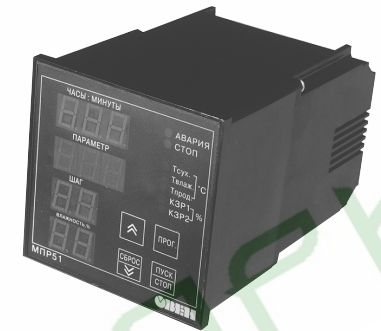


**МПР51-Щ4**

**Измеритель-регулятор  
температуры и влажности**



109456, Москва,  
1-й Вешняковский пр., д.2  
тел.: (095) 174-82-82, 171-09-21

Р.№ 212  
Зак. № 565

руководство  
по эксплуатации

- 1. Назначение** ..... 3
- 2. Технические характеристики и условия эксплуатации** ..... 4
- 3. Устройство и работа прибора** ..... 6
  - 3.1. Структурная схема прибора ..... 6
  - 3.2. Блоки структурной схемы прибора ..... 7
    - 3.2.1. Входные устройства ..... 7
    - 3.2.2. Регуляторы ..... 10
    - 3.2.3. Компараторы ..... 16
    - 3.2.4. Транзисторные ключи ..... 21
    - 3.2.5. Выходные реле ..... 21
    - 3.2.6. Задатчик программ управления ..... 22
    - 3.2.7. Устройство связи с компьютером ..... 25
  - 3.3. Конструкция прибора ..... 26
    - 3.3.1. Устройство прибора ..... 26
    - 3.3.2. Индикация и управление ..... 26
- 4. Программирование прибора** ..... 28
  - 4.1. Режимы работы прибора ..... 28
  - 4.2. Режим программирования ..... 28
- 5. Меры безопасности** ..... 37
- 6. Подготовка прибора к работе** ..... 38
  - 6.1. Общие указания ..... 38
  - 6.2. Составление таблиц для программирования ..... 38
  - 6.3. Составление программы технолога ..... 39
- 7. Монтаж прибора на объекте** ..... 42
  - 7.1. Монтаж прибора ..... 42
  - 7.2. Монтаж внешних связей ..... 42
    - 7.2.1. Общие требования ..... 42
    - 7.2.2. Указания по монтажу ..... 42
    - 7.2.3. Подключение прибора ..... 43
- 8. Работа с прибором** ..... 44
  - 8.1. Включение прибора ..... 44
  - 8.2. Выбор программы (шага) для исполнения ..... 44
  - 8.3. Пуск-останов прибора ..... 45
  - 8.4. Просмотр значений параметров ..... 45
  - 8.5. Запись значений параметров ..... 45
  - 8.6. Индикация аварийных ситуаций ..... 46

8.7. Настройка ПИД-параметров регулятора .....	47
8.8. Код доступа в уровень программирования .....	47
<b>9. Техническое обслуживание .....</b>	<b>48</b>
<b>10. Маркировка и упаковка .....</b>	<b>49</b>
<b>11. Транспортирование и хранение .....</b>	<b>50</b>
<i>Приложения</i>	
А. Габаритный чертеж .....	51
Б. Схемы подключения прибора .....	52
В. Соединение датчиков температуры с прибором по двухпроводной схеме .....	53
Г. Калибровка входов датчиков температуры и входов датчиков положения .....	54
Д. Программируемые параметры .....	56
Е. Устройство «влажного» термометра .....	61
Ж. Пример коррекции показаний температурного датчика .....	64
З. Примеры программирования прибора МПР51-Щ4 .....	66
И. Настройка ПИД-регулятора .....	85
Лист регистрации изменений .....	88

Настоящее «Руководство по эксплуатации» предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, эксплуатацией и порядком технического обслуживания измерителя-регулятора температуры и влажности МПР51 в корпусе Щ4 (прил. А) (в дальнейшем по тексту именуемых «прибор»). Схемы подключения прибора приведены в прил. Б.

Прибор имеет две модификации:

- МПР51-Щ4.01 – для работы с термопреобразователями сопротивления 50 Ом;
- МПР51-Щ4.03 – для работы с термопреобразователями сопротивления 100 Ом.

Программируемый измеритель-регулятор типа МПР51-Щ4 предназначен для управления многоступенчатыми температурно-влажностными режимами технологических процессов при производстве мясных и колбасных изделий, в хлебопекарной промышленности, в инкубаторах, при сушке макарон, изготовлении железобетонных конструкций, сушке древесины, в климатических камерах и пр. по заданной пользователем программе.

МПР51-Щ4 позволяет:

- измерять температуру при помощи термопреобразователей сопротивления, подключенных ко входам  $T_{\text{сух}}$ ,  $T_{\text{влаж}}$ ,  $T_{\text{прод}}$ ;
- определять текущее положение задвижек при наличии у них резистивных датчиков положения;
- измерять относительную влажность воздуха при помощи датчика психрометрического типа;
- регулировать температуру по двум независимым каналам;
- задавать программу регулирования с защитой ее от несанкционированного доступа;
- сигнализировать об обрыве или коротком замыкании в линии «прибор – датчик»;
- регистрировать контролируемые параметры на IBM-совместимом компьютере (при помощи адаптера интерфейса AC2 ОВЕН).

Прибор выпускается согласно ТУ 3434-001-46526536-03 и имеет сертификат соответствия № 03.09.0100.

Сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.32.054.A № 20143.

## Технические характеристики и условия эксплуатации

### 2.1. Основные технические характеристики прибора приведены в табл. 1.

Таблица 1

#### Технические характеристики прибора МПР51-Щ4

Характеристика	Значение
Напряжение питания	150...245 В переменного тока частотой 47...63 Гц 210...300 В постоянного тока
Потребляемая мощность, не более	12 Вт
Каналы измерения температуры	
Количество каналов	3
Диапазон измерения при использовании: – датчиков ТСМ – датчиков ТСП	-50...+200 °С -80...+750 °С
Разрешающая способность	0,1 °С
Предел основной приведенной погрешности	0,5 %
Каналы контроля положения задвижек	
Количество каналов	2
Диапазон контроля	0...100 %
Разрешающая способность	1 %
При измерении относительной влажности датчиком психрометрического типа	
Диапазон температур контролируемых «сухим» датчиком	+10...+95 °С
Диапазон измерения	1...99 %
Разрешающая способность	1 %
Предел основной приведенной погрешности – при температурах «сухого» датчика +10...+49,9 °С, не более – при температурах «сухого» датчика +50...+95 °С, не более	5 % 4 %
Период измерения входных величин, не более	6,5 с
Каналы регулирования	
Количество каналов регулирования	2
Количество компараторов	0...4
Количество выходных реле	5
Количество выходных транзисторных ключей	8

## Технические характеристики и условия эксплуатации

Период следования управляющих импульсов на выходе регулятора	1...120 с
Максимально допустимый ток нагрузки устройств управления: – электромагнитного реле (при 220 В, $\cos \varphi \leq 0,4$ ; или = 30 В) – транзисторного ключа (при постоянном напряжении = 35 В)	4 А 200 мА
Интерфейс связи с ЭВМ (через адаптер сети АС2)	RS-232
Длина линии связи прибора с АС2, не более	1000 м
Степень защиты со стороны лицевой панели	IP54
Габаритные размеры корпуса прибора	96×96×145 мм
Масса прибора, не более	1,0 кг
Средний срок службы прибора	8 лет
<b>Примечание.</b> Пределы основных приведенных погрешностей измерения указаны без учета погрешностей датчиков. При работе с датчиками погрешность канала измерения суммируется с погрешностью самого датчика.	

### 2.2. Условия эксплуатации прибора приведены в табл. 2

Таблица 2

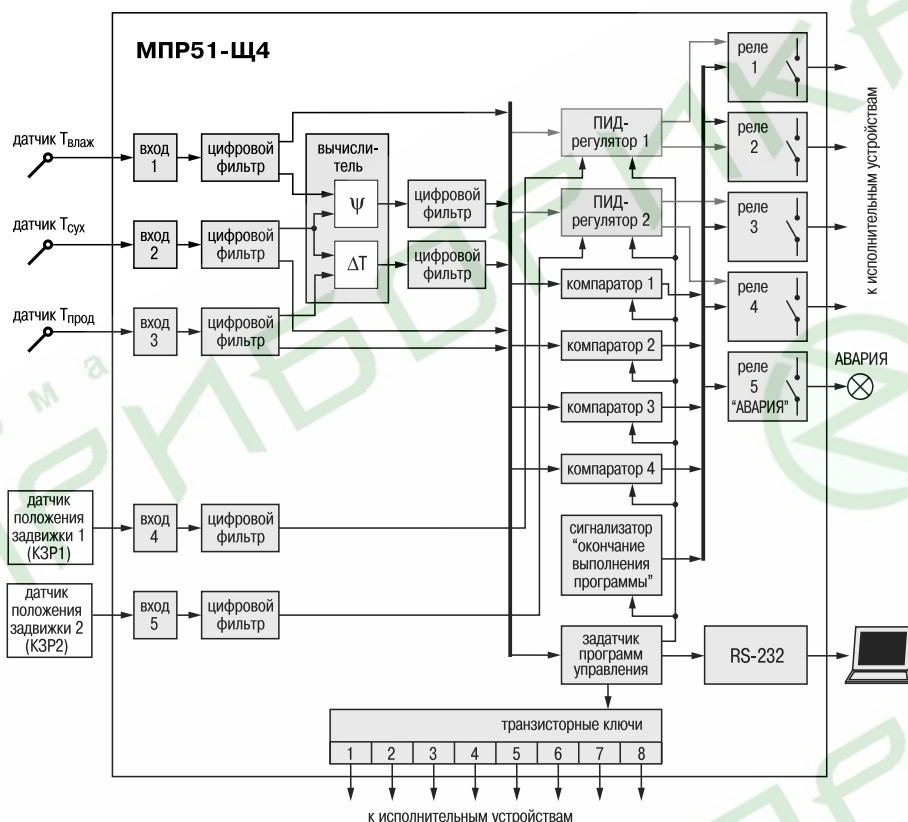
#### Условия эксплуатации

Характеристика	Значение
Допустимая температура воздуха, окружающего прибор	+1 ...+50 °С
Атмосферное давление	86...107 кПа
Относительная влажность окружающего прибор воздуха (при температуре 35 °С)	не более 80 %
Климатическое исполнение	УХЛ4



### 3.1. Структурная схема прибора

3.1.1. Структурная схема прибора приведена на рис. 1.



Структурная схема содержит:

- 5 входных устройств (входов);
- 2 регулятора;
- 4 компаратора;
- 6 цифровых фильтров;
- устройство для вычисления разности температур  $\Delta T$  и относительной влажности  $\psi$ ;
- задатчик программ управления (программ технолога);
- 8 выходных транзисторных ключей;
- 5 выходных реле;
- устройство-сигнализатор об окончании выполнения программы технолога, устройство связи с компьютером, индикаторы.

3.1.2. На входные устройства прибора поступают сигналы от датчиков температуры «сухого» термометра  $T_{\text{сух}}$ ; «влажного» термометра  $T_{\text{влаж}}$ ; продукта  $T_{\text{прод}}$  и датчиков положения «Задвижка 1» и «Задвижка 2».

### 3.2. Блоки структурной схемы прибора

#### 3.2.1. Входные устройства

##### 3.2.1.1. Измерение температуры

Температура измеряется с помощью термопреобразователей сопротивления. Это могут быть медные датчики ТСМ 50М ( $R_0 = 50 \text{ Ом}$ ), ТСМ 100М ( $R_0 = 100 \text{ Ом}$ ) и платиновые датчики ТСП 50П ( $R_0 = 50 \text{ Ом}$ ), ТСП 100П ( $R_0 = 100 \text{ Ом}$ ).

Работа таких датчиков основана на температурной зависимости электрического сопротивления металлов. Датчик, как правило, выполнен в виде катушки из тонкой медной или платиновой проволоки на каркасе из изоляционного материала, заключенной в защитную гильзу. Термопреобразователи сопротивления характеризуются двумя параметрами:  $R_0$  – сопротивление датчика при  $0^\circ\text{C}$  и  $W_{100}$  – отношение сопротивления датчика при  $100^\circ\text{C}$  к его сопротивлению при  $0^\circ\text{C}$ .

В приборах МПР51-Щ4 используется трехпроводная схема подключения термопреобразователей сопротивления (прил. В, рис. В.1). К одному из выводов термосопротивления подсоединяются два провода, а третий подключается к другому выводу. Такая схема при соблюдении условия равенства сопротивления всех трех проводов (если провода одного сечения, то равенства их длины), позволяет компенсировать сопротивление соединительных проводов.

Термопреобразователи сопротивления могут подключаться к прибору с использованием двухпроводной схемы подключения (см. прил. В, рис. В2), но при этом отсутствует компенсация сопротивления соединительных проводов, поэтому будет наблюдаться некоторая зависимость показаний прибора от колебаний температуры проводов и от увеличения протяженности линии связи «датчик – прибор».

##### 3.2.1.2. Определение положения задвижки с помощью резистивного датчика

Сопротивление датчика должно находиться в пределах от 100 до 1000 Ом; при больших значениях сопротивления помехоустойчивость прибора будет снижаться.

Положение задвижки отображается на индикаторе «ПАРАМЕТР» в процентах: закрытому состоянию задвижки соответствует показание 0 %, открытому – 100 %.

Поскольку крайние положения движка переменного резистора датчика

## Устройство и работа прибора

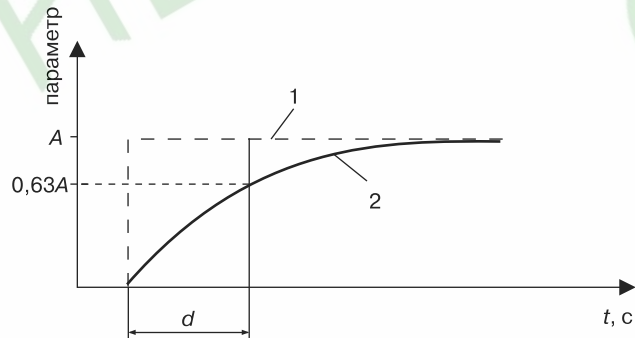
положения не всегда соответствуют полному открытию или закрытию задвижки, предусматривается процедура калибровки датчика при полностью закрытом состоянии (min) – 0 % и полностью открытым состоянием (max) – 100 %; показания на индикаторе между этими положениями линейно зависят от сопротивления переменного резистора.

Порядок действий пользователя при калибровке датчика положения приводится в прил. Г.

### 3.2.1.3. Фильтрация входных величин

Для ослабления влияния внешних импульсных помех на качество регулирования в приборе предусмотрена фильтрация результатов измерений входных величин. Фильтрация осуществляется независимо для каждого канала измерения, а также при вычислении влажности.

В приборе используется модель фильтра первого порядка. Для каждого канала измерения в отдельности можно при необходимости вводить свою постоянную времени фильтра, **рис. 2** (программируемые параметры  $d01, d02, d03, d04, d05, d06$ . прил. Д). При значении программируемого параметра, равном нулю, фильтрации не происходит. При увеличении значения параметра возрастает инерция изменения показаний датчика.



**Рис. 2. Принцип действия фильтра:**  
 1 – измеренное значение параметра;  
 2 – значение параметра после фильтра;  
 d – постоянная времени фильтра;  
 A – очередное измеренное значение параметра

## Входные устройства

Действие постоянной времени фильтров становится заметным при ее значениях, превышающих время опроса датчиков (время опроса – примерно 4 с при значениях программируемого параметра  $dПЧ = 001, 002, 003$  и 6 с при  $dПЧ = 004, 005$  (см. прил. Д).

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Значения постоянной времени фильтра для «сухого» и «влажного» термометров влияют на индикацию относительной влажности даже при значении параметра  $dПЧ = 000$ .

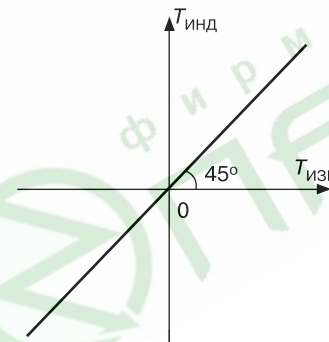
### 3.2.1.4. Вычисление влажности и разности температур камеры и продукта

Устройство для вычисления  $\Delta T$  и  $\psi$  кроме измерения трех входных величин  $T_{\text{сух}}, T_{\text{влаж}}, T_{\text{прод}}$  вычисляет разность между  $T_{\text{сух}}$  и  $T_{\text{прод}}$ , равную  $\Delta T$ , а также, используя величины  $T_{\text{сух}}$  и  $T_{\text{влаж}}$ , вычисляет относительную влажность воздуха  $\Psi$ .

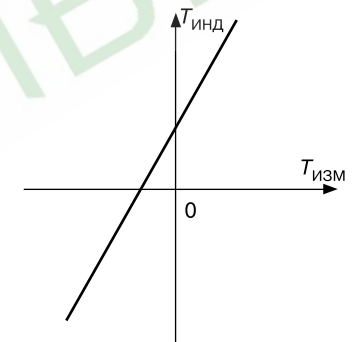
Прибор вычисляет относительную влажность воздуха по психрометрическому методу. Для этого используются значения температуры «сухого» и «влажного» термометров. «Сухой» термометр – это обычный термометр, измеряющий температуру газовой среды в камере. «Влажный» термометр – это термометр с увлажненным фитилем на своем чувствительном элементе. На основе полумпирических формул выведена общепринятая формула расчета относительной влажности воздуха  $\Psi$ , %.

$$\Psi = \frac{E_{\text{влаж}}}{E_{\text{сух}}} \frac{A \times P \times (T_{\text{сух}} - T_{\text{влаж}})}{E_{\text{сух}}},$$

- где  $E_{\text{влаж}}$  – максимально возможное парциальное давление водяного пара при температуре воздуха  $T_{\text{влаж}}, ^\circ\text{C}$ ;  
 $E_{\text{сух}}$  – максимально возможное парциальное давление водяного пара при температуре воздуха  $T_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$ ;  
 $P$  – атмосферное давление, Па (при вычислении принято  $P = 101308$  Па);  
 $T_{\text{сух}}$  – температура «сухого» термопреобразователя,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $T_{\text{влаж}}$  – температура «влажного» термопреобразователя,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $A$  – психрометрический коэффициент (психрометрическая постоянная).



**Рис. 3. Характеристика исправного датчика**



**Рис. 4. Характеристика датчика, измененная вследствие погрешностей**

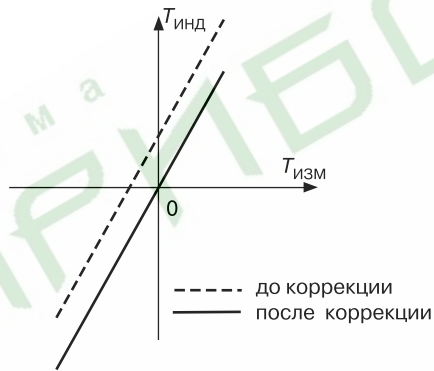
### 3.2.1.5. Коррекция показаний датчиков температуры

Исправный датчик должен иметь характеристику (зависимость индицируемой прибором температуры  $T_{инд}$  от измеряемой температуры  $T_{изм}$ ), изображённую на **рис. 3**.

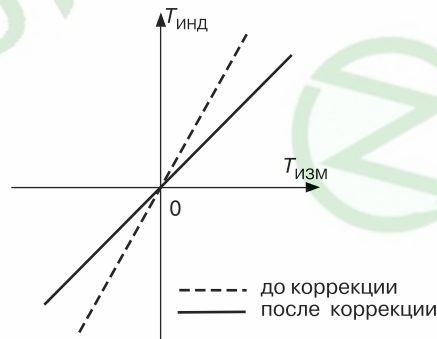
Вследствие погрешности изготовления, вызванной погрешностью намотки измерительного резистора, несоответствием материала датчика стандарту, старения датчика, характеристика может изменяться и, в общем случае, может принять вид, показанный на **рис. 4**. Для «исправления» характеристики в приборе предусмотрена коррекция показаний датчиков температуры.

Для сдвига характеристики в вертикальном направлении (**рис. 5**) надо ввести корректирующее значение  $\delta$ , программируемые параметры «сдвиг характеристики»  $\text{ic } 1 (\text{zc } 1, \text{zc } 1)$  (см. *прил. Д*).

Если характеристику надо сдвинуть вверх (увеличить индицируемое значение), то задаётся положительный знак поправки (параметры  $\text{ic } 2 (\text{zc } 2, \text{zc } 2) = 000$ ); если – вниз, то отрицательное значение, (параметры  $\text{ic } 2 (\text{zc } 2, \text{zc } 2) = 001$ ), см. *прил. Д*.



**Рис. 5. Коррекция («сдвиг характеристики»)**



**Рис. 6. Коррекция («наклон характеристики»)**

Для поворота графика вокруг точки, соответствующей  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (**рис. 6**), надо ввести корректирующее значение  $\alpha$ , программируемые параметры «наклон характеристики»  $\text{ic } 3 (\text{zc } 3, \text{zc } 3)$  (см. *прил. Д*). Если надо повернуть график по часовой стрелке (уменьшить индицируемое значение), то задаётся отрицательный знак поправки (параметры  $\text{ic } 4 (\text{zc } 4, \text{zc } 4) = 001$ ), если против часовой стрелки (увеличить индицируемое значение), то знак поправки положительный (параметры  $\text{ic } 4 (\text{zc } 4, \text{zc } 4) = 000$ ) (см. *прил. Д*).

В результате коррекции значение температуры, выводимое на индикатор, будет равно,  $^{\circ}\text{C}$ :

$$T_{инд} = (T_{изм} + \delta) \times (1 + \alpha/100 \%).$$

Необходимо иметь в виду, что  $\delta$  задаётся в градусах, а  $\alpha$  – в процентах от измеренной величины.

Пример коррекции показаний температурного датчика приведен в *прил. Ж*.

### 3.2.2. Регуляторы

3.2.2.1. *Регулятор* – это устройство, осуществляющее регулирование определенной величины, т.е. поддержание этой величины равной уставке или управление изменением этой величины.

**РЕГУЛЯТОР** может осуществлять любой из указанных ниже законов регулирования, в зависимости от свойств управляемого объекта:

- пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) закон;
- пропорциональный (П) закон;
- пропорционально-интегральный (ПИ) закон;
- пропорционально-дифференциальный (ПД) закон;
- релейный (Т) закон.

В общем случае регуляторы осуществляют регулирование измеряемой величины по ПИД-закону. На выходе регулятора вырабатывается управляющий сигнал  $Y$ , действие которого направлено на уменьшение отклонения текущего значения контролируемой величины от заданного.

