

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Назначение
3. Технические данные
4. Устройство и работа приборов
5. Схемы подключения. Размещение и монтаж
6. Программирование прибора
7. Подготовка к работе, настройка параметров, включение в работу
8. Проверка технического состояния
9. Техническое обслуживание. Указание мер безопасности
10. Характерные неисправности, методы их обнаружения и устранения
11. Комплектность
12. Маркировка и пломбирование
13. Тара и упаковка
14. Правила транспортирования и хранения
- Приложение I. Примеры прикладных программ
- Приложение 2. - оформлено официальным альбомом, прилагаемым к ТО

-3-

I. ВВЕДЕНИЕ

Приборы регулирующие программируемые микропроцессорные с автоматизированной настройкой параметров ПРОТАР 120, ПРОТАР 130 (в дальнейшем - приборы), разработанные Московским заводом тепловой автоматики, являются дальнейшим развитием микропроцессорных приборов серии ПРОТАР.

Главной отличительной чертой приборов является наличие в программном обеспечении алгоритма автоматизированной настройки динамических параметров ПИД регулятора с возбуждением автоколебаний. Анализ автоколебаний, вычисление и установка оптимальных параметров настройки осуществляются автоматически. Алгоритм разработки МЭТА совместно с Московским энергетическим институтом (МЭИ). Алгоритм жесткой структуры в приборах не реализуется.

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО) предназначено для ознакомления персонала, осуществляющего наладку и эксплуатацию приборов, с их устройством функциональными возможностями, порядком программирования структуры, настройки параметров, проверки технического состояния и включения в работу, основными правилами эксплуатации технического обслуживания, транспортирования и хранения.

Приборы являются сложными электронно-вычислительными устройствами, поэтому перед включением приборов в работу следует внимательно ознакомиться с содержанием ТО. Соблюдение приведенных в ТО рекомендаций по эксплуатации и техническому обслуживанию приборов является необходимым условием их надежной работы в течение длительного времени.

В связи с непрерывно проводимыми работами по улучшению качества и технического уровня приборов возможны некоторые отличия их от данных настоящего ТО.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Приборы предназначены для применения в автоматизированных системах управления и в локальных системах регулирования в различных отраслях промышленности. Приборы используются в схемах стабилизации технологических параметров, программного, каскадного, многосвязного регулирования с реализацией сложных алгоритмов обработки информации.

Алгоритм функционирования приборов программируется потребителем, при этом специальных знаний в области математического программирования от персонала, осуществляющего проектирование систем управления на базе приборов, а также их наладку и обслуживание, не требуется.

Многофункциональность и свободная программируемость приборов позволяют заменить несколько (в среднем 4-6) аналоговых приборов и значительно усовершенствовать алгоритмы управления. Наличие алгоритма автоматизированной настройки параметров позволяет значительно ускорить ввод в действие системы регулирования при гарантированном качестве настройки, а также осуществлять периодическую диагностику настройки и ее оптимизацию в процессе эксплуатации.

Связь приборов с другими устройствами системы автоматического управления (в том числе с УЕМ) осуществляется с помощью аналоговых и дискретных (логических) сигналов.

2.2. Приборы рассчитаны на эксплуатацию в закрытых взрывобезопасных помещениях при следующих условиях:

- | | |
|--|---|
| 1) рабочая температура воздуха при эксплуатации, °C | от 5 до 50 |
| 2) верхний предел относительной влажности воздуха, % | 80 при 35°C и более
низких температурах, без конденсации влаги |

- | | |
|---|----------------|
| 3) атмосферное давление, кПа | от 86 до 106,7 |
| 4) вибрации мест крепления и коммутации:
амплитуда, мм, не более
частота, Гц, не более | 0,1
25 |
| 5) напряженность внешнего магнитного поля частотой питания, А/м, не более | 400 |
| 6) амплитуда напряжения продольной помехи (помехи, действующей между корпусом прибора и входной цепью) переменного тока частотой питания, В, не более | 100 |
| 7) действующее значение поперечной помехи (помехи, приложенной ко входу) переменного тока частотой питания в процентах от номинального диапазона изменения входного сигнала, не более | I |
| 8) примеси агрессивных паров и газов в окружающем воздухе должны отсутствовать. | |

2.3. Перечень функций, выполняемых прибором

2.3.1. Функции, не требующие программирования структуры.

2.3.1.1. Функции, реализованные аппаратными средствами:

- гальваническое разделение четырех аналоговых входных сигналов (X_A, X_B, X_C, X_D);
- гальваническое разделение двух дискретных входных сигналов (Q_+ и Q_-);
- введение дискретного сигнала Q_D запрета и блокировки от противоречивых команд управления по импульсному выходу Z_B, Z_M ;
- формирование сигнала опорного напряжения для питания потенциометрических датчиков и задатчиков ($U_{оп}$);
- формирование импульсных выходных сигналов Z_B, Z_M и дискретных выходных сигналов $Z_N, Z_{отк}$;
- формирование импульсных сигналов Z_{B1}, Z_{M1} для каскадной

и динамической связи между контурами регулирования;

- формирование дискретного выходного сигнала дистанционного переключателя режима управления Z (ПРОТАР 120) или дискретных выходных сигналов встроенных реле Z_1, Z_2 (ПРОТАР 130);
- светодиодная индикация установленного режима управления, функционирования импульсных выходов Z_6, Z_M и дискретных выходов Z_B, Z_H .

2.3.1.2. Функции, реализованные аппаратно-программными средствами:

- безударное переключение режимов управления с автоматического на ручное и обратно, ручное управление с помощью пульта оператора;
- безударное переключение режимов управления с автоматического на ручное и обратно, ручное управление с помощью дискретных сигналов, поступающих с верхнего уровня управления;
- цифровая индикация входных и выходных аналоговых сигналов, параметров настройки и переменных, входящих в структуру прибора, кода отказа;
- введение задания с помощью пульта оператора;
- введение задания с помощью дискретных сигналов, поступающих с верхнего уровня управления;
- формирование алгоритма диагностики отказов (выход $Z_{отк}$ и цифровая индикация кода отказа);
- формирование внутреннего дискретного сигнала установленного режима управления q_p .

2.3.2. Функции, используемые при программировании структуры.

2.3.2.1. Функции, используемые однократно.

Таблица 1

Шифр условн. символа	Назначение выполняемые функции	Размеры		Примечан.
		X1	У	
1	2	3	4	5
F00 .	Ввод-вывод информации, преобразование входных и выходных сигналов, диагностика отказов, фиксация конца программы. Выполняемые алгоритмы поясняются в соответствии с функциональной схемой прибора. 1. Аналого-цифровое преобразование (АЦП) сигналов $X_A, X_B, X_C, X_D, X_E, X_H, Y$ в их цифровые эквиваленты A, B, C, D, E, H, Y соответственно. 2. Преобразование дискретных сигналов q_6, q_M, q_+, q_- в цифровые q_1 и q_{11}: $q_1 = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} (q_6 - q_M) dt;$ $q_{11} = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} (q_+ - q_-) dt$ $T_0 = 0,32$ с - время цикла; время опроса сигналов $q_6, q_M, q_+, q_- = 0,01$ с. 3. Цифро-аналоговое преобразование (ЦАП) переменной Y в аналоговый сигнал Y. 4. Широко-импульсное преобразование (ШИМ) переменной E' в скважность импульсов Q с установленной длительностью Δt и переменным значением паузы t_n. $Q = \frac{\Delta t}{\Delta t + t_n} = \frac{ E'_{cp} }{0,32\%}$	не используется	не используется	Функция F00 фиксирует конец вычислений в цикле и всегда применяется в качестве последнего шага программы с учетом возможных разветвлений при использовании функций F54-F59.

где E' - средняя за время периода величина; при $E' > 0$ формируется импульс на выходе Z_6 , при $E' < 0$ - на выходе Z_8 , Y' - выход сумматора ШИМ.

5. Цифро-дискретное преобразование переменных J_1, J_2 и L_1, L_2 в сигналы Z_6 и Z_8 соответственно с зонами возврата δ_1 и δ_2 , реализуемое на компараторах 1 и 2:

$$Z_6 = \begin{cases} 0 & \text{при } J_1 < J_2 \text{ и } Z_6(n-1) = 0 \text{ или } J_1 < J_2 - \delta_1 \text{ и } Z_6(n-1) = 1 \\ 1 & \text{при } J_1 \geq J_2 \text{ и } Z_6(n-1) = 0 \text{ или } J_1 \geq J_2 - \delta_1 \text{ и } Z_6(n-1) = 1 \end{cases}$$

$$Z_8 = \begin{cases} 0 & \text{при } L_1 < L_2 \text{ и } Z_8(n-1) = 0 \text{ или } L_1 < L_2 - \delta_2 \text{ и } Z_8(n-1) = 1 \\ 1 & \text{при } L_1 \geq L_2 \text{ и } Z_8(n-1) = 0 \text{ или } L_1 \geq L_2 - \delta_2 \text{ и } Z_8(n-1) = 1 \end{cases}$$

где $Z_6(n-1), Z_8(n-1)$ значения сигналов Z_6, Z_8 в предыдущем цикле вычисления.

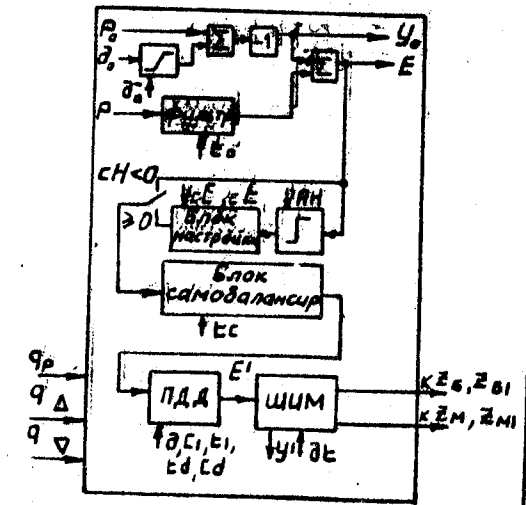
6. Диагностика отказов, определяющая состояние сигнала $Z_{отк} = 1$ при отсутствии отказов и $Z_{отк} = 0$ при наличии любого из отказов. Виды отказов в порядке убывания приоритета:

- Е.08 - отказ ПЗУ;
- Е.06 - некорректность в записи; программы или отказ ОЗУ программы;
- Е.05 - отсутствие инициализации или отказ ОЗУ данных;
- Е.04 - превышение допустимого времени выполнения программы или закликивание;
- 01 - программируемый отказ (если переменная $G_0 < 0$), при этом программно устанавливается $q_p = 1$.

7. Индикация сигналов, переменных и параметров настройки в цифровой форме.

FOI
PUI

Регулирование ПИД импульсное с автоматизированной настройкой параметров и формирование сигнала рассогласования E .



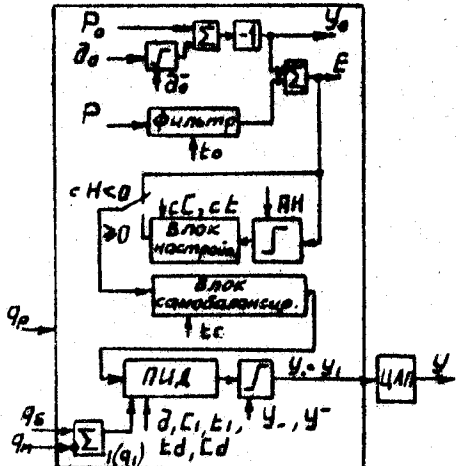
- c_L - коэффициент вида процесса
- c_H - коэффициент точности настройки;
- c_E - отношение $L_d \cdot E_d / E_1$ при настройке;
- A_H - амплитуда колебаний;
- R_0 - исходное задание;
- δ_0 - оперативное задание;
- δ_6 - предел оперативного задания;
- Y_0 - задание;
- R - эквивалентный параметр;
- E_1 - постоянная фильтра;
- E_c - постоянная компенсации;
- δ - зона нечувствительности;

не используется

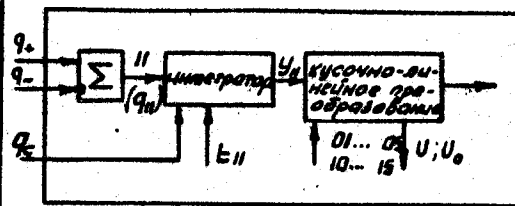
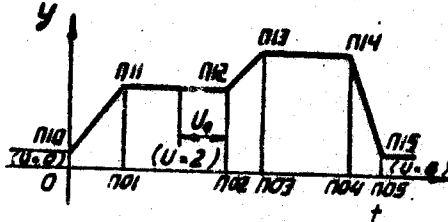
не используется

Одновременно с FOI не используется FOE

1	2	3	4	5
	C_1 - коэффициент пропорциональности; E_1 - постоянная интегрирования; E_d - постоянная дифференцирования; C_d - коэффициент дифференцирования; Y_1 - выход сумматора ШИМ; ΔE - длительность импульса; E' - выход ПДД'. 1. В автоматическом режиме ($q_r = 0$) реализация алгоритма ПИД регулирования совместно с ИМ, управляемым выходами Z_6 и Z_M, либо Z_6 и Z_M: $W(p) = \frac{100(C_1)}{T_s} \cdot C_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{E_1 p} + \frac{C_d \cdot E_d \cdot p}{E_d \cdot p + 1}\right);$ T_s - время полного перемещения ИМ, с. 2. Режим ручного управления при $q_r = 1$, управление выходами Z_6 и Z_M сигналами q_6 и q_M соответственно. 3. Вычисление сигнала рассогласования E и введение задания Y_0: $Y_0 = R_0 + \Delta_0, \text{ где } \Delta_0 \leq \Delta_0;$ $E = \frac{1}{E_0 p + 1} R - Y_0$ 4. Введение самобалансировки при переходе на ручной режим: - при $0 < E_c < 9999$ осуществляется динамическая балансировка, при этом после возврата на автоматический режим сигнал рассогласования восстанавливается со скоростью $100\% / E_c$; - при $E_c = 9999$ осуществляется статическая балансировка, при этом обеспечивается $E = 0$ за счет соответствующего изменения R_0;			

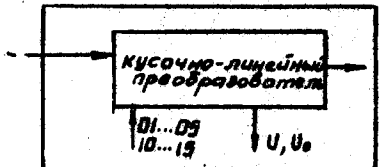
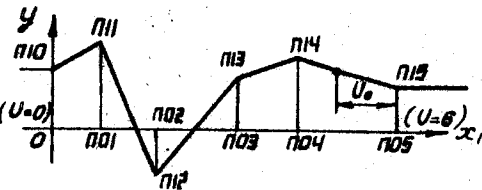
1	2	3	4	5
	- при $E_c = 0$ блок самобалансировки отключается.			
F02 PAI	Регулирование ПИД непрерывное с автоматизированной настройкой параметров и формирование сигнала рассогласования E.  Y - аналоговый выход ПИД; $I(q_1)$ - выход сумматора q_6, q_M; E_c - коэффициент вида процесса; E_N - коэффициент точности настройки; E_k - отношение $C_d \cdot E_d / E_1$ при настройке; A_N - амплитуда колебаний; R_0 - исходное задание; Δ_0 - оперативное задание; Δ_0 - предел оперативного задания; Y_0 - задание; R - эквивалентный параметр; E_0 - постоянная фильтра; E_c - постоянная компенсации; δ - зона нечувствительности; C_1 - коэффициент пропорциональности; E_1 - постоянная интегрирования; E_d - постоянная дифференцирования; C_d - коэффициент дифференцирования;	не используется	не используется	Одновременно с F02 не используется F01.

1	2	3	4	5
	У - уровень ограничения мин.; У - уровень ограничения макс.; У₁ - выход программного блока ПИД алгоритма; У₁ - вход ЦАП (У₁ = У₁); 1. В автоматическом режиме (q_p = 0) реализация алгоритма ПИД регулирования; $W(p) = G_1 \cdot \left(\frac{1}{k_1 \cdot p} + \frac{G_d \cdot k_d \cdot p}{k_d \cdot p + 1} \right);$ 2. Режим ручного управления при q_p = 1. Управление выходом дискретными сигналами q_с, q_м; $U_1 = U_1(0) + 1 - \frac{t}{T_c} \int q_1 dt$ где U₁ = 0 - величина U₁ при t = 0; q₁ - среднее за время цикла T_c значение (q_с - q_м); 3. Установка выходной величины U₁ в режиме настройки переменных прибора. 4. Ограничение выхода U₁ и передача его на вход ЦАП: $U_{-} \leq U_1 \leq U_{+}$ $U_1 = U_1$ 5. Вычисление сигнала рассогласования E и введения задания U₀: $U_0 = P_0 + d_0, \text{ где } d_0 \leq d_0$ $E = \frac{1}{E_0 \cdot p \cdot T_c} \cdot P - U_0$ 6. Введение самобалансировки при переходе на ручной режим: - при 0 < E_с < 9999 осуществляется динамическая балансировка, при этом после возврата на автоматический режим сигнал рассогласования восстанавливается со скоростью 100%/E_с; - при E_с = 9999 осуществляется статическая балансировка, при			

1	2	3	4	5
	этом обеспечивается E=0 за счет соответствующего изменения P₀; - при E_с = 0 блок самобалансировки отключается.			
FO3-FO7	Не используются			
FO8	Задатчик программный			
3П	 U - номер участка кусочно-линейной функции; 11 - выход сумматора q₊; q₋ (q_n); E₁₁ - постоянная интегрирования; U_n - текущее время от момента запуска программы; U₀ - время до достижения конечной точки участка; 001...005 - координаты границ участков по оси абсцисс U_n; 010...015 - координаты границ участков по оси ординат; Формирование сигнала программного задания у в виде кусочно-линейной функции времени:  $U_n = U_n(0) + \frac{0.32(E)}{E_{11}} \int q_n dt;$ где q_n - среднее за время цикла T_c значений (q_с - q_м);	Не используется	%	1. Одновременно с FO8 не используются F10, F12. 2. Размерность U_n и U₀ при q_n = 1: секунды при E₁₁ = 0,32с; минуты при E₁₁ = 10,2с; часы при E₁₁ = 1152с. 3. При U_n > 005 U₀ - время, прошедшее после окончания программы (индицируются со знаком минус). 4. Номер участка индицируется первой цифрой после десятичной точки параметра U.

