

- 2 -
СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
 2. Назначение
 3. Технические данные
 4. Устройство и работа приборов
 5. Схемы подключения. Размещение и монтаж
 6. Программирование приборов
 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 устранении
 11. Комплектность
 12. Маркировка и пломбирование
 13. Тара и упаковка
 14. Правила транспортирования и хранения
- Приложение 1. Примеры прикладных программ
- Приложение 2 - оформлено отдельным альбомом, прилагаемым к ТО
- Содержание приложения 2
- Приложение 2.1 (лист 1, 2). Режимы работы цифрового дисплея.
Органы настройки и управления.
- Рис. 1. Габаритные и установочные размеры приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102
- Рис. 2. Габаритные и установочные размеры приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112
- Рис. 3. Габаритные размеры пульта оператора ПО-01

- 3 -

- Рис. 4. Габаритные и установочные размеры БТ 05/2, БТ 20/2
- Рис. 5. Габаритные и установочные размеры НН 10/2
- Рис. 6.1. Конструкция блока приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 111
- Рис. 6.2. Конструкция блока приборов ПРОТАР 102, ПРОТАР 112
- Рис. 7. Схема электрическая принципиальная модуля резервного питания МРО1
- Рис. 8. Схема электрическая принципиальная устройств БТ 05/2, БТ 20/2
- Рис. 9. Схема электрическая принципиальная устройств НН 10/2
- Рис. 10. Функциональная схема приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102
- Рис. 11. Функциональная схема приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112
- Рис. 12. Функциональная схема жесткой структуры
- Рис. 13. Схема подключения прибора
- Приложение 2.2. Рекомендуемая форма для составления программы функционирования прибора
- Приложение 2.3. Рекомендуемая форма перечня используемых переменных
- Приложение 2.4. Блок-схема функциональной структуры (пример)
- Приложение 2.5. Программа и перечень переменных (пример)
- Приложение 2.6. Схема подключения (пример)
- Рис. 14. Схема проверки приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102
- Рис. 15. Схема проверки приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112
- Приложение 2.7. Перечень приборов и оборудования, необходимого для проверки приборов
- Приложение 2.8. Программа функционирования прибора при проверке технического состояния
- Приложение 2.9. Исходные значения параметров настройки
- Приложение 2.10. Таблица испытаний по п. 8.1.4.5
- Приложение 2.11. Таблица испытаний по п. 8.1.4.6

Приложение 2.12. Тест контроля выполняемых функций

Приложение 2.13. Перечень возможных неисправностей и методы их устранения

ВВЕДЕНИЕ

Приборы регулирующие программируемые микропроцессорные ПРОТАР 101, ПРОТАР III, ПРОТАР 102, ПРОТАР 112 (в дальнейшем - приборы), разработанные Московским заводом тепловой автоматики, являются дальнейшим развитием микропроцессорных приборов серии ПРОТАР.

Конструктивное исполнение и принципиальные схемы приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР III идентичны приборам соответственно ПРОТАР 100, ПРОТАР 110. Программное обеспечение приборов переработано и значительно усовершенствовано. Основные отличия приборов от модификаций ПРОТАР 100, ПРОТАР 110:

- более, чем в 1,5 раза увеличено количество функций, предоставляемых в распоряжение потребителя для программирования структуры (с 38 до 60);

- введение новых функций позволяет осуществлять одним шагом программирование: второго канала регулирования, корректирующего регулятора, программного задатчика, импульсатора, таймера, регулирования с переводом в режим настройки параметров, многократно используемых функций широтно-импульсного модулятора и двухпозиционного преобразователя с зоной возврата, условных и безусловных переходов и др.;

- уточнен список переменных, увеличен с 2 до 9 список констант, используемых при программировании;

- повышена точность цепочечных вычислений, в которых операции умножения и деления следуют друг за другом;

- расширен с 102,4 до 655,3% диапазон изменения пере-

ленной под знаком корня для операции извлечения квадратного корня.