Величина выходного сигнала вычисляется, исходя из рассогласования  $E$ , которое равно разности  $T_{уст}$  (заданного значения – уставки) и  $T_{изм}$  (измеренного значения), а также из установленных в приборе значений ПИД-коэффициентов. Величина выходного сигнала может изменяться от 0 до 100 % и определяется отношением длительности замыкания выходного реле (длительности выходного управляющего импульса) к периоду следования выходных управляющих импульсов  $T_{сл}$ .

Выходной сигнал  $Y$  вычисляется по следующей формуле:

$$Y = \frac{D_i}{T_{сл}} = \frac{1}{X_p} \left( E_i + \tau_d \cdot \frac{\Delta E}{\Delta t_{изм}} + \frac{1}{\tau_i} \cdot \sum_{n=0}^{n=i} f(E_n) \right), \quad (1)$$

где  $D_i$  – длительность выходного управляющего импульса;

$T_{сл}$  – период следования управляющих импульсов;

$X_p$  – полоса пропорциональности;

$E_i$  – рассогласование, измеренное в  $i$ -й момент времени;

$\Delta E$  – разность между текущим  $E_i$  и предшествующим  $E_{i-1}$  измерениями;

$\Delta t_{изм}$  – время между этими измерениями;

$\tau_d$  – постоянная времени дифференцирования;

$\tau_i$  – постоянная времени интегрирования;

$f(E_n)$  – функция ограничения очередного члена интегральной суммы;

$n$  – число измерений от начала регулирования до  $i$ -го момента времени.

Из формулы (1) видно, что при ПИД-регулировании сигнал управления зависит от:

$\frac{E_i}{X_p}$  – пропорциональной составляющей выходного сигнала;

$\tau_d \cdot \frac{\Delta E}{\Delta t_{изм}}$  – дифференциальной составляющей выходного сигнала;



$$\frac{1}{\tau_{ин} \cdot X_p} \cdot \sum_{n=0}^{n=i} f(E_n) - \text{интегральной составляющей выходного сигнала.}$$

**ПИД-ЗАКОН** реализуется с помощью следующих программируемых параметров:

- постоянная времени дифференцирования  $P01 (P.01)$
- постоянная времени интегрирования  $P02 (P.02)$
- полоса пропорциональности  $P03 (P.03)$
- период следования выходных (управляющих) импульсов регулятора  $P04 (P.04)$
- зона действия интегральной составляющей  $P05 (P.05)$
- ограничение максимальной мощности исполнительного устройства  $P06 (P.06)$
- тип исполнительного устройства на выходе регулятора  $P07 (P.07)$
- зона нечувствительности  $P08 (P.08)$

Параметры регулирования для обоих регуляторов (кроме уставок), см. *прил. Д*. Устанавливаются на уровне программирования  $L2^2$  (см. разд. 4) один раз и действуют одинаково для всех программ и шагов.

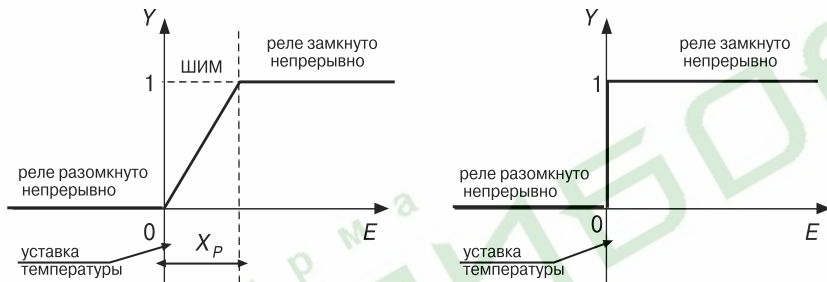
**3.2.2.2. Полоса пропорциональности**

При действии П-закона регулятор выдает импульсы, в которых присутствует только пропорциональная составляющая величины выходного сигнала.

Полоса пропорциональности  $X_p$  (**рис. 7**), как и отклонение  $E$ , выражается в единицах контролируемого параметра. Чем шире полоса пропорциональности, тем меньше величина выходного сигнала при одном и том же отклонении. Вне полосы пропорциональности выходной сигнал равен 0 или 100 %.

При изменении выходного сигнала выходные управляющие импульсы изменяют свою ширину при постоянном периоде следования (широотно-импульсная модуляция – ШИМ).

Если уменьшать полосу пропорциональности, то зона ШИМа также будет уменьшаться. В предельном случае, когда полоса пропорциональности равна нулю, ШИМ осуществляется не будет (частный случай П-закона регулирования – Т-закон (релейный)) (**рис. 8**).



**Рис. 7.** П-закон регулирования **Рис. 8.** Т-закон регулирования (релейный): полоса пропорциональности  $X_p$  равна нулю

Полоса пропорциональности задается с помощью программируемого параметра  $P03 (P.03)$  (см. *прил. Д*).

**3.2.2.3. Постоянная времени интегрирования**

При выходе температуры на заданное значение (уставку) (при пропорциональном законе регулирования), она устанавливается около уставки, несколько не доходя до неё (от долей до нескольких градусов). Эта разность будет тем больше, чем больше значение полосы пропорциональности.

Для устранения этого вводится параметр «постоянная времени интегрирования», который в приборе описывается программируемым параметром  $P02 (P.02)$ , см. *прил. Д*. Чем меньше значение постоянной времени интегрирования, тем быстрее возрастает длительность выходных импульсов регулятора и, следовательно, тем быстрее температура достигает уставки. Чем больше значение постоянной времени интегрирования, тем меньше вклад интегральной составляющей в выходной сигнал (см. формулу **(1)**).

После задания постоянной времени интегрирования происходит переход от П-закона к ПИ-закону регулирования.

**3.2.2.4. Зона линейного действия интегральной составляющей**

Рассмотрим пример, где регулятор должен поддерживать  $T_{уст} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ , а исходная температура равна  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Тогда в начале нагрева рассогласование  $E_i = 130 \text{ }^\circ\text{C}$ .

При ПИД-регулировании к интегральной сумме (последнее слагаемое в формуле **(1)**) прибавляется рассогласование после каждого измерения. С ростом температуры каждый последующий член суммы уменьшается, но общая сумма интегральной составляющей сигнала оказывается недопустимо большой при приближении температуры к уставке, что приводит к значительному перерегулированию. Чтобы этого не происходило, вводится ограничение величины очередного слагаемого интегральной суммы при помощи зоны линейного действия интегральной составляющей  $2X_{ин}$ , которая задается программируемым параметром  $P05 (P.05)$ , см. *прил. Д*.

Зависимость величины каждого последующего члена интегральной суммы от отклонения показана на **рис. 9**.

Из **рис. 9** видно, что, чем уже зона линейного действия интегральной составляющей (чем меньше значение программируемого параметра  $P05 (P.05)$ ), тем меньше значение, добавляющееся к интегральной сумме при большом отклонении. Следовательно, при первом выходе на уставку (после первого включения) при меньшем значении параметра  $P05 (P.05)$  перерегулирование будет меньше. В то же время подтягивание регулируемой величины к уставке (в установившемся режиме) замедляется.

Значение функции  $f(E_n)$  определяется так:

$$f(E_n) = E, \text{ при } |E| < X_{ин} \text{ (см. рис. 9);}$$

$$f(E_n) = P05, \text{ при } |E| > X_{ин};$$

т.е. в диапазоне значений от  $E = 0$  до  $E = \pm X_{ин}$   $f(E_n) = E$ , а за пределами диапазона  $E = \pm X_{ин}$  происходит ограничение  $f(E_n)$ .



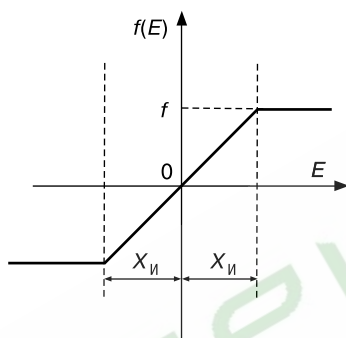


Рис. 9. Ограничение интегральной составляющей при помощи  $X_{И}$

### 3.2.2.5. Постоянная времени дифференцирования

При постоянной времени дифференцирования не равной 0, прибор будет работать в режиме ПИД-регулятора. Чем больше значение постоянной времени дифференцирования, тем быстрее будет реагировать выходной сигнал на изменение входного сигнала. Чем меньше значение постоянной времени дифференцирования, тем меньше вклад дифференциальной составляющей в выходной сигнал (см. формулу (1)).

Постоянная времени дифференцирования задается с помощью программируемого параметра  $PД1 (P.D1)$  (см. прил. Д).

### 3.2.2.6. Ограничение максимальной мощности

Если мощность исполнительного устройства слишком велика для данного объекта управления, может потребоваться ее ограничение. Ограничение мощности происходит посредством ограничения длительности выходных импульсов (при постоянном периоде их следования).

В приборе ограничение мощности осуществляется с помощью программируемого параметра  $PДБ (P.DB)$  (см. прил. Д).

Если вычисленный регулятором длительность очередного импульса превышает значение, установленное в параметре  $PДБ (P.DB)$ , то длительность выходного импульса  $t_{имп. вых.}$  будет равна значению, установленному в этом параметре (в процентах от максимальной мощности исполнительного устройства) (рис. 10 и рис. 11).

### 3.2.2.7. Тип исполнительного устройства

Для правильного формирования выходного сигнала ПИД-регулятора необходимо задать тип исполнительного устройства: нагреватель или холодильник.

Нагревателем условно называют устройство, при включении которого увеличивается значение измеряемого параметра. Холодильником называют устройство, при включении которого уменьшается значение измеряемого параметра.

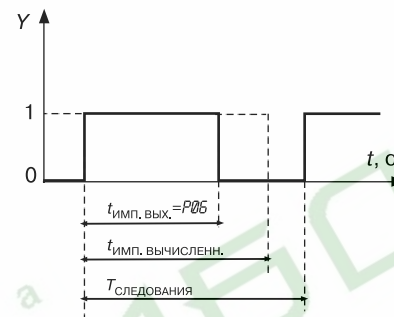


Рис. 10. Ограничение максимальной мощности. Временная диаграмма

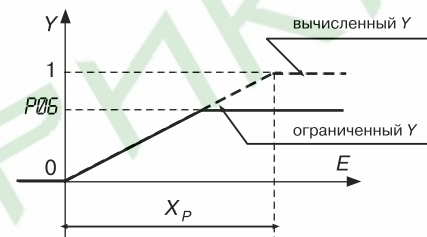


Рис. 11. Ограничение максимальной мощности. Выходная характеристика

Тип исполнительного устройства на выходе 1-го (2-го) регуляторов задается программируемым параметром  $PД7 (P.D7)$ , см. прил. Д.

При управлении задвижками учитывается, что двигатель задвижки – это интегрирующее звено, и регулятором производится дополнительное дифференцирование выходного сигнала. В этом случае «постоянная времени дифференцирования» не учитывается, даже если она была ранее установлена. Но «полоса пропорциональности» и «постоянная времени интегрирования» производят то же действие, что и при управлении нагревателем (холодильником).

### 3.2.2.8. Зона нечувствительности

Зона нечувствительности – это такая область значений рассогласований входного сигнала  $E$ , в которой считается, что  $E = 0$ . За пределами этой зоны регулятор определяет величину отклонения по формуле

$$E = |E_p| - X_d$$

где  $E_p$  – истинное отклонение;

$X_d$  – ширина зоны нечувствительности.

Размерность величины зоны нечувствительности та же, что и у входной величины, подаваемой на вход регулятора. Зона нечувствительности для «нагревателя» представлена на рис. 12, для «нагревателя – холодильника» – на рис. 13.

**ПРИМЕЧАНИЯ.** 1. При значении  $PД3=000$  полоса пропорциональности регулятора равна нулю (а не бесконечности, как было бы, если строго следовать формуле), и пропорциональная составляющая выходного сигнала обратится в ноль.

2. При  $PД1 (P.D1) = 000$  дифференциальная составляющая выходного сигнала обратится в ноль.

3. При  $PД2 (P.D2) = 000$  интегральная составляющая выходного сигнала будет равна нулю (а не стремится к бесконечности, как было бы, если строго следовать формуле).

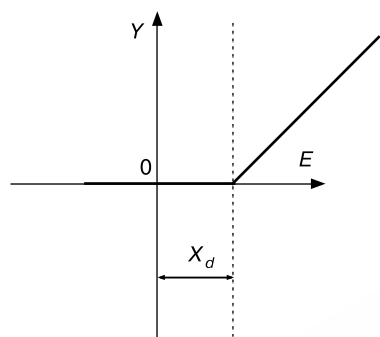


Рис. 12. Зона нечувствительности для исполнительного устройства типа «нагреватель»

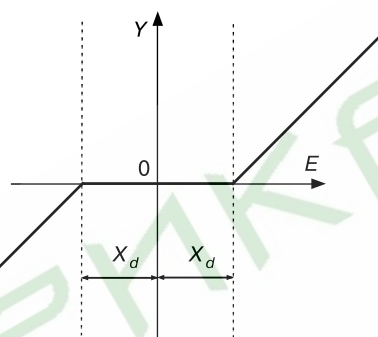


Рис. 13. Зона нечувствительности для исполнительного устройства типа «нагреватель – холодильник» или «задвижка»

### 3.2.3. Компараторы

3.2.3.1. *Компаратор* – это устройство, предназначенное для сравнения входной величины с эталонной; при этом компаратор имеет два состояния выходного сигнала: состояние выходного сигнала изменяется, если входная величина пересекает пороговый уровень (эталон).

#### Способы использования компараторов:

- для оповещения об аварийных или близких к аварийным ситуациям (поэтому их еще называют компараторами сигнала ТРЕВОГА);
- для двухпозиционного регулирования;
- для включения (выключения) оборудования при достижении управляющим сигналом установленного уровня или выходе его за установленные пределы.
- для включения (выключения) оборудования по истечении заданного времени.

Работа каждого из четырех компараторов регулируется следующими **ПРОГРАММИРУЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ:**

- входная величина компаратора ( $c\bar{0}1$ );
- состояние выхода компаратора ( $c\bar{0}2$ );
- уставки компаратора ( $c\bar{0}3...c\bar{0}4$ );
- логика работы компаратора ( $c\bar{0}5$ );
- блокировка срабатывания компаратора до 1-го достижения уставки ( $c\bar{0}6, c\bar{0}7$ );
- блокировка срабатывания компаратора до снятия внешнего воздействия ( $c\bar{0}8$ );
- параметры задержки срабатывания компаратора ( $c\bar{0}9, c\bar{1}0$ ).

Программируемые параметры  $c\bar{0}1...c\bar{1}0$  (см. прил. Д) для каждого компаратора устанавливаются на уровне L1 (см. разд. 4) для каждой программы в целом (отдельно для каждого шага задать уставки и другие параметры компаратора нельзя). Если

компаратор не используется, то его выход надо отключить, задав значение параметра  $c\bar{0}2 = 000$ .

#### 3.2.3.2. Входная величина компаратора

На вход компаратора подается одна из пяти измеряемых или вычисляемых входных величин ( $T_{\text{сух}}, T_{\text{прод}}, T_{\text{влаж}}, \Delta T, \psi$ ) непосредственно или входной сигнал, поступающий на вход одного из регуляторов (параметр  $c\bar{0}1$ ).

#### 3.2.3.3. Выход компаратора

С помощью программируемого параметра  $c\bar{0}2$  (см. прил. Д) пользователь определяет, на какое реле будет подаваться выходной сигнал компаратора. На одно и то же реле могут быть поданы выходные сигналы от нескольких компараторов (т.е. может быть объединение их выходов по схеме «ИЛИ»).

#### 3.2.3.4. Уставки компаратора

С помощью программируемых параметров  $c\bar{0}3$  и  $c\bar{0}4$  (см. прил. Д) задают значения, соответственно, верхней и нижней уставок компаратора, т.е. предельно допустимые для данного технологического процесса значения контролируемой величины. Верхней уставкой автоматически становится уставка с большим значением.

#### 3.2.3.5. Логика работы компаратора

Закон, в соответствии с которым будет работать компаратор, устанавливается с помощью программируемого параметра  $c\bar{0}5$  (см. прил. Д).

При  $c\bar{0}5 = 000$  (рис. 14) компаратор замыкает свое выходное реле в случае превышения контролируемой величиной установленного значения верхней уставки, размыкает реле при уменьшении выходной величины ниже нижней установки. Этот закон используется, например, при управлении «холодильником»; для сигнализации о превышении допустимой температуры нагрева.

При  $c\bar{0}5 = 001$  (рис. 15) компаратор замыкает свое выходное реле в случае, когда контролируемая величина становится меньше значения нижней уставки, размыкает реле, когда входная величина превысит верхнюю уставку. Этот закон используется, например, для поддержания температуры при помощи «нагревателя»; для сигнализации об остывании объекта ниже определенной температуры.

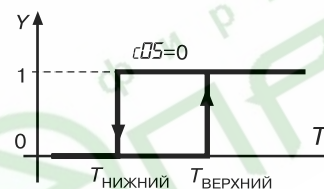


Рис. 14. Компаратор срабатывает по верхней уставке:

$Y = 1$  – выходное реле замкнуто;  
 $Y = 0$  – выходное реле разомкнуто

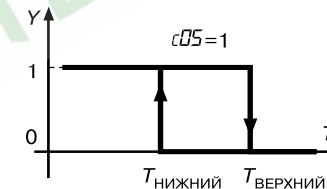


Рис. 15. Компаратор срабатывает по нижней уставке:

$Y = 1$  – выходное реле замкнуто;  
 $Y = 0$  – выходное реле разомкнуто

## Устройство и работа прибора

Эти законы используются также для включения оборудования по достижении определенной температуры.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если необходимо, чтобы оборудование после включения больше не выключалось, надо установить значение параметра  $c_{\text{ДВ}} = 001$  (см. прил. Д и п. 3.2.3.7).

При  $c_{\text{Д5}} = 002$  (рис. 16) компаратор используется для сигнализации о достижении контролируемой величиной (например, температурой) установленных пределов.


При  $c_{\text{Д5}} = 003$  (рис. 17) компаратор используется для сигнализации о выходе контролируемой величины за установленные пределы.

### 3.2.3.6. Блокировка срабатывания компаратора до 1-го достижения уставки

В случаях, когда в начале технологического процесса, например, при нагреве, разница между исходной температурой и уставкой намного превосходит установленное значение верхней уставки компаратора, должно произойти аварийное срабатывание компаратора. Чтобы избежать этого, в приборе предусмотрен программируемый параметр  $c_{\text{ДБ}}$  (см. прил. Д), позволяющий игнорировать первое «ненужное» срабатывание компаратора (рис. 18), а аналогичная ситуация может возникнуть при переходе от одного шага программы к другому, если уставки этих шагов далеко отстоят друг от друга.

Блокировать срабатывание компаратора до 1-го достижения уставки можно как в начале программы (с помощью программируемого параметра  $c_{\text{ДБ}}$ ), так и в начале каждого шага программы (с помощью параметра  $c_{\text{Д7}}$ ).

### 3.2.3.7. Блокировка срабатывания компаратора до снятия внешнего воздействия

Прибор может работать в режиме, когда после первого срабатывания компаратор больше не реагирует на свой входной сигнал и остается в таком положении (когда его выходное реле замкнуто) до окончания программы (до нажатия кнопки ). Этот режим работы компаратора реализуется заданием параметру  $c_{\text{ДВ}}$  значения «001» (см. прил. Д).

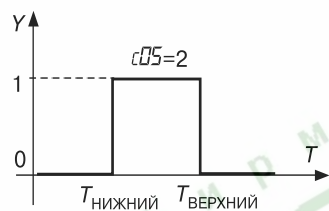


Рис. 16. Компаратор срабатывает внутри установленных пределов

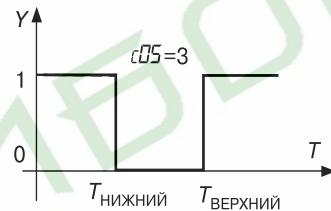


Рис. 17. Компаратор срабатывает вне установленных пределов

## Компараторы

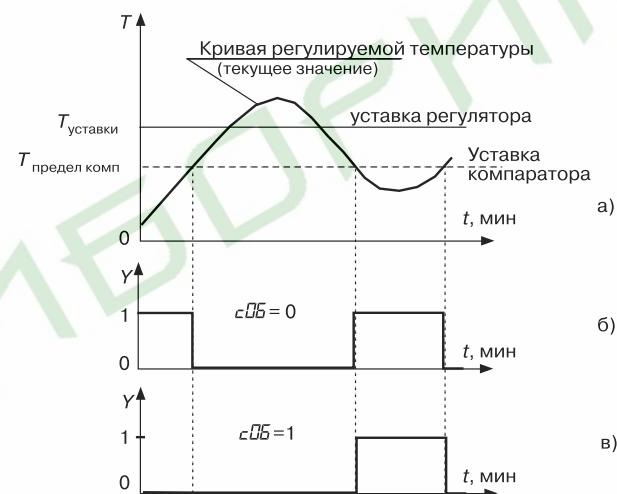


Рис. 18. Блокировка срабатывания компаратора до 1-го достижения уставки

С помощью этого параметра возможно фиксировать факт выхода управляемой величины за установленный предел (пределы) в течение одной программы.

### 3.2.3.8. Время задержки срабатывания компаратора

При выходе управляемой величины за установленные пределы можно задержать во времени момент срабатывания компаратора:

- если время нахождения регулируемой величины  $t > t_1$  (времени задержки срабатывания компаратора), то компаратор срабатывает, **рис. 19, а**;
- если время нахождения регулируемой величины  $t < t_1$ , то компаратор не срабатывает, **рис. 19, б**.

Этот режим работы компаратора реализуется путем заданием параметру  $c_{\text{Д9}}$  ненулевого значения (см. прил. Д).

### 3.2.3.9. Время задержки отпускания компаратора

Аналогично задается задержка отпускания компаратора:

- если время нахождения управляемой величины ниже установленного предела после срабатывания компаратора меньше  $t_2$  (установленного времени задержки отпускания компаратора), то отпускания не происходит (**рис. 20**).
- если больше, то по истечении времени  $t_2$  происходит отпускание компаратора (**рис. 21**).

Этот режим работы компаратора реализуется заданием параметру  $c_{\text{Д10}}$  ненулевого значения (см. прил. Д).



