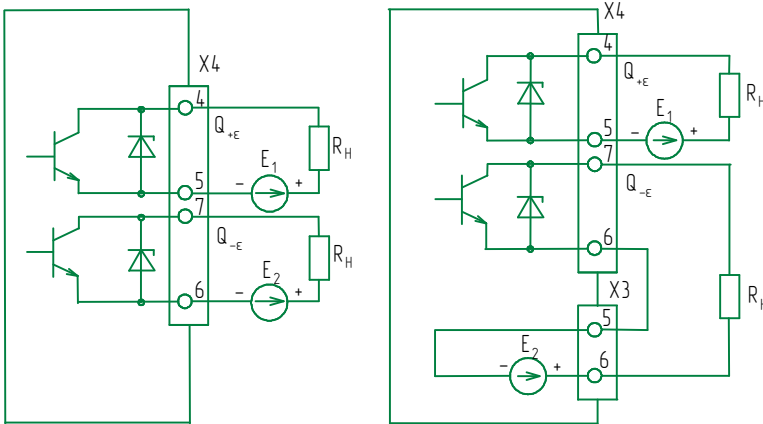
Z1, Z2 - внешняя нагрузка.

Рисунок 11 - Схема подключения импульсного выхода

2.5 Подключение дискретных выходов

Дискретные выходы Q+ε и Q-ε представляют собой пассивные транзисторные ключи, поэтому для коммутации нагрузки необходимо иметь внешний источник напряжения постоянного тока.

Коммутационная способность дискретных выходов – 24 В при токе до 0,2 А в соответствии с рисунком 12.

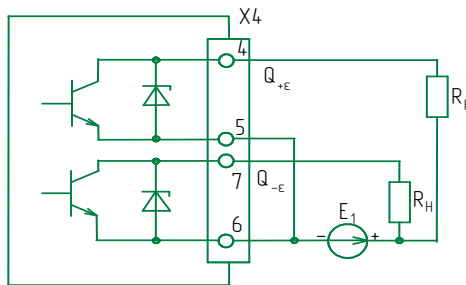


X4 - клеммная колодка
 E₁, E₂ - внешние источники питания
 24 В, I_н ≤ 0,2 А
 R_н - сопротивления нагрузки

а)

X3 – клеммная колодка
 E₁ - внешний источник питания
 24 В, I_н ≤ 0,2 А
 E₂ - внутренний источник
 питания 30 В, I_н ≤ 0,05 А

б)



E₁ - внешний источник питания 24 В, I_н ≤ 0,2 А

в)

Рисунок 12 - Схемы подключения дискретных выходов

С.36 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

Если суммарный ток нагрузки двух дискретных выходов (или одного дискретного выхода) не превышает 0,05 А, то их можно запитать от внутреннего источника напряжения постоянного тока.

Дискретные выходы, подключенные по схеме рисунка 12в, будут гальванически связаны между собой.

2.6 Организация цепей питания

Основным питанием для регулятора является промышленная однофазная сеть переменного тока 220 В, 50 Гц. Если к регулятору подключено и резервное питание 24 В постоянного тока, то в случаях перерыва или отключения промышленной сети питание регулятора автоматически переходит на резервное с возможностью обратного автоматического перехода после восстановления промышленной сети в соответствии с рисунком 13.

В регуляторе имеется внутренний источник напряжения (30 ± 3) В постоянного тока с нагрузочной способностью 0,05 А (1.4.8) для питания, при необходимости, внешних цепей.

Для подключения цепей питания используется клеммная колодка Х3.

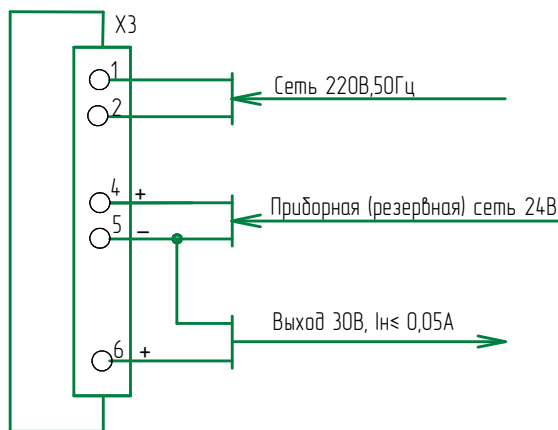
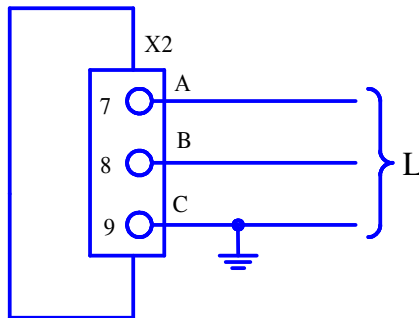


Рисунок 13 - Организация цепей питания

2.7 Подключение регулятора к внешнему абоненту



L – кабель, экранированная витая пара;
X2 – клеммная колодка.