1	2	3	4	5																														
	$Y_{II}(0)$ - величина Y_{II} при $t=0$.																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>q_+</th><th>q_-</th><th>q_c</th><th>q_{II}</th><th>Алгоритм</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>Останов</td></tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>-1</td><td>Прозон в обратную сторону</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>Режим программного задания</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>Останов</td></tr> <tr> <td>*</td><td>*</td><td>1</td><td>*</td><td>Сброс ($Y_{II} = 0$)</td></tr> </tbody> </table>	q_+	q_-	q_c	q_{II}	Алгоритм	0	0	0	0	Останов	0	1	0	-1	Прозон в обратную сторону	1	0	0	1	Режим программного задания	1	1	0	0	Останов	*	*	1	*	Сброс ($Y_{II} = 0$)			
q_+	q_-	q_c	q_{II}	Алгоритм																														
0	0	0	0	Останов																														
0	1	0	-1	Прозон в обратную сторону																														
1	0	0	1	Режим программного задания																														
1	1	0	0	Останов																														
*	*	1	*	Сброс ($Y_{II} = 0$)																														
F09	Не используется																																	
F10 ИР ₀	Интегратор задания с управлением сигналами q_+ и q_-. II - выход сумматора q_+, q_- (q_{II}); $Y_{II} = P_0$ - выход интегратора задания; ϵ_{II} - постоянная интегрирования; ПОГ - вход интегратора задания; ПОБ - уровень ограничения мин.; ПОГ - уровень ограничения макс.; 1. Интегрирование с ограничением выхода Y_{II}, пересылка Y_{II} на выход интегратора задания $Y_{II} = Y_{II}(0) + \frac{1}{\epsilon_{II}} \int q_{II}(\text{ПОГ}) dt,$ где $Y_{II}(0)$ - величина Y_{II} при $t=0$; $\text{ПОБ} \leq Y_{II} \leq \text{ПОГ}$ q_{II} - среднее за время цикла T_0 значение ($q_+ - q_-$); 2. Сравнение Y_{II} за величиной P_0: $Y_{II} = P_0$. Установка начальных условий путем воздействия на Y_{II} и P_0 в режиме настройки параметров	Не используется $Y_{II} = P_0$	1. Одновременно с F10 не используются F08, F12. 2. Рекомендуется одновременно с F01, F02 для формирования составляющей задания P_0 изменение P_0 при статической балансировке происходит в пределах установленных уровней ограничения.																															

1	2	3	4	5
F11 И1	Интегратор с управлением в ручном режиме сигналами q_+, q_- 1 - выход сумматора q_+, q_- (q_{II}); Y_- - уровень ограничения мин.; Y_+ - уровень ограничения макс.; Y_I - выход; 1. В автоматическом режиме ($q_R = 0$) интегрирование непрерывного входа X_I с постоянной времени, равной времени цикла $T_0 = 0,02$ с: $Y_I = Y_I(0) + \frac{1}{T_0} \int X_I dt,$ где $Y_I(0)$ - величина Y_I при $t=0$; 2. В ручном режиме ($q_R = 1$) управление выходом с помощью сигналов q_+, q_-: $Y_I = 1 \left[\frac{q_+ - q_-}{T_0} \right] \int q_{II} dt + Y_I(0)$ где q_{II} - среднее за время цикла T_0 значение ($q_+ - q_-$) 3. Ограничение выхода: $Y_- \leq Y_I \leq Y_+$	%	%	Одновременно с F11 не используется F02.
F12 И11	Интегратор с управлением сигналами q_+, q_- II - выход сумматора q_+, q_- (q_{II});	%	%	Одновременно с F12 не используются F08, F10.

1	2	3	4	5
	t_{11} - постоянная времени; y_{11} - выход; Интегрирование непрерывного входа x_1 с управлением сигналами q_+ , q_- : $y_{11} = y_{11}(0) + \frac{1}{T_{11}} \int_0^t q_{11} \cdot x_1 dt,$ где $y_{11}(0)$ - величина y_{11} при $t=0$; q_{11} - среднее за время цикла T_0 значение $(q_+ - q_-)$.			
F13 КЛ	Кусочно-линейное преобразование  U - номер участка; U₀ - расстояние до конца участка; П01...П05 - координаты границ участков по оси абсцисс; П10...П15 - координаты границ участков по оси ординат. Формирование кусочно-линейной функции, заданной координатами границ участков. 	%	%	1. Одновременно с F13 не используется F08. 2. При $x_1 > 0$ U ₀ - расстояние от конечной ординаты ПО5 (индицируется со знаком минус). 3. Номер участка индицируется первой цифрой после десятичной параметра U.
F14 ДИ	Широтно-импульсное преобразование двухпозиционное (импульсатор). Преобразование входного сигнала $x_1 > 0$ в скважность Q импульсов на выходе компара-	%	не используется	1. Одновременно с F14 не используется F15. 2. t_n и t_n кратны 0,32с.

1	2	3	4	5
	тора 1 (аппаратный выход z_0). $Q = \frac{t_u}{t_u + t_n} = \frac{x_{1ср}}{J_2},$ где длительность импульса $t_u = \frac{0,32с}{J_2} \cdot \frac{\partial_1}{1-Q},$ длительность паузы $t_n = \frac{0,32с}{J_2} \cdot \frac{\partial_1}{Q}$ $x_{1ср}$ - среднее за время периода значение входного сигнала. Параметры настройки: J₂ - установка коэффициента пропорциональности; ∂₁ - установка длительности импульса.			3. J1 - выход сумматора ШИМ.
F15 ТИ	Преобразование входного сигнала x_1 в скважность Q импульсов: при $x_1 > 0$ на выходе компаратора 1 (аппаратный выход z_0), при $x_1 < 0$ на выходе компаратора 2 (аппаратный выход z_n): $Q = \frac{t_u}{t_u + t_n} = \frac{ x_{1ср} }{0,32\%}$ где длительность импульса $t_u = \frac{0,32с}{1-Q},$ длительность паузы $t_n = \frac{0,32с}{Q};$ $x_{1ср}$ - среднее за время периода значение входного сигнала x_1.	%	не используется	1. Одновременно с F15 не используется F14. 2. Программно устанавливаются J ₂ = 0,32; L ₁ = 0,32; ∂ ₁ = ∂ ₁ = 0. 3. t_u и t_n кратны 0,32с. 4. J1 = L ₂ - выход сумматора ШИМ.
F16 f(A)	Масштабирование и демпфирование сигнала A: $y = П16 = \frac{с1}{T \cdot p + 1} \cdot A;$ A - вход;	не используется	%	

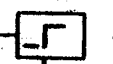
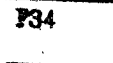
1	2	3	4	5
	с1 - масштабный коэффициент; Е1 - постоянная времени; П1В - выход.			
F17 f(b)	Масштабирование и демпфирование сигнала б: $y = \pi 17 = \frac{с2}{Е2 \cdot p + 1} \cdot b;$ б - вход; с2 - масштабный коэффициент; Е2 - постоянная времени; П17 - выход.	не используется	%	
F18 f(c)	Масштабирование, демпфирование и страбирование (выборка-хранение) сигнала с: $y = \pi 18 = \begin{cases} \frac{с3}{Е3 \cdot p + 1} \cdot c & \text{при } q_c = 0 \\ y_{n-1} & \text{при } q_c = 1, \end{cases}$ где y_{n-1} - значение у в предыдущем цикле вычисления; с - вход; с3 - масштабный коэффициент; Е3 - постоянная времени; П18 - выход.	не используется	%	
F19 f(d)	Дифференцирование и масштабирование сигнала d: $y = \pi 19 = \frac{с4 \cdot F4 \cdot p}{Е4 \cdot p + 1} \cdot d;$ д - вход; с4 - масштабный коэффициент; Е4 - постоянная времени; П19 - выход.	не используется	%	

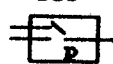
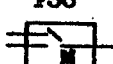
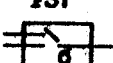
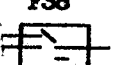
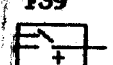
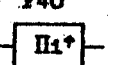
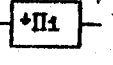
2.3.2.2. ПРИБОРЫ ПРОТАР120, ПРОТАР130.

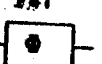
ФУНКЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МНОГОКРАТНО.

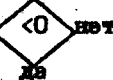
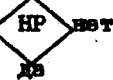
ТАБЛИЦА 2

ШКОР УСЛОВНЫЙ СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ	РАЗМЕРНОСТЬ			ПРИМЕЧАНИЕ
		х1	х2	у	
1	2	3	4	5	6
P20 	Исключение операции $y = x1$	м	переменная	м	
P21 	Инверсия $y = -x1$	м	переменная	м	
P22 	Выделение модуля $y = x1 $	м	отсутствует	м	
P23 	Извлечение квадратного корня $y = \text{sign } x1 \cdot \sqrt{100 \cdot x1 }$	%	отсутствует	%	
P24 	Выделение знака числа $y = \begin{cases} 0 & \text{при } x1 = 0 \\ (\text{sign } x1) \cdot 1 & \text{при } x1 \neq 0 \end{cases}$	м	отсутствует	--	
P25 	Сложение $y = x1 + x2$	м	м	м	
P26 	Вычитание $y = x1 - x2$	м	м	м	
P27 	Умножение $y = x1 \cdot x2$	м	-	м	
	Умножение $y = (x1 \cdot x2) / 5,12$	м	%	м	При размерности в процентах $ x1 \cdot x2 \leq 3355$

1	2	3	4	5	6
F28 	Деление $y = \frac{x_1}{x_2}$ Деление $y = 5,12 \frac{x_1}{x_2}$	■	-	■	
		■	■	-	
		■	%	■	
F29 	Переключение при изменении сигнала q_s $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_s=0 \\ x_2 & \text{при } q_s=1 \end{cases}$	■	■	■	
F30 	Двухпозиционное преобразование $y = \begin{cases} 0 & \text{при } x_1 < 0 \\ x_2 & \text{при } x_1 > 0 \end{cases}$	■1	■2	■2	
F31 	Выделение положительных значений разности $y = \begin{cases} 0 & \text{при } x_1 - x_2 < 0 \\ x_1 - x_2 & \text{при } x_1 - x_2 > 0 \end{cases}$	■	■	■	
F32 	Ограничение по минимуму (выделение наибольшего) $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } x_1 > x_2 \\ x_2 & \text{при } x_2 > x_1 \end{cases}$	■	■	■	
F33 	Ограничение по максимуму (выделение наименьшего) $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } x_1 < x_2 \\ x_2 & \text{при } x_2 < x_1 \end{cases}$	■	■	■	
F34 	Переключение при изменении сигнала q_r $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_r=0 \\ x_2 & \text{при } q_r=1 \end{cases}$	■	■	■	

1	2	3	4	5	6
F35 	Переключение при изменении сигнала q_r $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_r=0 \\ x_2 & \text{при } q_r=1 \text{ и в первом цикле после включения прибора} \end{cases}$	■	■	■	$q_r=0$ - автоматическое управление $q_r=1$ - ручное
F36 	Переключение при изменении сигнала q_m $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_m=0 \\ x_2 & \text{при } q_m=1 \end{cases}$	■	■	■	
F37 	Переключение при изменении сигнала q_0 $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_0=0 \\ x_2 & \text{при } q_0=1 \end{cases}$	■	■	■	
F38 	Переключение при изменении сигнала q $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q=0 \\ x_2 & \text{при } q=1 \end{cases}$	■	■	■	
F39 	Переключение при изменении сигнала q_+ $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_+=0 \\ x_2 & \text{при } q_+=1 \end{cases}$	■	■	■	
F40 	Вызов переменной для последующего вычисления $y = x_2$	■	■	■	Π_1 -символ x_2 ; x_1 не используется
F41 	Пересылка и запоминание результата вычисления $y = x_2$, где x_1 при $x_2 \min < x_1 < x_2 \max$ $x_2 = x_2 \min$ при $x_1 < x_2 \min$ $x_2 = x_2 \max$ при $x_1 > x_2 \max$	■	■	■	Π_1 -символ x_2 ; x_1 пересылается и запоминается в x_2 ; $x_2 \min$ и $x_2 \max$ - граничные значения диапазона изменения переменной Π_1

1	2	3	4	5	6
P42-P43	Не используются				
P44 	Переключение при изменении выходного сигнала компаратора 1 $y = \begin{cases} x_1 & \text{в исходном состоянии} \\ x_2 & \text{при срабатывании компаратора 1.} \end{cases}$	■	■	■	
P45 	Переключение при изменении выходного сигнала компаратора 2 $y = \begin{cases} x_1 & \text{в исходном состоянии} \\ x_2 & \text{при срабатывании компаратора 2.} \end{cases}$	■	■	■	
P46 	Аперриодическое преобразование с управлением сигналом Фр $x_2 = t_1$ $y = \begin{cases} \frac{1}{t_1 + p + 1} * x_1 & \text{при } \Phi_r = 0 \\ x_1 & \text{при } \Phi_r = 1 \text{ и в первом цикле после включения прибора} \end{cases}$	■	с	■	$y = 0$ при $t_1 = 9999$ и $\Phi_r = 0$
P47 	Аперриодическое преобразование $x_2 = t_1$; $y = \frac{1}{t_1 + p + 1} * x_1$	■	с	■	$y = 0$ при $t_1 = 9999$
P48 	Дифференцирование с управлением сигналом Фр $x_2 = t_1$ $y = \begin{cases} \frac{t_1 + p}{t_1 + p + 1} * x_1 & \text{при } \Phi_r = 0 \\ 0 & \text{при } \Phi_r = 1 \text{ и в первом цикле после включения прибора} \end{cases}$	■	с	■	$y = x_1$ при $t_1 = 9999$ и $\Phi_r = 0$

1	2	3	4	5	6
P49 	Дифференцирование $x_2 = t_1$ $y = \frac{t_1 + p}{t_1 + p + 1} * x_1$	■	с	■	$y = x_1$ при $t_1 = 9999$
P50-P53	Не используются				
P54 	Безусловный переход $y = x_1$	■	шаг программы	■	1. Осуществляется переход к шагу программы, заданному в качестве x_2 (для условных переходов при выполнении условия перехода). 2. В режиме просмотра и настройки структуры перед операндом x_2 индицируется символ "=". 3. Если условие перехода не удовлетворяется, выполняется шаг программы, записанный непосредственно после x_2
P55 	Условный переход при $x_1 = 0$ $y = x_1$				
P56 	Условный переход при $x_1 > 0$ $y = x_1$				
P57 	Условный переход при $x_1 < 0$ $y = x_1$				
P58	Не используется				
P59 	Условный переход при наличии нормального режима работы прибора. Условие не выполняется в одном цикле вычислений, который следует после: - включения прибора в сеть; - выхода из режима настройки структуры; - снятия сигнала отказа вида Е04-Е08.	■	шаг программы	■	см. примечания к P54-P57

Примечания.

1. Переменная $T1$ является результатом предыдущего вычисления при реализации программируемой структуры. Переменная $T2$ используется для функций P25-P59 и записывается при программировании структуры следующим шагом после шифра функции. Результат вычисления U используется, в свою очередь, как переменная $T1$ для следующей функции.

2. Обозначения $M; M1$ представляют одну из размерностей:

- $[\%$] - величина в процентах;
- $[-]$ - безразмерная величина;
- $[c]$ - величина в секундах;

При необходимости проведения вычислений над величинами с различными размерностями, должны быть учтены следующие соотношения, которые связывают размерности между собой:

$$x[\%] = 5,12 \cdot x[-] = x[c]/16;$$

$$x[-] = x[\%]/5,12 = x[c]/81,92;$$

$$x[c] = 16 \cdot x[\%] = 81,92 \cdot x[-].$$

Для параметра δt (длительность импульсов в секундах):

$$\delta t[c] = \delta t[\%].$$

3. В качестве постоянной времени t : для P46-P49 выбирается один из параметров $t1-t8$, причем каждый из них при программировании структуры записывается однократно как переменная $T2$ для соответствующей функции.

2.3.3. Функции, реализуемые путем свободного программирования структуры:

- вычисление сигналов рассогласования, задания, входных сигналов программных блоков по введенным в структуру алгоритмам как функций аналоговых и дискретных входных сигналов;
- селектирование, переключение и отключение сигналов;
- введение в алгоритм регулирования дополнительных статических и динамических, линейных и нелинейных звеньев;
- автоматическое изменение параметров настройки по введенным в структуру алгоритмам вычислений;
- логическое управление по введенным в структуру алгоритмам;
- двухканальное регулирование;
- каскадное регулирование в одном приборе;
- программное регулирование;
- многосвязное регулирование;
- формирование сигнала аварийной сигнализации отказа системы регулирования по введенному в программу алгоритму вычислений;
- автоматическая перестройка структуры функционирования прибора.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Модификации приборов, определяемые типом пульта оператора и коды ОКП

Модификация прибора	Тип пульта оператора	Наличие выносного пульта в комплекте поставки	Код ОКП
ПРОТАР 120	Встроенный		42 1841 8070
ПРОТАР 130	Выносной	имеется	42 1841 8089
		отсутствует	42 1841 8090

3.2. Пульт оператора прибора обеспечивает следующие режимы работы цифрового дисплея (приложение 2.1, лист 1, 2):

- 1 - режим гашения с возможностью контроля цифрового дисплея;
- 2 - режим индикации отклонения и задания с возможностью изменения задания в фиксированном диапазоне;
- 3 - режим просмотра переменных, выбора переменной для индикации ("П") и установки параметров (настраиваемых переменных) ("Н");
- 4 - режим просмотра сигналов, выбор сигнала для индикации, а также индикации переменной, выбранной в режиме 3;
- 5 - режим просмотра структуры ("ПС") и набора структуры ("НС").

Примечание. Количество разрядов цифрового дисплея - 8, распределение разрядов для индикации символов и переменных в различных режимах - согласно приложению 2.1.

3.3. Перечень переменных, параметров настройки, констант, их условные обозначения (символы) на цифровом дисплее указаны в п. 3.17.

3.4. Количество шагов программы при просмотре и наборе (программировании) структуры составляет 100.

3.5. Номинальное значение времени цикла работы программы составляет 0,32 с.

3.6. Входные и выходные сигналы

3.6.1. Аналоговые входные сигналы постоянного тока.

Обозначение на дисплее	Диапазон изменения	Способ подключения	Входное сопротивление, Ом	Примечания
$\left. \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \end{matrix} \right\}$	по выбору: 0-5 мА 0(4)-20 мА 0-10 В 0-2 В	через ВТ05/2 через ВТ20/2 через НН10/2 непосредственно	400 100 $2 \cdot 10^4$ $\geq 10^5$	1. Сигналы изолированы гальванически друг от друга и от других цепей. 2. Резисторные шунты ВТ и делители НН прилагаются к прибору (см. раздел II)
E	0-10 В	непосредств.	$\geq 10^5$	
H	0-1 В	непосредств.	$\geq 10^5$	

3.6.2. Дискретные (логические) входные сигналы (лог. "0" - вход разомкнут; лог. "1" - вход замкнут).