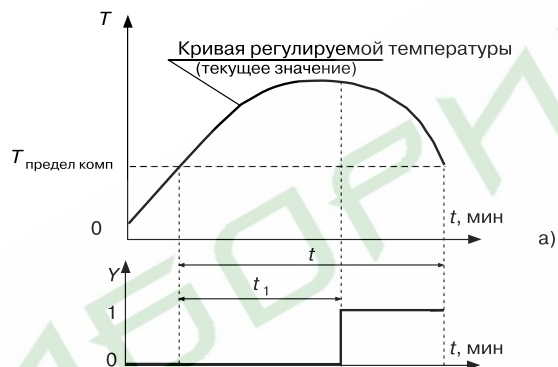


Рис. 19. Задержка срабатывания компаратора:  
 а) –  $t > t_1$ , компаратор срабатывает,  
 б) –  $t < t_1$ , компаратор не срабатывает

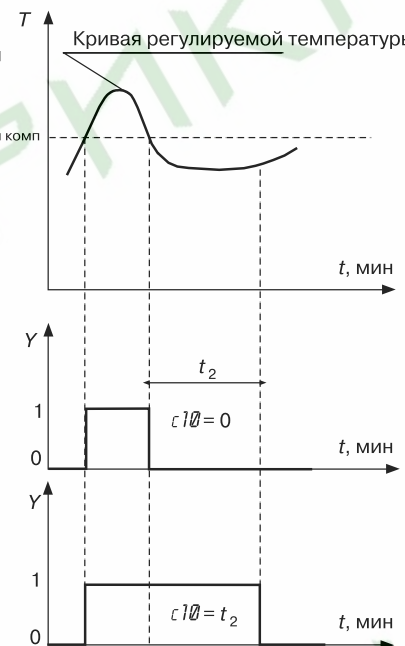
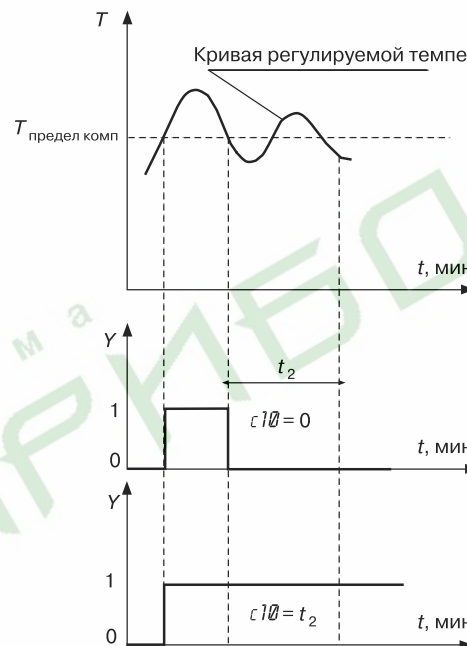


Рис. 21. Задержка отпущения компаратора: компаратор «не отпустил»

Рис. 22. Задержка отпущения компаратора: компаратор «отпустил»

### 3.2.4. Транзисторные ключи

Восемь транзисторных ключей прибора используются для управления оборудованием на текущем шаге управления программы технолога.

При выполнении программы каждый транзисторный ключ может находиться в следующих состояниях:

- закрыт на протяжении всего шага;
- открыт на протяжении шага;
- работает в периодическом импульсном режиме на протяжении шага.

На каждом шаге режимы работы 1-го по 8-й ключей задаются программируемыми параметрами  $n\bar{0}1...n\bar{0}8$  (см. прил. Д).

Существует 14 импульсных режимов работы ключей, задаваемых в параметрах  $F\bar{0}2...F\bar{0}15$  (длительность импульса),  $F\bar{0}2...F\bar{0}15$  (длительность паузы), см. прил. Д.

**Примечание.** Если назначается импульсный режим работы ключа, то шаг начинается с импульса (т.е. с замыкания ключа).

### 3.2.5. Выходные реле

На пять выходных реле прибора поступают выходные сигналы:

- на первое и второе реле – с первого регулятора;
- на третье и четвертое реле – со второго регулятора.

## Устройство и работа прибора

Пятое реле «АВАРИЯ» автоматически замыкается при возникновении аварийной ситуации (см. ниже пп. 8.6.2, 8.6.4). Реле «АВАРИЯ» может также использоваться для вывода выходного сигнала компараторов.

Если регулятор управляет задвижками или одновременно «нагревателем» и «холодильником», то он использует оба «своих» реле. Если регулятор управляет только «нагревателем» или только «холодильником», то он использует одно «свое» реле. При этом первый регулятор использует второе реле, второй регулятор использует четвертое реле. В этом случае первое и третье реле остаются свободными и могут использоваться для вывода на них выходных сигналов с компараторов.

Выходной сигнал компаратора в отличие от выходного сигнала регулятора можно направить на любое реле. Реле, на которое назначается выход компаратора, должно быть свободным. В этом случае регулятор должен быть либо отключен, и тогда освобождаются оба его реле, либо регулятор должен управлять исполнительным устройством типа «нагреватель» или «холодильник», и тогда свободно одно его реле.

На одно свободное реле можно назначать выходы нескольких компараторов, объединяя выходы этих компараторов по схеме «ИЛИ», при этом реле будет замыкаться от сигнала любого компаратора, выход которого назначен на это реле.

### 3.2.6. Задатчик программ управления

Задатчик программ управления служит для задания уставок регуляторов и компараторов, режимов работы транзисторных ключей при выполнении программ управления (программ технолога).

Программы управления (программы технолога) создаются пользователем в соответствии с технологическим процессом, каждой стадии технологического процесса соответствуют отдельные участки программы технолога – шаги.

Параметры программы технолога можно разделить на две группы – параметры собственно программы и параметры шага.

**Примечание.** Параметры компараторов описаны в п. 3.2.3.

#### 3.2.6.1. Параметры программ

Параметры программ включают параметры, относящиеся непосредственно к программе ( $N01$  и  $N02$ ), и параметры компараторов –  $c01 \dots c04$  (см. прил. Д).

С помощью параметра  $N01$  задается число шагов программы (рис. 22).

С помощью параметра  $N02$  возможно создание циклов (рис. 23, 24, 25). Циклы могут состоять из нескольких шагов, например, при организации суточного цикла работы теплиц (см. рис. 24), или из одного шага, например, при регулировании температуры в помещениях для хранения продукции, где поддерживаются постоянные климатические условия неопределенно долгое время (см. рис. 25).



Рис. 22. Пример выполнения нециклической программы:  $N01=004$ ,  $N02=000$

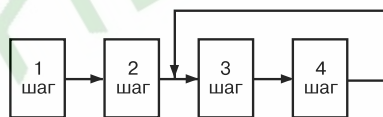


Рис. 23. Программа с циклом:  $N01=004$ ,  $N02=003$ ; последовательность шагов: 1,2,3,4,3,4,3,...

## Задатчик программ управления

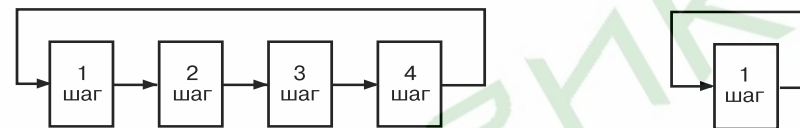


Рис. 24. Циклическая программа:  $N01=4$ ,  $N02=1$ ; последовательность шагов: 1,2,3,4,1,2,3,4,1,2,...

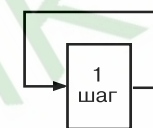


Рис. 25. Циклическая программа из одного шага:  $N01=1$ ,  $N02=1$

#### 3.2.6.2. Параметры шагов

Каждый шаг программы описывается тремя группами параметров.

Первая группа параметров  $n01 \dots n04$  (см. прил. Д) задает режимы работы транзисторных ключей (см. п. 3.2.4).

Вторая группа параметров  $У01 \dots У05$  задает условия перехода от одного шага к другому. Третья группа параметров  $Е01 \dots Е05$  ( $Е01 \dots Е05$ ) задает уставки для 1-го (2-го) регуляторов.

##### 3.2.6.2.1. Условие перехода к следующему шагу (условие окончания шага)

Шаг программы управления (программы технолога) может быть задан:

- по длительности (по времени), при этом параметр  $У01 = 001$ ;
- по достижении установленного значения управляемой величины, при этом параметр  $У01 = 000$ ;
- по выполнении первых двух условий; шаг окончится по событию, произошедшему последним: если истекло установленное время шага, то по достижении управляемой величиной установленного значения, и наоборот; параметр  $У01 = 002$ ;
- по выполнении первых двух условий; шаг окончится по событию, произошедшему первым: по истечении времени шага, если не достигнуто установленное значение управляемой величины, и наоборот, при этом параметр  $У01 = 003$ .

Условия перехода к следующему шагу в зависимости от значения температур  $T_{\text{сух}}$ ,  $T_{\text{влаж}}$ ,  $T_{\text{прод}}$ ,  $\Delta T$  и влажности  $\psi$  по отношению к их уставкам задаются параметром  $У02$ .

Уставка температуры (или влажности), по достижении которой произойдет переход к следующему шагу, задается параметром  $У03$ .

Время длительности шага задается параметрами  $У04$  и  $У05$ . Максимально возможная уставка для часов – 63 часа, а для минут – 59 минут.

##### 3.2.6.2.2. Параметры 1-го (2-го) регуляторов на данном шаге

Входная величина регулятора задается параметрами  $Е01$  (для 1-го регулятора) и  $Е01$  (для 2-го регулятора).

Уставка входной величины 1-го (2-го) регуляторов задается параметрами  $Е02$  ( $Е02$ ) – целая часть,  $Е03$  ( $Е03$ ) – дробная часть.

Скорость выхода управляемой величины на уставку задается параметрами  $Е04$  ( $Е04$ ) – значение скорости выхода на уставку;  $Е05$  ( $Е05$ ) – знак скорости (положительный – рост входной величины, отрицательный – снижение входной величины).



## Устройство и работа прибора

### 3.2.6.3. Пример программы регулирования температуры

Для наглядности программу управления можно представить в графическом виде (рис. 26).

На графике отображаются уставки для каждого шага и скорости выхода на них.

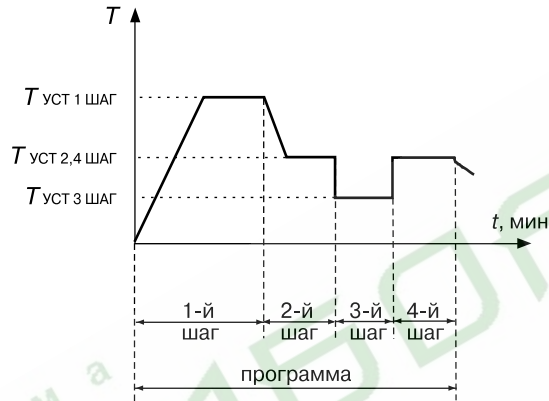


Рис. 26. Пример графика программы

На 1-м шаге скорость выхода на уставку задана и имеет положительный знак; на втором шаге – задана и имеет отрицательный знак; на третьем и четвертом шагах скорость не задана (равна нулю), т.е. на этих шагах температура выходит на свои уставки с максимально возможной скоростью, которая определяется свойствами объекта управления (размерами нагреваемой камеры, материалом ее стен и т.д.) и свойствами исполнительного устройства (конструкцией нагревателя, его мощностью и т.д.).

### 3.2.6.4. Разбиение памяти на программы и шаги

Программы управления можно создавать с разным числом шагов. Поскольку объем памяти ограничен, предусмотрен жесткий порядок разбиения памяти, отведенной для программ технолога: чем больше число шагов в программе, тем меньше число возможных программ, и наоборот. Поэтому максимальное число шагов следует определять заранее, на этапе подготовки прибора к работе.

Требуемый по условиям технологического процесса тип разбиения памяти задается программируемым параметром  $\alpha_{iB}$  (см. прил. Д).

Задавая число шагов в программе с помощью программируемого параметра  $N_{\text{ш}}$  (см. прил. Д), следует иметь в виду, что их число будет ограничено значением параметра  $\alpha_{iB}$ .

### 3.2.6.5. Сохранение параметров программы управления при внезапном пропадании питания

В приборе предусмотрено сохранение значений текущих параметров в случае сбоев в работе питающей сети напряжением 220 В. Поведение прибора после появления пропавшего напряжения регулируется параметром  $\alpha_{\text{П}}$  (см. прил. Д):

- продолжение выполнения программы с момента пропадания питания ( $\alpha_{\text{П}} = 001$ );
- аварийный останов со срабатыванием реле 5 «АВАРИЯ» ( $\alpha_{\text{П}} = 002$ );
- неаварийный останов – переход в режим ОСТАНОВ ( $\alpha_{\text{П}} = 003$ ).

Пользователь может задавать ширину зоны значений регулируемой величины таким образом, что если после восстановления питания 220 В значение регулируемой величины окажется внутри этой зоны, прибор продолжит выполнение программы, если регулируемая величина выйдет за пределы зоны, то прибор

## Задатчик программ управления

перейдет в режим ОСТАНОВ. Границы этой зоны задаются в параметре  $\alpha_{\text{ЗВ}}$ . Размерность зоны – % от значения температуры, которую имел объект управления в момент отключения питания 220 В.

Программа управления отслеживает изменение температуры после перерыва в питании на всех трех температурных входах. И если хотя бы на одном входе произошло изменение регулируемой величины, выходящее за пределы, заданные параметром  $\alpha_{\text{ЗВ}}$ , то поведение прибора будет зависеть от значения параметра  $\alpha_{\text{П}}$ : 004 или 005 (см. прил. Д). Поэтому следует обратить внимание на то, чтобы после перерыва в питании изменение регулируемой величины на входах, по которым не происходит регулирование температуры объекта, не было больше, чем изменение на входе, по которому происходит регулирование.

### 3.2.7. Устройство связи с компьютером

Последовательность выполнения программы управления может быть зарегистрирована на IBM PC при использовании устройства адаптера сети OWEN AC2. Существуют две программы регистрации, работающие под управлением Windows 95/98.

Программа регистрации «Reporter 1.6» работает только с приборами МПП51. На одном компьютере можно запустить несколько (по количеству свободных последовательных портов) экземпляров программы, но не более четырех. Один запущенный экземпляр программы работает с одним последовательным портом компьютера, к которому подключен адаптер интерфейса OWEN AC2. Один запущенный экземпляр программы может обеспечить регистрацию данных от восьми приборов МПП51-Щ4. Все запущенные экземпляры программы должны работать с разными последовательными портами компьютера. Формат записываемых данных позволяет легко использовать полученные файлы регистрации для статистической обработки или представления полученных данных в виде графиков посредством других программ, например, Microsoft Excel.

Программа отображения хода технологического процесса «OWEN Process Manager» может работать со различными приборами OWEN и имеет следующие возможности:

- принимать информацию от приборов через заданные интервалы времени;
- архивировать данные через заданные промежутки времени;
- отображать текущие показания приборов в цифровом и графическом виде;
- реагировать на выход измеряемых значений за установленные пользователем границы;
- позволяет просматривать архив измерений за любой промежуток времени в табличном и графическом виде.

Для последующей обработки данных, внесенных в архив, необходимо представить их в форматах Access, FoxPro, DBase, Excel.

При работе с программой «OWEN Process Manager» к каждому последовательному порту компьютера подключается также один адаптер OWEN AC2, к которому, в свою очередь, можно подключить до восьми приборов МПП51-Щ4. Максимальное количество устройств AC2, подключаемых к компьютеру, ограничивается только количеством его последовательных портов.



## Конструкция прибора

### 3.3. Конструкция прибора

#### 3.3.1. Устройство прибора

Прибор МПР51-Щ4 изготавливается в пластмассовом корпусе, предназначенном для утопленного монтажа на вертикальной плоскости щита управления электрооборудованием.

Корпус состоит из двух частей, соединяемых между собой при помощи четырех винтов. Для обеспечения отвода тепла, выделяющегося при работе прибора, на боковых гранях задней части корпуса предусмотрены вентиляционные щели. Внутри корпуса размещены четыре платы печатного монтажа, на которых располагаются элементы схемы прибора. Соединение плат друг с другом осуществляется при помощи плоских разъемных кабелей.

Крепление прибора на щите обеспечивается двумя фиксаторами, входящими в комплект поставки.

Габаритные и установочные размеры прибора приведены в *прил. А*.

Конструктивно схема прибора размещается на четырех платах: верхней, нижней, задней и передней.

На нижней плате размещаются:

- схема источника питания и пять выходных реле;
- внешний разъем, на который выведены контакты выходных реле и контакты для подачи питающего переменного напряжения 220 В.

#### 3.3.2. Индикация и управление

На лицевой панели прибора (*рис. 27*) расположены цифровые и точечные светодиодные индикаторы, служащие для отображения текущей информации о параметрах и режимах работы прибора МПР51-Щ4. Здесь же расположены четыре кнопки, предназначенные для управления прибором в различных режимах.

3.3.2.1. Цифровые индикаторы имеют следующее назначение.

Цифровой индикатор «ЧАСЫ:МИНУТЫ» в режимах ОСТАНОВ и РАБОТА указывает время от начала работы программы; в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ – имя задаваемого (просматриваемого) параметра.

Цифровой индикатор «ПАРАМЕТР» отображает значения температуры, полученные по трем каналам измерения ( $T_{\text{сух}}$ ,  $T_{\text{влаж}}$ ,  $T_{\text{прод}}$ ) и положение задвижек, определенное по двум каналам (КЗР1 и КЗР2). В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на этот индикатор выводится значение задаваемого (просматриваемого) параметра. Индикация измеряемых величин производится автоматически или вручную, в зависимости от значения программируемого параметра  $\sigma$  (*см. прил. Д*).

Цифровой индикатор «ШАГ» в режимах ОСТАНОВ и РАБОТА указывает номер шага. В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на уровне L1 при задании или просмотре параметров компараторов на цифровом индикаторе «ШАГ» указывается номер компаратора. По окончании работы программы индицируется слово «End» (сокр. англ. «End» – конец).

Цифровой индикатор «ВЛАЖНОСТЬ, %» показывает влажность или номер программы в зависимости от значения параметра  $\sigma_{D2}$  (*см. прил. Д*), управляющего выводом на этот индикатор. В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на уровнях L2, L3, L4 на этом индикаторе высвечивается номер уровня.

## Конструкция прибора


3.3.2.2. Точечные светодиодные индикаторы располагаются в правой верхней части передней панели.


Светодиод «АВАРИЯ» загорается при выходе значения входного параметра за пределы допустимых значений, а также после окончания работы программы.


Светодиод «СТОП» загорается, когда прибор находится в режиме ОСТАНОВ.


Пять зеленых светодиодов указывают канал измерения, показания которого выведены на цифровой индикатор «ПАРАМЕТР».

3.3.2.3. Кнопки управления размещаются в правой нижней части передней панели.

Кнопка  (вверх) в режиме ОСТАНОВ и РАБОТА предназначена для перехода между входными величинами, отображаемыми на индикаторе «ПАРАМЕТР». В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ служит для перехода между параметрами при их просмотре и увеличении значения программируемого параметра.

Кнопка  предназначена для входа в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ, перехода на различные уровни основного меню, а также для занесения в память выбранного значения программируемого параметра.

Кнопка  в режиме ОСТАНОВ служит для перехода в начало первого шага программы и сброса сигнала АВАРИЯ. В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ – для уменьшения значения программируемого параметра.

Кнопка  переводит прибор из режима ОСТАНОВ в режим РАБОТА и обратно. В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ с помощью этой кнопки осуществляется выход из текущего уровня в основное меню без записи нового значения программируемого параметра, а из основного меню осуществляется выход из режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ).

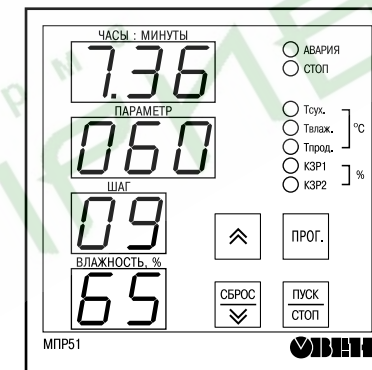


Рис. 27. Лицевая панель прибора

## Программирование прибора

### 4.1. Режимы работы прибора

4.1.1. Прибор МПР51-Щ4 может функционировать в следующих режимах:

- ОСТАНОВ;
- РАБОТА;
- ПРОГРАММИРОВАНИЕ.

4.1.2. Прибор может находиться либо в режиме РАБОТА, либо в режиме ОСТАНОВ. Работа в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ происходит на фоне режимов ОСТАНОВ или РАБОТА.

Схема, поясняющая соотношение режимов и порядок перехода из режима в режим при нажатии соответствующих кнопок, представлена на **рис. 28**.



**Рис. 28. Режимы работы прибора**

Режим ОСТАНОВ – это исходный режим, в который прибор автоматически переходит при включении питания. В этом режиме прибор функционирует как измеритель и индикатор, регулирование не происходит, компараторы не работают.

Режим РАБОТА – это режим задатчика-регулятора, при котором прибор осуществляет регулирование по заданной пользователем программе управления; регуляторы и компараторы работают, происходит отсчет времени от начала выполнения программы.

### 4.2. Режим программирования

#### 4.2.1. Общие указания

4.2.1.1. Режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ предназначен для установки значений параметров работы прибора, необходимых при эксплуатации, записи их в энергонезависимую память МПР51-Щ4, а также просмотра значений параметров.

4.2.1.2. В приборе предусмотрено программирование параметров **на четырех уровнях**:

- на уровне L1 задаются значения параметров программ управления;
- на уровне L2 задаются значения параметров, общих для всего прибора, и значения параметров регулирования;
- на уровне L3 задаются значения параметров автонастройки ПИД-регуляторов;
- на уровне L4 задаются значения параметров калибровки датчиков температуры и положения задвижки.

#### 4.2.2. Основное меню режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ

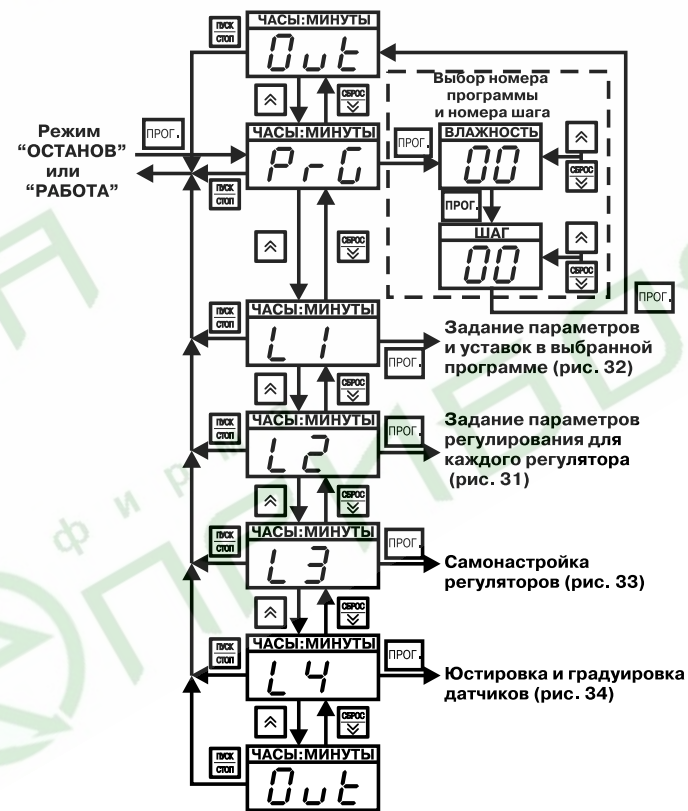
4.2.2.1. **Схема основного меню режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ**, а также меню подрежима выбора программы для исполнения изображены на **рис. 29**. По

## Программирование прибора

вертикали расположены изображения того, что индицируется на верхнем индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ». Линии со стрелками указывают направления перехода с одного уровня программирования на другой, изображения кнопок около линий показывают, с помощью какой кнопки можно перейти с уровня на уровень.