Рисунок 14 - Подключение регулятора к каналу интерфейсной связи RS-485.

2.8 Подключение регулятора к блокам БРУ, БОР и ПБР

Подключение регулятора к блокам БРУ, БОР и ПБР приведено на рисунках 18,19.

2.9 Указание мер безопасности

2.9.1 К эксплуатации регулятора допускаются лица, имеющие специальную подготовку, допуск к эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В и изучившие руководство по эксплуатации в полном объеме.

2.9.2 Регулятор по степени защиты от поражения электрическим током относится к классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

2.9.3 При эксплуатации корпус регулятора должен заземляться с помощью винта защитного заземления в соответствии с требованиями действующих «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ).

2.9.4 Подключения и ремонтные работы, а также все виды технического обслуживания должны производиться при отключенном напряжении питания.

2.9.5 При техническом обслуживании и эксплуатации необходимо соблюдать требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей ПТЭ» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей ПТБ».

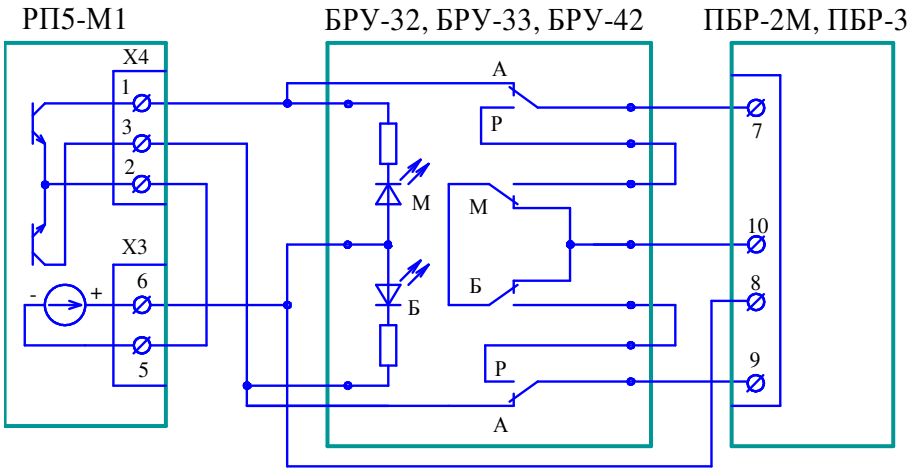


Рисунок 15 - Схема соединений регулятора с блоками ручного управления БРУ и пускателями бесконтактными ПБР

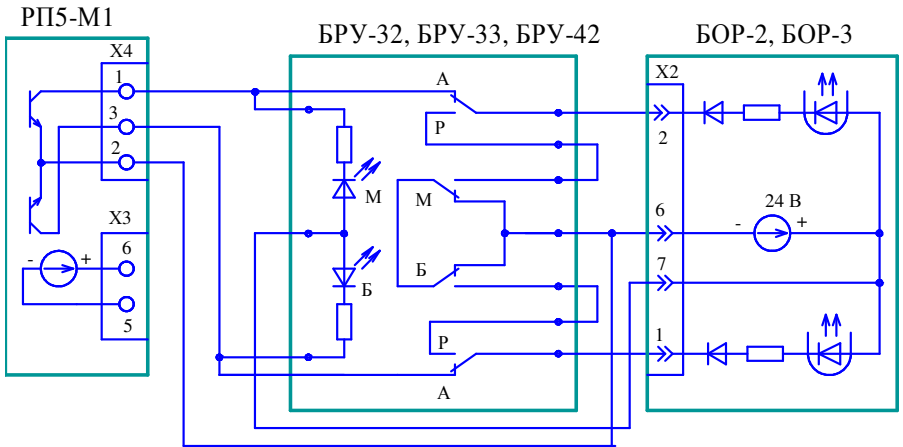


Рисунок 16 - Схема соединений регулятора с блоками ручного управления БРУ и блоками оптореле BOR.

2.10 Порядок установки и монтажа

2.10.1 Регулятор рассчитан на утопленный монтаж на вертикальной панели щита или пульта. Крепление регулятора к щиту, габаритные и установочные размеры регулятора приведены на рисунке 1.

Место установки регулятора должно быть хорошо освещено и удобно для обслуживания. К клеммным колодкам должен быть свободный доступ для монтажа.