Обозначение	Назначение	Примечания
1	2	3
q_B q_M	1. Вычисление q_1 (F00) 2. Дистанционное управление выходами $y_1; y_2$ в ручном режиме (F02) 3. Управление интегратором (F11) 4. Переключение при изменении q_B (F37) и q_M (F36)	1. q_T средняя за цикл величина разности $q_B - q_M$ диапазон изменения от -1 до 1; дискретность 1/32 2. Для F11 управление сигналами q_B, q_M только в ручном режиме
q_+ q_-	1. Вычисление q_{II} (F00) 2. Управление интегратором (F08; F10; F12) 3. Переключение при изменении q_+ (F39) и q_- (F38)	1. Сигналы изолированы гальванически от остальных цепей 2. q_{II} - средняя за цикл величина разности q_+ и q_-

Продолжение таблицы		
Обозначение	Назначение	Примечания
1	2	3
q_c	1. Сброс программного задатчика ($F08$) 2. Переключение при изменении q_c ($F34$) 3. Стробирование (выборка - хранение) сигнала ($F18$)	диапазон изменения от -I до I; дискретность I/32
q_s	Переключение при изменении q_s ($F29$)	
q_Δ q_∇	Дистанционное управление нагрузкой выходов ZB и ZM в ручном режиме (для ПРОТАР 130 воздействие формируется только при отключенном пульте оператора)	Аналогичное воздействие осуществляется кнопками " Δ " и " ∇ " пульта оператора
q_0	Введение запрета управления нагрузкой по выходам ZB ; ZM ; $ZB1$; $ZM1$ при $q_d = 1$	Запрет формируется аппаратными средствами
q_{py} q_{ay} (ПРОТАР 120)	Установка после кратковременного воздействия сигнала $q_{py} = 1$ ($q_{ay} = 1$) ручного (автоматического) режима управления для $F01$; $F02$; $F11$; $F46$; $F48$; $F00$ через встроенный дистанционный переключатель	Аналогичная установка осуществляется кнопками " $\uparrow$ " и " $\circ$ " пульта оператора
q_{BH} (ПРОТАР 130)	1. Установка при отключенном пульте оператора режима управления для $F01$; $F02$; $F11$; $F46$; $F48$; $F00$; ручного при $q_{BH} = 1$; автоматического при $q_{BH} = 0$ 2. Управление индикаторами прибора " $\triangleright$ " ($q_{BH} = 0$); " $\triangleleft$ " ($q_{BH} = 1$)	При подключенном пульте оператора установка режима управления осуществляется кнопками " $\uparrow$ " и " $\circ$ " пульта

Продолжение таблицы		
Обозначение	Назначение	Примечание
q_p (внутренний сигнал)	1. Сигнал режима управления для $F01$; $F02$; $F11$; $F46$; $F48$; $F00$ 2. Переключение при изменении q_p ($F35$)	При автоматическом режиме управления $q_p = 0$, при ручном $q_p = 1$.
3.6.3. Выходные сигналы.		
Обозначение	Вид сигнала	Параметры
1	2	3
ZB	1. Импульсный сигнал трехпозиционного широтно-импульсного модулятора (ШИМ)	По выбору: а) постоянный пульсирующий ток 0; 24 В, активная составляющая нагрузки ≥ 160 Ом; б) изменение состояния бесконтактного ключа (лог. "0" - ключ разомкнут, лог. "1" - ключ замкнут), коммутирующая способность 45 В; 0,15 А; в) в автоматическом режиме светодиодная индикация сигналов
ZM	2. То же для управления исполнительным механизмом ($F01$)	
$ZB1$ $ZM1$	Импульсный сигнал трехпозиционного ШИМ для динамической связи между приборами: $ZB1 = ZB$; $ZM1 = ZM$ при $q_p = 0$ $ZB1 = ZM1 = 0$ при $q_p = 1$	Изменение состояния бесконтактного ключа (лог. "0" - ключ разомкнут, лог. "1" - ключ замкнут), коммутирующая способность 45 В; 0,05 А
ZB ZH	1. Дискретные сигналы двух цифро-дискретных компараторов. 2. Импульсные сигналы ШИМ: двухпозиционного ZB ($F14$) и трехпозиционного ZB , ZH ($F15$)	Те же, что для сигналов ZB ; ZH Светодиодная индикация сигналов

Продолжение таблицы

Обозначение	Вид сигнала	Параметры
1	2	3
Z _{отк}	1. Дискретный сигнал отказа с одновременным отображением на дисплее пульта оператора кода отказа (см. п. 2.3.2, функция F00) 2. Дискретный сигнал аварийной сигнализации по введенному в программу алгоритму вычисления (при $I_0 < 0$)	То же, что для сигналов Z _Б ; Z _М При нормальной работе ключ размыкается. Светодиодная индикация отказа (ПРОТАР I30)
Z (ПРОТАР I20)	Дискретный сигнал встроенного дистанционного переключателя режима управления для F01; F02; F11; F46; F48; F00 (автоматическое - ручное)	Гальванически изолированная группа контактов реле на переключение постоянного тока 0,08-0,25 А; 6-36 В на активной нагрузке
Z ₁ Z ₂ (ПРОТАР I30)	Дискретные сигналы двух встроенных реле. Каждое реле может быть соединено с одним из выходов Z _Б ; Z _М ; Z _{Б1} ; Z _{М1} ; Z _{Б2} ; Z _{М2} ; Z _{отк} через внутренний источник 24 В	Для каждого реле гальванически изолированная группа контактов на переключение постоянного или переменного (50-1100 Гц) тока 5·10 ⁻⁶ - 0,25 А; 0,05-36 В на активной нагрузке
U _{оп}	Опорное напряжение постоянного тока	U _{оп} = 10,3±0,1 В, сопротивление нагрузки ≥ 2 кОм
Y ₁	Аналоговый сигнал постоянного тока; 1. Результат вычислений по введенному в программу алгоритму 2. Выходной сигнал алгоритма регулирования (F02)	Диапазон изменения 0-10 В; сопротивление нагрузки ≥ 2 кОм
Y ₂	То же, что для сигнала Y ₁	Диапазон изменения по выбору: 0-5 мА; сопротивление нагрузки ≤ 2 кОм, 0(4)-20 мА; сопротивление нагрузки ≤ 0,5 кОм

Примечания: 1. Гальваническая изоляция выходных цепей не предусматривается (кроме групп контактов реле).

2. Активная составляющая сопротивления суммарной нагрузки на сигналы 0; 24 В не менее 160 Ом.

3. Аналоговые выходные сигналы Y₁, Y₂ изменяются синхронно и индицируются на цифровом дисплее в процентах как переменная Y.

3.7. Диапазоны переменных, параметров настройки и величины констант соответствуют п. 3.17.

3.8. Погрешность вычислений при выполнении алгебраических операций умножения, деления, извлечения квадратного корня не превышает ±0,1 %.

3.9. Погрешность аналого-цифрового преобразования не превышает ±0,3 %, а цифро-аналогового преобразования ±0,5 % от номинального диапазона изменения аналогового входного сигнала.

3.10. Приборы сохраняют запрограммированную информацию при отключении напряжения питания на время не менее, чем 360 ч.

Резервное питание оперативного запоминающего устройства обеспечивается встроенным источником с двумя независимыми сменными батареями из двух сухих элементов каждая. Тип сухого элемента СЦ-0,18-У2 ТУ 16-729.372-82.

3.11. Мощность, потребляемая прибором от сети, не более 10 В·А (без учета мощности, коммутируемой выходными ключами).

3.12. Изоляция электрических цепей питания относительно корпуса прибора при температуре окружающего воздуха плюс (23±5)°С и относительной влажности до 80 % выдерживает в течение 1 мин напряжение 1000 В переменного тока практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц.

3.13. Электрическое сопротивление изоляции нижеперечисленных

Условие испытаний	Таблица
I	Минимально допускаемое сопротивление изоляции, МОм
Температура окружающего воздуха плюс $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, относительная влажность от 30 до 80 %	2
Температура окружающего воздуха плюс $(50 \pm 3)^{\circ}\text{C}$, относительная влажность от 30 до 50 % (верхнее значение температуры рабочих условий)	40
Температура окружающего воздуха плюс $(35 \pm 3)^{\circ}\text{C}$, относительная влажность $(80 \pm 3)\%$ (верхнее значение влажности рабочих условий)	10
	2

3.14. Габаритные и установочные размеры показаны на рис. I-5 приложения 2 к ТУ.

3.15. Масса прибора не более:

2,6 кг - для приборов ПРОТАР 120;

3,1 кг - для приборов ПРОТАР 130 (вместе с пультом ПО-01).

3.16. Вероятность безотказной работы прибора за время 2000 ч не менее 0,97.

3.17. Переменные параметры настройки приборов ПРОТАР 120, ПРОТАР 130

№ п/п	Символ	Назначение	Использование в функциях F00-F19	Размерность	Диапазон изменения		Величина при проверке
					мин.	макс.	
I	2	3	4	5	6	7	8
I	II	Переменная	F00; F13	%	-102.4	102.4	(0.000)
2	A	Вход X_A	F15	%	-2.4	102.4	(0.000)
3	B	Вход X_B	F17	%	-2.4	102.4	(0.000)
4	C	Вход X_C	F18	%	-2.4	102.4	(0.000)
5	d	Вход X_d	F19	%	-2.4	102.4	(0.000)
6	P	Вход X_E	-	%	-2.4	102.4	(0.000)

№ п/п	Символ	Назначение	Использование в функциях F00-F19	Размерность	Диапазон изменения		Величина при проверке
					мин.	макс.	
I	2	3	4	5	6	7	8
7	h	Вход X_h	-	%	-2.4	102.4	(0.000)
8	y	Выход y	F02	%	-2.4	102.4	(0.000)
9	I	Вход $(q_a) + (q_m) = q_i$	F02; F11	-	-1	1	(0.000)
10	II	Вход $(q_{aa}) + (q_{aa}) = q_{mm}$	F08; F10; F12	-	-1	1	(0.000)
11	E	Переменная	F01; F02 рассогласов.	%	-102.4	102.4	(0.000)
12	CI	Коэффициент	-	-	-127.9	127.9	0.000
13	CI	- " -	F16 Коэфф. при X_H	-	-10	10	-1.000
14	CI	- " -	F17 Коэфф. при X_B	-	-10	10	2.000
15	CI	- " -	F18 Коэфф. при X_C	-	-10	10	-1.000
16	CI	- " -	F19 Коэфф. при X_d	-	-10	10	-1.000
17	CI	- " -	-	-	-10	10	1.000
18	CI	- " -	F01; F02 Коэфф. вида процесса	-	0	1	1.000
19	CH	- " -	F01; F02 Коэфф. точности настройки	-	-1	0,25	-0.102
20	CE	- " -	F01; F02 Отношение $C_d \cdot E_d / E_i$ при настройке	-	0	1	0.000
21	PH	Переменная	F01; F02 Амплитуда колебан.	%	0.1	10	3.000
22	P0	- " -	F01; F02; F10 Исходное значение	%	-102.4	102.4	50.00

№ п/п	Сим-вол	Назначение	Используй-вание в функ-циях	Раз-мер-ность	Диапазон изме-нения		Величина при про-верке
					мин.	макс.	
1	2	3	4	5	6	7	8
23	$\bar{d}o$	Переменная	$F01; F02$ Оперативн. задание	%	-102.4	102.4	0.000
24	$\bar{d}\bar{o}$	- " -	$F01; F02$ Предел $\bar{d}o$	%	0	102.4	10.00
25	y_o	- " -	$F01; F02$ Задание	%	-102.4	102.4	(50.00)
26	p	- " -	$F01; F02$ Эквив.параметр	%	-655	655.3	50.00
27	$\bar{e}o$	Постоянная времени	$F01; F02$ Постоян. фильтра	с	0	9999	0.000
28	$\bar{e}c$	- " -	$F01; F02$ Постоян. комп-пенсации	с	0	9999	1000
29	$\bar{d}$	Переменная	$F01; F02$ Зона не-чувствит.	%	0	102.4	2.000
30	C_1	Коэффициент	$F01; F02$ Коэф.про-порц.	-	-127.9	127.9	1.000
31	$\bar{e}_1$	Постоянная времени	$F01; F02$ Пост.инте-гриров.	с	0	9999	0.000
32	$\bar{e}d$	- " -	$F01; F02$ Пост. диффе-рен.	с	0	9999	6.400
33	Cd	Коэффициент	$F01; F02$ Коэф. диф-ферен.	-	0	10	0.500
34	y'	Выход сумма-тора ШИМ	$F00; F01$	%	-102.4	102.4	(0.000)
35	$\bar{d}e$	Длительность импульса ШИМ	$F00; F01$	с	0.1	2.54	0.200

№ п/п	Сим-вол	Назначение	Используй-вание в функ-циях	Раз-мер-ность	Диапазон изме-нения		Величина при про-верке
					мин.	макс.	
1	2	3	4	5	6	7	8
36	$\bar{e}'$	Вход ШИМ	$F00; F01$	%	-102.4	102.4	(0.000)
37	$\bar{J}1$	Вход неинвер-тируемый компаратора 1	$F00; F14; F15$	%	-655	655.3	(0.000)
38	$\bar{J}2$	Вход инвертируемый компаратора 1	$F00; F14; F15$	%	-655	655.3	(10.00)
39	$\bar{d}_1$	Зона возвра-та компарато-ра 1	$F00; F14; F15$	%	0	102.4	0.020
40	$\bar{L}1$	Вход неинвер-тируемый компаратора 2	$F00; F15$	%	-655	655.3	-10.00
41	$\bar{L}2$	Вход инвертируемый компаратора 2	$F00; F15$	%	-655	655.3	0.000
42	$\bar{d}_2$	Зона возвра-та компарато-ра 2	$F00; F15$	%	0	102.4	0.020
43	Γo	Параметр от-каза Е.01	$F00$	%	-655	655.3	655.3
44	y_+	Вход ЦАП	$F00; F02$	%	0	102.4	0.000
45	y_-	Переменная	$F02; F11$ $y_- = y_{мин}$	%	-655	655.3	0.000
46	y^+	- " -	$F02; F11$ $y^+ = y_{макс}$	%	-655	655.3	100.0
47	y_1	- " -	$F02; F11$ $y_1 = y$	%	-655	655.3	0.000
48	$\bar{e}_{II}$	Постоянная времени	$F08; F10; F12$	с	0	9999	111.0
49	y_{II}	Переменная	$F08; F10; F12$	%	-655	655.3	(10.00)
50	$\bar{u}o$	- " -	$F08; F13$	%	-655	655.3	10.00
51	$\bar{e}_I$	Постоянная времени	$F16$ Пост. фильтра χ_I	с	0	9999	0.000
52	$\bar{e}_2$	- " -	$F17$ Пост. фильтра χ_{II}	с	0	9999	0.000
53	$\bar{e}_3$	- " -	$F18$ Пост. фильтра χ_c	с	0	9999	16.00

№ п/п	Сим-вол	Назначение	Использо-вание в функ-циях	Размерность	Диапазон изме-нения		Величина при проверке
					мин.	макс.	
I	2	3	4	5	6	7	8
54	E4	Постоянная времени	$F19$ Пост. диффер. X_d	c	0	9999	0.000
55	E5	- " -	-	c	0	9999	0.000
56	E6	- " -	-	c	0	9999	0.000
57	E7	- " -	-	c	0	9999	0.000
58	E8	- " -	-	c	0	9999	0.000
59	00	Переменная	-	c	0	9999	0.000
60	01	- " -	-	%	-655	655,3	655,3
61	02	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	0.000
62	03	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	0.320
63	04	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	см. прим. 3
64	05	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	0.000
65	06	- " -	-	%	-655	655,3	0.000
66	07	- " -	$F10$ Вход инт. задан.	%	-655	655,3	см. прим. 3
67	08	- " -	$F10$ $POB = P_{\text{в мин}}$	%	-655	655,3	-100.0
68	09	- " -	$F10$ $POB = P_{\text{в макс}}$	%	-655	655,3	100.0
69	10	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	см. прим. 3
70	11	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	20.00
71	12	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	80.00
72	13	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	см. прим. 3
73	14	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	см. прим. 3
74	15	- " -	$F08; F13$	%	-655	655,3	см. прим. 3
75	16	- " -	$F16$ $f(A)$	%	-655	655,3	см. прим. 3

№ п/п	Сим-вол	Назначение	И Использо-вание в функ-циях	Размерность	Диапазон изме-нения		Величина при проверке
					мин.	макс.	
76	17	Переменная	$F17$ $f(b)$	%	-655	655,3	см. прим. 3
77	18	- " -	$F18$ $f(c)$	%	-655	655,3	см. прим. 3
78	19	- " -	$F19$ $f(d)$	%	-655	655,3	см. прим. 3

Дискретность установки (без учета разрешающей способности дисплея):

- для размерности "%" ... 0,02;
- для безразмерных величин ... 1/256;
- для размерности "с" ... 0,02 - для параметра δt , 0,32 - для остальных параметров.

- Примечания:
1. Диапазон изменения переменных $A; b; c; d; e; h; y$ индицируемый на дисплее, не менее (0...100)%.
 2. Назначение переменных, используемых в функциях $F00-F19$, приведено в математическом описании соответствующей функции.
 3. Устанавливается любая величина в пределах диапазона изменения данной переменной.

Константы

№ п/п	Символ	Размерность	Величина	Примечание
1	20	%	0	1. Обозначения констант выносятся на дисплей в общем перечне с переменными и параметрами настройки только в режимах просмотра и настройки структуры (ПС,НС). В режимах просмотра и настройки параметров (П,Н) константы не индицируются.
2	21	%	100	
3	22	%	-100	
4	23	%	0,32	
5	24	%	-0,32	
6	25	-	1	
7	26	-	-1	
8	27	%	0,02	
9		с	0,32	
10		-	1/256	
11	28	%	-0,02	2. Константы "27" и "28" представляют собой единицу младшего значащего разряда соответствующей полярности
12		с	-0,32	
13		-	-1/256	

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРОВ

4.1. Конструкция

Приборы ПРОТАР 120 и ПРОТАР 130 имеют единую конструктивную базу, отличаясь исполнением передних панелей (см.рис.1, 2 приложения 2).

Все элементы прибора конструктивно объединены в блок, заключенный в металлический корпус 1. Последний рассчитан на щитовой утопленный монтаж на вертикальной плоскости. Крепление корпуса прибора к щиту осуществляется рамой 2, которая с помощью винтов 3 прижимает обечайку корпуса к наружной стороне щита.

Блок прибора (рис.6) состоит из шасси 1, передней панели 2 и задней панели 3. На задней панели размещены (рис.1, 2): штепсельный разъем 4 с пятьюдесятью клеммами, к которым распаиваются внешние соединения прибора; модуль резервного питания 5 типа МР01 с двумя парами сухих элементов СЦ-0,18-У2 (см.рис.7) и винт 6 для заземления прибора.

На шасси прибора (рис.6) размещены модуль источника питания 4 и три основных функциональных модуля: аналоговый 5, буферный 6, цифровой 7. С боковых сторон модули закрыты защитными крышками, которые пломбируются.

На передней панели прибора ПРОТАР 120 размещен модуль дисплейный 8, объединяющий элементы встроенного пульта оператора.