4.2.2.2. Для входа в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ надо нажать кнопку **ПРОГ.** (см. **рис. 30**, слева сверху), при этом на верхнем индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» замигает сообщение «P-rG».

Для выбора уровня программирования необходимо после появления сообщения «P-rG» (см. **рис. 29**) нажать кнопку **▲** (вверх), прибор перейдет на уровень L1; дальнейшее нажатие этой кнопки позволяет последовательно перейти на уровни программирования L2, L3, L4 и далее в «нижнее» состояние «Out» основного меню (означает окончание списка параметров, в данном случае – списка уровней программирования). При этом на индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» высвечивается наименование каждого уровня и состояния.



**Рис. 29. Основное меню режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ**



## Программирование прибора

Нажатием кнопки (вниз) осуществляется обратный переход от уровня L4 к уровням L3, L2, L1, «РГБ» и далее в «верхнее» состояние «Длт» основного меню (см. рис. 29).

**4.2.2.3. Для перехода в подрежим выбора программы (шага) для исполнения** необходимо после появления сообщения «РГБ» (см. рис. 29) нажать кнопку . Прибор перейдет в подрежим выбора программы (шага) для исполнения (см. рис. 29, справа сверху обведенную пунктиром часть схемы). При этом на индикаторе «ВЛАЖНОСТЬ, %» индицируется номер программы.

С помощью кнопок (вверх) или (вниз) устанавливается номер нужной программы, которая будет выполняться с первого шага.

Если программа должна выполняться не с первого шага, то, нажав кнопку (см. рис. 29), устанавливают кнопками (вверх) и (вниз) номера шага, с которого начнется выполнение программы; при этом на индикаторе «ШАГ» высвечивается номер шага. Для выхода из подрежима выбора программы (шага) для исполнения надо нажать кнопку – происходит переход в «верхнее» состояние «Длт», при этом на индикаторе «ВЛАЖНОСТЬ, %» высвечиваются прочерки, а на индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» появляется надпись «Длт». Для последующего выхода из режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ надо еще раз нажать кнопку .

Если вход в режим программирования осуществляется из режима РАБОТА, то после выхода из режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ сразу начнется выполнение установленной программы (шага).

**4.2.2.4. Выход из основного меню режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ** осуществляется путем нажатия кнопки . Прибор перейдет в тот режим, из которого был произведен вход в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ.

### 4.2.3. Программирование на уровне L2

4.2.3.1. На рис. 30 изображена схема, поясняющая программирование на уровне L2. По вертикали расположены изображения верхнего индикатора «ЧАСЫ:МИНУТЫ», на который выводятся имена программируемых параметров, общих для всего прибора, и параметров регулирования (см. прил. Д).

Группы параметров обведены пунктиром; полностью изображены только первый и последний параметры группы; параметры, находящиеся между ними, условно обозначены в виде узкого прямоугольника.

Переход от параметра к параметру происходит путем нажатия кнопки (вверх), или (вниз), направление перехода указано на рисунке стрелкой.

Справа по вертикали на рис. 30 расположены изображения индикатора «ПАРАМЕТР», на который выводятся значения программируемых параметров. Здесь же изображен сдвоенный индикатор: на верхнем индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» высвечивается имя кода доступа в уровень программирования – «Cod», на нижнем индикаторе «ПАРАМЕТР» – значение кода доступа – например, «000».

ПРОГРАММИРОВАНИЕ и возврат в режим ОСТАНОВ или РАБОТА.

## Программирование на уровне L2

### 4.2.3.2. Вход в уровень L2

Для входа в уровень L2 необходимо, находясь в основном меню на мигающем «L2», нажать кнопку . На сдвоенном индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» будет гореть надпись «Cod», на индикаторе «ПАРАМЕТР» будет мигать произвольное число (на рис. 29 число «000» изображено условно), на самом нижнем индикаторе отображается обозначение уровня L2.

В общем случае (когда параметр секретности «Scr» в уровне L2 равен 1 или 2) надо кнопками (вверх) и (вниз) установить код доступа в уровень L2: Cod = -13, и затем нажать кнопку .

Если параметр Scr = 3 (устанавливается таким при продаже прибора), то можно сразу нажимать кнопку . Происходит переход к первому, общему для всего прибора параметру «01» (см. середину рис. 30), при этом имя параметра «01» мигает на индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ», значение параметра отображается на индикаторе «ПАРАМЕТР».

### 4.2.3.3. Изменение значения параметра. Запись нового значения. Отказ от записи нового значения

Для изменения значения параметра следует нажать кнопку . Имя параметра на индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» перестанет мигать, начнет мигать значение параметра на индикаторе «ПАРАМЕТР». Кнопками (вверх)

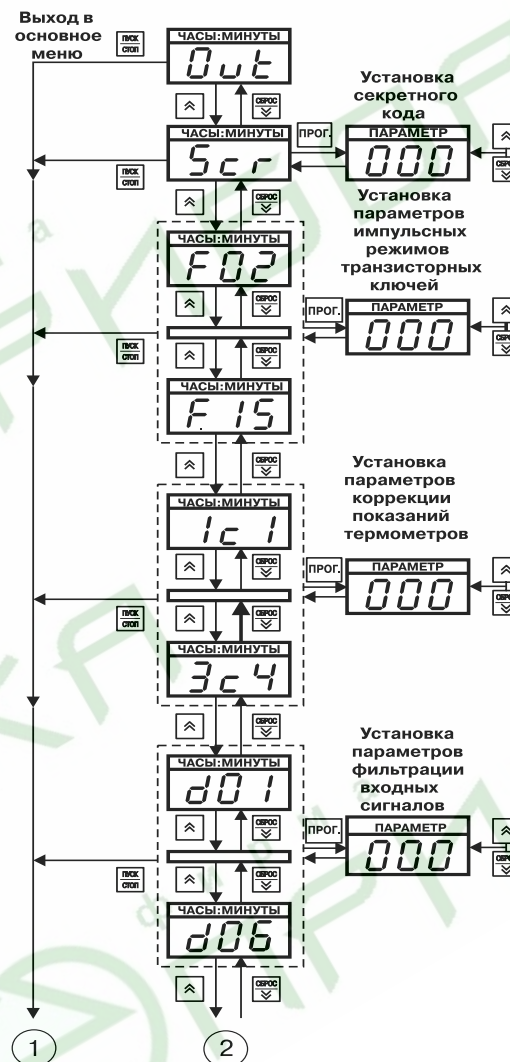
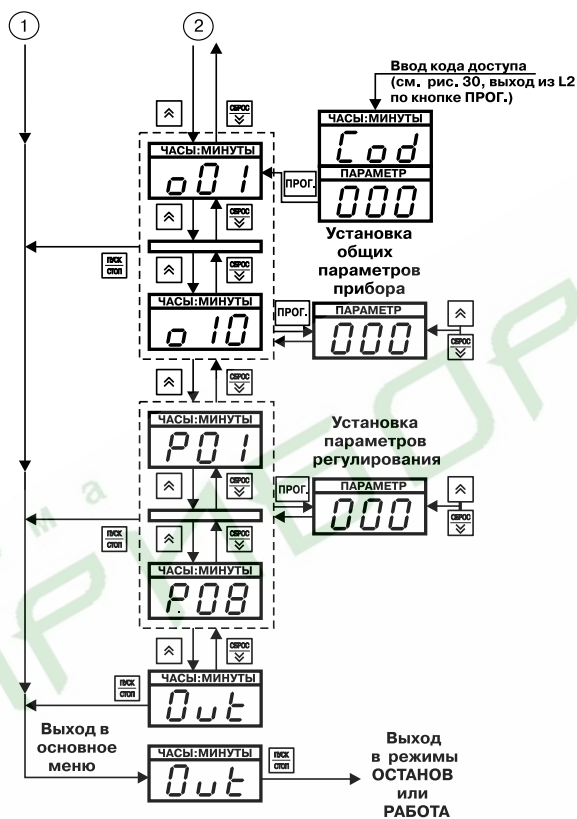


Рис. 30. Схема, поясняющая программирование на уровне L2  
1, 2 – точки соединения частей рисунка





Продолжение рис. 30

или **СЕРВОС** (вниз) надо установить требуемое значение параметра.

Для записи измененного значения надо нажать кнопку **ПРОГ.**, новое значение запишется в память и произойдет переход к следующему параметру (на рис. 30 показано стрелками вниз).

Если набрано неверное значение, то вместо кнопки **ПРОГ.** следует нажать кнопку **ПУСК/СТОП**; записи в память нового значения и перехода к следующему параметру не произойдет.

**4.2.3.4. Просмотр значений параметров (без записи)**

Для просмотра значений параметров надо использовать кнопку **ВВЕРХ** (вверх) – если надо перемещаться вниз по списку параметров и кнопку **СЕРВОС** (вниз) – если надо перемещаться вверх по списку параметров (см. рис. 30), при этом на мигающем индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» отображается имя параметра, а на индикаторе «ПАРАМЕТР» – его значение. Таким образом можно просмотреть значения всех параметров, не входя в режим изменения значения параметра.

**Примечание.** Кнопками **ВВЕРХ** (вверх) и **СЕРВОС** (вниз) всегда (в любых режимах и подрежимах) изменяется содержание мигающего индикатора.

**4.2.3.5. Выход из уровня L2**

Для выхода из уровня программирования L2 необходимо нажать кнопку **ПУСК/СТОП** (см. рис. 31), после чего прибор перейдет в состояние «Out» основного меню.

Если еще раз нажать кнопку **ПУСК/СТОП**, то произойдет выход из режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ и возврат в режим ОСТАНОВ или РАБОТА.

При движении по списку параметров с помощью кнопки **ВВЕРХ** (вверх) или **СЕРВОС** (вниз), в конце списка прибор переходит в состояние «Out» уровня L2. Из этого состояния можно выйти в состояние «Out» основного меню, так же, как и из любого параметра уровня L2, путем нажатия кнопки **ПУСК/СТОП**.

**4.2.4. Программирование на уровне L1**

4.2.4.1. На рис. 31 изображена схема, поясняющая программирование на уровне L1, где задаются значения параметров программ управления (программ технолога). На индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» отображаются имена параметров программ управления, на индикаторе «ПАРАМЕТР» – значения параметров (см. прил. Д).

**Примечание.** Все параметры, изображенные на рис. 31, кроме двух самых верхних и двух самых нижних прямоугольников, принадлежат только одной программе управления (программе технолога).

Группы параметров обведены мелким пунктиром; крупным пунктиром обведены параметры, относящиеся к одному шагу программы.

Переход от параметра к параметру происходит после нажатия кнопки **ВВЕРХ** (вверх), или **СЕРВОС** (вниз), направление перехода указано на рисунке стрелкой.

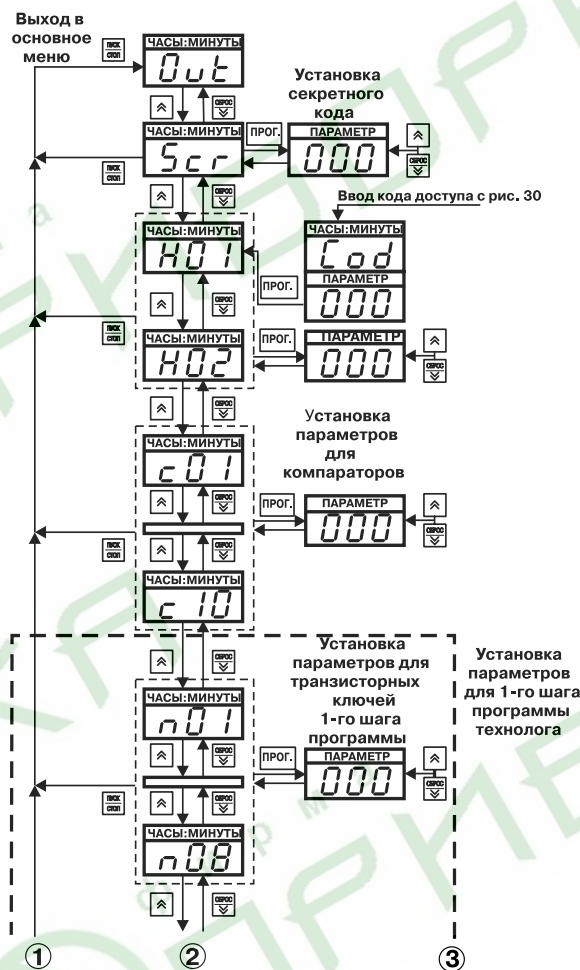


Рис. 31. Схема, поясняющая программирование на уровне L1  
①, ②, ③ – точки соединения частей рисунка



Продолжение рис. 31

#### 4.2.4.2. Вход в уровень L1

Вход в уровень L1 осуществляется так же, как и в уровень L2 (см. пп.4.2.3.2) через код доступа  $Code = 987$ .

После нажатия кнопки **ПРОГ.** происходит переход к выбору номера программы управления (программы технолога), значения параметров которой необходимо задать или просмотреть; при этом на верхнем индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» высвечивается имя первого параметра «H01», на индикаторе «ПАРАМЕТР» мигает число шагов в программе, на нижнем индикаторе мигает «01» – номер программы.

#### 4.2.4.3. Выбор номера программы

Номер программы устанавливается с помощью кнопок **↑** (вверх) и **↓** (вниз).

Вход в выбранную программу осуществляется нажатием кнопки **ПРОГ.**

#### 4.2.4.4. Изменение значения параметра.

### Запись нового значения. Отказ от записи нового значения. Просмотр значений параметров (без записи).

Изменение значения, запись нового значения параметра, отказ от записи, а также просмотр значений параметров без записи производятся в том же порядке, что и при программировании на уровне L2 (см. пп. 4.2.3.3, 4.2.3.4).

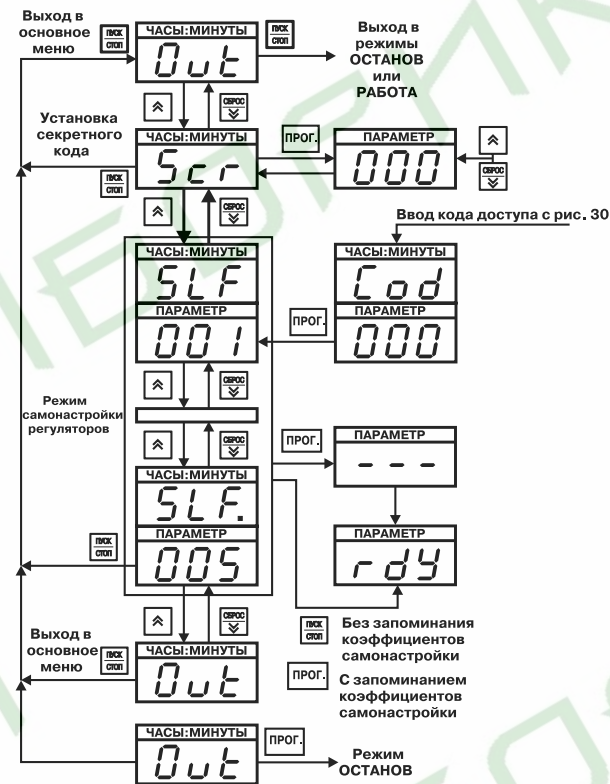


Рис. 32. Схема, поясняющая работу в уровне L3

#### 4.2.4.5. Выход из уровня L1

Выход из уровня L1 осуществляется в том же порядке, что и выход из уровня L2 (см. пп. 4.2.3.5).

#### 4.2.5. Программирование на уровне L3

4.2.5.1. На **рис. 33** изображена схема, поясняющая программирование на уровне L3, где задаются значения параметров автонастройки ПИД-регуляторов.

Вход в уровень L3 осуществляется также, как и в предыдущие уровни программирования (см. пп. 4.2.3.2), код доступа в уровень L3:  $Code = 465$ .

На индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» отображается имя программируемого параметра (5LF или 5LF.), на индикаторе «ПАРАМЕТР» – значение параметра, определяющее, для какой входной величины производится автонастройка (см. *прил. Д*).

На индикаторе «ПАРАМЕТР» во время процедуры автонастройки высвечиваются прочерки «- - -», по ее окончании появляется сообщение «rdy» (сокр. англ. «ready» – готово) (см. **рис. 3**).

### 4.2.6. Программирование на уровне L4

4.2.6.1. На рис. 33 изображена схема, поясняющая программирование на уровне L4, где задаются значения параметров калибровки датчиков.

Вход в уровень программирования осуществляется так же, как и в другие уровни (см. пп. 4.2.3.2), код доступа в уровень L4:  $Code = 343$ .

На индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» отображается имя программируемого параметра («CAL»). На индикаторе «ПАРАМЕТР» – значение параметра, определяющего вид калибровки (см. прил. Д).

На индикаторе «ПАРАМЕТР» во время процедуры калибровки высвечиваются прочерки («- -»), по ее окончании появляется сообщение «ГДЧ».

Порядок действий при калибровке приведен в прил. Г.

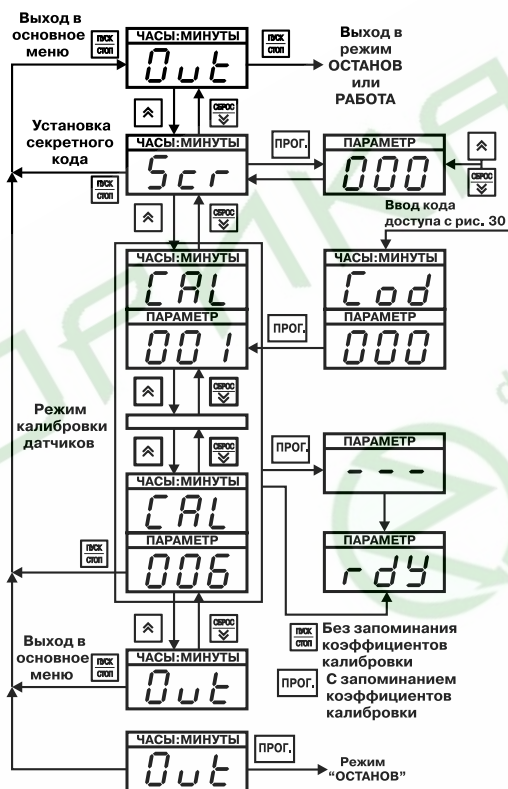


Рис. 33. Схема, поясняющая работу в уровне L4

### 4.2.7. Программирование прибора при помощи ПК

Существует возможность конфигурирования прибора МПР51-Щ4 с помощью персонального компьютера. Для этого следует подключить кабель для программирования (программатор) к LPT-порту компьютера и соответствующим контактам на клеммнике прибора.

При запуске программы-конфигуратора параметры автоматически считываются из прибора и записываются в компьютер. Для изменения значения какого-либо параметра достаточно ввести новое значение в соответствующее поле конфигуратора и сохранить изменения в приборе. Если требуется одинаково запрограммировать несколько приборов, достаточно один раз ввести данные и сохранить их в виде файла. После программирования необходимо отключить программатор от прибора.

Во время программирования прибор должен находиться в **выключенном** состоянии!

Подробная информация по программированию МПР51-Щ4 с помощью ПК находится в файле справки к программе «Конфигуратор МПР51-Щ4».

5.1. Прибор МПР51-Щ4 относится к классу защиты «0» по ГОСТ 12.2.007.0-75.  
5.2. При эксплуатации и техническом обслуживании необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей».

5.3. На открытых контактах клеммника прибора при эксплуатации присутствует напряжение сети питания, опасное для человеческой жизни.

5.4. Любые подключения к прибору и работы по его техническому обслуживанию производить только при отключенном питании прибора и исполнительных механизмов.

5.5. К работе с прибором должны допускаться специалисты, изучившие настоящее «Руководство по эксплуатации».

**ВНИМАНИЕ!** Установку прибора следует производить на специализированных щитах, доступ внутрь которых разрешен только квалифицированным специалистам.



## Подготовка прибора к работе

### 6.1. Общие указания

6.1.1. Перед монтажом прибора, подсоединением к нему датчиков и исполнительных устройств пользователь составляет программу (программы), по которой будет осуществляться регулирование.

6.1.2. Перед программированием прибора необходимо предварительно составить таблицы со списками требуемых по условиям технологического процесса параметров программирования. Примеры заполнения таблиц параметров приведены в *прил. 3*.

6.1.3. Включить прибор в сеть; последовательность действий см. ниже (разд. 8.1).

6.1.4. Запрограммировать прибор, внося в его память значения параметров из составленных ниже таблиц (пп. 6.2 – 6.3), используя рекомендации, приведенные в разд. 4.

**ВНИМАНИЕ!** При программировании сначала задаются параметры уровня L2, затем L1.

### 6.2. Составление таблиц для программирования

6.2.1. На первом этапе подготовки необходимо определить контуры управления, т.е. величины, которые будут регулироваться, тип исполнительных элементов, с помощью которых будут поддерживаться требуемые значения регулируемых величин.

6.2.1.1. Перечислим типовые примеры применения прибора в случаях, когда:

- управляющее воздействие является *функцией времени* (т.е. уставка регулируемой величины меняется на протяжении программы);
- управление осуществляется при помощи *клапана* (задвиги) с электромеханическим приводом (т.е. клапана, который в процессе регулирования будет занимать промежуточные положения);
- управление реализуется по *ПИД-закону* (если требуется высокая точность регулирования)
- необходимо задействовать **регулятор**.

В подготовленные таблицы, в соответствии с *прил. Д*, вносятся значения параметров регуляторов  $PQ1...PQ8$  ( $PQ1...PQ8$ ) уровня L2 (примеры см. в *прил. 3*, табл. 3.3, 3.6, 3.13, 3.21) с учетом рекомендаций по подбору коэффициентов ПИД-регуляторов, *прил. И*.

Исходя из выбранной для регулирования величины (температуры или влажности), в таблицы, в соответствии с *прил. Д* на уровне L1, вносится значение параметра  $EW1$  ( $EW1$ ) (примеры см. в *прил. 3*, табл. 3.2, 3.5, 3.9 – 3.12, 3.16 – 3.20).