Регулятор должен устанавливаться в закрытом взрывобезопасном помещении, где должны быть условия эксплуатации, соответствующие требованиям 1.2.

2.10.2 Соединение регулятора с внешними устройствами

Внешние соединения регулятора с другими элементами системы регулирования выполняются в виде кабельных связей и жгутов вторичной коммутации.

Прокладка кабелей и жгутов вторичной коммутации должна отвечать требованиям действующих «Правил устройства электроустановок (ПУЭ)».

Необходимо выделить в отдельные кабели: входные сигнальные цепи, выходные цепи, цепи питания.

Клеммные колодки регулятора обеспечивают подключение проводов сечением до $2,5 \text{ мм}^2$.

Необходимость в экранировании кабелей сигнальных цепей зависит от длины связей и уровня помех в зоне прокладки кабеля. Экран кабеля должен заземляться только со стороны заземления регулятора.

Корпус регулятора должен заземляться проводником сечением не менее $1,5 \text{ мм}^2$.

При наличии значительных импульсных помех в питающей сети для повышения помехозащищенности рекомендуется использовать разделительный трансформатор с заземленной экранной обмоткой, либо сетевой фильтр.

Линии связи с термопарами выполняются термоэлектродными проводами соответствующей марки в виде витой пары и подключаются непосредственно к клеммным колодкам X1, X2 с соблюдением полярности. Сопротивление проводов линии связи до термопреобразователей сопротивлений должны быть равны и не превышать 10 Ом.

В области клеммных колодок устанавливается элемент чувствительный медный ЭЧМ 50М для компенсации э.д.с. «холодных спаев» термопар.

Питание регулятора основное и резервное необходимо проводить от сети, не связанной с питанием мощных электроустановок.

С.40 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

В цепях основного и резервного питания должны быть установлены выключатели и предохранители на ток 0,5 А.

Схемы подключения входных сигналов, выходных цепей и цепей питания приведены в разделе 2.4. В качестве кабеля для канала интерфейсной связи RS-485 рекомендуется витая экранированная пара. В этом случае длина линии связи может быть до 1000 м.

2.11 Подготовка к работе

2.11.1 Общие указания

Подготовку к работе необходимо начинать с внешнего осмотра регулятора. При этом нужно проверить комплектность, маркировку, наличие пломбы, отсутствие механических повреждений.

2.11.2 Перед установкой на объект рекомендуется проверить регулятор в лаборатории в следующем объеме:

- проверка сопротивления изоляции;
- проверка основных функций режимов управления;
- проверка основной приведенной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по индикации;
- проверка канала интерфейсной связи RS-485.

Перед проверкой основной приведенной погрешности индикации регулятор выдержать во включенном состоянии при номинальном напряжении питания не менее 0,5 часа.

Схема подключения контроллера при проверке приведена на рисунке 17.

2.11.2.1 Определение сопротивления изоляции.

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить мегаомметром постоянного тока при отключенных от регулятора проводах и внешних приборах.

Измерить сопротивление изоляции мегаомметром с напряжением от 100 до 250 В между корпусом и контактом 1 X3; между контактом 1 X3 и 14 X1, 9 X2, 14 X 2, 5 X3, 2 X4, 5 X4, 7 X4. Сопротивление изоляции между цепями должно быть не менее 20 МОм.

2.11.2.2 Проверка основных функций режимов управления

В соответствии с разделом 1.9 запрограммировать вход 1 для работы с входным сигналом (0-5) мА и подсоединить к цифровому входу 1, вход 2 для работы с термопреобразователем сопротивления ТСМ100 (-50...200) °С и подсоединить к цифровому входу 2, вход 3 для работы с термопарой ТХК (L) (0-600) °С и подсоединить к циф-

ровому входу 6, вход 4 для TCM50 (для компенсации э.д.с. холодных спаев термопары).

Сигнал задания (код inP5) соединить с входом 3 сумматора.

В кольце параметров настройки установить и запомнить значения параметров:

InPH - 0,0; An - 0,5; tint – 100; tdiF - 0,0; dt-n - 2,0; tF - 0,0; tOut - 0,2; Hind – 1 с индикация в единицах входного сигнала (индикатор % не светится); USt⁻ - 80; USt₋ - 80; при наличии канала интерфейсной связи SYSn – 1; Scor – 9600.

Входные сигналы от источников G1, G2 установить равными нулю. Значение сопротивления на магазине R5 установить 78,45 Ом (-50 °С), на магазине R6 – 50 Ом.

Перевести регулятор в режим работа и нажать кнопку А. На передней панели должен светиться единичный индикатор АВТ. Нижний ЦИ должен показывать значение сигнала задания 0,0; верхний ЦИ – нулевое значение сигнала на первом входе.