На передней панели прибора ПРОТАР 130 (рис.1.6) размещен модуль дисплейный 9, включающий в себя светодиодные индикаторы и розетку штепсельного разъема для подключения выносного пульта оператора типа ПО-01. При отключенном внешнем пульте розетка закрывается откидывающейся крышкой. В верхней части передней панели расположен карман с откидывающейся крышкой для хранения информации о записанной программе и установленных параметрах настройки.

Модули аналоговый и цифровой подключаются к другим элементам прибора с помощью штепсельных разъемов.

В комплект прибора входят устройства для подключения входных сигналов: токовых 0-5 мА типа ВТ 05/2 и 0(4) - 20 мА типа ВТ 20/2 (рис. 4); напряжения 0-10 В типа ВН 10/2 (рис. 5). Принципиальные электрические схемы этих устройств приведены на рис. 8, 9. Каждое устройство преобразует соответствующий входной сигнал в сигнал 0-2 В (для сигнала 4-20 мА - 0,4-2 В).

В комплект прибора ПРОТАР 130 входит выносной пульт оператора типа ПО-01 (рис. 3), подключаемый к прибору с помощью гибкого плоского жгута, оканчивающегося вилкой штепсельного разъема.

Примечание. Необходимость поставки выносного пульта оператора оговаривается при заказе (см. раздел II).

4.2. Органы настройки и контроля.

На передней панели прибора ПРОТАР 120 расположены:

8-разрядный цифровой индикатор (цифровой дисплей);

кнопки "П.Н.", "↶", "▷", "◁", служащие для переключения режимов работы дисплея, просмотра и настройки переменных, просмотра и программирования структуры прибора;

кнопки "○", "⏏", "△", "▽", служащие для переключения режимов управления и для ручного управления импульсным выходом Z_B , Z_H ;

светодиодные индикаторы "□", "▣", "△", "▽" работы дискретных и импульсных выходов Z_B , Z_H , Z_C и Z_M соответственно;

светодиодные индикаторы "○", "⏏" установленного режима управления соответственно автоматического ($q_p=0$), ручного ($q_p=1$).

На передней панели прибора ПРОТАР 130 расположены:

светодиодные индикаторы "□", "▣", "△", "▽", назначение которых совпадает с назначением аналогичных индикаторов прибора ПРОТАР 120;

светодиодные индикаторы "▷", "◁" режима управления (индикация $q_{BH}=0$ и $q_{BH}=1$ соответственно);

светодиодный индикатор отказа прибора.

На выносном пульте ПО-01 расположены:

8-разрядный цифровой индикатор (цифровой дисплей);

кнопки "П.Н."; "↶"; "▷"; "◁"; "○"; "⏏"; "△"; "▽"

и светодиодные индикаторы "○"; "⏏", назначение которых совпадает с назначением аналогичных элементов прибора ПРОТАР 120.

На модуле аналоговом расположены следующие органы подстройки;

"AO", "A100", "BO", "B100", "CO", "C100", "DO", "D100", "HO" - для подстройки верхних (100%) и нижних (0%) пределов изменения соответствующих аналоговых сигналов;

U_{OH} - для подстройки величины опорного напряжения.

На модуле цифровом расположены следующие органы подстройки:

"0", "100" - для подстройки соответственно нижнего и верхнего пределов изменения аналогового входного сигнала X_E .

Доступ к органам подстройки осуществляется после извлечения блока прибора из корпуса.

4.3. Функциональная схема прибора ПРОТАР 120

Функциональная схема прибора ПРОТАР 120 представлена на рис. 10 приложения 2.

Прибор содержит аппаратное устройство ввода информации, аппаратное устройство вывода информации, встроенный пульт оператора, источники основного и резервного питания и программируемое цифровое вычислительное устройство.

Элементы функциональной схемы первых пяти узлов реализованы аппаратно и соответствуют физическим элементам прибора. Элементы функциональной схемы программируемого цифрового вычислительного устройства реализованы программно и не имеют соответствия в физической структуре прибора.

Аппаратное устройство ввода информации содержит средства обработки 6 аналоговых входных сигналов и 11 дискретных (логических) входных сигналов с преобразованием их в цифровую двоичную форму, необходимую для ввода в цифровое вычислительное устройство.

4 аналоговых входных сигнала X_A, X_B, X_C, X_D гальванически изолируются друг от друга и от всех остальных цепей. Аналоговые входные сигналы X_E, X_H вводятся без гальванического разделения.

Все 6 аналоговых входных сигналов преобразуются в цифровую форму аналого-цифровым преобразователем (АЦП).

Цифровые эквиваленты аналоговых входных сигналов A, b, C, d, E, h вводятся в программируемое цифровое вычислительное устройство. Осуществляется также аналого-цифровое преобразование выходного аналогового сигнала U , что обеспечивает возможность его контроля и индикации на цифровом дисплее.

Дискретные входные сигналы q_i , соответствующие разомкнутому или замкнутому состоянию контактных или бесконтактных ключей, преобразуются в электрический двоичный сигнал (соответственно логический "0" - логическая "1"). Для одной пары дискретных входных сигналов обеспечивается гальваническая изоляция от всех остальных цепей (q_+, q_-). Назначение дискретных входных сигналов - см. п. 3.6.2.

В приборе формируется также внутренний дискретный сигнал q_p , зависящий от установленного режима управления для функций $F01, F02, F11, F4E, F4B, F00$ (в режиме автоматического управления $q_p = 0$, в режиме ручного управления $q_p = 1$).

Аппаратное устройство вывода информации содержит цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), преобразующий цифровой сигнал U в аналоговый выходной сигнал U , поступающий на аппаратные выходы U_1, U_2 , источник опорного напряжения $U_{оп}$, 7 выходных бесконтактных ключей ($Z_M; Z_E; Z_{E1}; Z_B; Z_H; Z_{M1}; Z_{отк}$), встроенный источник напряжения постоянного пульсирующего тока (24 В), аппаратные средства переключения режима управления с автоматического ("О") на ручное ("⏏") и обратно, дистанционный переключатель режима управления и контактный дискретный выход Z , состояние которого определяется установленным режимом управления.

Выходные ключи $Z_M; Z_E$ и $Z_{M1}; Z_{E1}$ используются для организации двух импульсных выходов по трехпроводной схеме. Первый из них (ключи Z_M, Z_E) предназначен, в основном, для управления пусковым устройством исполнительного механизма при реализации ПИД-регулирования импульсного. Второй (ключи Z_{M1}, Z_{E1}) управляет в режиме автоматического управления синхронно с первым и предназначен для организации динамической связи между контурами регулирования. В режиме ручного управления указанные ключи разомкнуты и не управляются. Дискретный входной сигнал q_0 осуществляет запрет действия прибора по выходам $Z_M...Z_{E1}$ в режимах как ручного, так и автоматического управления. Аналогичный запрет осуществляется при подаче команды на одновременное замыкание ключей этих выходов.

Выходные ключи Z_B, Z_H управляемые программными компараторами, и $Z_{отк}$, управляемый программным блоком диагностики отказа, используются для организации дискретных выходов.

Встроенный пульт оператора состоит из двух независимых частей. Первая содержит цифровой 8-разрядный (2×4) дисплей и 4 кнопочных замыкателя для управления режимами работы дисплея, программирования прибора и настройки параметров ("П.И.", "↶", "▷", "◁"). С помощью цифрового дисплея осуществляется программирование, про-

смотр запрограммированной структуры, контроль и установка параметров настройки, задания, контроль входных аналоговых сигналов, выходного аналогового сигнала, переменных, являющихся входами или выходами программных блоков, осуществляется диагностика отказов. Режимы работы цифрового дисплея и действие органов управления им приведены в приложении 2.1. Список переменных и параметров прибора приведен в п. 3.17.

Вторая часть встроенного пульта оператора содержит 4 кнопочных замыкателя, служащих для переключения режимов управления ("○" - "автоматическое;  - ручное) и для ручного управления ("△" - управление выходом Z_6 ;  - управление выходом Z_M).

Указанные органы воздействуют непосредственно на устройство вывода информации и их работа не зависит от работы вычислительного устройства. Все они задублированы соответствующими дискретными входными сигналами ($q_{ли}$, $q_{ру}$, q_{Δ} , q_{∇}), что позволяет вести управление как со встроенного пульта оператора, так и с верхнего уровня управления.

На пульте оператора расположены также световые индикаторы прибора: установленного режима управления ("○" - автоматическое;  - ручное) и функционирования четырех выходных ключей Z_M , Z_6 , Z_7 , Z_8 в режиме "○"; а также Z_6 , Z_7 , Z_8 в режиме Z_6 ; Z_7 - Z_8 .

Источник питания формирует напряжение постоянного тока для питания всех узлов прибора.

Источник резервного питания содержит две независимых батареи сухих элементов для питания цепей оперативного запоминающего устройства при отключении основного питания, что обеспечивает сохранение запрограммированной потребителем информации.

Проведена возможность подключения внешнего источника резервного питания.

Программируемое цифровое вычислительное устройство обеспечивает работу прибора в режиме свободно программируемой структуры. При этом используется широкий набор функций F_i (см. п. 2.3.2), среди которых имеются как сложные однократно используемые алгоритмические блоки (такие, как ПИД-регулирование, кусочно-линейное преобразование и т.д.), так и многократно используемые алгоритмические блоки, осуществляющие алгебраические, нелинейные, динамические преобразования, логические функции.

Пользуясь указанными функциями, переменными, параметрами настройки и константами (см. п. 3.17), обозначения которых вызываются в процессе программирования на дисплее при данном шаге программы (см. приложение 2.1, режим 5 работы дисплея), потребитель в пределах отведенных на программирование 100 шагов набирает структуру, необходимую для реализации заданного алгоритма управления (см. раздел 6).

На рис. 10 показаны программные блоки, формируемые функцией F_{00} . Поскольку указанная функция является обязательной для любой программы, эти программные блоки являются частью любой запрограммированной структуры. Математическое описание указанных программных блоков см. п. 2.3.2.

Сумматоры дискретных входных сигналов q_6 ; q_M и q_+ ; q_- формируют сигналы, являющиеся цифровыми эквивалентами средних за период цикла T_0 величин разностей соответственно $(q_6 - q_M)$ и $(q_+ - q_-)$. Это дает возможность воспринимать по указанным входам широко модулированные дискретные сигналы.

Широтно-импульсный модулятор (ШИМ) представляет собой интегратор с выходным сигналом U' и последовательно включенный трехпозиционный элемент, охваченный жесткой обратной связью. В режиме автоматического управления ($q_p = 0$) ШИМ преобразует входной сигнал E' в последовательность импульсов, управляющих выходными ключами

$Z_M; Z_B; Z_{M1}; Z_{B1}$. В режиме ручного управления ($q_p = 1$) управление выходными ключами прекращается, а величина U обнуляется.

ШИМ задействован в функции $F01$. Если указанная функция не применена, ШИМ может использоваться как самостоятельный элемент.

Компаратор 1 (2) сравнивает входной сигнал неинвертируемый $J1(L1)$ с инвертируемым $J2(L2)$ и изменяет состояния своего выхода, в зависимости от соотношения этих сигналов (см. п. 2.3.2). Компараторы 1 и 2 управляют выходными ключами соответственно Z_B и Z_M .

Компаратор 1 задействован в функциях $F14; F15; F44$, компаратор 2 - в функциях $F15, F45$. Если указанные функции не используются, компараторы могут быть применены как самостоятельные элементы.

Блок диагностики отказов суммирует по схеме "или" с установленным приоритетом сигналы внутренних отказов прибора, ошибок, допущенных при программировании и инициализации (см. п. 7.1), а также программно формируемые самим потребителем в зависимости от требований системы управления конкретным объектом параметра отказа G_a . При отсутствии отказов прибора, ошибок программы и инициализации, при $G_a \geq 0$ выходной ключ $Z_{отк}$ замкнут, прибор работает нормально. При наличии отказа, ошибки программы или инициализации, а также при $G_a < 0$ ключ $Z_{отк}$ размыкается, обнуляются импульсные выходы Z_B, Z_M, Z_{B1}, Z_{M1} , запоминается и остается неизменным аналоговый выходной сигнал U . На цифровом дисплее периодически индицируется код отказа, содержащий символ E . и двузначный шифр вида неисправности (см. описание $F00$ в п. 2.3.2). Для кодов $E.04 - E.08$ дополнительно прекращается управление компараторами и обнуляются дискретные выходы Z_B, Z_M .

Ликвидация отказа производится после устранения его причины кнопками пульта оператора (см. приложение 2.1).

Размыкание ключа $Z_{отк}$ и прекращение управления импульсными и дискретными выходами, аналоговым выходом и компараторами происходит также при переводе дисплея в режим настройки структуры (режим 5 "НС" - см. приложение 2.1). При выходе из режима 5 "НС" автоматически замыкается ключ $Z_{отк}$ и восстанавливается управление.

4.4. Функциональная схема прибора ПРОТАР 130

Функциональная схема прибора ПРОТАР 130 представлена на рис. II приложения 2. Схема в основном совпадает с функциональной схемой прибора ПРОТАР 120, описанной выше. Ниже приведены отличия указанных схем.

Главное отличие заключается в том, что прибор ПРОТАР 130 не содержит встроенного пульта оператора. Вместо него к прибору с помощью штепсельного разъема может быть подключен выносной пульт оператора ПО-01. Органы управления и контроля выносного пульта и их назначение соответствуют органам встроенного пульта прибора ПРОТАР 120. Светодиодные индикаторы функционирования выходов Z_M, Z_B, Z_{B1}, Z_{M1} расположены непосредственно на лицевой панели прибора.

Аппаратное устройство ввода информации отличается тем, что вместо входных дискретных сигналов $q_{пу}, q_{ру}$ воспринимается дискретный сигнал $q_{вн}$, несущий информацию о режиме управления для $F01, F02, F11, F46, F48$, установленном внешним переключателем управления. При этом на передней панели прибора имеются светодиодные индикаторы " $\triangleright$ " (автоматическое управление), " $\triangleleft$ " (внешнее ручное управление, которое для $F01$ осуществляется сигналами q_{∇}, q_{Δ}). При подключении выносного пульта ПО-01 внешнее управление с помощью входных сигналов $q_{вн}, q_{\Delta}, q_{\nabla}$ отключается (за исключением воздействия на индикаторы " $\triangleleft$ ", " $\triangleright$ ") и все функции управления передаются пульта.

Аппаратное устройство вывода информации не содержит дистанционного переключателя и контактного дискретного выхода, связанного с установленным режимом управления. Вместо этих элементов оно дополнительно содержит светодиодный индикатор отказа (установлен на лицевой панели, светится при отказах прибора, а также при переводе дисплея в режим 5 ("НС")), и два реле с одним перекидным контактом каждое. Обмотки реле могут подключаться через внутренний источник 24 В к любому из выходов Z_M , Z_6 , Z_8 , Z_H , Z_{61} , Z_{M1} , $Z_{ПК}$, а их контакты использоваться как дискретные выходные сигналы Z_1 , Z_2 .

В остальном функциональные схемы приборов ПРОТАР 130 и ПРОТАР 120 идентичны.

5. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ. РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ

5.1. Схемы подключения.

Схемы подключения приборов ПРОТАР 120 и ПРОТАР 130 приведены соответственно на рис. I0 и II, особенности и различные варианты подключения входных и выходных цепей показаны на рис. I2 приложения 2.

Прибор ПРОТАР 120 (рис. I0) воспринимает до 6 аналоговых входных сигналов ($X_A \dots X_H$) и до II дискретных (логических) входных сигналов q_i . Входы $X_A \dots X_H$ гальванически изолированы и рассчитаны на подключение аналоговых сигналов 0-5; 0-20; 4-20 мА; 0-10 В с помощью устройств ВГ 05/2, ВГ 20/2, НН 10/2 (см. рис. I2). При использовании входного сигнала 4-20 мА последний индицируется на цифровом дисплее прибора как сигнал 20-100 %. Для приведения к диапазону 0-100 % необходимо предусмотреть в программе функционирования вычитание величины 20 % и умножение на коэффициент 1,25.

На входы X_2, X_H сигналы соответственно 0-10 В и 0-1 В подаются непосредственно. На рис. I2 показаны варианты использования этих входов для подключения потенциметрического датчика (задатчика) с питанием последнего от встроенного источника опорного напряжения $U_{оп}$.

Входы q_i воспринимают дискретные сигналы в виде изменения состояния контактного или бесконтактного ключа (рис. I2), при этом входы q_- ; q_+ гальванически изолированы от остальных цепей.

На рис. I2 показаны варианты подключения нагрузки к импульсным и дискретным выходам с использованием как встроенного источника напряжения 24 В, так и внешнего источника питания выходных цепей. На этом же рисунке показано использование импульсного выхода Z_{61} , Z_{M1} для организации динамической или каскадной связи между двумя регулирующими приборами ПРОТАР.

5.3. Указания по эксплуатации

5.3.1. Приборы ПРОТАР требуют бережного обращения. Недопустимы механические воздействия сверх норм, установленных в ТУ (вибрация с амплитудой не более 0,1 мм при частоте не более 25 Гц, транспортная тряска в ударовке с ускорением не более 30 м/с²). В частности, недопустимы падения приборов со стеллажей и стоек.

5.3.2. Необходимо строго соблюдать условия эксплуатации (температуру и влажность окружающего воздуха, отсутствие в нем агрессивных компонентов и т.д.), параметры питания и нагрузок всех выходных цепей, указанные в разделах 2, 3 ТУ. В том числе недопустимы и кратковременные превышения указанных параметрами пределов, установленных ТУ.

Питание прибора необходимо осуществлять от сети, не связанной с питанием мощного оборудования.

5.3.3. В целях повышения надежности не рекомендуется эксплуатировать приборы при параметрах окружающей среды, питания и нагрузок, близких к предельно допустимым. В частности, следует принимать меры, обеспечивающие температуру воздуха вблизи прибора близкую к нормальной (18-30°C).

5.3.4. При монтаже и при каких-либо оперативных вмешательствах в схему внешних соединений необходимо исключить возможность попадания напряжения питания на клеммы прибора, не предназначенные для этого, а также возможность коротких замыканий цепей нагрузок. В большинстве случаев это приводит к полному выводу прибора из строя с необходимостью трудоемкого ремонта.

5.3.5. Статические потенциалы, прикладываемые ко входам прибора, а также к внутренним цепям при ремонте, не должны превышать 100 В. Проверка внутренних цепей должна производиться омметром с напряжением не более 0,5 В при токе не более 1 мА.

5.3.6. При производстве ремонтных работ пайка радиоэлектронных элементов должна производиться при выключенном напряжении питания прибора паяльником мощностью не более 40 Вт, с напряжением питания не более 36 В, с заземленным жалом. Время каждой пайки не должно превышать 3 с. Пайку рекомендуется производить припоем ПОС-61 по ГОСТ 21931-76, в качестве флюса применять спиртовой раствор канифоли. Остатки флюса рекомендуется удалять спиртом этиловым ректифицированным техническим по ГОСТ 18300-72 или спирто-бензиновой смесью.

6. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРИБОРОВ

6.1. Предварительные замечания.

Для функционирования прибора необходимо составить программу реализации нужного алгоритма функционирования, ввести ее в прибор и отладить.

Программа, вводимая в прибор для реализации заданной структуры, представляет собой запись последовательности команд в виде функций F_i и переменных M_i . Эта последовательность команд записывается при программировании как шаги программы, каждому из которых присваивается порядковый номер. Максимальное количество шагов программы — 100. Первый шаг имеет номер 00, последний максимально возможный — 99. Порядок введения программы в прибор показан на листе 2 приложения 2.1 (режим 5). Установка номера шага программы производится в режиме 5 ("ПС"), после чего в режиме 5 ("НС") устанавливается нужная команда.

Введенная последовательность команд формирует цепочечный алгоритм вычислений, промежуточные результаты которых запоминаются, а конечные результаты являются входными сигналами устройств вывода информации на прибор.

6.2. Список переменных прибора.

Список переменных M_i приведен в п.3.17. Переменные, общее количество которых равно 78, представляют собой сигналы, параметры настройки, результаты вычислений. Символы переменных, приведенные в п.3.17, высвечиваются на цифровом дисплее в режиме 3, в режиме 4 во время нажатия органа "Н.Н", а также в режиме 5 как обозначение команды M_i , соответствующей данному шагу программы (приложение 2.1).

В п.3.17 указано назначение переменных и параметров настройки, их применяемость в однократно используемых функциях $F00-F19$, а также размерность, диапазон и дискретность изменения.

Алгоритмы и особенности применения функций F_i и переменных M_i приведены в п.2.3.2.

При составлении программы функционирования прибора, при установке параметров и считывании индикации по цифровому дисплею необходимо учитывать размерности переменных (п.3.17) и соотношения между размерностями (см.п.2.3.2, примечание 2).

В приборе предусмотрен ряд переменных, назначение которых потребитель может устанавливать по своему усмотрению при составлении программы (если только они не входят в какую-либо уже использованную потребителем функцию). Это переменные $F00...F19$, U , W , $U2$, Ua (%), $CP...CP7$ (безразмерные коэффициенты), $t1...t8$ (постоянные времени, с). Кроме того, в распоряжении потребителя имеются константы $P20...P28$, которые могут использоваться в программе многократно. Символы этих констант высвечиваются на дисплее только в режиме 5 ("ПС" и "НС"). В режимах 3 ("П", "Н") и 4 константы не индицируются. Потребитель может также по своему усмотрению использовать переменные, входящие в неиспользуемые в его программе функции.

6.3. Функции, используемые при программировании структуры.

Функции F_i , используемые при свободном программировании структуры, приведены в таблицах 1; 2 п.2.3.2. Результат вычисления каждой из функций используется либо непосредственно как входной сигнал устройств вывода информации из прибора ($F00$; $F01$; $F02$; $F14$; $F15$), либо для последующих вычислений и в этом случае результат вычисления обозначается в таблицах п.2.3.2 как переменная " U ".

В табл.1 п.2.3.2 приведены функции, которые могут использоваться в программе однократно.

Функция $F00$ фиксирует конец вычислений. В линейной программе (без разветвлений с помощью функций переходов $F54-F59$) $F00$ является командой последнего шага программы. В разветвленной программе

При составлении программы следует учитывать следующие особенности:

1. Программа выполняется последовательно шаг за шагом, начиная с 00. Это дает возможность многократно использовать одни и те же переменные в течение одного цикла вычислений (например, для хранения промежуточных результатов), а также возможность изменения вычисленных ранее значений и последующего использования этих новых значений. При этом на индикацию выводится последнее вычисленное значение переменной в цикле, а для переменных, отражающих входные и выходные сигналы ($A...h; i; II; U$), индицируются средние за цикл значения этих сигналов независимо от того, использовались ли они в данном цикле в качестве других переменных.

2. Переменные U_0, E (в функциях $F01; F04$); U, U_0 (в $F08; F13$); $L2, L1, L2, d_1, d_2$ (в $F15$) являются результатами промежуточных вычислений или константами соответствующих функций и их значения не могут быть вычислены независимо от указанных функций.

3. Переменные, являющиеся конечным результатом вычислений (E' в $F01$; U в $F02$; II_6-III_9 в $F16-F19$) нельзя использовать для записи начальных условий, так как указанные функции записывают вычисленные ими значения. В то же время возможна запись начальных условий в следующие выходные регистры интеграторов: U' в $F00$; $F01$; U_1 в $F02$; $F11$; U_0 в $F08, F10, F12$; P_0 в $F14$; U в $F14, F15$.

4. Функции воспринимают размерности переменных, используемых как x_1, x_2 , в соответствии с п.2.3.2. Если в качестве $x_1(x_2)$ используется переменная, имеющая другую размерность, то на дисплее будет индицироваться величина в соответствии с размерностью этой переменной согласно п.3.17, а при вычислениях она будет автоматически пересчитываться в соответствии с соотношением размерностей согласно примечанию 2 к п.2.3.2.

6.5. Документирование проекта

При проектировании системы регулирования на базе приборов ПРОТАР в режиме свободно программируемой структуры проект наряду с другими необходимыми материалами должен включать в себя:

- 1) блок-схему функциональной структуры;
- 2) программу функционирования прибора;
- 3) перечень используемых переменных;
- 4) электрическую схему подключения прибора.

При составлении программы и перечня используемых переменных рекомендуется использовать формы, приведенные в приложениях 2.2, 2.3. Таблица приложения 2.3 окончательно заполняется при наладке системы регулирования на объекте.

При составлении схемы подключения следует руководствоваться рис.10, 11, 12 приложения 2.

Пример составления программы и оформления документов проекта приведен в п.6.6.

Перечисленные выше материалы должны входить в комплект документации, обязательной для монтажа и включения приборов в эксплуатацию. Они должны тщательно храниться и использоваться для контроля правильности функционирования приборов. В приборе ПРОТАР 130

для хранения документации предусмотрен карман с откидывающейся крышкой, расположенный в верхней части лицевой панели. В этом кармане целесообразно хранить программу и перечень используемых переменных с указанием конкретных величин параметров настройки.

6.6. Пример составления программы

Требуется реализовать регулирование ПИД-импульсное, эквивалентный параметр сформировать из входных сигналов $X_1(0-5 \text{ мА})$, $X_2(0-5 \text{ мА})$, $X_3(0-20 \text{ мА})$ с введением масштабирования и фильтрации по первым двум сигналам, дифференцирования и масштабирования - по третьему, с

F00 записывается в конце каждой самостоятельной ветви, не содержащей дальнейших разветвлений. Если программа содержит один шаг 00- F00 происходит преобразование аналоговых и дискретных входных сигналов в цифровую форму и цифровых сигналов в аналоговую, импульсную и дискретную форму, выполняется функция индикации сигналов и переменных, функционирует программный блок диагностики отказов.

Функции F01 и F02 выполняют ПИД алгоритм регулирования с импульсным и аналоговым выходом соответственно.

Функция F08 реализует программный задатчик, функции F10...F12 - различные виды интеграторов, F13 - произвольную кусочно-линейную зависимость. На базе функций F14, F15 строятся широтно-импульсные преобразователи (импульсаторы). Функции F16...F19 позволяют путем использования одного шага ввести в программу динамическое преобразование и масштабирование аналоговых входных сигналов.

В табл. 2 и 3.2 приведены многократно используемые функции F20...F59. Функции F20...F24 (одноместные) производят вычисления с одной переменной (X_1), функции F25...F59 (двухместные) - с двумя переменными (X_1, X_2).

Переменная X_1 является либо результатом предыдущего вычисления, либо переменной (параметром), введенной с помощью функции F40 для последующего вычисления. Переменная X_2 используется для двухместных функций F25...F59 и записывается в следующем шаге после шага, соответствующего шифру функции. Результат вычисления Y автоматически используется в свою очередь как переменная X_1 для следующей функции (цепочечное вычисление, аналогичное используемому в широко распространенных калькуляторах).

Для динамических звеньев и преобразователей F46...F49 переменная X_2 представляет собой одну из постоянных времени $t_1...t_8$, каждая из которых используется в программе однократно, что ограничивает до 8 суммарное число указанных звеньев в программе.

Функции безусловного перехода (F54) и условных переходов (F55...F59) дают возможность строить сложные разветвленные программы.

6.4. Порядок программирования

Рекомендуется следующая последовательность разработки программы функционирования прибора:

- 1) составление блок-схемы функциональной структуры с ее разбиением на отдельные функционально законченные программные блоки;
- 2) составление математических зависимостей, связывающих входные и выходные сигналы каждого программного блока;
- 3) составление программы для каждого программного блока и увязывание их между собой в единую программу функционирования прибора.

Второй этап может быть полностью или частично опущен, если связь между входными и выходными сигналами ясна из блок-схемы.

При составлении программы необходимо следить, чтобы общее количество шагов не превышало 100 (максимально возможный шаг 99).

Первым шагом программы может быть либо функция F40 (вызов переменной), либо одна из функций F16-F19, входными переменными которых являются входные сигналы прибора, а также F08, F10, F20.

После команды, содержащей одноместную функцию (не использующую вторую переменную X_2), должна следовать команда, содержащая функцию, а после команды, содержащей двухместную функцию, - команда, содержащая переменную, выбранную в качестве X_2 .

После команды, содержащей переменную, должна следовать команда, содержащая функцию.

Для исключения ненужных шагов программы, а также для резервирования места в программе используется функция F20 (отсутствие операций), которая может быть записана на любом шаге, кроме последнего. Для хранения промежуточных результатов вычислений следует использовать регистры свободных переменных.

возможностью дистанционного управления заданием с помощью дискретных входных сигналов, воздействующих на интегратор задания. Дополнительно необходимо реализовать сигнализацию верхнего и нижнего предельных значений рассогласования и сформировать аналоговый сигнал в соответствии с зависимостью:

$$U = \sqrt{100\% \cdot A} \cdot \frac{EI}{EI_p + 1};$$

Диапазон входного сигнала X_A : 0-10 В (0-100%).

Блок-схема функциональной структуры, соответствующей данному заданию, показана в приложении 2.4. Блок-схема содержит следующие функционально законченные блоки: блок динамических преобразований и суммирования, интегратор задания, блок регулирования ПИД-импульсного, сигнализатор предельных рассогласований, блок формирования аналогового сигнала.

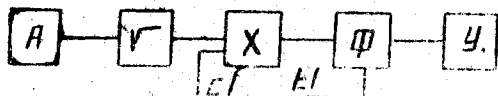
Этап составления математических зависимостей для отдельных блоков опускаем.

Программа функционирования прибора, составленная по указанной блок-схеме, приведена в приложении 2.5. Шаги программы с 00 по 08 представляют блок динамических преобразований, масштабирования и суммирования, шаг 09 - интегратор задания, шаг 10 - блок регулирования ПИД-импульсного, шаги с 11 до 16 - сигнализатор предельных рассогласований, шаги с 17 по 25 - блок формирования аналогового сигнала по заданной зависимости, шаг 26 - фиксация конца программы.

Перечень используемых переменных приведен в приложении 2.5. Схема подключения прибора показана в приложении 2.6.

Для пояснения ниже показано более подробно формирование программного блока, представленного шагами с 17 по 26.

Структура на основе условных символов функций и переменных:



Последовательность выполнения программы

Шаг	Команда	Содержание команды	Результат
17	F40	Вызов переменной	
18	A	Входной сигнал	A
19	F23	Извлечение квадратного корня	$\sqrt{100\% \cdot A}$
20	F27	Умножение	
21	E1	Коэффициент	$E1 \cdot \sqrt{100\% \cdot A}$
22	F47	Апериодическое преобразование	
23	E1	Постоянная времени	$\sqrt{100\% \cdot A} \cdot \frac{E1}{EI_p + 1}$
24	F41	Переслать и запомнить результат	
25	U.	Адрес пересылки: выход ЦАП	Выход U
26	F00	Конец программы	

6.7. Примеры прикладных программ

В приложении I приведены примеры прикладных программ, иллюстрирующие возможности решения некоторых задач автоматизации технологических процессов на базе приборов ПТОТАР. На основе отдельных программных блоков может формироваться полная функциональная схема. Возможности прибора отнюдь не ограничиваются приведенными примерами, основная цель которых пояснить потребителю пути решения некоторых задач. Формирование полной программы для решения задачи автоматического управления требует соединения отдельных программных блоков, при этом выход одного блока является входом следующего.

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ, НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ И ВКЛЮЧЕНИЕ В РАБОТУ

7.1. Инициализация прибора

7.1.1. Предварительные замечания.

Инициализация прибора заключается во введении в оперативное задоминащее устройство (ОЗУ) минимально необходимого для работы процессора количества данных (программы функционирования и значимый используемых переменных).

Прибор с исправными сухими элементами модуля резервного питания, бывший ранее в работе, как правило, не нуждается в инициализации, так как при наладке или эксплуатации в приборе набирается программа и устанавливаются значения переменных. Однако, если обе батареи сухих элементов изымались из модуля резервного питания, необходимого произвести инициализацию в порядке, приведенном ниже.

Целесообразно также убедиться в исправности сухих элементов, измерив напряжение батареи согласно п.10.1.1 Т0. Измерения следует производить вольтметром с внутренним сопротивлением ≥ 10 кОм. Допускается инициализация и дальнейшая эксплуатация прибора с внешним источником резервного питания напряжением (3 - 4,5) В (см.п.5.1).

7.1.2. Рекомендуемый порядок инициализации.

7.1.2.1. Подключить прибор в соответствии с выбранной схемой подключения, за исключением выходных цепей, которые должны быть отключены. Включить напряжение питания.

Установка режимов работы цифрового дисплея, вызов переменных для индикации на цифровом дисплее, настройка параметров (настраиваемых переменных), просмотр и набор структуры (программы) производится согласно приложению 2.1 органами "C", "П-Н", "<", ">" пульта оператора, встроенного в прибор (ПРОТАР 120) или внешнего (ПРОТАР 130).

Примечание. После подключения пульта оператора к прибору ПРОТАР 130 предусмотрена пауза 5-15 секунд, в течение которой отсутствует цифровая индикация.

Для проведения дальнейших операций следует перевести прибор в режим ручного управления. Поскольку регистры ОЗУ неинициализированного прибора хранят произвольную информацию, программный блок диагностики отказов может выдать сигнал отказа. Последний заключается в том, что нормальный режим работы дисплея (см.приложение 2.1) периодически перебивается высвечиванием кода отказа, состоящего из символа *E*. и двузначного кода вида неисправности (см.п.2.3.2, функцию *F00*). При этом размыкается выходной ключ *Z* ОТК, а у прибора ПРОТАР 130 начинает также светиться индикатор отказа на лицевой панели.

7.1.2.2. Не обращая внимания на периодическое высвечивание кода отказа, органами управления дисплеем (см.приложение 2.1) установить режим 1 (режим гашения), затем режим 5 и набрать программу, состоящую из одного шага: *00 F00*

7.1.2.3. Перевести дисплей в режим 3 и установить для всех перечисленных в п.3.17, кроме входных и выходных сигналов, любые значения из диапазона их изменения, для параметра *Ga* обязательно положительное значение ($Ga > 0$) для параметра *CH* - отрицательное ($CH < 0$). Если какие-либо из переменных будут в дальнейшем использоваться в структуре прибора, целесообразно установить их значения, близкие к требуемым.

Примечание. Допускается устанавливать значения не всех переменных, а только тех, которые входят в функции, используемые в функциональной структуре данного конкретного прибора (при обязательной установке $Ga > 0$ и $CH < 0$).

7.1.2.4. Вернуть режим I и сбросить сигнализацию отказа (если она функционирует). Для этого одновременно нажать 3 кнопки: сначала " $\triangleright$ ", " $\triangleleft$ ", затем (не отпуская их) - "П.Н". Подтверждением сброса сигнализации отказа является высвечивание во всех разрядах дисплея при нажатых вышеупомянутых кнопках символа "—", одновременно загорается ключ Z ОТК, а у прибора ПРОТАР 130 также гаснет индикатор отказа на лицевой панели.

7.2. Набор и отладка программы

7.2.1. После инициализации следует набрать программу функционирования прибора.

Указанную операцию следует проводить в ручном режиме управления.

7.2.2. Отладку программы рекомендуется производить по отдельным функциональным блокам, вводя их в прибор поочередно, начиная с первого. После введения очередного блока для его отладки временно записывается последним шагом команда F000. После отладки блока при вводе следующего фрагмента программы эта команда замещается первой командой нового блока и т.д.

После набора программы каждого блока следует проконтролировать набранную программу в режиме 5 ("ПС"). Затем устанавливаются нужные значения переменных и проверяется правильность функционирования блока путем подачи входных сигналов и контроля выходных и промежуточных сигналов.

По окончании набора всей программы контролируется правильность функционирования прибора в целом.

7.3. Статическая и динамическая настройка

7.3.1. В зависимости от выбранной структуры основными параметрами статической и динамической настройки могут быть различные переменные и параметры прибора. При применении прибора в качестве регулятора

ра с формированием сигнала рассогласования основными параметрами настройки прибора являются: коэффициент пропорциональности C_1 , постоянные времени интегрирования E_1 и дифференцирования E_d , коэффициент дифференцирования C_d для формирования ПИ, ПИД законов регулирования, а также масштабные коэффициенты, постоянные времени интегратора E_i , дифференциаторов и аperiodических звеньев E_i , другие переменные при формировании сигнала рассогласования, зона нечувствительности δ . Выбор оптимальных значений этих параметров определяется динамическими характеристиками регулируемого объекта и технологическими требованиями к характеру переходных процессов.

Приборы обеспечивают автоматическое вычисление и установку оптимальных параметров динамической настройки C_1, E_1, E_d (с учетом заранее установленной величины C_d). Порядок работы с алгоритмом автоматизированной настройки изложен в п.7.4.

7.3.2. Величина зоны нечувствительности δ устанавливается, исходя из допустимой величины отклонения регулируемой величины $E_{доп}$, в установившемся режиме и допустимой частоты срабатываний исполнительного механизма. Обычно выбирают $\delta = 1/2 \cdot E_{доп}$.

7.3.3. В зависимости от уровня пульсаций регулирующих параметров установить необходимую величину постоянной времени фильтра E_n и, если они запрограммированы в структуре, постоянные времени фильтров E_i в каждом из входных каналов.

7.3.4. В зависимости от выбранного типа балансировки, а для динамической балансировки и от динамических характеристик регулируемого объекта, установить постоянную компенсации E_c прибора.

7.3.5. Если по технологическим требованиям полный диапазон изменения аналогового выходного сигнала недопустим, установить нужный диапазон соответствующими параметрами (например, U_+ , U_- для регулятора с аналоговым выходом).

7.4. Автоматизированная настройка динамических параметров ПИД регулятора

7.4.1. Общие положения.