6.2.1.2. В случаях, когда регулирование будет осуществляться по *двухпозиционному (релейному) закону* (т.е. уставка регулируемой величины постоянная на протяжении всей программы), то для управления необходимо задействовать **компаратор**.

В таблицы параметров, в соответствии с *прил. Д*, на уровне L1 вносятся значения параметров компараторов  $CP1...CP4$  (примеры см. в *прил. 3*, 3.1, 3.4, 3.8, 3.15). Рекомендуется запрограммировать сначала один компаратор и, если требуется, далее в порядке возрастания порядкового номера).

**ВНИМАНИЕ!** При программировании параметра  $CP2$  (выход компаратора) необходимо помнить, что за каждым из регуляторов жестко закреплены определенные реле (см. разд. 3.2.5). В том случае, если задействован хотя бы один

## Составление программы технолога

регулятор (параметры  $PQ7$  ( $PQ7$ ) отличны от 1), необходимо проверить, какие реле остаются свободными (зависит от типа логики используемого регулятора – определяется значением параметра  $PQ7$  ( $PQ7$ )), и установить соответствующее значение параметра  $CP2$ . Если регуляторы не задействованы, рекомендуется установить значения параметров  $PQ7$  ( $PQ7$ ) равными 001.

6.2.1.3. По окончании первого этапа необходимо проверить наличие свободных реле и, если необходимо, использовать их, например, для сигнализации.

6.2.2. На втором этапе подготовки следует задать значения программируемых на уровне L2 основных параметров работы прибора (см. *прил. Д*) –  $SD1...SD9$  (примеры см. в *прил. 3*, табл. 3.3, 3.6, 3.13, 3.21).

6.2.3. Третий этап подготовки – написание программы технолога (программы управления), т.е. разбиение программы на шаги с разными уставками.

**ВНИМАНИЕ!** Приступая к написанию программы технолога, необходимо помнить о том, что обрабатывать различные уставки температуры или влажности в течении программы способны только регуляторы. Компараторы на протяжении всей программы обрабатывают единственную уставку.

### 6.3. Составление программы технолога

6.3.1. Разбить технологический процесс на этапы, которым будут соответствовать шаги в программе управления. Для наглядности рекомендуется оформить этапы технологического процесса в виде таблицы (см. *прил. 3*, табл. 3.7, 3.14).

6.3.2. Определить число шагов в программе технолога, учитывая условия перехода на следующий шаг.

**Пример 1.** На *рис. 34, а* изображен график температурного режима, который задает время, необходимое для достижения уставки и выдержки при этой температуре. Очевидно, что за один шаг заданную температуру точно выдержать по времени невозможно, так как скорость выхода на уставку может варьироваться, поэтому необходимо этот процесс разбить на два шага (*рис. 34, б*). При таком разбиении температура достигает уставки за время  $t_1$  (1-й шаг), которое не программируется, поскольку зависит от скорости выхода температуры на уставку. Пользователь программирует условие перехода с первого шага на второй по достижении заданного значения параметра; на втором шаге задает точное время выдержки.

Общее число шагов в программе определяется максимальным числом шагов одного из двух задействованных регуляторов.

**Пример 2.** На *рис. 35* представлены графики температурного и влажностного режимов, контролируемых двумя регуляторами: требуемое число шагов при поддержании температуры – 2, влажности – 5. Следовательно, программа должна содержать 5 шагов, и при программировании параметров для регулятора температуры необходимо задать последние 4 шага с одинаковыми уставками.

Число шагов в программе записывается в программируемом параметре  $NS1$  (пример см. в *прил. 3*).

6.3.3. По числу шагов выбрать тип разбиения памяти на шаги, выбранный тип устанавливается в параметре  $OS1$  уровня L2 с учетом возможного количества программ (см. *прил. Д*), значение параметра  $OS1$  записать в таблицы (примеры см. в *прил. 3*, табл. 3.3, 3.6, 3.13, 3.21).

6.3.4. Задать значение параметра  $NS2$ . Если прибор должен остановиться после

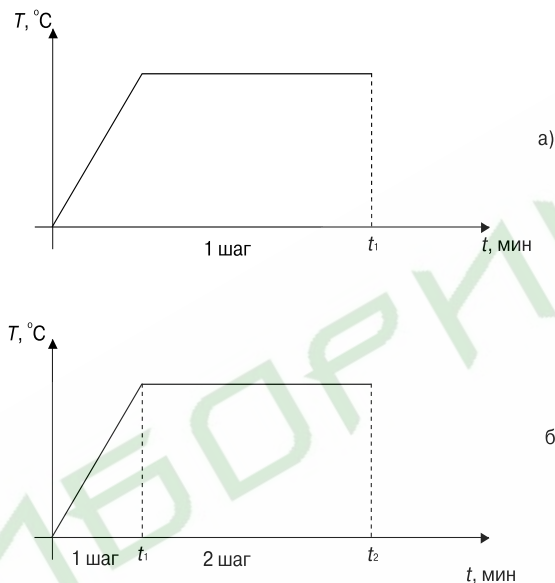


Рис. 34. Пример разбиения технологического режима на шаги:  
а) – неправильный вариант; б) – правильный вариант

окончания программы, то  $Н02=000$  (см. прил. 3, п. 3.3.3.2). Если программа должна выполняться «бесконечно», необходимо указать номер шага, на который будет возвращаться прибор.

Частный случай – программа, состоящая из одного шага, которая выполняется до ее остановки вручную; в этом случае:  $Н01=001$ ,  $Н02=001$ .

6.3.5. Условия перехода с текущего шага на следующий, задаваемые параметрами  $У01...У05$  (см. прил. Д), вписать в таблицы (примеры см. в прил. 3, табл. 3.2, 3.5, 3.9–3.12, 3.16–3.20).

Автоматический переход с шага на шаг может выполняться либо по истечении заданного времени, либо когда одна из управляемых величин достигает значения, заданного в параметре  $У03$ , либо при сочетании этих условий.

6.3.6. Для каждого шага задать значения параметров  $Е02...Е05$  ( $Е02...Е05$ ) для первого (второго) регуляторов (примеры см. в прил. 3, табл. 3.2, 3.5, 3.9–3.12, 3.16–3.20).

6.2.3.7. Если для управления дополнительным оборудованием будут задействованы транзисторные ключи в импульсных режимах, необходимо задать эти режимы с помощью в программируемых параметров  $F02...F15$  ( $F02...F15$ ), (см. прил. Д), далее для каждого шага задать в параметрах  $п01...п08$  режим работы транзисторных ключей (примеры см. в прил. 3, табл. 3.2, 3.5, 3.9–3.12, 3.16–3.20).

6.3.8. Значения параметров цифровых фильтров  $д01...д08$ , а также параметров коррекции показаний термометров  $ic1...ic4$ ,  $ic2...ic2$ ,  $ic3...ic3$  (см. прил. Д) задаются на заводе-изготовителе. В случае необходимости (при действии помех и погрешностях измерения входных величин) пользователь может откорректировать эти параметры (см. пп. 3.2.1.3, 3.2.1.5).

6.3.9. Если предполагается работа прибора по нескольким программам, все вышеперечисленные действия следует повторить для каждой программы.

6.4. Если в результате сбоя прибора или ввода некорректной программы дальнейшая работа невозможна, необходимо установить параметры МПР51 в значения «по умолчанию». В этом случае программы пользователя будут удалены. Для этого необходимо отключить питание прибора, нажать кнопку «ПРОГ» и включить питание прибора. Ввести пароль «777» и нажать кнопку «ПРОГ». После этого прибор будет готов к дальнейшему программированию.

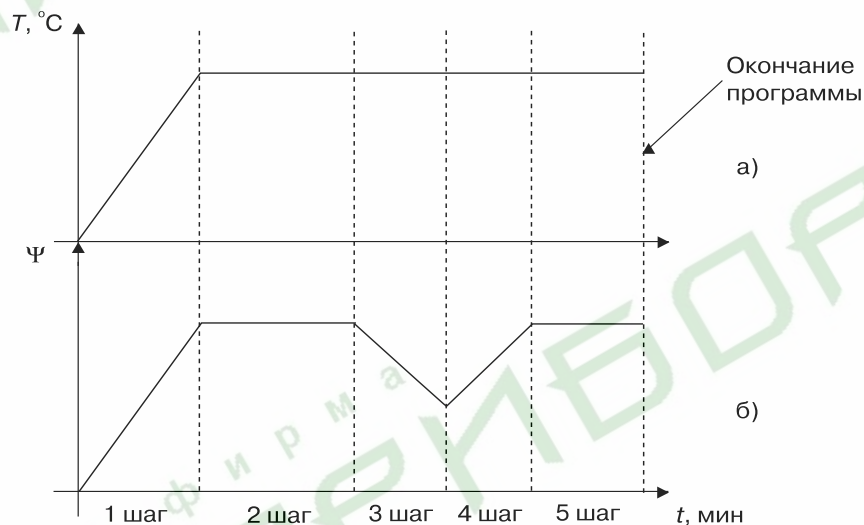


Рис. 35. Определение общего числа шагов в программе:  
а) – программа 1-го регулятора; б) – программа 2-го регулятора



### 7.1. Монтаж прибора

7.1.1. Определить место для установки прибора. При выборе места следует помнить, что при размещении прибора вблизи мощных пускателей или реле возможны сбои или неустойчивая работа прибора.

7.1.2. Подготовить на щите управления посадочное место для установки прибора в соответствии с размерами, приведенными в *прил. А*. Поскольку на корпусе прибора имеются вентиляционные щели, конструкция щита управления должна обеспечивать защиту прибора от попадания в него влаги, грязи и посторонних предметов.

7.1.3. При размещении прибора следует помнить, что на открытых контактах его клеммника в период эксплуатации присутствует напряжение 220 В частотой 50 Гц, опасное для человеческой жизни. Прибор следует устанавливать на специализированных щитах, доступ внутрь которых разрешен только квалифицированным специалистам.

### 7.2. Монтаж внешних связей

#### 7.2.1. Общие требования

7.2.1.1. Питание прибора следует производить от сетевого фидера напряжением 220 В частотой 50 Гц, не связанного непосредственно с питанием мощного силового оборудования. Во внешней цепи рекомендуется установить выключатель питания, обеспечивающий отключение прибора от сети и плавкие предохранители, рассчитанные на ток 1,0 А.

**ВНИМАНИЕ!** Питание каких-либо устройств от сетевых контактов прибора запрещается.

7.2.1.2. Соединение прибора с датчиками температуры производить при помощи трехпроводной линии, жилы которой по отношению друг к другу имеют одинаковое сопротивление. Длина линии связи должна быть не более 100 метров, а сопротивление каждой ее жилы не более 15,0 Ом.

**Примечание.** Допускается соединение датчиков температуры с прибором и по двухпроводной линии, но при условии обязательного выполнения работ, перечень которых приведен в *прил. В*. Длина линии связи при этом также должна быть не более 100 м, а сопротивление каждой ее жилы не более 15,0 Ом.

**ВНИМАНИЕ!** При подключении к выходным реле прибора цепей управления исполнительными устройствами, а также цепи питания напряжением 220 В следует иметь в виду, что допустимое максимальное напряжение, подводимое к контактам клеммника, не может превышать 250 В переменного тока.

7.2.1.3. Линию связи между адаптером и прибором желательно выполнять экранированной парой проводов длиной не более 1000 метров.

#### 7.2.2. Указания по монтажу

7.2.2.1. Подготовить кабели для соединения прибора с датчиками, исполнительными механизмами и внешними устройствами, а также с источником питания 220 В частотой 50 Гц. Для обеспечения надежности электрических соединений рекомендуется использовать кабели с медными многожильными проводами, концы которых перед подключением следует тщательно зачистить и облудить. Зачистку жил кабелей необходимо выполнять с таким расчетом, чтобы их оголенные концы после подключения к прибору не выступали за пределы клеммника. Сечение проводов, вставляемых в отверстие клеммника, не должно превышать 0,75 мм<sup>2</sup>.

7.2.2.2. При прокладке кабелей следует выделить в самостоятельную трассу (или несколько трасс) линии связи, соединяющие прибор с датчиками, располагая ее (или их) отдельно от силовых кабелей, а также кабелей, создающих высокочастотные и импульсные помехи. Для защиты входных устройств прибора МПР51-Щ4 от влияния промышленных электромагнитных помех **линии связи прибора с датчиками следует экранировать**. В качестве экранов могут быть использованы как специальные кабели с экранирующими оплетками, так и заземленные стальные трубы подходящего диаметра. При использовании экранированных кабелей максимальный защитный эффект достигается при соединении их экранов с общей точкой схемы прибора (см. *прил. Б*, рис. Б.1, контакты 30...38). Однако в этом случае необходимо убедиться, что экранирующие оплетки кабелей на протяжении всей трассы надежно изолированы от металлических заземленных конструкций. Если указанное условие по каким-либо причинам не выполняется, то экраны кабелей следует подключить к заземленному контакту в щите управления.

**ВНИМАНИЕ!** Соединение общей точки схемы прибора с заземленными частями объекта запрещается.

#### 7.2.3. Подключение прибора

Подключение прибора следует выполнять по соответствующим схемам, приведенным в *прил. Б*, соблюдая при этом изложенную ниже последовательность действий.

1. Произвести подключение прибора к исполнительным механизмам и внешним устройствам, а также к источнику питания 220 В частотой 50 Гц;
2. Подключить линии связи «прибор – датчики» к первичным преобразователям;
3. Подключить линии связи «прибор – датчики» к входам МПР51-Щ4;
4. На неиспользуемые при работе прибора измерительные температурные входы установить резисторы с сопротивлением, примерно равным сопротивлению используемых на других входах датчиков температуры (т.е. около 50 или 100 Ом), по схеме, указанной в *прил. Б*, рис. Б.1.
5. На неиспользуемые входы датчиков положения установить по паре резисторов на каждый вход с одинаковым сопротивлением (с номиналом в интервале от 50 до 3000 Ом) по схеме, указанной в *прил. Б*, рис. Б.2.

После выполнения указанных действий прибор готов к работе.

**ВНИМАНИЕ!** Для защиты входных цепей прибора МПР51-Щ4 от возможного пробоя зарядами статического электричества, накопленного на линиях связи «прибор – датчики», перед подключением к клеммнику прибора их жилы следует на 1 ...2 секунды соединить с винтом заземления щита.



## 8.1. Включение прибора

8.1.1. После включения прибора в сеть 220 В в течение нескольких секунд мигают все индикаторы, затем мигание прекращается. Если на верхнем индикаторе появляется сообщение «РД Ё», следует нажать кнопку

Прибор находится в режиме ОСТАНОВ, для исполнения автоматически установлена первая программа и первый шаг.

8.1.2. Если прибор был выключен несколько часов назад (1...5 ч), при включении (если на верхнем индикаторе нет сообщения «РД Ё») через несколько секунд мигание индикаторов, за исключением верхнего «ЧАСЫ:МИНУТЫ», прекратится. Прибор будет находиться в том режиме, в котором он находился при выключении: если прибор находился в режиме РАБОТА, то он продолжит выполнение программы; если прибор находился в режиме ОСТАНОВ, то при включении он также окажется в режиме ОСТАНОВ. Мигание верхнего индикатора «ЧАСЫ:МИНУТЫ» означает, что был перерыв в питании. Прекратить мигание индикатора следует нажатием кнопки .

## 8.2. Выбор программы (шага) для исполнения

8.2.1. Чтобы выбрать программу для исполнения, надо, находясь в режиме ОСТАНОВ или РАБОТА, нажать кнопку

На верхнем индикаторе появится мигающая надпись «Р-Г».

8.2.2. Нажать кнопку еще раз. На самом нижнем индикаторе начнет мигать номер программы, установленной для исполнения (или уже исполняющейся, если прибор находится в режиме РАБОТА).

8.2.3. Кнопками (вверх) и (вниз) установить номер нужной программы.

8.2.4. Если программа будет запускаться с начала (т.е. с первого шага), надо нажать кнопку два раза. Выбранная программа готова к исполнению.

8.2.5. Если выбор программы для исполнения происходил в режиме РАБОТА, то сразу начнется исполнение выбранной программы.

Если выбор программы для исполнения происходил в режиме ОСТАНОВ, то для запуска выбранной программы надо нажать кнопку .

8.2.6. Если требуется начать исполнение программы не с первого шага, то после установки номера нужной программы (см. пп. 8.2.3), следует нажать кнопку . На индикаторе «ШАГ» начнет мигать номер шага.

8.2.7. Кнопками (вверх) и (вниз) установить номер нужного шага.

8.2.8. Нажать кнопку два раза. Шаг для исполнения установлен.

8.2.9. Если выбор шага для исполнения происходил в режиме РАБОТА, то начнется исполнение новой программы с установленного шага.

Если выбор шага для исполнения происходил в режиме ОСТАНОВ, то для запуска новой программы с установленного шага надо нажать кнопку .

## 8.3. Пуск и останов прибора

8.3.1. Если прибор находится в режиме ОСТАНОВ, то:

- горит светодиод «СТОП»;
- точка на индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» не мигает (отсчет текущего времени программы не происходит).

Чтобы запустить установленную для выполнения программу (шаг), надо нажать кнопку . Светодиод «СТОП» погаснет, точка на индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» замигает (начнется отсчет текущего времени программы (управления технолога)).

8.3.2. Если прибор находится в режиме РАБОТА, то:

- выполняется установленная программа управления;
- мигает точка на индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ»;
- не горит светодиод «СТОП»;
- на индикаторе «ШАГ» индицируется номер выполняемого шага;
- на индикаторе «ВЛАЖНОСТЬ, %» индицируется номер выполняемой программы или значение влажности (в зависимости от того, что назначено потребителем для вывода на индикатор «ВЛАЖНОСТЬ, %»).

Чтобы остановить выполнение программы управления (программы технолога), надо нажать кнопку . Произойдет переход в режим ОСТАНОВ.

Для сброса времени необходимо нажать кнопку .

## 8.4. Просмотр значений параметров

8.4.1. Просмотр измеряемых параметров (текущих значений температуры от трех температурных датчиков) осуществляется в режимах ОСТАНОВ и РАБОТА. Таким же образом происходит просмотр значения относительной влажности.

Значения температуры, полученные по трем каналам измерения ( $T_{\text{сух}}$ ,  $T_{\text{влаж}}$ ,  $T_{\text{прод}}$ ) и положение задвижек (КЗР1 и КЗР2) выводятся на индикатор «ПАРАМЕТР» поочередно – автоматически или вручную (путем нажатия кнопки (вверх)), в зависимости от значения программируемого параметра  $\alpha_{ii}$  (см. *прил. Д*), устанавливаемого на уровне L2.

Значение относительной влажности выводится на индикатор «ВЛАЖНОСТЬ» (путем установки параметра  $\alpha_{ВВ}$  (уровень L2) на значение «001» (см. *прил. Д*).

8.4.2. Просмотр значений программируемых параметров происходит в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ (см. разд. 4).

В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ на индикатор «ЧАСЫ:МИНУТЫ» выводится имя параметра, значение параметра выводится на индикатор «ПАРАМЕТР».

## 8.5. Запись значений параметров

Запись новых значений программируемых параметров происходит в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ (см. п. 4.2.3.3). Кнопками (вверх) (вниз) устанавливается новое значение, при нажатии кнопки происходит внесение нового значения в память прибора.

## 8.6. Индикация аварийных ситуаций

8.6.1. В процессе работы прибора могут возникать аварийные ситуации.

Все аварийные ситуации можно разделить на:

- аварийные ситуации на входе прибора;
- аварийные ситуации, возникшие из-за сбоя в работе прибора.

8.6.2. Аварийные ситуации на входе прибора создаются, когда управляющая величина на входе выходит за допустимые пределы:

- для температурных датчиков медных (ТСМ) – это значение температуры ниже минус 50 °С и выше плюс 200 °С; платиновых (ТСП) – это значение температуры ниже минус 80 °С и выше плюс 750 °С;
- датчиков положения задвижки – значения менее 0 % и более 100 %.

При выходе управляемых (измеренных) величин за указанные пределы срабатывает реле «АВАРИЯ» и загорается светодиод «АВАРИЯ».

В диапазонах значений температур –100...–50 °С и +200...+750 °С для ТСМ и в диапазонах –100...–80 °С и +750...+850 °С для ТСП на индикаторе отображается температура, хотя это соответствует аварийной ситуации. На то, что ситуация аварийная, указывает мигание показаний измеренной температуры на индикаторе «ПАРАМЕТР».

За пределами диапазонов значений –100...+750 °С для ТСМ и –100...+850 °С для ТСП на индикаторе «ПАРАМЕТР» индицируются мигающие прочерки «- - -».

Когда положение задвижки выходит за пределы диапазона значений 0...100 %, измеренное значение продолжает индицироваться, на то, что ситуация аварийная, указывает мигание показаний измеренного значения на индикаторе «ПАРАМЕТР».

8.6.3. При возникновении аварийных ситуаций, вызванных сбоями в работе прибора, на индикаторе «ЧАСЫ:МИНУТЫ» индицируются следующие сообщения:

- $РД1$  – оперативная память прибора не содержит упорядоченной информации;
- $РД3$  – параметр условия перехода к следующему шагу не находится в допустимых пределах;
- $РД4$  – величина на входе компаратора не находится в допустимых пределах;
- $РД5$  – время шага истекло и превысило 63 часов;
- $РД6$  – появляется после перерыва питания, если было установлено значение параметра  $сД7 = 005$ , а также если управляемая величина вышла за пределы, установленные в параметре  $сДВ$ ;
- $РД7$  – сбой режима работы прибора;
- $РД8$  – появляется после отключения питания в случае аварийного останова со срабатыванием реле «АВАРИЯ» (если было установлено значение параметра  $сД7 = 002$ );
- $РД9$  – величина на входе регулятора не находится в допустимых пределах.

При появлении одного из указанных сообщений замыкается реле «АВАРИЯ» и загорается светодиод «АВАРИЯ». Если прибор в это время находится в режиме РАБОТА и выполняет программу (управления технолога), то происходит его переход в режим ОСТАНОВ, загорается светодиод «СТОП» и выполнение программы (управления технолога) прекращается.

Сообщение « $РД1$ » появляется, если в оперативной памяти прибора нарушен должный порядок содержащейся там информации. Это происходит при включении прибора после длительного пребывания в выключенном состоянии, а также вследствие действия сильной импульсной помехи во время работы прибора.

Сообщения « $РД3$ », « $РД4$ », « $РД9$ » появляются, когда измеренная (или вычисленная) величина, используемая программой управления, оказывается вне допустимых пределов. Это возможно как в результате действительного выхода управляемой величины за допустимые пределы, так и в результате сбоя работы прибора (например, после мощной помехи).