Нажать и удерживать комбинацию кнопок (И + ▲). При этом показание ЦИ2 должно увеличиваться. Установить значение задания 5,0 %. Регулятор должен формировать импульсы по направлению «Больше», при этом на передней панели и в схеме проверки должны периодически светиться и гаснуть индикаторы ▲. Увеличивать сигнал задания, при значении близком к 80 % должны начать светиться индикаторы - ε на передней панели и в схеме проверки. Нажать одновременно кнопки (И + ▼), уменьшить сигнал задания. Индикаторы - ε должны погаснуть. Уменьшить сигнал задания до 0,0 %.

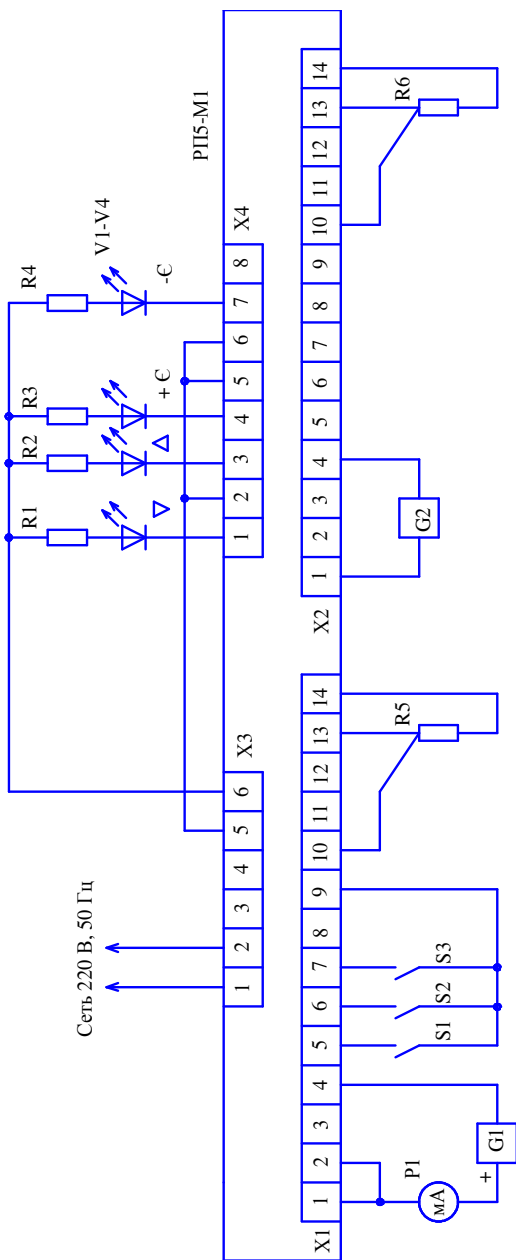
Кратковременно нажать одну из кнопок ▲ или ▼.

Регулятор должен перейти в режим ручного управления, о чем свидетельствует потухший единичный индикатор АВТ и загоревшийся единичный индикатор РУЧ.

Нажать поочередно кнопки ▲ и ▼. При нажатых кнопках на лицевой панели должны гореть единичные индикаторы ▲ и ▼ соответственно.

Нажать одновременно кнопки ▲ и ▼. Индикаторы ▲ и ▼ не должны гореть.

Нажать кнопку А. Регулятор должен перейти в режим автоматического управления. Индикатор АВТ должен светиться, индикатор РУЧ должен погаснуть.



- G1 - регулируемый источник постоянного тока (0-5) мА
- G2 - потенциометр постоянного тока ПП63
- P1 - миллиамперметр постоянного тока, класс 0,2
- S1-S4 - переключатель типа ТП1-2
- R1-R4 - резистор С2-33Н-0,5-3 кОм ± 5 %
- R5, R6 - магазин сопротивлений МСР63, класс 0,05
- V1-V4 - индикатор единичный АЛ 307 Б

Рисунок 17 - Схема проверки регулятора

Замкнуть переключатель S1. Регулятор должен перейти в режим дистанционного управления. На передней панели должны светиться индикаторы **АВТ** и мигающим светом единичный индикатор **РУЧ**. Замкнуть переключатель S2. На передней панели и в схеме проверки должны светиться индикаторы ▼ («Меньше»). Разомкнуть переключатель S2, индикаторы ▼ должны погаснуть. Замкнуть переключатель S3. На передней панели и в схеме проверки должны светиться индикаторы ▲ («Больше»). Разомкнуть переключатель S3, индикаторы ▲ должны погаснуть. Замкнуть переключатели S2, S3. Индикаторы ▲ и ▼ не должны светиться. Разомкнуть переключатели S1, S2, S3. Индикатор **РУЧ** должен погаснуть, индикатор **АВТ** должен светиться.