Приборы ПРОТАР 102, ПРОТАР 112 имеют программное обеспечение идентичное приборам ПРОТАР 101, ПРОТАР 111, отличаюсь от последних внутренним конструктивным исполнением модулей и наличием дополнительного аналогового токового выхода 0-5; 0(4) - 20 мА. В остальном технические характеристики приборов ПРОТАР 102, ПРОТАР 112 совпадают с характеристиками приборов соответственно ПРОТАР 101 и ПРОТАР 111.

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 технологическими процессами в различных отраслях промышленности. Приборы используются в схемах стабилизации технологических параметров, программного, каскадного, много-связного регулирования с реализацией сложных алгоритмов обработки информации.

Приборы могут использоваться в режиме свободно программируемого потребителем алгоритма или в режиме жесткой структуры, сформированной изготовителем и пригодной для решения наиболее распространенных задач, выполняемых в настоящее время блоками комплекса "КАСКАД 2" и аналогичных комплексов.

Многофункциональность и свободная программируемость приборов позволяют не только заменить несколько (в среднем 4-6 в различных сочетаниях) приборов комплекса "КАСКАД 2" на один прибор ПРОТАР, но и во многих случаях существенно усовершенствовать алгоритмы управления по сравнению с используемыми сегодня. Приборы имеют высокую точность установок и воспроизводимость параметров настройки.

Приборы ориентированы на работу в комплекте с серийно выпускаемыми датчиками технологических параметров с выходными сигналами постоянного тока или напряжения. Прибор управляет исполнительным устройством, рассчитанным на управление импульсным или аналоговым сигналом. Имеется возможность реализации на базе одного прибора двухканального или каскадного регуляторов.

Связь приборов с другими устройствами системы автоматического управления (в том числе с УВМ) 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 | 0,1 |
| частота, Гц, не более | 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 | 1 |
| 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 запрета $\overline{Q_2}$ и блокировка 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 $Z_B, Z_M, Z_{отк}$;

- 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 I01, ПРОТАР I02) или дискретных выходных сигналов встроенных реле Z_1, Z_2 (ПРОТАР I11, ПРОТАР I12);

- светодиодная индикация установленного режима управления, функционирования импульсных выходов Z_B, Z_M и дискретных выходов Z_B, Z_M .

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 алгоритма жесткой структуры, включающего один из видов регулирования - ПИД, ПИ, ПД, П импульсное или аналоговое, двухпозиционное, трехпозиционное; интегрирование в цепи формирования задания; сигнализацию предельных отклонений верхнего и нижнего уровня; введение статической или динамической балансировки;
- переключение жесткой структуры на свободно программируемую и обратно с помощью дискретного сигнала Q_3 ;
- формирование внутреннего дискретного сигнала установленного режима управления Q_4 .

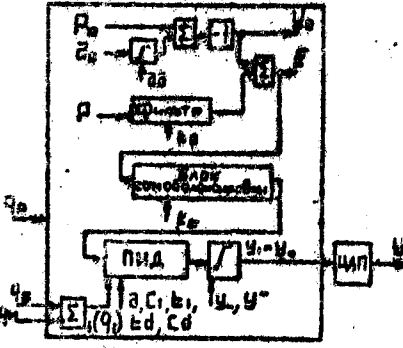
2.3.2. Функции, используемые при программировании структуры
2.3.2.1 Функции, используемые однократно

Таблица 1

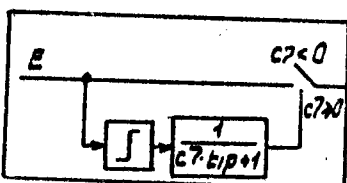
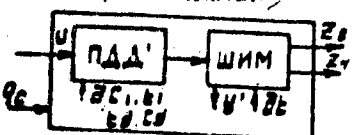
Шифр условных символов	Назначение выполняемых функций	Размер		Примечания
		X1	Y	
1	2	3	4	5
F00 □	Ввод-вывод информации, преобразование входных и выходных сигналов, диагностика отказов, фиксация конца программы. Выполняемые алгоритмы поясняются в соответствии с функциональной схемой прибора: 1. Аналого-цифровое 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_5, Q_M, Q_+ в цифровые q_1 и q_+ $q_1 = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} (q_5 - q_M) dt;$ $q_+ = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} (q_+ - q_-) dt.$ $T_0 = 0,32c$ - время цикла; время опроса сигналов q_5, q_M, q_+, q_- - 0,01c 3. Цифро-аналоговое преобразование (ЦАП) переменной Y в аналоговый сигнал Y. 4. Широтно-импульсное преобразование (ШИМ) переменной E' в скважность импульсов Q с установленной длительностью T_E и переменным значением паузы T_n: $Q = \frac{T_E}{T_E + T_n} = \frac{15 \cdot c \cdot p_1}{0,32c},$ где E'_{cp} - средняя за время периода величина; при $E' > 0$ формируется импульс на выходе Z_5, при $E' < 0$ - на выходе Z_M; Y' - выход сумматора ШИМ; 5. Цифро-дискретное преобразова-	используется	не используется	1. Функция F00 фиксирует конец вычислений в цикле и всегда применяется в качестве последнего шага программы с учетом возможных разветвлений при использовании функций F54-F59 2. При использовании F03 аппаратные выходы Z_5 и Z_M отключаются от компараторов 1 и 2.