8.6.4. В некоторых случаях, когда аварийная ситуация возникает на входе, не используемом программой управления, прибор продолжает выполнение программы управления, не переходя в режим ОСТАНОВ. При этом замыкается реле «АВАРИЯ» и загорается светодиод «АВАРИЯ». Если аварийная ситуация на входе проходит, реле «АВАРИЯ» размыкается и светодиод «АВАРИЯ» гаснет.

## 8.7. Настройка ПИД-параметров регулятора

Если какой-либо регулятор прибора будет использоваться как ПИД-регулятор, следует произвести настройку его коэффициентов на объект, которым он будет управлять. Значения коэффициентов пользователь может определить либо в режиме АВТОНАСТРОЙКА (см. *прил. И*, п. И.1), либо ручной настройкой по методике, изложенной в *прил. И*, п. И.2.

**ВНИМАНИЕ!** Процедуру самонастройки ПИД-регулятора возможно производить только в режиме ОСТАНОВ.

## 8.8. Код доступа в уровень программирования

Для защиты параметров регулирования от несанкционированного изменения в приборе предусмотрен специальный «параметр секретности», значение которого устанавливается пользователем в программируемом параметре « $5сг$ » (см. п. 4.2).

При  $5сг = 001$  вход в уровень возможен только через пароль (код доступа), значения которого устанавливаются в параметре « $5сд$ ». Значения кодов для каждого уровня приведены в разд 4.

При  $5сг = 002$  вход в уровень осуществляется без установки пароля, путем нажатия кнопки  для просмотра значений параметров без изменения их значения.

При  $5сг = 003$  вход в уровень осуществляется без установки пароля, после нажатия кнопки  для просмотра значений параметров и их изменения.

## Техническое обслуживание

9.1. Техническое обслуживание прибора МПР51-Щ4 проводится обслуживающим персоналом постоянно в процессе эксплуатации в соответствии с «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей», не реже одного раза в 6 месяцев и включает выполнение следующих операций:

- очистку корпуса прибора, а также его клеммников от пыли, грязи и посторонних предметов;
- проверку качества крепления прибора к щиту управления;
- проверку качества подключения внешних связей к клеммникам.

Обнаруженные при осмотре недостатки следует немедленно устранять.

При выполнении работ по техническому обслуживанию прибора соблюдать меры безопасности, изложенные в разд. 5.

## Маркировка и упаковка

10.1. Маркировка прибора осуществляется согласно ГОСТ 26828-86.

На прибор наносятся:

- обозначение прибора и вариант его модификации;
- наименование предприятия-изготовителя;
- штрих-код;
- год изготовления;
- напряжение питания и потребляемая мощность;
- знак соответствия требованиям нормативной документации.

10.2. Упаковка прибора производится по ГОСТ 23170-78 в потребительскую тару, выполненную из гофрированного картона.



## Транспортирование и хранение

11.1. Прибор должен транспортироваться в упаковке при температуре от  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 95 % (при  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  и более низких температурах без конденсации влаги).

11.2. Транспортирование допускается всеми видами закрытого транспорта.

11.3. Транспортирование на самолетах должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

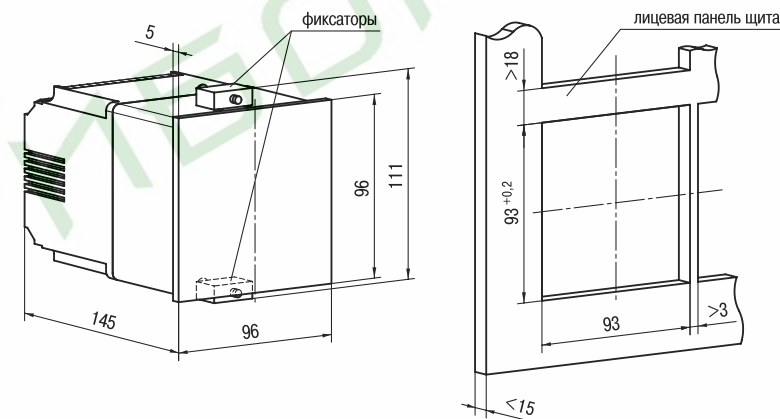
11.4. Прибор должен храниться в упаковке в закрытых складских помещениях при температуре от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 95 % (при  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  и более низких температурах без конденсации влаги).

Воздух помещения не должен содержать агрессивных паров и газов.

## Приложения

### Приложение А (справочное)

#### Габаритный чертеж



Приложение Б  
(справочное)

Схема подключения прибора

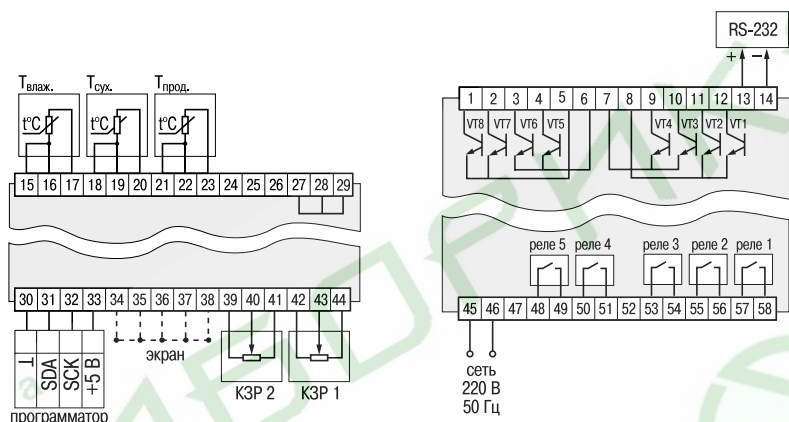


Рис. Б.1. Подключение измерительных датчиков и датчиков положения задвижек

Рис. Б.2. Подключение транзисторных ключей и выходных устройств

**Примечание.** Клеммы 24...29 предназначены для служебного пользования. Подключение к ним любых устройств запрещено.



Рис. Б.3. Вид прибора сзади

Приложение В  
(справочное)

Соединение датчиков температуры с прибором по двухпроводной схеме

В.1. Подключение термопреобразователей к прибору по двухпроводной схеме (рис. В.1) проводится в случае, когда использование трехпроводной схемы (рис. В.2) невозможно (например, при установке прибора на объектах, оборудованных ранее проложенными монтажными трассами).

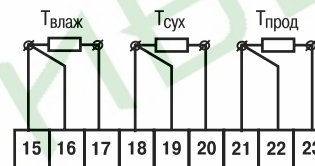


Рисунок В.1 - Соединение датчиков по трехпроводной схеме

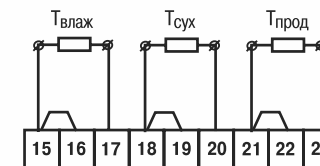


Рисунок В.2 - Соединение датчиков по двухпроводной схеме

В.2. Перед началом работы установить перемычки между контактами 15 и 16 (см. рис. В.1) клеммника прибора, а двухпроводную линию подключить, соответственно, к контактам 15 и 17.

В.3. Далее подключить к противоположным от прибора концам линии связи «датчик – прибор» термопреобразователя магазин сопротивлений с классом точности не ниже 0,05 (например, МСР-63).

В.4. Установить на магазине сопротивлений значение, равное сопротивлению термопреобразователя при температуре 0 °С (50 или 100 Ом, в зависимости от типа датчика).

В.5. Подать на прибор питание и через 15 – 20 с по показаниям цифрового индикатора  $T_{\text{влаж}}$  определить величину отклонения температуры от 0 °С.

В.6. Задать значение коррекции «сдвиг характеристики» в параметре  $\mathcal{E}t_1$  (см. прил. Д), равное по величине показаниям прибора, но взятое с противоположным знаком (знак определяется в параметре  $\mathcal{E}t_2$ ).

В.7. Проверить правильность заданного значения коррекции, для чего, не изменяя значения сопротивления на магазине, перевести прибор в режим измерения температуры и убедиться, что при этом его показания равны  $0 \pm 0,2$  °С.

В.8. Отключить питание прибора, отсоединить линию связи «датчик – прибор» от магазина сопротивлений и подключить ее к термопреобразователю.

В.9. Аналогичным образом подключить к прибору и ввести значения соответствующих коррекций для датчиков  $T_{\text{сух}}$  и  $T_{\text{прод}}$ , которые необходимо соединить с прибором по двухпроводной схеме.

**ВНИМАНИЕ!** Все работы по подключению датчиков выполнять при обесточенном приборе.

В.10. После выполнения указанных действий прибор готов к работе.

Приложение Г  
(обязательное)

**Калибровка входов датчиков температуры  
и входов датчиков положения**

**Г.1. Калибровка входов датчиков температуры**

**Г.1.1. Общие положения**

Калибровка должна производиться только высококвалифицированными специалистами метрологических служб при увеличении погрешности измерения входных параметров сверх установленных значений.

Процедуру калибровки входов датчиков температуры возможно производить только в режиме ОСТАНОВ.

Канал, подлежащий калибровке ( $T_{\text{сух}}$ ,  $T_{\text{влаж}}$ ,  $T_{\text{прод}}$ ), выставляется путем нажатия кнопки  (вверх). При этом загорается соответствующий зеленый светодиод.

**Г.1.2. Порядок калибровки датчиков температуры.**


Г.1.2.1. Выставить канал, подлежащий калибровке (например,  $T_{\text{сух}}$ ).


Г.1.2.2. Установить параметры коррекции «сдвиг характеристики» датчиков температуры ( $ic1...3c1$ ,  $ic2...3c2$ ,  $ic3...3c3$  (см. прил. Д)) равными нулю.

Г.1.2.3. Подключить ко входу прибора вместо датчика магазин сопротивлений типа P4831.


Г.1.2.4. Установить на магазине сопротивлений  $R = 50$  Ом (при использовании датчиков сопротивлением 50 Ом) или  $R = 100$  Ом (при использовании датчиков сопротивлением 100 Ом).

Г.1.2.5. Войти в уровень L4 (см. разд. 4) и выставить значение параметра  $LR_L = 001$  (см. прил. Д).

Г.1.2.6. Нажав кнопку , запустить процедуру калибровки, при этом на индикаторе «ПАРАМЕТР» появятся прочерки «- - -», через 10...15 с по окончании процедуры калибровки появится сообщение «r d y», свидетельствующее о завершении вычисления коэффициента калибровки.

Г.1.2.7. Снова нажать кнопку , при этом вычисленное значение коэффициента калибровки будет внесено в память прибора.

Если вместо кнопки  нажать кнопку , внесение значений коэффициентов в память не произойдет.


Г.1.2.8. После двойного нажатия кнопки  произвести выход из режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ в исходный режим. На индикаторе «ПАРАМЕТР» /  $T_{\text{сух}}$  будет высвечиваться «000».

Г.1.2.9. Для того, чтобы использовать вычисленный коэффициент калибровки для всех трех термометрических входов, надо установить значение параметра  $cd5 = 001$ .

Г.1.2.10. Для того, чтобы использовать коэффициент калибровки отдельно для  $T_{\text{сух}}$ ,  $T_{\text{влаж}}$  надо установить значение параметра  $cd5 = 000$ . Для  $T_{\text{прод}}$  всегда используется тот же коэффициент калибровки, что и для  $T_{\text{сух}}$ .


**Г.2. Калибровка входов датчиков положения**


Для калибровки входов датчиков положения необходимо выполнить следующие действия.



Г2.1. Выставить канал коррекции – КЗР1 – на индикаторе путем нажатия кнопки  (вверх). Загорится соответствующий зеленый светодиод.

Г2.2. Установить задвижку с датчиком положения задвижки КЗР1 в положение полного закрытия.

Г2.3. Войти в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ, в уровень L4 (см. разд. 4) и установить значение параметра  $LR_L = 003$  (см. прил. Д).


Г2.4. Нажав кнопку , запустить процедуру калибровки, при этом на индикаторе «ПАРАМЕТР» появятся прочерки «- - -», через 10...15 с, после завершения процедуры, на индикаторе «ПАРАМЕТР» появится сообщение «r d y», свидетельствующее об окончании вычисления коэффициента калибровки.


Г2.5. Нажав кнопку , внести в память прибора значение вычисленного коэффициента калибровки, соответствующее полному закрытию задвижки (0 %).



Если вместо кнопки  нажать кнопку , внесение в память вычисленного значения коэффициента калибровки не произойдет.

Г2.6. Установить задвижку с датчиком положения КЗР1 в положение полного открытия.

Г2.7. Установить значение параметра  $LR_L = 004$ .

Г2.8. Нажать кнопку , на индикаторе «ПАРАМЕТР» появятся прочерки «- - -», через 10...15 с появится сообщение «r d y», свидетельствующее о завершении вычисления коэффициента калибровки.

Г2.9. Нажав кнопку , внести в память прибора вычисленное значение коэффициента калибровки, соответствующее полному открытию задвижки (100 %).

Если вместо кнопки  нажать кнопку , внесение вычисленного значения коэффициента калибровки в память не произойдет.

Г2.10. Калибровка датчика положения задвижки КЗР2 производится в том же порядке с учетом того, что калибровка полностью открытого положения (0 %) датчика производится при значении параметра  $LR_L = 005$ , а калибровка полностью закрытого положения (100 %) – при значении параметра  $LR_L = 006$  (см. прил. Д).



Приложение Д  
(обязательное)

Программируемые параметры

Обознач.	Название	Допустимые значения	Комментарии
<b>► Уровень L1. Параметры программы технолога</b>			
<b>Параметры программ</b>			
<i>Н01</i>	Количество шагов в программе	001...099	—
<i>Н02</i>	Номер шага программы, который является начальным шагом цикла	000...099	—
<b>Параметры компараторов С1... С4</b>			
<i>С01</i>	Входная величина компаратора	001	Температура продукта ( $T_{\text{прод.}}$ ), [град.]
		002	Температура камеры (сухого термометра, $T_{\text{сух.}}$ ), [град.]
		003	Температура влажного термометра ( $T_{\text{влаж.}}$ ), [град.]
		004	$\Delta T = T_{\text{сух.}} - T_{\text{прод.}}$ , [град.]
		005	Относительная влажность $\Psi$ , [%]
		006	Входная величина 1-го регулятора
		007	Входная величина 2-го регулятора
<i>С02</i>	Состояние выхода компаратора	000	Выход компаратора отключен
		001...004	1...4-е реле
		005	5-е реле, светодиод «Авария» не горит
		006	5-е реле, светодиод «Авария» горит
<i>С03</i>	1-я (верхняя) уставка компаратора	-99...+999	[град.]
		0...99	[%]
<i>С04</i>	2-я (нижняя) уставка компаратора	-99...+999	[град.]
		0...99	[%]
<i>С05</i>	Логика работы компаратора	000	Реле компаратора замыкается при значении контролируемой величины, большем верхней уставки, а размыкается – при меньшем нижней уставки
		001	Реле замыкается при значении величины, меньшем нижней уставки, а размыкается – при большем верхней уставки
		002	Реле замыкается при значении контролируемой величины, находящемся между нижней и верхней уставками
		003	Реле замыкается при выходе значения контролируемой величины за пределы, заданные верхней и нижней уставками
<i>С06</i>	Блокировка срабатывания компаратора до 1-го достижения уставки в начале программы	000	Откл.
		001	Вкл.
<i>С07</i>	Блокировка срабатывания компаратора до 1-го достижения уставки в начале шага	000	Откл.
		001	Вкл.
<i>С08</i>	Блокировка срабатывания компаратора до нажатия кнопки «СБРОС»	000	Откл.
		001	Вкл.

Обознач.	Название	Допустимые значения	Комментарии
<i>С09</i>	Время задержки срабатывания компаратора	000...999	[с]
		000...999	[с]
<i>С10</i>	Время задержки отпускания компаратора	000...999	[с]
		000...999	[с]
<b>Параметры шагов</b>			
<i>У01</i>	<i>У01</i> Режимы 1-го...8-го транзисторных ключей на данном шаге	000	Ключ не замкнут (транзистор закрыт)
		001	Ключ замкнут непрерывно (транзистор открыт)
		002...015	1...14-й импульсные режимы работы ключа, задаваемые в параметрах F02... F15 (F.02... F.15)
<i>У02</i>	Условие перехода к следующему шагу	000	По достижении установленного в параметре У02 значения температуры или влажности
		001	По достижении установленного в параметрах <i>У04</i> и <i>У05</i> времени
		002	По выполнении условий 000 и 001
003	По выполнении условий 000 или 001		
<i>У02</i>	Условия перехода к следующему шагу по температурам или влажности	001 (002)	$T_{\text{прод.}} > T_{\text{уст.прод.}}$ ( $T_{\text{прод.}} < T_{\text{уст.прод.}}$ ), [град.]
		003 (004)	$T_{\text{сух.}} > T_{\text{уст.сух.}}$ ( $T_{\text{сух.}} < T_{\text{уст.сух.}}$ ), [град.]
		005 (006)	$T_{\text{влаж.}} > T_{\text{уст.влаж.}}$ ( $T_{\text{влаж.}} < T_{\text{уст.влаж.}}$ ), [град.]
		007 (008)	$\Delta T > \Delta T_{\text{уст.}}$ ( $\Delta T < \Delta T_{\text{уст.}}$ ), [град.]
		009 (010)	$\Psi > \Psi_{\text{уст.}}$ ( $\Psi < \Psi_{\text{уст.}}$ ), [%]
<i>У03</i>	Уставка условия перехода к следующему шагу по температурам или влажности	-99...+999	в диапазоне измерения датчиков
<i>У04</i>	Длительность шага	0...63	[ч]
<i>У05</i>	Длительность шага	0...59	[мин]
<b>Параметры 1-го (2-го) регуляторов на данном шаге</b>			
<i>Е01</i> ( <i>Е.01</i> )	Входная величина регулятора	001	Температура продукта, [град.]
		002	Температура сухого термометра в камере, [град.]
		003	Температура влажного термометра, [град.]
		004	$\Delta T = T_{\text{сух.}} - T_{\text{прод.}}$ , [град.]
		005	Относительная влажность $\Psi$ , [%]
<i>Е02</i> ( <i>Е.02</i> )	Уставка входной величины (целая часть) – XXX.	-99...+999	[град.], пользователь задает только целую часть XXX. уставки XXX.X
		0...99	[%]
<i>Е03</i> ( <i>Е.03</i> )	Уставка входной величины (дробная часть) – .00X	00.0...00.9	[град.], пользователь задает только дробную часть .X уставки XXX.X
		00.1...00.9	[%]
<i>Е04</i> ( <i>Е.04</i> )	Скорость выхода на уставку	00.0...99.9	[град./мин]; [%/мин]
<i>Е05</i> ( <i>Е.05</i> )	Знак скорости выхода на уставку	000	Положительный (рост входной величины)
		001	Отрицательный (снижение входной величины)

## Приложения

Обознач.	Название	Допустимые значения	Комментарии
<b>Уровень L2. Общие параметры</b>			
5сr	Параметр секретности	001	Вход в уровень только через пароль
		002	Вход в уровень по паролю для записи без установки пароля для чтения
		003	Вход в уровень без установки пароля для чтения и записи
<b>Параметры импульсных режимов транзисторных ключей</b>			
F02 ... F 15	Длительность импульса 1... 14-го режимов	000...999	[с]
F.02... F. 15	Длительность паузы между импульсами 1...14-го режимов	000...999	[с]
<b>Коррекция показаний термометров</b>			
Сдвиг характеристики датчика			
1с 1	для термометра продукта		Прибавляется к измеренному значению, [ед. измер.]
2с 1	для сухого термометра	000...51.1	
3с 1	для влажного термометра		
Знак сдвига характеристики			
1с 2	для термометра продукта	000	Положительный
2с 2	для сухого термометра	001	Отрицательный
3с 2	для влажного термометра		
Изменение наклона характеристики датчика			
1с 3	для термометра продукта		Умножается на измеренное значение, [% от измер. велич.]
2с 3	для сухого термометра	000...25.5	
3с 3	для влажного термометра		
Знак наклона характеристики			
1с 4	для термометра продукта	000	Положительный
2с 4	для сухого термометра	001	Отрицательный
3с 4	для влажного термометра		
<b>Параметры цифровых фильтров</b>			
d0 1... d03	Постоянные времени цифровых фильтров влажного, сухого термометров и термометра продукта, соответственно	000...064	[с]
d04	Постоянная времени фильтра относительной влажности	000...064	[с]
d05, d06	Постоянные времени фильтров датчиков положения задвижек 1 и 2	000...064	[с]
<b>Основные параметры работы прибора</b>			
o0 1	Тип температурных датчиков, подключаемых к прибору	000	TSM [50M/100M] $W_{100} = 1,426$
		001	TСП [50П/100П] $W_{100} = 1,385$
		002	TСП [50П/100П] $W_{100} = 1,391$
		003	TSM [50M/100M] $W_{100} = 1,428$

## Приложения

o02	Индикация десятых долей измеренной величины на индикаторе «ПАРАМЕТР»	000 001	Индикация без десятых долей Индикация с десятками долями
o03	Управление индикатором «ВЛАЖНОСТЬ»	000 001	Индикатор указывает номер программы Индикатор указывает влажность
o04	Количество индицируемых параметров на индикаторе «ПАРАМЕТР»	001 002 003 004 005	Индицируется только $T_{\text{сух.}}$ Индицируется $T_{\text{сух.}}$ и $T_{\text{влаж.}}$ Индицируется $T_{\text{сух.}}$ , $T_{\text{влаж.}}$ и $T_{\text{прод.}}$ Индицируется $T_{\text{сух.}}$ , $T_{\text{влаж.}}$ , $T_{\text{прод.}}$ и положение задвижки 1 и 2
o05	Использование коэффициентов калибровок	000 001	Используется коэфф. калибровки отдельно для $T_{\text{сух.}}$ (и $T_{\text{прод.}}$ ) и отдельно для $T_{\text{влаж.}}$ Используется коэфф. калибровки $T_{\text{сух.}}$ для всех 3-х термометров
o06	Психрометрический коэфф., для вычисления влажности	064...080	Зависит от внешних условий
o07	Поведение прибора после появления пропавшего напряжения сети питания 220 В	001 002 003 004 005	Продолжение работы с момента пропадания питания Аварийный останов (со срабатыванием реле 5) Неаварийный останов (переход в режим «Останов») Продолжение, если $T_{\text{сух.}}(T_{\text{влаж.}}, T_{\text{прод.}}) < T_{\text{откл.}} - T_{\text{вкл.}}$ , если $>$ , то аварийный останов <sup>1</sup> Продолжение, если $T_{\text{сух.}}(T_{\text{влаж.}}, T_{\text{прод.}}) < T_{\text{откл.}} - T_{\text{вкл.}}$ , если $>$ , то неаварийный останов
o08	Значение	$\frac{T_{\text{откл.}} - T_{\text{вкл.}}}{T_{\text{откл.}}} \cdot 100\%$ , 0...99 [%]	
необходимое для задания значений 004, 005 предыдущего параметра 07			
o09	Скорость передачи данных в компьютер по последовательному порту RS-232	000 001 002 003 004 005 006 007	300 бод (бит/с) 600 бод 1200 бод 2400 бод 4800 бод 9600 бод 14400 бод 19200 бод
o 10	Тип разбиения памяти на программы и шаги	Колич. программ	Количество шагов
		000	60
		001	30
		002	20
		003	15
		004	12
		005	10
		006	6
		007	5