Регулятор считать выдержавшим проверку, если его функционирование соответствует вышеизложенной методике.

2.11.2.3 Проверка основной приведенной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по индикации

Проверку основной приведенной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по индикации проводить при следующих значениях входных сигналов:

для входа 1 – 0 мА, 2,5 мА, 5,0 мА;

для входа 2 - 78,45 Ом (-50 °С), 100 Ом (0 °С), 142,78 Ом (100 °С), 185,55 Ом (200 °С);

для входа 3 - 0 мВ (0 °С), 22,843 мВ (300 °С), 49,108 мВ (600 °С).

Для каждого значения входного сигнала фиксировать показание верхнего ЦИ. При переходе на проверку погрешности индикации следующего входа верхний ЦИ переключать на проверяемый вход.

Основную приведенную погрешность преобразования по индикации определять по формуле

$$\Delta = \frac{Y - X}{X_d} \times 100 ,$$

где Δ - основная приведенная погрешность преобразования по индикации, %;

X - входной сигнал, мА или °С;

Y - значение сигнала по верхнему ЦИ, мА или °С;

С.44 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

Хд - диапазон изменения входных сигналов, (5 мА для входа 1, 250 °С для входа 2, 600 °С для входа 3).

Основная приведенная погрешность преобразования по индикации для других входных сигналов определяется аналогично.

Регулятор считать выдержавшим проверку, если значения основной приведенной погрешности преобразования входных сигналов по индикации не превышают $\pm 1 \%$.

2.11.2.4 Проверку функционирования канала интерфейсной связи RS-485 проводить по программе, составленной пользователем на основании протокола обмена по интерфейсному каналу, приведенному в приложении А.

2.12 Порядок работы

Порядок работы включает в себя следующие этапы:

- установка и закрепление регулятора на щите согласно 2.10;
- соединение регулятора с внешними устройствами согласно 2.1...2.8;
- технологическое программирование регулятора в соответствии с 1.9;
- переход в оперативное управление объектом.

2.13 Оперативное управление

Под оперативным управлением понимаются операции, связанные с изменением режимов управления, а также с контролем параметров, характеризующих ход протекания технологического процесса.

Оперативное управление и контроль осуществляются оператором при помощи кнопок, цифровых и единичных индикаторов, расположенных на передней панели регулятора.

2.13.1 Функции оперативного управления и контроля

В состоянии РАБОТА регулятор обеспечивает выполнение следующих функций оперативного управления и контроля:

- выбор режимов управления;
- ручное изменение задания;
- контроль и корректировка параметров;
- индикация оперативных параметров;
- контроль обрыва и короткого замыкания линий связи датчиков ТСМ, ТСП и сигнала 4 – 20 мА.

2.13.2 Выбор режимов управления

Регулятор обеспечивает три режима управления регулятором:

- режим автоматического управления;
- режим ручного управления;

- режим дистанционного управления.

Кратковременное нажатие кнопки А – условие перехода в режим автоматического управления. При этом на передней панели загорится единичный индикатор АВТ.

В режиме автоматического управления осуществляется управление ходом технологического процесса в соответствии с установленными при программировании параметрами, приведенными в таблице 5.

Переход в режим ручного управления осуществляется кратковременным нажатием кнопки ▲ или ▼. Контроль режима осуществляется по единичному индикатору РУЧ. Управление объектом осуществляется кнопками ▼ (направление «меньше») и ▲ (направление «больше»). Одновременное нажатие кнопок ▲ и ▼ исключает воздействие на объект. При переходе в режим ручного управления ЦИ2 переключается на индикацию сигнала датчика положения в %.

Переход в режим дистанционного управления регулятор переводится при появлении дискретного сигнала q_d из любых двух предыдущих режимов.

О переходе в режим дистанционного управления свидетельствует мигающее свечение индикатора РУЧ. Дистанционный режим управления имеет приоритет перед двумя другими режимами.

Управление исполнительным механизмом при этом производится от дискретных входов q_b и q_m .

Отключение дискретного входа q_d выводит регулятор в тот режим управления, из которого произошел переход в дистанционный режим управления.

2.13.3 Контроль и корректировка оперативных параметров

Под оперативными параметрами понимаются параметры, изменение которых оказывает влияние на качество технологического процесса. К ним относятся параметры настройки регулятора, приведенные в таблице 5.

Эти параметры настройки устанавливаются в регуляторе в режиме программирования. Однако в режиме оперативного управления есть возможность не только их контролировать, но и корректировать. Без входа в кольцо параметров настройки можно корректировать сигнал задания и коэффициент передачи.