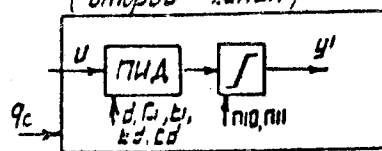
1	2	3	4	5
	ные переменных J_1, J_2 и L_1, L_2 в сигналы Z_B и Z_M соответственно с зонами возбуждения ΔJ и ΔL, реализованных на компараторах 1 и 2: $Z_B = \begin{cases} 0 & \text{при } J_1 < J_2 \text{ и } Z_B(n-1) = 0 \text{ или } J_1 < J_2 - \Delta J \text{ и } Z_B(n-1) = 1 \\ 1 & \text{при } J_1 > J_2 \text{ и } Z_B(n-1) = 0 \text{ или } J_1 > J_2 - \Delta J \text{ и } Z_B(n-1) = 1 \end{cases}$ $Z_M = \begin{cases} 0 & \text{при } L_1 < L_2 \text{ и } Z_M(n-1) = 0 \text{ или } L_1 < L_2 - \Delta L \text{ и } Z_M(n-1) = 1 \\ 1 & \text{при } L_1 > L_2 \text{ и } Z_M(n-1) = 0 \text{ или } L_1 > L_2 - \Delta L \text{ и } Z_M(n-1) = 1 \end{cases}$ где $Z_B(n-1)$; $Z_M(n-1)$ значения сигналов Z_B, Z_M в предыдущем цикле вычисления. 6. Диагностика отказов, определяющая состоящую сигнала $Z_{отк} = 1$ при отсутствии отказов и $Z_{отк} = 0$ при наличии любого из отказов. Выходы 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 заклинивание Е.02 - программируемый отказ (при использовании Е58); Е.01 - программируемый отказ (если переменная $G_a < 0$), при этом индикация сигналов, переменных и параметров настройки в цифровой форме.			

1	2	3	4	5
FOI PII	РЕГУЛИРОВАНИЕ ПИД ИМПУЛЬСНОЕ (ОСНОВНОЙ КАНАЛ) И ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛА РАССОГЛАСОВАНИЕ Е.			

1	2	3	4	5
	2в и 2м сигналами q_a и q_m соответственно. 3. Вычисление сигнала рассогласования E и введение задания U_0: $U_0 = P_0 + d_0, \text{ где } d_0 \leq d_0;$ $E = \frac{1}{E_0 \cdot T + 1} P - U_0.$ 4. Введение самобалансировки при переходе на ручной режим: - при $0 < E_c \leq 9999$ осуществляется динамическая балансировка, при этом после возврата на автоматический режим сигнал рассогласования восстанавливается со скоростью $100\% / E_c$; - при $E_c \geq 9999$ осуществляется статическая балансировка, при этом обеспечивается $E = 0$ за счет соответствующего изменения P_0; - при $E_c = 0$ блок самобалансировки отключается.			
FO2 RA1	Регулирование ПИД непрерывное (основной канал) и формирование сигнала рассогласования E.  U - аналоговый выход ПИД; $i(q_i)$ - выход сумматора q_a, q_m; P_0 - исходное задание; d_0 - статистическое задание; d_0 - предел статистического задания; U_0 - задание;	не используется	0% - Одновременно в FO2 не используется FO1, FO3, FO4, FO5, FI1.	