<sup>1)</sup>  $T_{\text{откл.}} - T_{\text{вкл.}}$  – максимальная разница между значением температуры  $T_{\text{сух.}}$  ( $T_{\text{влаж.}}$ ,  $T_{\text{прод.}}$ ) в момент отключения напряжения и между значением той же температуры в момент включения напряжения

$\alpha$ / /	Тип переключения каналов индикации	000 001	Автоматическое переключение Ручное переключение
<b>Параметры 1-го (2-го) ПИД-регуляторов</b>			
$PD1$ ( $P.D1$ )	Постоянная времени дифференцирования	000...999	[с]
$PD2$ ( $P.D2$ )	Постоянная времени интегрирования	000...999	[с]
$PD3$ ( $P.D3$ )	Полоса пропорциональности	000...999 0...99	[град] [%]
$PD4$ ( $P.D4$ )	Период следования выходных импульсов	000...120	[с]
$PD5$ ( $P.D5$ )	Зона действия интегральной составляющей	000...999	[град]
$PDB$ ( $P.DB$ )	Ограничение максимальной мощности	000...99	[%]
$PDT$ ( $P.DT$ )	Тип исполнительного устройства	000 001 002 003 004 005 006 007	Коммутирует свои реле: одно как «нагреватель», на выходе регулятора другое как «холодильник» Регулятор отключен Коммутирует свое реле как «нагреватель» Коммутирует свое реле как «холодильник» Управляет задвижкой по прямо пропорциональному закону Управляет задвижкой по обратно пропорциональному закону Управляет задвижкой по прямо пропорциональному закону с обратной связью по положению Управляет задвижкой по обратно пропорциональному закону с обратной связью по положению
$PDB$ ( $P.DB$ )	Зона нечувствительности	000...099 0...99	[град] [%]

► Уровень L3. Самонастройки 1-го (2-го) ПИД-регуляторов

$SLF$ ( $SLF$ )	Входная величина, для которой производится самонастройка	001 002 003 004 005	Температура $T_{\text{прод.}}$ Вход $T_{\text{сух.}}$ Вход $T_{\text{влаж.}}$ $\Delta T = T_{\text{сух.}} - T_{\text{прод.}}$ Относительная влажность $\Psi$
-----------------	--	---------------------------------	--

► Уровень L4. Калибровки датчиков

$CR1$	Калибровки входов термодатчиков и датчиков положения	001 002 003 004 005 006	Калибровка $T_{\text{сух.}}$ (и $T_{\text{прод.}}$ ) Калибровка $T_{\text{влаж.}}$ Калибровка входа КЗР1 при полностью закрытой задвижке 1 Калибровка входа КЗР1 при полностью открытой задвижке 2 Калибровка входа КЗР2 при полностью открытой задвижке 2 Калибровка входа КЗР2 при полностью закрытой задвижке 2
-------	--	--	---

Устройство «влажного» термометра

Е.1. Относительная влажность вычисляется в приборе по психрометрическому методу.

Психрометрический метод основан на измерении разности температур «сухого» и «влажного» («мокрого») термометров, температура последнего всегда ниже из-за испарения воды с поверхности фитиля. Чем суше воздух (ниже влажность), тем интенсивнее испаряется вода с поверхности фитиля, тем ниже температура «влажного» термометра.

На основе полуэмпирических психрометрических формул выведена общепринятая формула для расчета относительной влажности воздуха  $\Psi$ , %:

$$\Psi = \frac{E_M}{E_C} - \frac{A \cdot p \cdot (T_C - T_M)}{E_C}$$

где  $E_M$  – максимально возможное парциальное давление водяного пара при температуре воздуха  $T_M$ , °С;  
 $E_C$  – максимально возможное парциальное давление водяного пара при температуре воздуха  $T_C$ , °С;  
 $p$  – атмосферное давление;  
 $T_C$  – температура «сухого» термометра, °С;  
 $T_M$  – температура «влажного» термометра, °С;  
 $A$  – психрометрический коэффициент (психрометрическая постоянная).

Е.2. Психрометрический коэффициент зависит от многих факторов, влияющих на тепло- и массообмен чувствительного элемента «влажного» термометра с окружающей средой:

- размера и формы чувствительного элемента «влажного» термометра;
- вида и состояния смачиваемого фитиля;
- температуры смачивающей воды и теплопроводности фитиля;
- влияния тепловой радиации.

Среди факторов внешнего воздействия наибольшее значение имеет скорость воздуха. Коэффициент  $A$  быстро убывает с ростом скорости воздушного потока и при скорости большей 2,5 м/сек приближается к постоянной величине, поэтому предпочтительнее использование вентиляторов со скоростью перемещения воздуха не менее 2,5 м/с.

Е.3. Увлажняющий фитиль должен обладать максимальной всасывающей способностью. Чаще всего фитиль изготавливается из тонких хлопчатобумажных неотбеленных тканей – марли, батиста, муслина и т.п. Для удаления аппретуры ткань предварительно можно прокипятить.

Фитиль изготавливается так: взять кусок марли (4...6 слоёв) такого размера, чтобы длина одной стороны куска покрывала датчик температуры желательнее на всю его длину, а длина другой стороны куска была в 2 раза больше расстояния от датчика



температуры до дна резервуара с водой. Сложить кусок пополам и сделать шов (или просто замотать) около места перегиба так, чтобы можно было просунуть в образовавшееся отверстие датчик. Желательно, чтобы марля плотно облегла датчик. Вместо марли можно использовать более плотные материалы, сложенные в 2...3 слоя.

Если нет возможности закрыть фитилем датчик на всю его длину, необходимо, чтобы конец датчика был закрыт на длину хотя бы 6 см с тем, чтобы чувствительный элемент, находящийся в самом конце гильзы, был закрыт фитилем.

Е.4. Крепить датчики температуры следует один над другим на расстоянии 50...100 мм друг от друга, перпендикулярно стенке резервуара (рис. Е.1), или параллельно (рис. Е.2). Под "влажным" термометром поместить резервуар с водой так, чтобы до поверхности воды было 60...100 мм.

Материал для изготовления резервуара может быть любым, длительно выдерживающим условия эксплуатации. Например, нержавеющая сталь, оцинкованное железо, термостойкая пластмасса, стекло или другой материал, который в конкретных условиях эксплуатации не будет разрушаться или выделять вредные вещества.

Увеличивать запас воды в резервуаре можно двумя способами:

- увеличивая глубину резервуара;
- увеличивая ширину резервуара.

В первом случае необходимо увеличивать длину фитиля, при этом появляется опасность его высыхания, во втором случае – увеличивается площадь испарения воды.

Для снижения площади испарения воды из резервуара можно рекомендовать резервуар с «бутылочным» горлом (рис. Е.3). В этом случае ширину резервуара можно увеличить в 3 – 4 раза (до 150...200 мм).

В случаях, когда требуется доливать в резервуар воду, не входя в рабочую камеру, вне камеры можно поставить дополнительный резервуар и соединить его с внутренним, что позволяет пополнять запас воды в резервуаре, не входя в камеру (рис. Е.4).

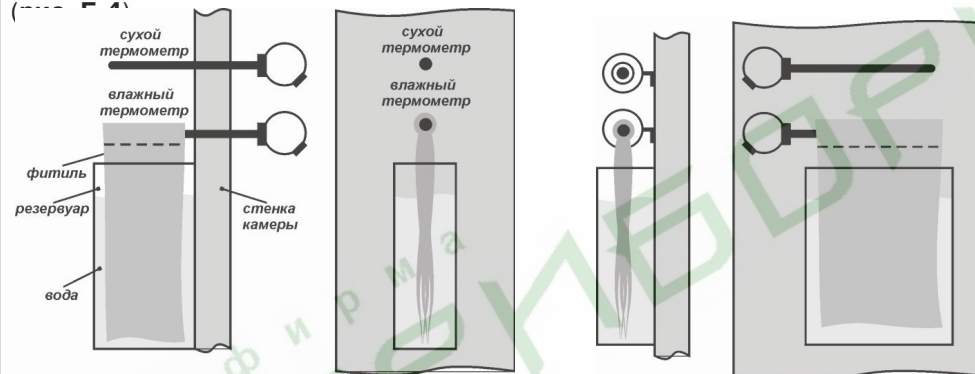


Рис. Е.1. Крепление датчиков температуры перпендикулярно стенке камеры

Рис. Е.2. Крепление датчиков температуры параллельно стенке камеры

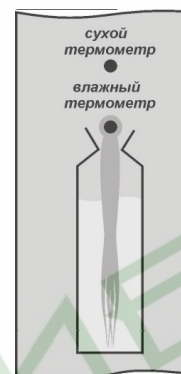


Рис. Е.3. Форма резервуара с «бутылочным горлом»

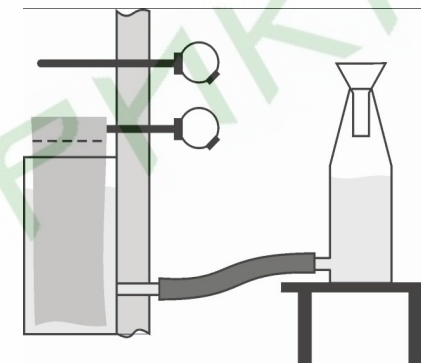


Рис. Е.4. Конструкция резервуара для воды, не требующая вхождения в камеру

## Пример коррекции показаний температурного датчика

**Ж.1. Коррекция «сдвиг характеристики»**

Коррекция «сдвиг характеристики» производится в следующем порядке.

Ж.1.1. Поместить в какую-либо ёмкость кусочки льда, полученного из дистиллированной (или кипячёной) воды и долить в ёмкость такую же воду из расчета 1/4 от объёма льда. Поместить в эту смесь датчик корректируемого канала ( $T_{\text{сух}}$ ,  $T_{\text{влаж}}$ ,  $T_{\text{прод}}$ ), следя за тем, чтобы он не касался льда, и через 10...15 мин записать измеренное прибором значение температуры.

Ж.1.2. Войти в уровень программирования L2 (см. разд. 4) и выбрать параметр  $l_c$  ( $l_{2c}$   $l$ , или  $l_{3c}$   $l$ ) в зависимости от того, к какому входу подключен датчик (см. *прил. Д*).

Ж.1.3. Допустим, что при 0 °С прибор показывает +7,2 °С. Значит, надо установить значение параметра  $l_c$  ( $l_{2c}$   $l$ ,  $l_{3c}$   $l$ ) равным 7,2; в параметре  $l_{c2}$  ( $l_{2c2}$ ,  $l_{3c2}$ ) надо установить знак «минус», т.е. значение «001».

Таким образом, вся характеристика сдвинется вниз, до пересечения с 0 °С.

Если, допустим, прибор показывает -5 °С, то надо установить значение параметра  $l_c$  ( $l_{2c}$   $l$ ,  $l_{3c}$   $l$ ), равным 5, а в параметре  $l_{c2}$  ( $l_{2c2}$ ,  $l_{3c2}$ ) надо установить знак «плюс», т.е. значение «000». В этом случае характеристика сдвинется вверх.

Ж.1.4. После завершения коррекции «сдвиг» характеристики выйти из уровня L2 режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ в режим ОСТАНОВ. На индикаторе «ПАРАМЕТР» вместо «+7,2» (или «-5») будут индцироваться нули.

**Ж.2. Коррекция «наклон характеристики»**

Коррекция «наклон характеристики» производится только после коррекции «сдвиг характеристики» в следующем порядке.

Ж.2.1. Взять ёмкость для горячей воды (желательно термос), образцовый термометр.

Осторожно влить в ёмкость горячую воду (желательно кипятки), вставить туда образцовый термометр и датчик.

Ж.2.2. Спустя 3...4 мин записать показания образцового термометра и измеренное прибором значение температуры.

Если разницы в показаниях нет (или она незначительна), то коррекцию производить не надо.

Ж.2.3. Если разница показаний велика, необходимо произвести коррекцию. Сначала надо определить разность между показаниями, разделить ее на измеренное прибором значение температуры и умножить на сто. Полученный результат имеет размерность процентов.

Ж.2.4. Войти в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ, в уровень L2 (см. разд. 4) и установить полученный выше результат в параметре  $l_{c3}$  ( $l_{2c3}$ ,  $l_{3c3}$ ).

Ж.2.5. Если показания прибора превышают показания образцового термометра, то надо уменьшить показание прибора, повернув характеристику по часовой стрелке.

Для этого в параметре  $l_{c4}$  ( $l_{2c4}$ ,  $l_{3c4}$ ) следует установить значение «001» (см. *прил. Д*).

Если показание прибора меньше показания образцового термометра, надо увеличить показание прибора, повернув характеристику против часовой стрелки. Для этого в параметре  $l_{c4}$  ( $l_{2c4}$ ,  $l_{3c4}$ ) следует установить значение «000» (см. *прил. Д*).

Ж.2.6. Выйти из режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ (см. разд. 4) и сверить измеренное прибором значение температуры и показания образцового термометра. Если они совпадают с требуемой по условиям технологического процесса точностью, то коррекция закончена.

Приложение 3  
(рекомендуемое)

Примеры программирования прибора МПР51-Щ4

**ВНИМАНИЕ!** В приведенных ниже примерах последовательность заполнения таблиц соответствует общему списку параметров (см. *прил. Д*), при переносе значений параметров из таблиц в память прибора целесообразно придерживаться порядка действий, изложенного в разд. 6.

**Пример 3.1. Программа управления температурным режимом в сушилке.**

**3.1.1. Режимы технологического процесса**

Требуется непрерывное поддержание температуры +50 °С с точностью ±1 °С.

**3.1.2. Режим работы прибора**

Поскольку процесс непрерывный, программа управления имеет циклический характер (см. п. 3.2.6.1, **рис.27**). Цикл повторяется до нажатия кнопки [стоп].

Поскольку будет регулироваться один параметр (температура), работать должен только один регулятор, который используется не как ПИД-регулятор, а как компаратор.

Датчик температуры должен подключаться ко входу  $T_{\text{сух}}$ , ко входам  $T_{\text{влаж}}$  и  $T_{\text{прод}}$  для имитации подключения датчиков температуры подключаются резисторы сопротивлением 47...91 Ом или 68...120 Ом (в зависимости от модификации датчика на входе  $T_{\text{сух}}$  – сопротивлением 50 или 100 Ом, соответственно).

Цепь включения нагревателя должна коммутироваться с помощью реле Р2.

Компараторы не используются.

**3.1.3. Программирование прибора**

**3.1.3.1. Программируемые параметры, устанавливаемые на уровне L1** (табл. 3.1, 3.2).

Параметры программ:

$\square i = 001$  – один шаг;

$\square 2 = 001$  – после окончания шага происходит возврат в его начало.

Таблица 3.1

Параметр	Параметры компараторов				Комментарии
	Компаратор $\square 1$	Компаратор $\square 2$	Компаратор $\square 3$	Компаратор $\square 4$	
$\square 01$	–	–	–	–	Выходы компараторов отключены
$\square 02$	000	000	000	000	
$\square 03$	–	–	–	–	
$\square 04$	–	–	–	–	
$\square 05$	–	–	–	–	
$\square 06$	–	–	–	–	
$\square 07$	–	–	–	–	
$\square 08$	–	–	–	–	
$\square 09$	–	–	–	–	
$\square 10$	–	–	–	–	

Таблица 3.2

Параметры шагов (шага)

Параметр	Значение	Комментарии
$\square 01$	–	Задается длительность шага.
$\square 02$	–	
$\square 03$	–	
$\square 04$	–	
$\square 05$	–	
$\square 06$	–	
$\square 07$	–	
$\square 08$	–	
$\square 01$	001	
$\square 02$	–	
$\square 03$	–	
$\square 04$	000	
$\square 05$	0.01	
$\square 01$	002	Устанавливается заданное значение температуры (уставка).
$\square 02$	050	
$\square 03$	00.0	
$\square 04$	000	
$\square 05$	000	



3.1.3.2. Программируемые параметры, устанавливаемые на уровне L2 (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Общие параметры и параметры регуляторов

Параметр	Значение	Комментарии
<i>α01</i>	–	Значение параметра задается в зависимости от типа применяемого датчика.
<i>α02</i>	001	
<i>α03</i>	000	
<i>α04</i>	001	
<i>α05</i>	–	
<i>α06</i>	–	
<i>α07</i>	001	
<i>α08</i>	–	
<i>α09</i>	–	
<i>α10</i>	–	
<i>P01</i>	000	
<i>P02</i>	000	
<i>P03</i>	000	
<i>P04</i>	–	
<i>P05</i>	000	
<i>P06</i>	000	
<i>P07</i>	002	1-й регулятор управляет ИУ типа «нагреватель».
<i>P08</i>	00.5	Определяет точность регулирования ( $\pm 1$ °C).
<i>P.01</i>	–	
<i>P.02</i>	–	
<i>P.03</i>	–	
<i>P.04</i>	–	
<i>P.05</i>	–	
<i>P.06</i>	–	
<i>P.07</i>	001	2-й регулятор отключен.
<i>P.08</i>	–	

Примечания.

- ИУ – исполнительное устройство.
- Прочерки в таблицах означают любое значение; обычно вместо прочерков записывают нули (или наименьшее значение параметра).

Пример 3.2. Программа непрерывного поддержания постоянных климатических условий в помещении (камере для хранения продуктов)

3.2.1. Режимы технологического процесса

Необходимо непрерывно поддерживать температуру  $+5$  °C  $\pm$  1 °C и относительную влажность  $65 \pm 3$  %.

Установка для поддержания температуры имеет подогреватель (ТЭН) и холодильный аппарат.

Установка для поддержания влажности имеет осушитель и увлажнитель.

3.2.2. Режим работы прибора

Программа управления имеет циклический характер (см. п. 3.2.6, рис. 27) и продолжается до нажатия кнопки .

1-й регулятор будет регулировать температуру с помощью реле P1 и реле P2; 2-й регулятор будет регулировать влажность с помощью реле P3 и реле P4.

Для обоих регуляторов для простоты принимается релейный закон регулирования.

Датчики температуры подключаются ко входу  $T_{\text{сух}}$  и  $T_{\text{влаж}}$ , ко входу  $T_{\text{прод}}$  для имитации подключения датчика температуры подключается резистор сопротивлением 47...91 Ом или 68...120 Ом (в зависимости от типа датчика на входе  $T_{\text{сух}}$  – 50 или 100 Ом, соответственно).

Цепь включения холодильника коммутируется с помощью реле P1;

цепь включения нагревателя – реле P2;

цепь включения осушителя – реле P3;

цепь включения увлажнителя – реле P4.

Компараторы не используются.

3.2.3. Программирование прибора

3.2.3.1. Программируемые параметры, устанавливаемые на уровне L1 (табл. 3.4, 3.5).

Параметры программ:

$N01 = 001$  – один шаг;

$N02 = 001$  – после окончания шага происходит возврат в его начало.

Таблица 3.4

Параметры компараторов

Параметр	Компаратор C1	Компаратор C2	Компаратор C3	Компаратор C4	Комментарии
C01	-	-	-	-	Выходы компараторов отключены
C02	000	000	000	000	
C03	-	-	-	-	
C04	-	-	-	-	
C05	-	-	-	-	
C06	-	-	-	-	
C07	-	-	-	-	
C08	-	-	-	-	
C09	-	-	-	-	
C10	-	-	-	-	

Таблица 3.5

Параметры шагов (шага)

Параметр	Значение	Комментарии
n01	-	Переход к следующему шагу задается по времени, а не по температуре.
n02	-	
n03	-	
n04	-	
n05	-	
n06	-	
n07	-	
n08	-	
Y01	001	Можно задать любое значение, не равное 0.
Y02	-	
Y03	-	
Y04	000	
Y05	0.01	
E01	002	Устанавливается заданное значение температуры (уставка).
E02	005	
E03	00.0	На входе 2-го регулятора – значение относительной влажности. Устанавливается заданное значение относительной влажности (уставка).
E04	000	
E05	000	
E01	005	
E02	065	
E03	00.0	
E04	000	
E05	000	

3.2.3.2. Программируемые параметры, устанавливаемые на уровне L2 (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Общие параметры и параметры регуляторов

Параметр	Значение	Комментарии
a01	-	Значение параметра задается в зависимости от типа применяемого датчика.
a02	001	
a03	001	
a04	001	
a05	-	
a06	-	
a07	001	
a08	-	
a09	-	
a10	-	
P01	000	1-й регулятор управляет ИУ типа «нагреватель – холодильник». Определяет точность регулирования ( $\pm 1$ °C).
P02	000	
P03	000	
P04	-	
P05	000	
P06	000	
P07	000	
P08	00.5	
P01	000	
P02	000	
P03	000	
P04	-	
P05	000	
P06	000	
P07	000	
P08	1,5	2-й регулятор управляет ИУ типа «нагреватель – холодильник». Определяет точность регулирования ( $\pm 3$ °C).

Примечания.

1. ИУ – исполнительное устройство.
2. Прочерки в таблицах означают любое значение; обычно вместо прочерков записывают нули (или наименьшее значение параметра).

**Пример 3.3. Программа управления температурно-влажностным режимом варочного шкафа**

**3.3.1. Режимы технологического процесса**

Требуется осуществить процесс получения полукопченой колбасы из сырья определенного состава в 4 этапа:

- подсушка (температура 55 °С и влажность 20 % в камере в течение 35 мин);
- обжарка (температура 75 °С и влажность 30 % в течение 35 мин);
- копчение (температура 80 °С и влажность 50...70 % в камере до достижения температуры 63 °С внутри батона, при подаче в камеру дыма);
- варка (температура 87 °С и влажность 100 % в камере до достижения температуры 73 °С внутри батона, без подачи дыма).

Точность поддержания температуры ±1 °С, точность поддержания влажности ±4 %.

**3.3.2. Режим работы прибора**

Программа управления должна состоять из 4-х шагов.

1-й регулятор должен регулировать температуру с помощью реле Р2;

2-й регулятор должен регулировать влажность с помощью реле Р3 и реле Р4, управляющими задвижкой подачи пара в камеру.