И + (▲ или ▼) - комбинация кнопок для ручного изменения задания по ЦИ2.

А + (▲ или ▼) - комбинация кнопок для ручного изменения коэффициента передачи Ап. Значение параметра контролируется по нижнему цифровому индикатору ЦИ2. Контроль и корректировка ос-

С.46 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

тальных параметров в соответствии с таблицей 5 осуществляется в кольце параметров настройки.

А + И - комбинация кнопок для перехода в кольцо параметров настройки. При этом на передней панели светятся единичные индикаторы **АВТ** и **ПРГ**.

Процедура просмотра и установки новых значений параметров настройки совершенно аналогична с той, что была в режиме программирования 1.9.2.

А + И - последующее нажатие этой комбинации кнопок выводит регулятор из кольца настройки. На ЦИ1 появляется мигающий символ **End**. Последующее нажатие кнопки **И** гасит единичный индикатор **ПРГ** и оставляет регулятор в режиме автоматического управления с скорректированными параметрами настройки.

2.13.4 Индикация сигналов

Во всех режимах управления по ЦИ1 контролируется сигнал параметра, по ЦИ2 - сигнал задания. При использовании функции датчика положения (02) по ЦИ2 в режиме автоматического управления контролируется сигнал задания, в других режимах управления (ручном или дистанционном) – сигнал датчика положения.

Индикация сигналов параметра может осуществляться как в процентах, так и в технических единицах, сигнала задания только в %.

Размерность и масштаб технических единиц устанавливается программированием.

В режимах оперативного управления возможен контроль сигналов на входах регулятора, а именно X1 ... X4 (рисунок 4) и этих же сигналов после преобразования У1 ... У4 соответственно.

Для осуществления контроля необходимо войти в кольцо параметров настройки, установить код индикации **HinP** и кнопками **▲**, **▼** по ЦИ1 выбрать нужный для индикации входной сигнал. Без записи в память выйти из кольца параметров настройки. На ЦИ1 появится контролируемый входной сигнал выбранного входа.

На входах X1 ... X4 сигнал всегда индицируется в физических единицах (мА, мВ, °С) при погашенном индикаторе %, если индикатор % светится, то контролируются выходные сигналы У1 ... У4 этих входов после преобразования (масштабирования).

Аналогично контролируются сигналы У5...У7 на выходах сумматоров (рисунок 4).

На этих выходах сигналы могут контролироваться как в % (светится индикатор %) так и в технических единицах (индикатор % не светится) в зависимости от выбранного вида индикации параметра.

После просмотра сигнала установить для контроля сигнал параметра требуемого входа и выйти из кольца параметров настройки.

При попытке проконтролировать вход, соединенный с нулевым цифровым входом, на ЦИ1 появляется символ «- . - - » .

2.13.5 Контроль обрыва и короткого замыкания в линии связи датчиков ТСМ, ТСП, сигнала 4 – 20 мА.

В случае обрыва или короткого замыкания линии связи на ЦИ1 появляется мигающий символ **Attn**, при этом регулятор переходит в режим ручного управления.

Индикатор задания переключается на индикацию сигнала датчика положения (при введенной функции 02).

Как только будет восстановлена линия связи с датчиком, символ **Attn** начинает гореть ровным светом. После кратковременного нажатия кнопки **И** этот символ исчезает и ЦИ1 переходит на индикацию сигнала параметра.

3 Техническое обслуживание

Специального технического обслуживания регулятор не требует. Для обеспечения нормальной работы рекомендуется выполнять в установленные сроки следующие мероприятия.

Ежедневно проверять правильность функционирования регулятора по показаниям контрольно-измерительных приборов в системе регулирования.

Ежеквартально выполнять следующие мероприятия:

- проверку надежности крепления регулятора на щите и его внешних соединений;
- очистку регулятора от пыли путем протирания внешних доступных частей, а также путем воздушной продувки сухим и чистым воздухом клеммных колодок и остальных его частей, удаление с помощью смоченного в спирте тампона загрязнений с передней панели.

Один раз в 3 года, а также в периоды капитального ремонта основного оборудования и после ремонта регулятора проводить проверку технического состояния в лабораторных условиях в соответствии с 2.11.

4 Транспортирование и хранение

4.1 Транспортирование регулятора в упаковке предприятия-изготовителя допускается любым видом транспорта с защитой от дождя и снега без ограничения скорости при температуре от минус 50°С до плюс 50°С.

Транспортирование на самолетах должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

4.2 Регулятор должен храниться в сухом отапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха от 5°С до 40°С и относительной влажности до 80 % при 25°С.