1	2	3	4	5
	P - эквивалентный параметр; E_0 - постоянная фильтра; E_c - постоянная компенсации; d - зона нечувствительности; C_1 - коэффициент пропорциональности; E_1 - постоянная интегрирования; E_d - постоянная дифференцирования; C_d - коэффициент дифференцирования; U_- - уровень ограничения мин; U_+ - уровень ограничения макс; U_1 - выход программного блока ПИД алгоритма; U - вход ЦАП ($U = U_1$); 1. В автоматическом режиме ($q_r = 0$ и $d \leq 0$) реализация алгоритма ПИД регулирования; $W(p) = C_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{E_1 \cdot p} + \frac{C_d \cdot E_d \cdot p}{E_c \cdot p + 1} \right);$ 2. Режим ручного управления при $q_r = 1$ управление выходом дискретными сигналами q_b, q_m: $U_i = U_1(0) + 1\% \int q_i dt$ где $U_1(0)$ - величина U_1 при $E = 0$; q_i - среднее за время цикла T_0 значение (q_b, q_m); 3. Установка выходной величины U_1 в режиме настройки параметров макпридора. 4. Ограничение выхода U_1 и пересылка его на вход ЦАП: $U_- \leq U_1 \leq U_+$ $U = U_1$ 5. Вычисление сигнала рассогласования E и введение задания U_0: $U_0 = P_0 + d_0, \text{ где } d_0 \leq d_0;$ $E = \frac{1}{E_0 \cdot T + 1} P - U_0.$ 6. Введение самобалансировки при переходе на ручной режим: - при $0 < E_c \leq 9999$ осуществляется динамическая балансировка, при этом после возврата на автоматический режим сигнал рассогласования восстанавливается			

1	2	3	4	5
	со скоростью 100%/Ес; - при Ес = 9999 осуществляется статическая дебалансировка, при этом обеспечивается Е=0 за счет соответствующего изменения Рв; - при Ес=0 блок самобалансировки отключается			
FD3 РИК	Регулирование ПИД импульсное с переводом регулятора в режим настройки параметров. То же, что FD1 при с7<0; дополнительно при с7≥0: 	используется	% в	1. Одновременно с FD3 не используются FD1, FD2, FD4 2. При дЕ=0 происходит программное отключение алгоритма 3. При с7:Ер+1 программно реализуется дЕ=0,1 4. Следует установить полярность зна-чение переменной U1.
FD4 РАК	Регулирование ПИД непрерывное с переводом регулятора в режим настройки параметров. То же, что FD2 при с7<0; дополнительно при с7≥0 включение двухпозиционного элемента и аperiodического звена (см. FD3)	используется	% У0	Одновременно с FD4 не используются FD1, FD2, FD3, FD5, F11
FD5 РА2	Регулирование ПИД импульсное (второй канал) 	используется	% Выход ПДД	1. Одновременно с FD5 не используются FD3, FD7, FD8, F13, сумматоры

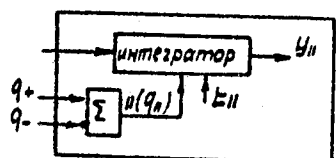
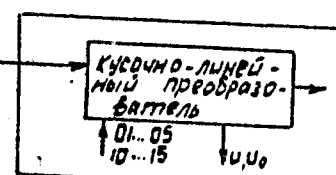
1	2	3	4	5
	U - рассогласование; д - зона нечувствительности; с1 - коэффициент пропорциональности; сi - постоянная интегрирования; сд - постоянная дифференцирования; У' - выход сумматора ШИМ; дЕ - длительность импульса; 1. в автоматическом режиме (с7=0 и дЕ>0) реализация алгоритма ПИД, регулирование совместно с им, управляемым выходами Зв и Зн; $W(p) = \frac{100(c)}{T_s} \cdot c_1 \left(1 + \frac{1}{sT_i} + \frac{sT_d}{sT_i + 1} \right)$ Тs - время полного перемещения ИМ, с 2. Режим ручного управления с7=1. 3. Пересылка входной переменной X1 в регистр рассогласования U.			1,2 (в том числе в составе F14, F15) не воздействуют на выходы Зв, Зн и могут использоваться в F42, F43 2. В режиме просмотра и настройки параметров перед д, с1, сi, сд, У', дЕ индицируются символ =, а в режиме просмотра и настройки структуры параметров индицируются как 00-25 соответственно. 3. При дЕ=0 происходит программное отключение алгоритма. При дЕ<0 программно реализуется дЕ=0,1
FD6 РА2	Регулирование ПИД непрерывное (второй канал) 	используется	% У1	1. Одновременно с FD6 не используются FD5, FD7, FD8, F13. 2. В режиме просмотра и настройки параметров перед д, с1, сi, сд, У', дЕ индицируются символ =, а в режиме просмотра и настройки структуры параметров индицируются