7.4.1.1. Входящий в состав функций F01, F02 алгоритм автоматизированной настройки осуществляет определение и установку оптимальных параметров динамической настройки ПИД регулятора (коэффициента пропорциональности C , постоянной времени интегрирования L , постоянной времени дифференцирования Ld). Алгоритм основан на итерационном анализе параметров автоколебаний, возникающих в контуре регулирования при включении в него двухпозиционного релейного элемента и фазосдвигающего фильтра в виде апериодического звена. Расчетные формулы приведены и обоснованы в книге "Автоматизация настройки систем управления", под ред. В.Я. Ротача, Энергоатомиздат, М., 1984 г.

7.4.1.2. Для использования алгоритма необходимо выполнение следующих условий:

- система должна работать в режиме стабилизации параметра при отсутствии существенных возмущений;
- статические и динамические связи с другими контурами регулирования при проведении автоматизированной настройки должны быть отключены (по окончании настройки связи восстанавливаются);
- уровень шумов не должен превышать 5-10 % от амплитуда автоколебаний;
- исполнительный механизм и регулирующий орган должны работать в линейной области (без достижения упоров, уровней ограничения и без срабатываний путевых или конечных выключателей);
- алгоритм наиболее целесообразно применять для объектов, передаточная функция которых может быть аппроксимирована апериодическим звеном второго порядка с чистым запаздыванием, при этом большая постоянная времени должна быть в диапазоне от 4-5 с до 2000-2500 с, отношение времени запаздывания к большей постоянной времени объекта не

более 0,5-0,6.

7.4.1.3. Если в процессе настройки есть вероятность достижения исполнительным механизмом или регулирующим органом упоров, срабатывания конечных (путевых) выключателей, либо (при использовании регулятора с аналоговым выходом) достижения выходным аналоговым сигналом уровней ограничения, рекомендуется запрограммировать в этих случаях выход регулятора из процесса настройки. В качестве примера приведена программа выхода регулятора из процесса настройки путем установки $CH < 0$ при размыкании любого из конечных (путевых) выключателей, выключенных последовательно и подключенных ко входу Q_1 : F40, P25; F29; P26; F57; = *; F40; CH; F22; F21; F41; CH; (*). $Q_1 = 1$ - линейная область работы ИМ (оба конечных выключателя замкнуты); $Q_1 = 0$ - выход ИМ из линейной области (размыкание одного из конечных выключателей).

7.4.1.4. Если объект регулирования работает в широком диапазоне нагрузок (производительности) и его динамические характеристики зависят от нагрузки, целесообразно произвести настройку при трех различных нагрузках (минимальной, средней и максимальной) и оценить разброс полученных результатов. Если изменение характеристик объекта столь значительно, что неизменные параметры настройки регулятора не обеспечивают приемлемых переходных процессов во всем диапазоне нагрузок объекта, целесообразно запрограммировать аналоговую или дискретную автоподстройку (см. примеры прикладных программ 6.1; 6.3 приложения I к настоящему Т0).

7.4.2. Установочные параметры алгоритма автоматизированной настройки.

7.4.2.1. Алгоритм автоматизированной настройки имеет 4 установочных параметра, величины которых устанавливаются потребителем перед запуском алгоритма:

CL - коэффициент вида процесса, определяющий желаемые переходные

процессы в системе регулирования;

ϵH - коэффициент точности настройки, определяющий допускаемые отклонения параметров автоколебаний от установившихся значений, а также используемый для запуска и выключения алгоритма;

ϵE - отношение дифференциальной составляющей ПИД алгоритма к интегральной;

HH - амплитуда автоколебаний на выходе релейного элемента.

7.4.2.2. Коэффициент ϵL может изменяться в пределах от 0 до 1. Величине $\epsilon L = 1$ соответствует наибольшая колебательность переходного процесса. При уменьшении ϵL колебательность уменьшается и значениям $\epsilon L < 0,5-0,6$ соответствуют апериодические переходные процессы. Ориентировочный вид переходных процессов при различных величинах ϵL показан на рис. 13. Там же приведены зависимости от ϵL относительной среднеквадратичной погрешности регулирования и суммарного времени перемещения исполнительного механизма (для регулятора с импульсным выходом). Видно, что с увеличением ϵL (ростом колебательности переходного процесса) уменьшается среднеквадратичная погрешность, но одновременно растет суммарное перемещение ИМ, что приводит к его более интенсивному износу. Оптимальное соотношение этих параметров достигается ориентировочно при $\epsilon L \approx 0,6$. В целом выбор ϵL определяется конкретными технологическими требованиями к объекту и к системе регулирования.

Величины $\epsilon L < 0,2$ устанавливать не рекомендуется. При $\epsilon L = 0$ коэффициент пропорциональности по окончании процесса настройки устанавливается равным нулю, т.е. ПИД алгоритм отключается.

7.4.2.3. Коэффициент ϵH может изменяться в пределах от -1 до 0,25. При $\epsilon H < 0$ алгоритм автоматизированной настройки отключается.

При $\epsilon H \geq 0$ в автоматическом режиме управления ($\varphi_p = 0$) функции $F01, F02$ работают в режиме настройки параметров и величина ϵH определяет погрешность настройки. При уменьшении ϵH уменьшается погреш-

ность настройки, но одновременно увеличивается продолжительность процесса настройки. При $\epsilon H = 0$ алгоритм из процесса настройки не выходит. Оптимальное сочетание точности и продолжительности процесса настройки достигается при $\epsilon H \approx 0,15-0,2$.

По окончании процесса настройки знак ϵH автоматически изменяется на отрицательный. Для повторного запуска алгоритма нужно в режиме ручного управления вновь установить $\epsilon H > 0$.

7.4.2.4. Коэффициент $\epsilon E = \epsilon d \cdot \epsilon d / \epsilon i$ может изменяться в пределах от 0 до 1. Рекомендуется устанавливать $\epsilon E = 0,1-0,25$; коэффициент дифференцирования $\epsilon d = 5-8$. Конкретные значения указанных коэффициентов целесообразно уточнить по окончании процесса настройки по виду переходных процессов в замкнутой системе регулирования, исходя из требуемой степени затухания, времени переходного процесса и перерегулирования. Для некоторых объектов диапазоны возможных значений указанных коэффициентов может быть расширен.

Для ПИ регулятора устанавливается $\epsilon E = 0$.

7.4.2.5. Параметр HH может изменяться в пределах от 0,1 до 10 %. Конкретная величина устанавливается, исходя из допустимых значений отклонения регулируемого параметра во время настройки:

$$HH = (0,5-0,6) E_{\text{доп.}}$$

Обычно рекомендуется устанавливать $HH = 1-5 \%$.

7.4.3. Порядок работы с алгоритмом автоматизированной настройки.

7.4.3.1. Установить ручной режим управления ($\varphi_p = 1$). Программа функционирования прибора должна быть набрана и отлажена согласно п.6.4. Прибор должен быть инициализирован (п.7.1), установлены параметры настройки задействованных в программе функций (п.7.3). Коэффициент пропорциональности ϵi и постоянную интегрирования ϵi для функции $F01$ ($F02$) установить ориентировочно, исходя из предварительной информации об объекте регулирования и опыта эксплуатации аналогичных систем. При отсутствии данных рекомендуется установить

$C_1 = 1-2$; $E_1 = 200-500$ с. Коэффициент дифференцирования C_d установить согласно п.7.4.2.4. Постоянная дифференцирования E_d может устанавливаться произвольно, т.к. дифференциальная составляющая при работе алгоритма автоматизированной настройки отключается, а по окончании настройки величина E_d устанавливается автоматически.

7.4.3.2. В ручном режиме вывести объект на заданное значение регулируемого параметра (рассогласование $E \neq 0$). Убедиться, что исполнительный механизм и регулирующий орган находятся в линейной области. При изменениях задания на величину $\pm 2 \Delta H$ исполнительный механизм и регулирующий орган не должны достигать упоров, не должны происходить срабатывания ^{концевых выключателей} V . Для регулятора с аналоговым выходом изменение выходного сигнала U не должны выходить за пределы установленных уровней ограничения U_1, U_2 .

В установленном ^{режиме} оценить изменения от среднего значения рассогласования E , вызванные возмущениями и шумами (ΔE). При $|\Delta E| > 0,1 \Delta H$ увеличить постоянную фильтра E_a .

7.4.3.3. Установить параметры $C_C, C_H, C_E, \Delta H$ согласно рекомендациям пп.7.4.2.2-7.4.2.5. Запустить алгоритм автоматизированной настройки, переведя прибор в автоматический режим ($\varphi_p = 0$). О начале процесса настройки сигнализирует пульсирующее свечение десятичной точки в первом разряде цифрового дисплея прибора.

В системе должны установиться автоколебания, которые можно наблюдать по изменению параметра E на цифровом дисплее. При использовании функции $F01$, когда аналоговый выход $U_1 (U_2)$ свободен, на последний можно вывести параметр E и наблюдать автоколебания по подключенному к этому выходу самописцу (пример программы вывода E на выход U_i : $F40; E; F27; C3; F25; П10; F41; U$, где $П10 \approx 50\%$ - смещение оси времени автоколебаний, $C3$ - масштабный коэффициент).

Периодически можно наблюдать за изменением параметров C_1, E_1 в процессе работы алгоритма.

7.4.3.4. При наблюдении за работой алгоритма следует учитывать следующие особенности:

- зона нечувствительности δ при работе алгоритма не учитывается (воспринимается равной нулю); по окончании настройки действует установленное значение δ ;

- в процессе настройки может происходить автоматическое увеличение или уменьшение установленного параметра ΔH , а также C_1 ;

- при нажатии вычисления параметров регулятора в процессе автоматизированной настройки является одновременное изменение C_1, E_1 .

7.4.3.5. По окончании процесса автоматизированной настройки знак параметра C_H инвертируется, и десятичная точка в первом разряде цифрового дисплея гаснет. Функция $F01$ ($F02$) автоматически переходит в нормальный режим (регулирования по ПИД закону).

При отсутствии в системе существенных возмущений и шумов ориентировочная продолжительность процесса автоматизированной настройки составляет 8-20 периодов автоколебаний.

7.4.3.6. Наиболее вероятными причинами слишком большой продолжительности процесса автоматизированной настройки могут быть:

- наличие существенных возмущений в процессе настройки; при этом рекомендуется увеличить исходные величины ΔH и (или) C_1 ;
- значительная несимметрия автоколебаний параметра E относительно нулевой линии.

Одной из главных причин несимметрии автоколебаний является несимметрия импульсной характеристики исполнительного механизма при движении в сторону "больше" и "меньше" (при попутной нагрузке и противо-нагрузке). Для уменьшения влияния этого явления рекомендуется на время работы алгоритма автоматизированной настройки увеличивать длительность импульса Δt (устанавливать $\Delta t > 0,5-1$ с).

7.4.3.7. При необходимости можно до завершения процесса автоматизированной настройки использовать результаты последних вычислений C_1, E_1 (после второго изменения E_1), прервав дальнейшую работу алгоритма. Кроме того возможен ручной расчет оптимальных параметров настройки. Для этого фиксируются значения установочных параметров алгоритма C_1, C_E, A_H , последние установленные в процессе работы алгоритма значения настроек $E_{уст}, E_{уст}$, а также усредненные параметры автоколебаний: период T_H в секундах (как промежуток времени между двумя соседними моментами перехода параметра E через нуль при одинаковом направлении изменения E , например, из "минуса" в "плюс") и амплитуда автоколебаний A_K (как модуль среднего арифметического полуразностей между соседними максимумами и минимумами переменной E на протяжении двух периодов).

Оптимальные значения динамических настроек регулятора вычисляются по формулам:

$$C_1 = C_1 (1 + C_E) \cdot E_{уст} \cdot 0,92 \frac{A_H}{A_K};$$

$$E_1 = T_H / 3,7 (1 + C_E);$$

$$E_d = \frac{C_E \cdot E_1}{C_d}$$

Затем прибор переводится в ручной режим управления ($q_p = 1$), устанавливаются вычисленные значения параметров C_1, E_1, E_d , а также $C_H < 0$, после чего переводом в режим автоматического управления прибор включается в нормальную работу.

7.4.3.8. Алгоритм автоматизированной настройки входит в состав функций $F01, F02$. Однако он может быть использован и как самостоятельный элемент для определения оптимальных настроек другого регулятора или иного динамического звена, имеющегося в функциональной структуре данного прибора (например, регулятора второго канала двухконтур-

ной системы регулирования, корректирующего регулятора в каскадной схеме и т.п.). Пример подобного использования алгоритма приведен в разделе 9 приложения I к настоящему ТУ.

7.5. Включение в работу

Подготовку к включению прибора в работу на действующем оборудовании рекомендуется проводить в следующей последовательности.

7.5.1. Инициализировать прибор (п.7.1), набрать и отладить программу функционирования (п.7.3).

7.5.2. Произвести статическую и динамическую настройку (п. 7.3). Запустить алгоритм автоматизированной настройки ПИД регулятора (п.7.4).

7.5.3. По завершении работы алгоритма автоматизированной настройки, фиксируемого по погасанию десятичной точки в первом разряде цифрового дисплея прибора, перевести прибор в режим ручного управления и проконтролировать полученные параметры настройки. Обратить внимание на параметр ϵH , который должен быть отрицательным.

Если при проведении настройки какие-либо внешние соединения отключались, по ее окончании их следует восстановить.

7.5.4. Перевести прибор в режим автоматического управления.

По контрольно-измерительным приборам, имеющимся на объекте, убедиться в требуемом качестве переходных процессов. При необходимости произвести подстройку параметров статической и динамической настройки прибора.

7.5.5. В целях повышения надежности рекомендуется перед включением прибора в постоянную эксплуатацию произвести в период пуско-наладочных работ наработку в течение 96 ч.

8. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ.

Работу по проверке технического состояния и измерению параметров прибора рекомендуется производить перед первым включением прибора в работу, после ремонта прибора, а также в периоды капитального ремонта основного оборудования.

8.1. Проверка общей работоспособности прибора.

Проверка общей работоспособности позволяет убедиться в правильном функционировании основных узлов прибора.

8.1.1. Условия испытаний.

Все испытания должны производиться при следующих условиях:

- 1) температура окружающего воздуха $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$
- 2) относительная влажность воздуха от 30 до 80 %
- 3) напряжение питания $(220 \pm 4,4)\text{В}$
- 4) частота напряжения питания $(50 \pm 1)\text{Гц}$
- 5) атмосферное давление $(86-106,7)\text{кПа}$
- 6) механические вибрации, продольные и поперечные помехи, внешние электрические и магнитные поля, влияющие на работу прибора отсутствуют
- 7) время выдержки прибора во включенном состоянии к моменту испытаний не менее 15 мин.

8.1.2. Не подключая прибор к схеме проверки, произвести его внешний осмотр с целью проверки соответствия прибора материалам технического описания.

8.1.3. Проверка электрического сопротивления изоляции производится по ГОСТ 21657-83.

Проверка электрического сопротивления изоляции производится при отсоединенных внешних цепях прибора путем приложения испытательного напряжения между первой группой соединенных между собой клемм и вто-

от $-(1,2 \pm 0,2)$ до $(101,2 \pm 1,2)$.

Аналогичным образом вызвать последовательно переменные (сигналы) "b", "c", "d", "e", "h" и при положении ключей соответственно S2-I, S3-I, S4-I, S5-I, S6-I повторить проверку их показаний на дисплее с тем отличием, что для переменных "e" и "h" сигнал подается от источника ИН2 (контроль по вольтметру PV2), причем диапазон его изменения для переменной "h" составляет от мин 0,1 до плюс 1,1 В.

8.1.4.5. Проверка действия дискретных (логических) входных сигналов и световой индикации установленного режима управления производится путем контроля значений переменных по цифровому дисплею в режиме 3 и состояния светодиодных индикаторов прибора и схемы проверки при подаче соответствующих дискретных (логических) входных сигналов.

Проверка производится при набранной программе функционирования согласно приложению 2.8.

Нажатием органа "C" устанавливается режим автоматического управления. Исходное состояние светодиодных индикаторов прибора и схемы проверки должно соответствовать таблице 8.2.

Таблица 8.2

Состояние индикаторов при испытаниях прибора ПРОТАР/20		Состояние индикаторов при испытаниях прибора ПРОТАР/30	
Прибор	Схема проверки	Прибор (включая пульт ПО-01)	Схема проверки
"C" - I	"Z _{отк} " - I	"C" - I	"Z _{отк} " - I
остальное - 0	"H" - I	"D" - I	"Z _{1т} " - I
	остальное - 0	остальное - 0	"Z _{2т} " - I
			остальное - 0

Примечание. Здесь и далее свечение индикатора принято за состояние I, отсутствие свечения - за состояние 0.

Проверка производится в соответствии с таблицей состояний органов управления и контроля прибора и схемы проверки, последовательности операций, приведенной в приложении 2.9.

8.1.4.6. Проверка выходных сигналов, световой индикации функционирования импульсных и дискретных выходов, диагностики отказа, пульсации аналогового выходного сигнала производится путем контроля соответствующих параметров по измерительным приборам и светодиодным индикаторам схемы проверки, а также по цифровому индикатору прибора в режиме 3.

Проверка производится при набранной программе функционирования согласно приложению 2.1. Нажатием органа "C" устанавливается режим автоматического управления. Исходное состояние светодиодных индикаторов прибора и схемы проверки должно соответствовать таблице 8.2.

Проверка производится в соответствии с таблицей состояний органов управления и контроля прибора и схемы проверки, последовательности операций, приведенной в приложении 2.10.

8.1.4.7. Проверка контроля выполняемых функций посредством испытательного теста производится путем контроля правильности прохождения испытательного теста в приложении 2.11.

рой группой соединенных между собой клемм согласно таблице 8.1.

Таблица 8.1

Проверяемые цепи прибора	Величина испытательного напряжения, В	Первая группа соединенных между собой клемм	Вторая группа соединенных между собой клемм
Цепи питания относительно корпуса, входных и выходных цепей	500	1; 2	4-17; 20-43; 45-50; винт для заземления прибора
Входные и выходные цепи относительно корпуса	100	4-17 21-43 45-50	20; винт для заземления прибора
Входные цепи гальванически изолированных входов между собой и относительно выходных и остальных входных цепей	100	4-6 7, 8 9, 10 11, 12 13, 14	7-17; 21-43; 45-50 9-17, 21-43, 45-50 11-17, 21-43, 45-50 13-17, 21-43, 45-50 15-17, 21-43, 45-50
Выходные цепи групп контактов реле относительно входных и остальных выходных цепей	100	28-30	4-17, 21-27, 31-43 45-50
То же (только для прибора ПРОТАР 130)	100	31-33	4-17, 21-27, 34-43, 45-50

8.1.4. Проверка технического состояния и измерение параметров.