Воздух помещения не должен содержать примесей агрессивных паров и газов.

Приложение А
(обязательное)

Протокол обмена по внешнему интерфейсному каналу RS-485

Внешний интерфейсный канал позволяет вести двухсторонний обмен информацией между регулятором и внешними (по отношению к нему) различными информационно-управляющими системами (внешними абонентами).

Регулятор по отношению к внешнему абоненту является подчиненным приемником и подчиненным передатчиком, т.е. функционирует по запросу внешнего абонента. Сеанс связи начинается с того, что внешний абонент передает в сеть сообщение запрос с условным наименованием. Регулятор передает запрашиваемые внешним абонентом данные, или производит запрашиваемые действия. Внешний абонент может адресоваться индивидуально к регулятору или инициировать передачу широковещательного сообщения для всех подчиненных устройств. При получении широковещательного запроса ответное сообщение не формируется.

Связь с внешним абонентом устанавливается после выхода регулятора в режим РАБОТА, после чего параметры, приведенные в таблице 5 настоящего руководства по эксплуатации становятся доступными для изменения и контроля абонентом, а параметры, приведенные в таблице 2 – только для контроля.

Поддерживается протокол верхнего уровня Modbus с форматом пакета RTU в соответствии с документом «Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.0». Поддерживаются скорости до 19200бит/с. Формат посылки (11бит) без контроля паритета: 1старт-бит, 8 бит данных, 2 стоповых бита.

Регулятор поддерживает команды Modbus в полном соответствии с синтаксисом запроса и ответа определенным в документе «Modbus Application Protocol Specification v1.1a». Поддерживаются как широковещательные запросы (адрес устройства 00h) на запись, так и запросы к конкретному регулятору по его адресу. Адрес устройства может быть от 01h до F7h. Диапазон адресов F8h-FFh зарезервирован в стандарте Modbus.

Типы команд, поддерживаемые регулятором, и распределение адресного пространства приведены далее.

С.50 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

Функция 01 (ReadCoilStatus) - Чтение дискретных выходов.

Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон значений
0000h	Q_{+c}	0, 1
0001h	Q_{-c}	0, 1
0002h	q_b	0, 1
0003h	q_m	0, 1

Функция 02 (ReadDiscreteInputs) - Чтение дискретных входов.

Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон значений
0000h	Q_d	0, 1
0001h	q_b	0, 1
0002h	q_m	0, 1

Функция 03 (ReadHoldingRegisters)- Чтение регистров хранения.

Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон значений
1	2	3
Параметры конфигурации		
0000h	Вход1. Схема соединения входов	0 – 6: 0 - не подсоединён; 1-6 – подсоединён к соответствующему цифровому входу сумматоров (см.функциональную схему)
0001h	Вход1. Признак доп.функции	0 – 3: 0 – нет функции; 1 – дифференцирование; 2 – датчик положения; 3 – защита
0002h	Вход1. Тип датчика	01h-04h,10h,11h: 01h – 0-50мВ 02h – 0-5мА 03h – 4-20мА 04h – 0-20мА 10h – ТП ТХА 11h – ТП ТХК

Функция 03 (Продолжение)

1	2	3
0003h	Вход1. Преобразователь входа To	В зависимости от типа датчика
0004h	Вход1. Преобразователь входа Tend	--/--
0005h	Вход1. Преобразователь входа Yo	--/--
0006h	Вход1. Преобразователь входа Yend	--/--
0007h	Вход2. Схема соединения входов	см. вход1
0008h	Вход2. Признак доп.функции	--/--
0009h	Вход2. Тип датчика	02h-04h,20h-23h: 02h – 0-5mA 03h – 4-20mA 04h – 0-20mA 20h – ТСП (Pt50) 21h – ТСП (Pt100) 22h – ТСМ (Cu50) 23h – ТСМ (Cu100)
000Ah	Вход2. Преобразователь входа To	В зависимости от типа датчика
000Bh	Вход2. Преобразователь входа Tend	--/--
000Ch	Вход2. Преобразователь входа Yo	--/--
002Dh	Вход2. Преобразователь входа Yend	--/--
000Eh	Вход3. Схема соединения входов	см. вход1
000Fh	Вход3. Признак доп.функции	--/--
0010h	Вход3. Тип датчика	--/--
0011h	Вход3. Преобразователь входа To	--/--
0012h	Вход3. Преобразователь входа Tend	--/--
0013h	Вход3. Преобразователь входа Yo	--/--
0014h	Вход3. Преобразователь входа Yend	--/--
0015h	Вход4. Схема соединения входов	см. вход1
0016h	Вход4. Признак доп.функции	--/--
0017h	Вход4. Тип датчика	см. вход2