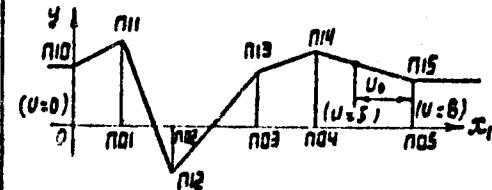
1	2	3	4	5
	1. В автоматическом режиме ($q_c = 0$ и $\Delta t > 0$) реализация алгоритма ПИД регулирования, ограничение выхода Y': $W(p) = G_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{G_1 \cdot p} + \frac{G_d \cdot \Delta t \cdot p}{G_d \cdot p + 1}\right);$ $\Pi 0 \leq Y' \leq \Pi 1$ 2. Режим ручного управления при $q_c = 1$ путем воздействия на Y' 3. Пересылка входной переменной X, в регистр рассогласования U.			сх. как 00-06 соответственно. 3. Применение аппаратного выхода Y' предусмотрено в программе после F06 записи шагов F41, Y', в этом случае одновременно не используются функции F02, F04, F05, F07; F08, F13 4. При $\Delta t = 0$ программа работает программно отключение выходного
F07 PK	КОРРЕКТИРУЮЩИЙ РЕГУЛЯТОР для каскадного регулирования совместно с подчиненным регулятором F01 или F02 U - рассогласование; Π - выход сумматора q_+, q_- (q_{Π}); $P_0 = Y''$ - выход интегратора; Δ - зона нечувствительности; G_1 - коэффициент передачи; Δt - постоянная интегрирования; G_d - постоянная дифференцирования; Δt - коэффициент дифференцирования; Y' - выход регулятора;	%	% Y' P0	1. Одновременно с F07 не используются F05, F06, F08, F10, F12, F13 2. В режиме просмотра и настройки параметров перед Δ, G_1, Δt, G_d, Y', Δt индицируется символ =, а в режиме просмотра и настройки структуры указанный параметр индицируется как 00-06 соответственно. 3. При $\Delta t = 0$ промежуток программно отключение выходного 3. Статическая балансировка

1	2	3	4	5
	E_{II} - постоянная интегрирования; $П07$ - вход интегратора; $П08$ - уровень ограничения мин; $П09$ - уровень ограничения макс; 1. В автоматическом (каскадном) режиме ($q_c = 0$) — реализация алгоритма ПИД регулирования с непрерывным выходом U, ограничение выхода и слежение выхода интегратора P_0 за выходом U': $U' = E_I \left(1 + \frac{1}{E_I T} + \frac{E_D E_D P}{E_D P + 1} \right);$ $П08 \leq U' \leq П09;$ $P_0 = U'$ 2. Режим локального управления при $q_c = 1$ с воздействием дискретного сигнала q_+, q_- на выходной сигнал интегратора P_0, ограничение выхода и слежение выхода регулятора U' за выходом P_0: $P_0 = \frac{1}{E_I} \int q_n (П07) dt + P_0(0),$ где q_n - среднее за время цикла T_0 значение $(q_+ - q_-)$; $P_0(0)$ - величина P_0 при $t = 0$. $П08 \leq P_0 \leq П09;$ $U' = P_0$ 3. Пересылка входной переменной x, в регистр рассогласования U.			подчиненного регулятора ($q_p = 1$) обесточивается при одновременной установке режима локального управления корректного регулятора ($q_c = 1$). При этом значение P_0 ограничивается установленными уровнями ограничения.
FOB $3П$	ЗАДАЧИК ПРОГРАММНЫЙ U - номер участка кусочно-линейной функции; II - выход сумматора q_+; q_- (q_n); E_{II} - постоянная интегрирования; U_n - текущее время от момента запуска программы; U_0 - время до достижения конечной точки участка; $п01...п05$ - координаты границ участков	не используется	$\%$	1. Одновременно с FOB не используются $FO5, FO6, FO7, FO8, FO9, FO10, FO11, FO12$. 2. Размерность U_n и U_0 при $q_n = 1$: секунды при $E_n = 0.32$ минуты при $E_n = 192$ часы при $E_n = 1152$. 3. При $U_0 > п05$ U_0 - время, прошедшее после окончания программы индицируется со знаком минус.