Датчики температуры подключаются ко входам  $T_{\text{сух}}$ ,  $T_{\text{влаж}}$  и  $T_{\text{прод}}$ ; на вход датчика  $T_{\text{влаж}}$  одевается марлевый чехол, конец которого опускается в ванночку с водой, а датчик  $T_{\text{прод}}$  определяет температуру продукта.

Цепь включения нагревателя (ТЭНов) коммутируется с помощью реле Р2.

Подача пара регулируется с помощью:

- реле Р3, которое открывает задвижку;
- реле Р4, которое закрывает задвижку.

Удаление пара осуществляется с постоянной скоростью при помощи непрерывно работающей вытяжки.

Компараторы не используются.

Включением (выключением) дымогенератора управляет транзисторный ключ №1.

**3.3.3. Программирование прибора**

3.3.3.1. Для удобства программирования условия технологического процесса необходимо представить в табличном виде (табл. 3.7).

**Таблица 3.7**

**Стадии процесса получения полукопченой колбасы**

Номер шага	Условие перехода к следующему шагу	Значение условия перехода	Уставка $T_{\text{сух}}$ в камере	Уставка влажности в камере	Работа дымогенератора
1	по времени	35 мин	55 °С	20 %	отключен
2	по времени	35 мин	75 °С	30 %	отключен
3	по $T_{\text{прод}}$	63 °С	80 °С	60 %	включен
4	по $T_{\text{прод}}$	73 °С	87 °С	100 %	отключен

3.3.3.2. Программируемые параметры, устанавливаемые в уровне L1 (см. табл. 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12).

Параметры программ:

$ND1 = 004$  – четыре шага;

$ND2 = 000$  – циклов нет, после окончания 4-го шага прибор переходит в режим ОСТАНОВ.

**Таблица 3.8**

**Параметры компараторов**

Параметр	Компаратор C1	Компаратор C2	Компаратор C3	Компаратор C4	Комментарии
$c01$	–	–	–	–	Выходы компараторов отключены
$c02$	000	000	000	000	
$c03$	–	–	–	–	
$c04$	–	–	–	–	
$c05$	–	–	–	–	
$c06$	–	–	–	–	
$c07$	–	–	–	–	
$c08$	–	–	–	–	
$c09$	–	–	–	–	
$c10$	–	–	–	–	

**Таблица 3.9**

**Параметры первого шага программы**

Параметр	Значение	Комментарии
$n01$	000	Сигнал на включение дымогенератора не подан.
$n02$	–	
$n03$	–	
$n04$	–	
$n05$	–	
$n06$	–	
$n07$	–	
$n08$	–	
$y01$	001	Переход к следующему шагу задается по времени, а не по температуре.
$y02$	–	
$y03$	–	
$y04$	000	
$y05$	0.35	Уставка времени подсушки – 35 мин.
$e01$	002	На входе 1-го регулятора – значение $T_{\text{сух}}$ (камеры).
$e02$	055	Устанавливается заданное значение температуры (уставка) в камере.
$e03$	00.0	
$e04$	000	
$e05$	000	
$e01$	005	На входе 2-го регулятора – значение относительной влажности.
$e02$	020	Устанавливается заданное значение относительной влажности (уставка) в камере.
$e03$	00.0	
$e04$	000	
$e05$	000	



Таблица 3.10

Параметры второго шага программы

Параметр	Значение	Комментарии
r01	000	Сигнал на включение дымогенератора не подан.
r02	-	
r03	-	
r04	-	
r05	-	
r06	-	
r07	-	
r08	-	
y01	001	Переход к следующему шагу задается по времени, а не по температуре.
y02	-	
y03	-	
y04	000	
y05	0.35	Уставка времени обжарки – 35 мин.
e01	002	На входе 1-го регулятора – значение $T_{\text{сух}}$ (камеры).
e02	075	Устанавливается заданное значение температуры (уставка) в камере.
e03	00.0	
e04	000	
e05	000	
e01	005	На входе 2-го регулятора – значение относительной влажности.
e02	030	Устанавливается заданное значение относительной влажности (уставка) в камере.
e03	00.0	
e04	000	
e05	000	

Таблица 3.11

Параметры третьего шага программы

Параметр	Значение	Комментарии
r01	001	Подается непрерывный сигнал на включение дымогенератора.
r02	-	
r03	-	
r04	-	
r05	-	
r06	-	
r07	-	
r08	-	
y01	000	Переход к следующему шагу задается по температуре, а не по времени.
y02	001	Переход к следующему шагу происходит при превышении $T_{\text{прод}}$ .
y03	063	Уставка $T_{\text{прод}}$ для перехода на следующий шаг.
y04	-	
y05	-	
e01	002	На входе 1-го регулятора – значение $T_{\text{сух}}$ (камеры).
e02	080	Устанавливается заданное значение температуры (уставка) в камере.
e03	00.0	
e04	000	
e05	000	
e01	005	На входе 2-го регулятора – значение относительной влажности в камере.
e02	060	Устанавливается заданное значение влажности (уставка) в камере.
e03	00.0	
e04	000	
e05	000	

Таблица 3.12

Параметры четвертого шага программы

Параметр	Значение	Комментарии
<i>h01</i>	000	Дымогенератор выключен.
<i>h02</i>	–	
<i>h03</i>	–	
<i>h04</i>	–	
<i>h05</i>	–	
<i>h06</i>	–	
<i>h07</i>	–	
<i>h08</i>	–	
<i>Y01</i>	000	Переход к следующему шагу задается по температуре, а не по времени.
<i>Y02</i>	001	Переход к следующему шагу происходит при превышении $T_{\text{прод}}$ .
<i>Y03</i>	073	Уставка $T_{\text{прод}}$ для перехода к следующему шагу.
<i>Y04</i>	–	
<i>Y05</i>	–	
<i>E01</i>	002	На входе 1-го регулятора – значение $T_{\text{сух}}$ (камеры).
<i>E02</i>	080	Устанавливается заданное значение температуры (уставка) в камере.
<i>E03</i>	00.0	
<i>E04</i>	000	
<i>E05</i>	000	
<i>E.01</i>	005	На входе 2-го регулятора – значение относительной влажности в камере.
<i>E.02</i>	99	Устанавливается заданное значение влажности (уставка) в камере.
<i>E.03</i>	00.0	
<i>E.04</i>	000	
<i>E.05</i>	000	

3.3.3.3. Программируемые параметры, устанавливаемые на уровне L2 (табл. 3.13).

Таблица 3.13

Общие параметры и параметры регуляторов

Параметр	Значение	Комментарии
<i>o01</i>		Значение параметра задается в зависимости от типа применяемого датчика.
<i>o02</i>	001	
<i>o03</i>	001	Нижний индикатор показывает значение влажности.
<i>o04</i>	001	
<i>o05</i>	–	
<i>o06</i>	–	
<i>o07</i>	001	
<i>o08</i>	–	
<i>o09</i>	–	
<i>o10</i>	–	
<i>PO1</i>	000	
<i>PO2</i>	000	
<i>PO3</i>	000	
<i>PO4</i>	–	
<i>PO5</i>	000	
<i>PO6</i>	000	
<i>PO7</i>	002	1-й регулятор управляет ИУ типа «нагреватель»
<i>PO8</i>	00.5	Определяет точность регулирования ( $\pm 1$ °C).
<i>P.01</i>	000	
<i>P.02</i>	000	
<i>P.03</i>	000	
<i>P.04</i>	–	
<i>P.05</i>	000	
<i>P.06</i>	000	
<i>P.07</i>	004	2-й регулятор управляет ИУ типа «нагреватель – холодильник».
<i>P.08</i>	2,5	Определяет точность регулирования ( $\pm 4$ °C).

Примечания.

1. ИУ – исполнительное устройство.
2. Прочерки в таблицах означают любое значение; обычно вместо прочерков записывают нули (или наименьшее значение параметра).
3. В приводимом примере вместо ПИД-регулирования используется двухпозиционное (релейное) регулирование; это сделано для упрощения примера.

**Пример 3.4. Программа управления температурно-влажностным режимом сушки древесины**

**3.4.1. Режимы технологического процесса**

Сушка дубовых досок толщиной 20 мм, осуществляемая в шесть этапов. Параметры процесса сушки указаны в табл. 3.14.

Таблица 3.14

Параметры процесса сушки древесины

Этапы технологического процесса	$T_{\text{камеры}} (T_{\text{сух}}), ^\circ\text{C}$	$T_{\text{влаж}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	$\psi, ^\circ\text{C}$	Время, ч
Начальный прогрев	80	79	0,5...1,0	98	4
1-я ступень сушки	75	70	5	80	27
2-я ступень сушки	80	71	9	66	22
3-я ступень сушки	100	71	29	31	18
Конечная влаготеплообработка	100	99	0,5...1,0	99	2

Нагрев воздуха в камере осуществляется с помощью ТЭНов.

Влажность в камере увеличивается путем подачи в камеру пара, снижается путем открытия заслонки вытяжного вентилятора.

**3.4.2. Режим работы прибора**

Программа управления должна иметь 5 шагов.

Температура в камере должна поддерживаться 1-м регулятором с помощью реле Р2, влажность в камере должна поддерживаться 2-м регулятором; поскольку задается разность температур «влажного» и «сухого» термометров, то 2-й регулятор должен поддерживать температуру «влажного» термометра с помощью реле Р3 и Р4.

Длительность каждого шага задается по времени.

Датчики температуры подключаются ко входу  $T_{\text{сух}}$  и  $T_{\text{влаж}}$  на вход  $T_{\text{прод}}$  для имитации подключения датчиков температуры подключается резистор сопротивлением 47...91 Ом или 68...120 Ом (в зависимости от типа датчика на входе  $T_{\text{сух}}$  – сопротивлением 50 или 100 Ом, соответственно).

Цепь включения нагревателя камеры (ТЭНов) коммутируется реле Р2;

Реле Р3 открывает клапан, через который подается пар в камеру;

Реле Р4 открывает заслонку на вытяжном воздуховоде.

Компараторы не используются.

**3.4.3. Программирование прибора**

3.4.3.1. *Параметры, устанавливаемые на уровне L1* (табл. 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19).

Параметры программ:

$Н01 = 005$  – пять шагов;

$Н02 = 000$  – циклов нет, после окончания 5-го шага прибор переходит в режим ОСТАНОВ.

Таблица 3.15

Параметры компараторов

Параметр	Компаратор $С1$	Компаратор $С2$	Компаратор $С3$	Компаратор $С4$	Комментарии
$С01$	–	–	–	–	Выходы компараторов отключены
$С02$	000	000	000	000	
$С03$	–	–	–	–	
$С04$	–	–	–	–	
$С05$	–	–	–	–	
$С06$	–	–	–	–	
$С07$	–	–	–	–	
$С08$	–	–	–	–	
$С09$	–	–	–	–	
$С10$	–	–	–	–	

Таблица 3.16

Параметры первого шага программы

Параметр	Значение	Комментарии
$П01$	–	Переход к следующему шагу задается по времени, а не по температуре.
$П02$	–	
$П03$	–	
$П04$	–	
$П05$	–	
$П06$	–	
$П07$	–	
$П08$	–	
$У01$	001	Уставка времени начального прогрева (4 часа).
$У02$	–	
$У03$	–	
$У04$	004	
$У05$	0.00	
$Е01$	002	На входе 1-го регулятора – значение $T_{\text{сух}}$ (камеры). Устанавливается заданное значение температуры (уставка) в камере.
$Е02$	080	
$Е03$	00.0	На входе 2-го регулятора – значение $T_{\text{влаж}}$ . Устанавливается заданное значение $T_{\text{влаж}}$ (уставка).
$Е04$	000	
$Е05$	000	
$Е.01$	003	
$Е.02$	079	
$Е.03$	00.0	
$Е.04$	000	
$Е.05$	000	



Таблица 3.17

Параметры второго шага программы

Параметр	Значение	Комментарии
r01	-	
r02	-	
r03	-	
r04	-	
r05	-	
r06	-	
r07	-	
r08	-	
y01	001	Переход к следующему шагу задается по времени, а не по температуре.
y02	-	
y03	-	
y04	027	Уставка времени 1-й ступени сушки (27 часов).
y05	0.00	
EO1	002	На входе 1-го регулятора – значение $T_{\text{сух}}$ (в камере).
EO2	075	Устанавливается заданное значение температуры (уставка) в камере.
EO3	00.0	
EO4	000	
EO5	000	
EO1	003	На входе 2-го регулятора – значение $T_{\text{влаж}}$ .
EO2	070	Устанавливается заданное значение $T_{\text{влаж}}$ (уставка).
EO3	00.0	
EO4	000	
EO5	000	

Таблица 3.18

Параметры третьего шага программы

Параметр	Значение	Комментарии
r01	-	
r02	-	
r03	-	
r04	-	
r05	-	
r06	-	
r07	-	
r08	-	
y01	001	Переход к следующему шагу задается по времени.
y02	-	
y03	-	
y04	022	Уставка времени 2-й ступени сушки (22 часа).
y05	0.00	
EO1	002	На входе 1-го регулятора – значение $T_{\text{сух}}$ (в камере).
EO2	080	Устанавливается заданное значение температуры (уставка) в камере.
EO3	00.0	
EO4	000	
EO5	000	
EO1	003	На входе 2-го регулятора – значение $T_{\text{влаж}}$ .
EO2	071	Устанавливается заданное значение $T_{\text{влаж}}$ (уставка).
EO3	00.0	
EO4	000	
EO5	000	

Таблица 3.19

Параметры четвертого шага программы

Параметр	Значение	Комментарии
Ч01	-	
Ч02	-	
Ч03	-	
Ч04	-	
Ч05	-	
Ч06	-	
Ч07	-	
Ч08	-	
Ч01	001	Переход к следующему шагу задается по времени.
Ч02	-	
Ч03	-	
Ч04	018	Уставка времени 3-й ступени сушки (18 часов).
Ч05	0.00	
Е01	002	На входе 1-го регулятора – значение $T_{\text{сух}}$ (в камере).
Е02	100	Устанавливается заданное значение температуры (уставка) в камере.
Е03	00.0	
Е04	000	
Е05	000	
Е01	003	На входе 2-го регулятора – значение $T_{\text{влаж}}$ .
Е02	71	Устанавливается заданное значение $T_{\text{влаж}}$ (уставка).
Е03	00.0	
Е04	000	
Е05	000	

Таблица 3.20

Параметры пятого шага программы

Параметр	Значение	Комментарии
Ч01	-	
Ч02	-	
Ч03	-	
Ч04	-	
Ч05	-	
Ч06	-	
Ч07	-	
Ч08	-	
Ч01	001	Переход к следующему шагу задается по времени.
Ч02	-	
Ч03	-	
Ч04	002	Уставка времени для конечной влаготеплообработки (2 часа).
Ч05	0.00	
Е01	002	На входе 1-го регулятора – значение $T_{\text{сух}}$ (в камере).
Е02	100	Устанавливается заданное значение температуры (уставка) в камере.
Е03	00.0	
Е04	000	
Е05	000	
Е01	003	На входе 2-го регулятора – значение $T_{\text{влаж}}$ .
Е02	99	Устанавливается заданное значение $T_{\text{влаж}}$ (уставка).
Е03	00.0	
Е04	000	
Е05	000	

**Примечание.** В случае, когда влажность древесины в процессе сушки периодически контролируется пользователем, при необходимости пользователь может или раньше закончить какой-либо шаг (перейдя “вручную” на следующий шаг), или увеличить время шага, запустив его сначала (также “вручную”). Последовательность действий при выборе шага “вручную” приведена в пп. 8.2.6. – 8.2.9.

Таблица 3.21

Общие параметры и параметры регуляторов

Параметр	Значение	Комментарии
$\alpha 1$		Значение параметра задается в зависимости от типа применяемого датчика.
$\alpha 2$	001	
$\alpha 3$	001	Нижний индикатор показывает значение влажности.
$\alpha 4$	001	
$\alpha 5$	-	
$\alpha 6$	-	
$\alpha 7$	001	
$\alpha 8$	-	
$\alpha 9$	-	
$\alpha 10$	-	
$P01$	000	
$P02$	000	
$P03$	015	Полоса пропорциональности 1-го регулятора ( $T_{\text{сух}}$ ).
$P04$	020	Период следования управляющих импульсов 1-го регулятора.
$P05$	000	
$P06$	000	
$P07$	002	1-й регулятор управляет ИУ типа «нагреватель».
$P08$	00.1	Определяет точность регулирования $T_{\text{сух}} (\pm 1^\circ\text{C})$ .
$P.01$	000	
$P.02$	000	
$P.03$	020	Полоса пропорциональности 2-го регулятора ( $T_{\text{влаж}}$ ).
$P.04$	050	Период следования управляющих импульсов 2-го регулятора.
$P.05$	000	
$P.06$	000	
$P.07$	000	2-й регулятор управляет ИУ типа «нагреватель – холодильник».
$P.08$	00.1	Определяет точность регулирования $T_{\text{влаж}}$ .

Примечания.

- ИУ – исполнительное устройство.
- Прочерки в таблицах означают любое значение; обычно вместо прочерков записывают нули (или наименьшее значение параметра).
- В приводимом примере используется П-регулирование (устанавливаются значения полосы пропорциональности, не равные нулю); это сделано для упрощения примера.

Приложение И (рекомендуемое)

Настройка ПИД-регулятора

Настройка ПИД-регулятора на объекте – трудоемкая задача, требующая специальных знаний. В приборе предусмотрена автоматическая настройка (автонастройка), а также возможность настроить ПИД-регулятор вручную.

И.1. Автонастройка

И.1.1. Для начальной (грубой) настройки ПИД-регулятора используется режим АВТОНАСТРОЙКА, предназначенный для автоматического определения оптимальных значений коэффициентов ПИД-регулятора при работе конкретной системы. Автонастройку рекомендуется проводить при пуске и наладке системы, а также при значительном изменении характеристик объекта.

**ВНИМАНИЕ!** Автонастройка в приборе МПР51 производится только для объектов типа «нагреватель» или «холодильник», для объектов типа «задвижка» или «нагреватель – холодильник» автонастройка не предусмотрена.

Режим автонастройки 1-го (2-го) регуляторов реализуется с помощью программируемых параметров  $SLF (SLF.)$ , значения которых зависят от вида входной величины, для которой производится автонастройка (см. прил. Д).

И.1.2. Перед проведением процедуры автонастройки 1-го или (2-го) регулятора к соответствующему входу прибора должен быть подключен(ы) датчик(и), а к выходному (выходным) реле регулятора – исполнительное устройство. При этом образуется контур регулирования, составленный из объекта управления (например, печи, или климатической камеры), датчика(ов) температуры, прибора (с выбранным регулятором), исполнительного устройства (например, нагревателя).

Автонастройка производится методом единичного скачка. Перед началом процедуры сигнал на выходе регулятора отсутствует. При запуске процедуры автонастройки регулятор выдает на свой выход максимальный сигнал и одновременно отслеживает сигнал на входе. Как только скорость изменения регулируемого параметра начнет уменьшаться, процесс автонастройки заканчивается, прибор прекращает выдавать выходной сигнал и вычисляет коэффициенты ПИД-регулирования: постоянную времени дифференцирования, постоянную времени интегрирования, полосу пропорциональности, а также период следования управляющих импульсов. После этого пользователь может занести вычисленные значения коэффициентов в память прибора, в уровень L2. Время автонастройки зависит от свойств объекта (его инерционности) и может меняться от секунд до десятков минут и более.


И.1.3. Для проведения процедуры автонастройки нужно:

- войти в уровень L3 режима ПРОГРАММИРОВАНИЕ, см. разд. 4, пп. 4.2.3.2;
- в зависимости от вида входной величины, для которой производится автонастройка, установить значение параметра (.) для 1-го (2-го) регулятора (см. прил. Д);

– нажав кнопку  $\square$  [ПРОГ.], запустить процедуру автонастройки, при этом на индикаторе «ПАРАМЕТР» появятся мигающие прочерки; по окончании процедуры автонастройки



на индикаторе «ПАРАМЕТР» появится сообщение «ГД», указывающее на завершение вычисления ПИД-коэффициентов;

– нажав кнопку , записать вычисленные ПИД-коэффициенты в память прибора;

– если вместо кнопки  нажать кнопку , то внесение в память новых значений ПИД-коэффициентов не произойдет.

## И.2. Ручная настройка ПИД-регулятора

И.2.1. Для более высокого качества регулирования требуется подбор (уточнение) значений ПИД-коэффициентов вручную. Для этого требуется многократный запуск технологического процесса: для каждого нового значения одного из 3-х коэффициентов ПИД-регулятора (и, в некоторых случаях, для периода следования управляющих импульсов).

И.2.2. Если время установления нового значения на выходе объекта управления составляет десятки секунд – единицы минут, то можно попробовать сразу подобрать коэффициенты ПИД-регулятора.

*Время установления* – это отрезок времени  $\Delta t$ , который требуется для того, чтобы после входного воздействия  $\Delta P$  на объект регулирования его выходной параметр (например, температура) изменился на  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) и установилось новое значение  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).

И.2.2.1. Для подбора коэффициентов необходимо задать значения программируемых параметров  $P01=000$ ,  $P02=000$ ,  $P03=000$  (см. прил. Д), выставить уставку входного параметра и запустить программу, составленную пользователем на этапе подготовки прибора к работе (см. разд. 6). Прибор будет поддерживать входную величину (например, температуру) возле уставки с большими колебаниями.

И. 2.2.2. Постепенно увеличивая значения параметра  $P03$  (т.е. осуществляя П-закон регулирования) надо добиться минимальных колебаний. Если таким образом удастся достичь приемлемого регулирования, то настройку регулятора можно считать оконченной.

И.2.2.3. Если при минимальных колебаниях входная величина не дотягивает до уставки, либо не удастся избавиться от колебаний входной величины, то следует ввести интегральную составляющую (реализуя таким образом ПИ-закон регулирования). Для этого надо установить большое значение параметра  $P02$ , например, 500 или 800. Постепенно уменьшая значение  $P02$ , необходимо добиться минимального недотягивания входной величины до уставки при максимальном значении  $P02$ . Если удастся получить удовлетворительные результаты регулирования, то настройку регулятора можно считать оконченной.

И.2.2.4. Если после введения интегральной составляющей в выходной сигнал реакция регулятора сильно замедлилась, то нужно ввести дифференциальную составляющую (реализуя ПИД-закон регулирования). Для этого надо постепенно увеличивать значение параметра  $P01$ .

Если в результате регулирования удовлетворительное, то регулятор считается настроенным.

И.2.2.5. Если не удастся достичь удовлетворительных результатов, то следует повторить настройку регулятора путем изменения значений параметров  $P02$  и  $P03$ , как описывалось выше, (см. пп. И.2.2.2, И.2.2.3).

**ВНИМАНИЕ!** Изменять значения программируемых параметров следует на фоне режима РАБОТА, дождавшись, когда значение регулируемого параметра установится.