С.52 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

Функция 03 (Продолжение)

1	2	3
0018h	Вход4. Преобразователь входа To	--/--
0019h	Вход4. Преобразователь входа Tend	--/--
001Ah	Вход4. Преобразователь входа Yo	--/--
001Bh	Вход4. Преобразователь входа Yend	--/--
001Ch	Вход задатчика	см. вход1
001Dh	Положение запятой	0-3
001Eh	Начальная точка преобразования в % на входе блока индикации Yo	0.0-100.0%
001Fh	Конечная точка преобразования в % на входе блока индикации Yend	--/--
0020h	Начальное значение преобразования в технических единицах на выходе блока индикации Qo	-999...+9999
0021h	Выходное значение преобразования в технических единицах на выходе блока индикации Qend	--/--
Параметры кольца настройки		
0022h	Сигнал ручного задатчика	0,0 – 100,0 %
0023h	Коэффициент передачи регулятора	0,5 – 5,0 с/° 0,4 – законы ПИ, ПИД не формируются
0024h	Постоянная времени интегрирования	5 – 500 с
0025h	Постоянная времени дифференцирования	0,0 – 100,0 с
0026h	Зона нечувствительности	0,2 – 2,0 %
0027h	Постоянная времени демпфирования	0,0 – 30,0 с
0028h	Минимальная длительность импульса	0,1 – 1,0 с
0029h	Уставка срабатывания сигнализации по +	0,0 – 100,0 %
002Ah	Уставка срабатывания сигнализации по –	0,0 – 100,0 %

Функция 03 (Продолжение)

1	2	3
002Bh	Номер точки контроля для вывода информации на ЦИ	1-7 – индикация в техн.ед.; 8-14 – индикация в %
002Ch	Сетевой адрес (интерфейсный системный номер)	1-247
002Dh	Скорость обмена по интерфейсу	0001 – 300 0002 - 600 0003 - 1200 0004 - 2400 0005 – 4800 0006 - 9600 0007 - 19200

Функция 04 (ReadInputRegisters)- Чтение входных регистров.

Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон значений
0000h	X1 (канал 1)	В физических единицах выбранного типа датчика (см.табл.3): -32767..32767; 8000h – канал не задействован. Дискретность (см.табл.3): 0.001mA – для i0_5; 0.01mA – для 4_20 и 0_20; 0.1°C – для ТП, ТСП и ТСМ
0001h	X2 (канал2)	
0002h	X3 (канал3)	
0003h	X4 (канал4)	
0004h	Y5 в тех. ед.	Значение после масштабирования блоком индикации: -32768..32767
0005h	Y6 в тех. ед.	
0006h	Y7 в тех. ед.	
0007h	Y1 (канал1)	В процентах после преобразования (масштабирования): -100,0..100,0
0008h	Y2 (канал2)	
0009h	Y3 (канал3)	
000Ah	Y4 (канал4)	
000Bh	Y5 в %	В процентах -100,0..100,0
000Ch	Y6 в %	
000Dh	Y7 в %	

С.54 СНЦИ 421243.017-01 РЭ

Функция 06 (WriteSingleRegister) – Запись в одиночный регистр хранения.

Адреса регистров такие же, как в функции 03. Доступны для записи только регистры с адресами **0022h-002Dh** (кольцо настройки). Остальные регистры (параметры конфигурации) защищены от изменения и для записи по последовательному каналу недоступны. При записи значения, выходящего за допустимый диапазон для данного регистра, будет установлено минимальное или максимальное значение, соответственно. Значения измененных параметров сохраняются в энергонезависимой памяти регулятора.

Функция 16 (WriteMultipleRegister) – Запись в несколько регистров хранения.

Адреса регистров такие же, как в функции 03. Доступны для записи только регистры с адресами **0022h-002Dh** (кольцо настройки). Остальные регистры (параметры конфигурации) защищены от изменения и для записи по последовательному каналу недоступны. При записи значения, выходящего за допустимый диапазон для данного регистра, будет установлено минимальное или максимальное значение, соответственно. Значения измененных параметров сохраняются в энергонезависимой памяти регулятора.

Исключительные ситуации.

Регулятор поддерживает сообщения информирования внешнего абонента об исключительных ситуациях. Формат сообщений соответствует документу «Modbus Application Protocol Specification v1.1a». Сообщения об исключительных ситуациях возникают только на запросы, адресованные регулятору с данным адресом и правильным значением контрольной суммы CRC.

Код ошибки	Описание
01	Принятый код функции не поддерживается регулятором
02	Адрес данных, указанный в запросе, не доступен регулятору
03	Величина, содержащаяся в поле данных запроса, является недопустимой величиной для регулятора