8.1.4.1. Подключить прибор к схеме проверки (рис.14, 15). Измерительные приборы и оборудование соответствуют перечню, указанному в приложении 2.7. Обозначения клемм соответствуют рис.10, 11, органов настройки - п. 4.2 Т0. Ключи и переключатели схемы проверки установить в положение "0".

В п.п. 8.1.4.2-8.1.4.7 указано отличие положения органов схемы проверки от исходного. Напряжение питания прибора устанавливается регулируемым автотрансформатором Т1 и контролируется вольтметром РV3. Прибор ПРОТАР 130 испытывается совместно с подключенным пультом оператора ПО-01.

Настройка делителей сигнала источника ИИ1 схемы проверки и выбор полярности источников ИИ1, ИИ2 должны производиться по методике раздела 10.

8.1.4.2. Проверка мощности, потребляемой от сети, производится путем измерения переменного тока, потребляемого цепью питания. Предварительно прибор органом "  " переводится в режим ручного управления (должен светиться индикатор "  " на пульте оператора). Положение органов схемы проверки: §20-1. Устанавливается режим работы 1 цифрового дисплея (согласно приложению 2.1).

Величина мощности в вольтамперах вычисляется как произведение величины напряжения питания в вольтах (контроль по вольтметру РV3) на величину потребляемого тока в амперах (контроль по миллиамперметру РА1).

8.1.4.3. Произвести инициализацию прибора по методике п.7.1 Т0 и установить параметры настройки в исходное состояние в соответствии с п.3.17. Указанные операции проводятся в режиме ручного управления.

8.1.4.4. Проверка диапазона изменения аналоговых входных сигналов производится путем контроля по цифровому дисплею в режиме 2 (приложение 2.1) величин сигналов, подаваемых на аналоговые входы прибора. Проверка производится после настройки прибора (раздел 10 Т0).

Вызвать на цифровой дисплей переменную (сигнал) " А ", установить §1-1, сигнал ИИ1 плавно увеличить от минус 1 В до плюс 11 В (контроль по вольтметру РV1). Дисплей должен показать изменение " А "

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Общие положения

10.1.1. Для предотвращения стирания записанной в прибор информации после выключения питания необходимо производить профилактическую проверку напряжения на выходе модуля резервного питания, предназначенного для питания микросхем памяти, в которые записаны введенная пользователем программа и параметры настройки. Проверку можно производить на действующем оборудовании без отключения прибора. Измерения производить вольтметром постоянного тока с внутренним сопротивлением ≥ 10 кОм.

Не снимая защитной крышки источника резервного питания МР01, расположенного на задней панели прибора, подключить вольтметр поочередно между клеммой 2I прибора и каждым из 2-х специальных отверстий в этой крышке. Измеряемое напряжение в обоих случаях должно быть в пределах (2,8-3,4) В. В случае выхода напряжения за указанные пределы необходимо заменить неисправные элементы соответствующей батареи.

Для проверки каждого из четырех элементов необходимо снять крышку с источника резервного питания, вынуть элементы из прибора (для сохранения информации, записанной в приборе, элементы каждой из двух батарей вынимать по очереди и не отключать напряжение питания прибора). Напряжение, измеряемое вольтметром на полюсах каждого элемента, должно быть в пределах (1,4-1,7) В.

При использовании внешнего источника резервного питания (см. п.5.1) необходимо периодически контролировать его исправность. Напряжение внешнего источника должно быть в пределах (3-4,5) В.

10.1.2. При неполадках прибора, обнаруженных во время пусконаладочных работ, или при нарушениях нормальной работы системы регулирования, в которой задействован прибор, следует прежде всего проверить, нет ли нарушений в схеме подключения.

1) проверить наличие напряжения питания на клеммах 1; 2 прибора;
2) проверить наличие аналоговых и логических входных сигналов на используемых входах и правильность подключения источников входных сигналов;

3) проверить правильность подключения цепей ручного управления, цепей сигнализации и отказа.

10.1.3. Если в схеме подключения неисправностей не обнаружено, следует проверить записанную в прибор программу и установленные параметры настройки (п.7.3). В случае, если на цифровом дисплее высвечивается код ошибки, для идентификации неисправности следует использовать рекомендации приложения 2.12. В течение гарантийного срока прибора при стирании информации в ПЗУ типа K573 P45 в исправные ИМС, предоставляемые потребителем, заводом-изготовителем может быть вновь записана нужная программа.

10.1.4. После устранения неисправностей для сброса кода ошибки следует в режиме гашения цифрового дисплея нажать, как указано в п.7.1.2.4, одновременно на три кнопки: " $\triangleleft$ ", " $\triangleright$ ", затем, не отпуская их, "П.Н".

10.1.5. Произвести настройку прибора в соответствии с п.10.2, проверить прибор и подготовить к работе в соответствии с указаниями разделов 7; 8.

10.2. Проверка и настройка модулей

Настройку модулей рекомендуется производить после ремонта прибора и устранения неисправностей, а также при проверке технического состояния прибора в периоды капитального ремонта основного оборудования.

Перед настройкой необходимо подключить прибор к схеме проверки (рис.14; 15 приложения 2), измерительные приборы и оборудование должны соответствовать приложению 2.7.

Допускается при проверке по п. 10.2 присоединить к прибору только цепи, связанные с элементами ИН1, ИН2, РV1, РV2, S1-S6, R1-R12, питанием прибора и его заземлением.

Перед началом испытания по каждому из пунктов раздела 10.2 Т0 ключи и переключатели схемы проверки устанавливаются в положение "0". При проверке и настройке приборов в соответствии с разделом 10.2 Т0 приведены только положения этих органов, отличные от исходных. Делители сигнала источника ИН1 схемы проверки должны быть настроены с помощью резисторов R1-R4 схемы проверки таким образом, что при сигнале источника плюс $(10 \pm 0,001)$ В (контроль по вольтметру РV1) выходные напряжения делителей равны плюс $(2 \pm 0,001)$ В (контроль по вольтметру РV7, подключаемому к гнездам "X_В", "X_А", "X_С", "X_Д" относительно гнезда "0Т_{ВХ}" схемы проверки, при положении ключей соответственно S1-I, S2-I, S3-I, S4-I). Полярность источников ИН1, ИН2 указана относительно нижнего вывода источника по схеме проверки. Время выдержки прибора во включенном состоянии перед началом настройки не менее 15 мин.

Отсчет значений измеряемых переменных по цифровому дисплею осуществляется методом усреднения 4-х последовательных во времени показаний.

При настройке модулей вращение оси подстроечного резистора по часовой стрелке приводит к увеличению сигнала.

10.2.1. Проверка и настройка модуля цифрового.

Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 ("П") сигнал E

Перевести ключ S5 ("X_Е") схемы проверки в положение I. Источником ИН2 установить величину входного сигнала X_Е равной минус 0,7 В, фиксируя ее вольтметром РV2 (предел измерений не менее 1,5 В). Величина сигнала E, фиксируемая цифровым дисплеем прибора, должна быть в пределах от -1.160 до -1.240. В случае, если сигнал E выходит за указанную величину, следует настроить модуль резистором

Установить источником ИН2 величину входного сигнала X_Е равной плюс 9,8 В, фиксируя ее вольтметром РV2 (предел измерений не менее 15 В). Величина сигнала E, фиксируемая цифровым дисплеем прибора, должна быть в пределах 97,98-98,02. В случае, если отклонение сигнала превышает указанную величину, следует установить сигнал ИН2 плюс 10 В и настроить модуль резистором R26 ("100"), устанавливая величину E по дисплею равную 100,0.

Ключ S5 установить в положение 0.

10.2.2. Проверка и настройка модуля аналогового.

10.2.2.1. Проверка и настройка усилителя нормирующего.

Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 ("П") сигнал h

Перевести ключ S6 ("X_h") в положение I. Источником ИН2 установить величину входного сигнала X_h равной минус 0,07 В, фиксируя ее вольтметром РV2 (предел измерений не менее 0,1 В). Величина сигнала h, фиксируемая цифровым дисплеем прибора, должна быть в пределах от -1.180 до -1.280.

Перевести ключ S6 ("X_h") в положение 0. Величина сигнала h, фиксируемая цифровым дисплеем прибора, должна быть в пределах от -0.200 до 0.200. В случае, если отклонение сигнала превышает указанную величину, следует настроить модуль резистором 7R9 ("h0"), устанавливая величину h по дисплею равную 0,000.

Перевести ключ S6 ("X_h") в положение I. Источником ИН2 установить величину входного сигнала X_h равной плюс 1 В, фиксируя ее вольтметром РV2 (предел измерений не менее 1,5 В). Величина сигнала h, фиксируемая цифровым дисплеем прибора, должна быть не менее 100,0.

10.2.2.2. Проверка и настройка узлов гальванического разделения аналоговых:

I. Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 "П" сигнала h.

Перевести ключ $S1(X_A)$ схемы проверки в положение I. Источником ИИ1 установить величину входного сигнала X_A равной минус 0,7 В, фиксируя ее вольтметром PVI (предел измерений не менее 1 В). Величина сигнала A , фиксируемая цифровым дисплеем прибора, должна быть в пределах от -1.180 до -1.220.

Перевести ключ $S1(X_A)$ в положение 0. Величина сигнала A , фиксируемая цифровым дисплеем прибора, должна быть в пределах от -0.040 до 0.040. В случае, если отклонение сигнала превышает указанную величину, следует настроить модуль резистором IR8 ("A0"), устанавливая величину A по дисплею равную 0.000.

Перевести ключ $S1(X_A)$ в положение I. Источником ИИ2 установить величину входного сигнала X_A равной плюс 9,8 В, фиксируя ее вольтметром PVI (предел измерений не менее 15 В). Величина сигнала A , фиксируемая цифровым дисплеем прибора должна быть в пределах от 97.98 до 98.02. В случае, если отклонение сигнала превышает указанную величину, следует установить сигнал ИИ2 плюс 10 В и настроить модуль резистором IRII ("A100"), устанавливая величину A по дисплею равную 100.0.

Установить ключ $S1$ в положение 0.

2. Вызвать на цифровом дисплее прибора в режиме 3 ("П") сигнал b . Методом, аналогичным описанному в п.10.2.2(1), оперируя ключом $S2$, проверить величину сигнала b и, в случае необходимости настроить модуль резисторами 2R8 ("b0") и 2RII ("b100"), устанавливая величину b соответственно 0.000 и 100.0.

3. Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 ("П") сигнал c .

Методом, аналогичным описанному в п.10.2.2.2 (1), оперируя ключом $S3$, проверить величину сигнала c и, в случае необходимости, настроить модуль резисторами 3R8 ("c0") и 3RII ("c100"), устанавли-

4. Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 ("П") сигнал d .

Методом, аналогичным описанному в п.10.2.2.2 (1), оперируя ключом $S4$, проверить величину сигнала d и, в случае необходимости, настроить модуль резисторами 4R8 ("d0") и 4RII ("d100"), устанавливая величину d соответственно 0.000 и 100.0.

10.2.2.3. Проверка и настройка ЦАП.

Перевести ключ $S19$ схемы проверки в положение I ("У"). Вызвать на дисплей в режиме 3 ("П") параметр U_{ref} и в режиме 3 ("Н") установить величину этого параметра равной 100.0. Вольтметр PVB должен показать величину сигнала U_{ref} в пределах $(10 \pm 0,1)$ В. В случае необходимости подстроить указанную величину резистором 7B4 ("Ua").

10.3. По истечении гарантийного срока, не в пределах срока службы прибора (10 лет), завод-изготовитель за отдельную плату производит запись информации в исправные ИМС ПЗУ типа К173Г46, предоставляемые потребителем, либо предоставляет указанные ИМС с записанной информацией в виде запчастей.

II. КОМПЛЕКТНОСТЬ

II.1. Комплект поставки каждого прибора соответствует табл. II.1.

Таблица II.1

Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Количество	Примечание
гЕЗ.222.048	Прибор ПРОТАР 120	I	Модификация и комплектность согласно заказу
гЕЗ.222.050	Прибор ПРОТАР 130	I	
	Пульт оператора выносной в упаковке	I	
гЕЗ.222.050-01	Прибор ПРОТАР 130	I	Поставляется с прибором любой модификации и комплектности
	Кабельная часть штепсельного разъема в упаковке.	I	
	Комплект устройств для подключения входных сигналов в упаковке.	I	
	Паспорт.	I	
	Техническое описание и инструкция по эксплуатации	I	

Примечание. При отсутствии в заказе прибора ПРОТАР 130 количества пультов Ю-01 поставляется не менее 1 пульта на каждые 5 приборов, поставляемых в один адрес.

По желанию потребителей по отдельному заказу поставляются кабельные части штепсельных разъемов со жгутом (соединители). При формулировке заказа следует указать номер документа на соединитель: гЕЗ.208.626 (кабельная часть разъема РИ15-50).

II.2. Правила формулирования заказа

Обозначение прибора при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

- для модификации со встроенным пультом оператора:

"Прибор регулирующий программируемый микропроцессорный с автоматизированной настройкой параметров ПРОТАР 120 ТУ ЗИИ-0225542.072-91";

- для модификации с выносным пультом оператора при наличии пульта в комплекте поставки:

"Прибор регулирующий программируемый микропроцессорный с автоматизированной настройкой параметров ПРОТАР 130 в комплекте с пультом оператора Ю-01, ТУ ЗИИ-0225542.072-91";

- то же при отсутствии пульта в комплекте поставки:

"Прибор регулирующий программируемый микропроцессорный с автоматизированной настройкой параметров ПРОТАР 130, пульт оператора в комплекте поставки отсутствует, ТУ ЗИИ-0225542.072-91";

Примечание. При проектировании ТП на базе прибора ПРОТАР 130 рекомендуется устанавливать в спецификацию по 1 пульта оператора Ю-01 на каждые 5 приборов, поставляемых не менее 1 пульта.

12. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

12.1. На каждом приборе и (или) прикрепленной к нему документации указаны следующие данные:

товарный знак предприятия-изготовителя;

условное обозначение типа, модификации и конструктивных особенностей прибора;

порядковый номер прибора;

год (последние две цифры) и квартал изготовления.

12.2. Каждый прибор опломбирован клеймом ОТК в соответствии с нормативно-технической документацией.

Распломбирование и последующее повторное пломбирование приборов в течение гарантийного срока должно производиться только в присутствии представителя предприятия-изготовителя. В случае нарушения пломбы в течение гарантийного срока по вине потребителя прибор не подлежит гарантийному ремонту.

13. ТАРА И УПАКОВКА

Каждый прибор упакован в потребительскую тару (коробку из картона). Вместе с прибором укладывается паспорт, техническое описание и инструкция по эксплуатации, изделия, входящие в комплект поставки согласно разделу II.

Прибор, паспорт, техническое описание и инструкция по эксплуатации, изделия, входящие в комплект поставки, предварительно помещаются в герметически закрытые полиэтиленовые мешки.

Один или несколько приборов, упакованных в потребительскую тару, укладываются в транспортную тару (деревянный ящик).

Ящик выложен внутри упаковочной водонепроницаемой бумагой или другими равноценными материалами.

14. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

14.1. Все приборы отправляются с завода упакованными в деревянную тару. При получении ящиков с аппаратурой необходимо убедиться в полной сохранности тары. При наличии повреждений необходимо составить акт в установленном порядке и обратиться с рекламацией к транспортной организации.

14.2. Распаковку аппаратуры в зимнее время необходимо производить в отапливаемом помещении. Во избежание конденсации влаги на металлических деталях ящик следует открывать только после того, как аппаратура нагреется до температуры окружающей среды, т.е. через 8-10 часов после внесения ящика в помещение. Летом распаковку ящиков можно производить сразу по получении.

Распаковка производится в следующем порядке:

- 1) осторожно вскрыть ящик;
- 2) выбить деревянные клинья и перекладины, освободить содержи-

мое ящиков от упаковки и протереть приборы мягкой сухой тряпкой;

- 3) произвести наружный осмотр приборов;

завод принимает претензии по дефектам, обнаруженным при распаковке, в срок до 15 дней со времени получения аппаратуры;

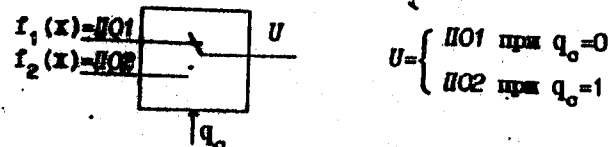
- 4) при отсутствии внешних дефектов проверить изделия в соответствии с сопроводительной документацией;

- 5) транспортировать прибор без упаковки следует с необходимыми мерами предосторожности во избежание повреждений прибора, хранения аппаратуры следует в сухом, отапливаемом вентилируемом помещении с температурой воздуха от плюс 5 до плюс 40°C, при относительной влажности не более 80 %. Агрессивные примеси в окружающем воздухе должны отсутствовать.

*,** - номера шагов, на которые делается переход.

3.6. Переключение алгоритмов преобразования при изменении дискретного входа:

входа:



Программа: P40;01;P34;02;P41;U

3.7. Запоминание максимума (минимума) переменной с установкой начального значения при изменении дискретного входа:

$$U = \begin{cases} \max(\min)(P01) & \text{при } q_0 = 0 \\ U_0 & \text{при } q_0 = 1 \end{cases}$$

Программа: P40;01;P32(P33);U;P34;U0;P41;U

3.8. Вычисление числа выходов (с0) из нормального режима работы при форе (см. P39).

Программа: P59;=*;P40;c0;P25;U25;P41;c0;(*)...

* - номер шага, на который делается переход.

При каждом входе в нормальный режим работы: $c0 = c0_{k-1} + 1$,

где $c0_{k-1}$ - значение с0 перед последним выходом из нормального режима. Перед началом подсчета установить $c0 = 0$.

4. Логические преобразования.

4.1. Выборка при $q_0 = 1$; хранение при $q_0 = 0$.

q_0	0	1
$c0_n$	$c0_{n-1}$	c1

Программа: P40;c0;P34;c1;P41;c0
c1 - вход, c0 - выход.

4.2. Логическая память: запись по входу c1, сброс по входу c2 (аналог R-S триггера).

c1	0	0	1	1
c2	0	1	0	1
$c0_n$	$c0_{n-1}$	0	1	$c0_{n-1}$

Программа: P40;c1;P26;c2;P24;P55;=*;
P56;=*;P40;20;(**)P41;c0;(*)....;

*,** - номер шага, на который делается переход.

Примечание: за "0" принимается любое значение $c1(c2) < 0$, за "1" - любое значение $c1(c2)$, превышающее значение, принятое за "0".

5. Динамические преобразования.

5.1. Форсирующее звено.

$$\frac{U(p)}{U_0(p)} = \frac{(c1+1)t1 \cdot p + 1}{t1 \cdot p + 1}$$

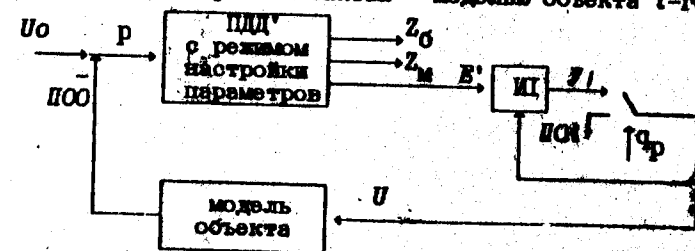
Программа: P40;U0;P49;t1;P27;c1;P25;U1;P41;U

5.2. Модель объекта i порядка ($i=1 \dots 8$):

$$\frac{U(p)}{U_0(p)} = \frac{c0}{(t1 \cdot p + 1)(t2 \cdot p + 1) \dots (ti \cdot p + 1)}$$

Программа: P40;U0;P27;c0;P47;t1;P47;t2;...P47;ti;P41;U

5.3. Модель системы регулирования ("тренажер"), состоящая из регулятора, охваченного обратной связью - моделью объекта i -го порядка:



Программа: P40;U0;P26;00;P41;P;P01;P11;P35;01;P41;U1;P41;U(...)*;
(P40;E;K28;c1;P25;02;P41;U...)**

(...)* - программа модели объекта (п.5.2, где первые две команды (P40;U) - исключаются).

(...)** - программа вывода сигнала рассогласования E на выход U (к самописцу или осциллографу), где c1=2, U02=50%

В ручном режиме $U1 = P01$; $U2 = c0 \cdot U1$. При $c1 > 0$ режим настройки параметров (см. P01).

6. Автоподстройка параметров.

6.1. Автоподстройка постоянной времени интегрирования в зависимости

ПРИМЕРЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРИБОРОВ ПРОТАР120, ПРОТАР130

1. Алгебраические операции.

$$1.1. U = c1 \frac{A+b}{d} + c2 \sqrt{100\% \cdot e} - h$$

Программа: F40;A;F28;d;F27;b;F27;c1;F41;19;F40;e;F23;F27;c2;F25;19;F26;
h;F41;U...

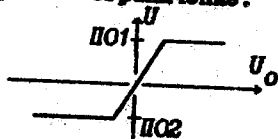
Здесь: $\Pi 19 = c1 \frac{A+b}{d}$

$$1.2. t1 = 16(\Pi 00 - d \frac{c2}{F2 \cdot p + 1})$$

Программа: F17;F26;00;F21;F41;t1. Множитель 16 - коэффициент перехода
размерности от процентов к секундам.

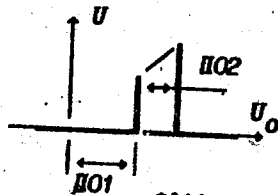
2. Нелинейные преобразования.

2.1. Двухстороннее ограничение.



Программа: F40;U0;F33;01;F32;02;
F41;U...

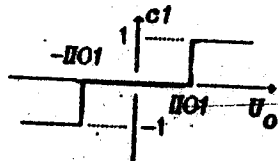
2.2



Программа: F40;U0;F41;U;F26;01;
F57;=;F26;02;F57;=;;(*)F40;
20;F41;U;(**)...

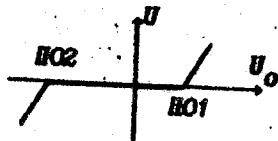
*,** - номера шагов, на которые делается переход.

2.3



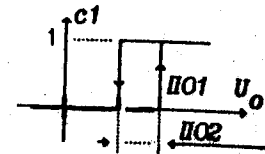
Программа: F40;U0;F22;F26;01;F30;
U0;F24;F41;01

2.4



Программа: F40;U0;F33;01;F32;02;
F21;F25;U0;F41;U

2.5



Программа: F40;U0;F26;01;F29;02;
F41;c1

Примечание: знак Π02 индицируется
согласно примечанию о знаке 12 д
F29 (п. 2.8.2).

3. Селектирование и переключение.

3.1. Селектирование максимальной (или минимальной) величины:

$$\Pi 00 = \max (\text{или } \min) [\Pi 01, \Pi 02, \Pi 03, \dots]$$

Программа: F40;01;F32(или F33);02;F32(или F33);03...F41;00

3.2

$$\Pi 00 = \begin{cases} \max[\Pi 01; \Pi 02] & \text{при } q_0 = 0; \\ \min[\Pi 01; \Pi 02] & \text{при } q_0 = 1. \end{cases}$$

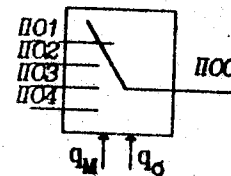
Программа: F40;01;F33;02;F41;00;F40;01;F32;02;F34;00;F41;00

3.3. Селектирование промежуточной из трех величин:

$$\min[\Pi 01; \Pi 02; \Pi 03] < \Pi 00 < \max[\Pi 01; \Pi 02; \Pi 03]$$

Программа: F40;01;F32;02;F41;00;F40;02;F32;03;F33;00;F41;00;F40;01;
F32;03;F33;00;F41;00

3.4. Коммутатор на четыре положения, управляемый дискретными сигналами:



q ₀	0	0	1	1
q ₁	0	1	0	1
Π00	Π01	Π02	Π03	Π04

Программа: F40;03;F36;04;F41;00;F40;01;F36;02;F37;00;F41;00

3.5. Переключение алгоритмов при изменении знака переменной:

$$\begin{aligned} f_1(x) &= \Pi 01 \\ f_2(x) &= \Pi 02 \end{aligned} \quad \Pi 00 = \begin{cases} \Pi 01 & \text{при } \Pi 03 > 0 \\ \Pi 02 & \text{при } \Pi 03 < 0 \end{cases}$$

Программа: F40;03;F56;=;F40;02;F54;=;;(*)F40;01;(**)F41;00

от сигнала А:

$$t1 = t7 + 16 \cdot A \cdot c7$$

Множитель 16 - коэффициент перехода размерности от процентов к секундам.

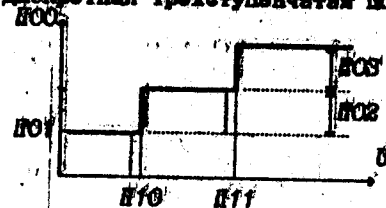
Программа: F40;A;F27;c7;F25;t7;F41;t1

6.2. Подстройка длительности импульсов в зависимости от величины расогласования:

$$\delta t = U_0 + c0 \cdot |E|$$

Программа: F40;E;F22;F27;c0;F25;U0;F41;δt

6.3. Дискретная трехступенчатая подстройка.



Программа: F40;U;F26;10;F30;c2;F25;01;F41;00;F40;U;F26;11;F30;03;F25;00;F41;00

6.4. Формирование зоны нечувствительности в зависимости от производной сигнала рассогласования:

$$\delta = c1 \cdot \left| \frac{t \cdot \dot{E}}{t1 \cdot \dot{E} + 1} \right| + U_0$$

Программа: F40;E;F49;t1;F22;F27;c1;F25;U0;F41;δ

6.5. Автоподстройка коэффициента передачи в зависимости от производной сигнала А:

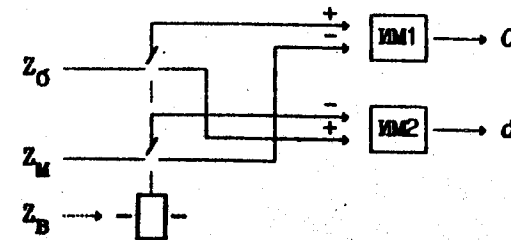
$$\delta1 = c0 \cdot \frac{1}{U_0 + \frac{t \cdot \dot{A}}{t1 \cdot \dot{A} + 1} + c1}$$

Здесь: U0; c0; c1 - константы; П19 - вспомогательная переменная.

Программа: F40;A;F28;U0;F49;t1;F22;F25;c1;F41;19;F40;c0;F28;19;F41;c1

7. Регулирование с синхронизацией хода двух ИМ.

7.1. Шаговая синхронизация хода двух ИМ.



К выходам Z_0, Z_M через перекидные контакты реле подключаются цепи управления ИМ1, ИМ2, причем реле управляется выходом Z_B .

C, d - сигналы датчиков положения ИМ1, ИМ2;

$J2$ - внутренний корректор (смещение разности $C-d$);

δ_J - зона возврата при переключении реле.

Примечание: Для ПРОТАР 130 используются в качестве перекидных контактов выходы Z_1 и Z_2 (соединяются клемм 26-27-38);

для ПРОТАР 120 внешнее реле подключается к клеммам 35-38.

Программа: ...F01;F40;C;F26;d;F41;J1

7.2. Последовательная синхронизация хода двух ИМ.

К выходам Z_0 и Z_M подключаются цепи управления ведущего ИМ, к выходам Z_B и Z_H - ведомого.

C, d - сигналы датчиков положения ИМ, ведущего, ведомого соответственно.

$(J2+L1)/2$ - внутренний корректор (смещение разности $C-d$);

$(J2-L1)$ - зона нечувствительности по каналу управления ведомым ИМ;

δ_J, δ_L - зоны возврата.

Примечание: Разность сигналов $C-d$ подается на вход трехпозиционного устройства, которое управляет ведомым ИМ.

Программа: ...F01;F40;C;F26;d;F41;J1;F41;L2

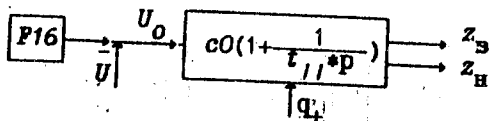
8. Регулирование.

8.1. Два канала регулирования.

Первый канал на основе F01 или F02 (A-сигнал):

Программа: F40;A;F41;P;F01(F02)

Второй канал (с импульсным выходом) на основе F12:



При $q_1=1$ (клеммы 5-6 замкнуты) - автоматический режим;
при $q_1=0$ (клеммы 5-6 разомкнуты) - режим ручного управления, изменение выхода при воздействии на переменную U_{11} .

$c1$ - масштабный коэффициент; $t11$ - постоянная фильтра входа A;

U - задание; $U0$ - рассогласование;

$c0$ - коэффициент передачи;

$t11$ - постоянная интегрирования;

$2 \cdot \Pi 00$ - зона нечувствительности;

длительность импульса - 0,32с;

$\Pi 01, \Pi 02, \Pi 03$ - вспомогательные регистры.

Программа: F40;20;F41;Y11;F16;F26;U;F41;U0;F22;F26;00;F30;U0;F27;

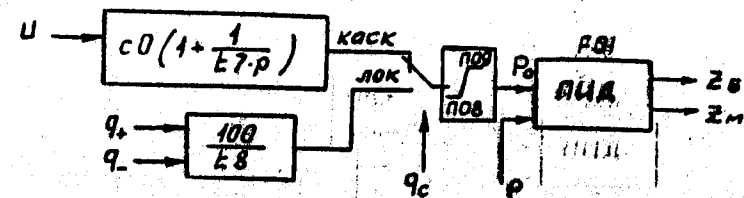
c0;F41;01;F26;02;F41;03;F40;01;F41;02;F12;F32;24;F33;23;F25;

12;F34;20;F15.

8.2. Каскадное регулирование.

Ведомый регулятор на основе F01

Ведущий регулятор и интегрирующий задачник построены на основе F18.



При $q_c=0$ - каскадный режим; при $q_c=1$ - локальный режим;
 P - вход ведомого регулятора;
 U - сигнал рассогласования ведущего регулятора;
 $R0$ - выходной сигнал ведущего регулятора - задание ведомого;

$c0, E7$ - параметры настройки ведущего регулятора;
 $\Pi 08, \Pi 09$ - нижний и верхний уровни ограничения $R0$;
 $E8$ - постоянная времени интегрирующего задачника в локальном режиме.

q_+, q_- - сигналы для управления интегрирующим задачиком в локальном режиме.

$\Pi 01, \Pi 02, \Pi 03$ - вспомогательные переменные.

Программа: F40; F25; F34; q_+ ; F41; q_- ; F40; E7; F34; E8;
F41; E11; F40; U; F27; c0; F41; $\Pi 01$; F26; $\Pi 02$; F41; $\Pi 03$; F41;
 $\Pi 01$; F41; $\Pi 02$; F34; $\Pi 01$; F41; $\Pi 07$; F18; F25; $\Pi 03$; F34; $R0$;
F41; $R0$; F01.

9. Применение алгоритма автоматизированной настройки параметров для настройки других звеньев системы регулирования.

9.1. Настройка двухконтурного регулятора температуры перегретого пара котлоагрегата.

9.1.1. Структурная схема и программа функционирования регулятора.

Структурная схема двухконтурного регулятора температуры перегретого пара котлоагрегата показана на рис.9.1.1 приложения I. Внешний контур регулятора работает по сигналу температуры перегретого пара E_1^0 , который масштабируется с коэффициентом $C1$ и демпфируется (фильтруется) с постоянной времени $T1$ (функция $F16$). Внутренний (быстродействующий) контур регулятора работает по сигналу температуры пара за впрыском E_2^0 , который дифференцируется с постоянной времени $C4, E4$ (функция $F19$). Регулятор работает по ПИ алгоритму с импульсным выходом и воздействует на расход воды для впрыска (функция $F11$ с отключенной дифференциальной составляющей).

Программа функционирования регулятора: $F19; F16; F25; П19; F41; P; F01$.

9.1.2. Настройка внутреннего (быстродействующего) контура.

Настройка рассматриваемого двухконтурного регулятора производится в два этапа с использованием одного и того же алгоритма автоматизированной настройки. На первом этапе настраивается внутренний (быстродействующий) контур. При этом действует программа функционирования, приведенная в п.9.1.1 настоящего приложения, причем внешний контур отключается путем установки коэффициента $C1 = 0$, а дифференциатор переводит в режим пропорционального звена с единичным усилением путем установки параметров $C4 = 1; E4 = 9999$. Процесс автоматизированной настройки осуществляется согласно п.7.4 ТО. Полученные величины оптимальных настроек регулятора $C1_{опт}, E1_{опт}$ необходи-

мо записать для использования на следующих этапах настройки. По окончании процесса автоматизированной настройки внутреннего контура следует восстановить исходные значения параметров фильтра $C1, E1$.

9.1.3. Настройка внешнего контура

Для настройки внешнего контура необходимо определить оптимальные величины параметров $C4, E4$ дифференциатора. При этом используется алгоритм автоматизированной настройки, входящий в состав функции FQ . Предварительно в приборе необходимо временно изменить программу функционирования следующим образом:

$F16; F41; P; F01; F40; П20; F41; Y_{II}; F40; П25; F26; E1; F41; C4; F40; E1; F41; E4; F40; П25; F41; Y_{II}; F40; E1; F41; E3; F19; F46; E3; F41; П18; F40; C4; F56; = * ; F40; E; F54; = ** ; (*) F42; П10; (**) F35; E; F25; П18; F41; U; F27; C0; F41; П01; F26; П02; F41; П03; F40; П01; F41; П02; F12; F32; П24; F33; П23; F25; П03; F35; П20; F41; E1;$

где * ; ** - номера шагов программы, на которые делается переход.

Структура регулятора, соответствующая приведенной выше программе, показана на рис.9.1.2 настоящего приложения. ПИ регулятор впрыска набран программно на основе функции $F12$ (см.п.8.1 настоящего приложения), при этом зона нечувствительности не формируется, а выход регулятора засылается на вход E' ШИМ, благодаря чему задействуется выход Z_E/Z_M . Доступ к выходу алгоритма автоматизированной настройки с помощью косвенной адресации, помещенной в регистр переменной обеспечивается служебной функцией $F42$ - вызов переменной, стоящей в программе непосредственно после функции. Для вызова выхода алгоритма в регистр косвенной адресации П10 записывается число 2.760.

В качестве параметров настройки ПИ регулятора впрыска устанавливаются оптимальные настройки, полученные в п.9.1.2 настоящего приложения: $C0 = C1_{опт}; E11 = E1_{опт}$. Процесс автоматизированной настройки осуществляется согласно п.7.4 ТО. Оптимальные параметры на-

стройки дифференциатора C_{4opt}, E_{4opt} в процессе автоматизированной настройки вычисляются и устанавливаются автоматически как функции параметров $F01$.

9.1.4. Окончательная настройка регулятора.

По завершении процесса автоматизированной настройки внешнего контура необходимо вновь набрать исходную программу (п.9.1.1 настоящего приложения) и установить полученные в п.9.1.2 оптимальные параметры настройки регулятора впрыска $C1_{opt}, E1_{opt}$. Автоматически установленные при выполнении п.9.1.3 оптимальные параметры настройки дифференциатора $C4_{opt}, E4_{opt}$ оставить неизменными.

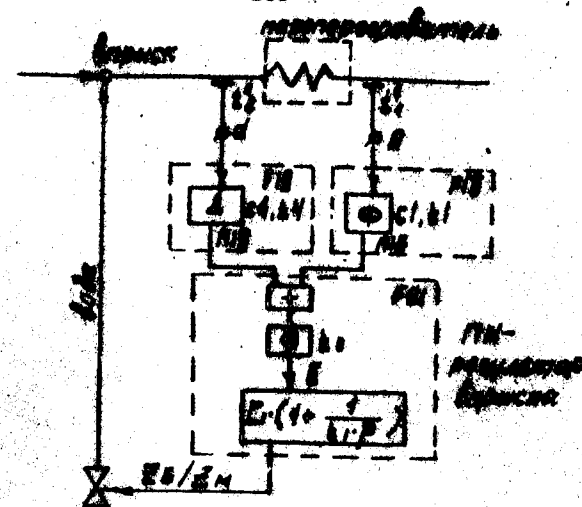


Рис. 9.1.1. Структурная схема автоматического регулятора температуры пара котлоагрегата

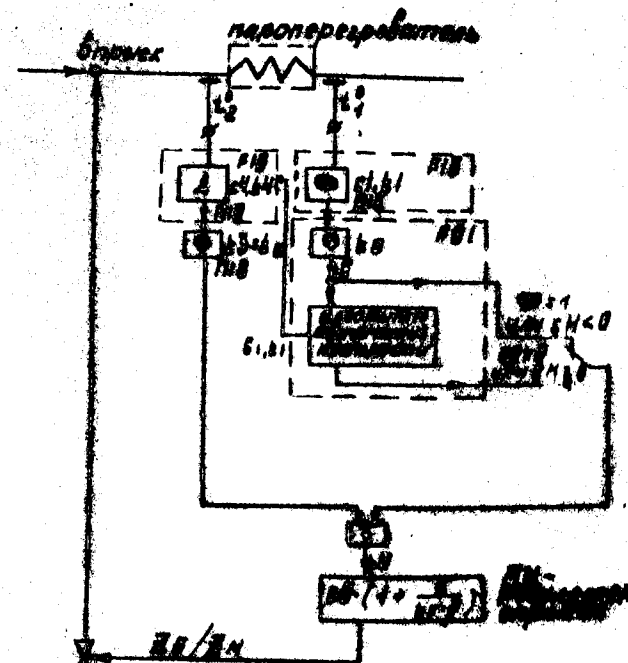


Рис. 9.1.2. Структурная схема регулятора температуры пара котла при плавном изменении