1	2	3	4	5																														
	по оси абсцисс U_n; Π_{10}, Π_{15} - координаты границ участка по оси ординат; Формирование сигнала программного задания U в виде кусочно-линейной функции времени: $U_n = U_n(0) + \frac{0,32(u)}{E_n} \int_0^t q_n dt,$ где q_n - среднее за время цикла T_0 значение ($q_+ - q_-$); $U_n(0)$ - величина U_n при $t=0$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>q_+</th><th>q_-</th><th>q_0</th><th>q_1</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>Возврат в обратную сторону</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>Вход в программный режим</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>Останов</td></tr> <tr> <td>n</td><td>n</td><td>1</td><td>n</td><td>Сброс ($U_n = 0$)</td></tr> </tbody> </table>	q_+	q_-	q_0	q_1	Алгоритм	0	0	0	0	Останов	0	1	0	-1	Возврат в обратную сторону	1	0	0	1	Вход в программный режим	1	1	0	0	Останов	n	n	1	n	Сброс ($U_n = 0$)		4. Номер участка индицируется первой цифрой после десятичной точки параметра U	
q_+	q_-	q_0	q_1	Алгоритм																														
0	0	0	0	Останов																														
0	1	0	-1	Возврат в обратную сторону																														
1	0	0	1	Вход в программный режим																														
1	1	0	0	Останов																														
n	n	1	n	Сброс ($U_n = 0$)																														
FD9 ИЧ	ИНТЕГРАТОР С УПРАВЛЕНИЕМ СИГНАЛАМИ q_5, q_m 1 - выход сумматора $q_5, q_m(q_1)$; U_- - уровень ограничения мин; U_+ - уровень ограничения макс; U_1 - выход интегратора; E_5 - постоянная интегрирования; Π_{12} - вход интегратора Интегрирование с ограничением выхода $U_1 = U_1(0) + \frac{1}{E_5} \int_0^t q_1(\Pi_{12}) dt,$ где q_1 - среднее за время цикла T_0 значение ($q_5 - q_m$); $U_1(0)$ - величина U_1 при $t=0$. $U_- \leq U_1 \leq U_+$	не используется	% U_1	1. Одновременно с FD9 не используются FD2, FD4, F11. 2. Рекомендуется использовать одновременно с FD5, FD6 для формирования задания или одной из его составляющих																														

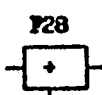
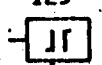
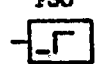
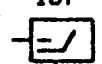
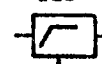
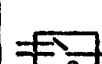
1	2	3	4	5
F10 ИР	ИНТЕГРАТОР ЗАДАНИЯ С УПРАВЛЕНИЕМ СИГНАЛАМИ q_+, q_- 11 - выход сумматора $q_+, q_-(q_1)$; $U_1 = P_0$ - выход интегратора задания; E_{11} - постоянная интегрирования; Π_{07} - вход интегратора задания; U_- - уровень ограничения мин; U_+ - уровень ограничения макс; 1. Интегрирование с ограничением выхода U_1, пересылка U_1 на выход интегратора задания: $U_1 = U_1(0) + \frac{1}{E_{11}} \int_0^t q_{11}(\Pi_{07}) dt;$ где $U_1(0)$ - величина U_1 при $t=0$; $U_- \leq U_1 \leq U_+$ q_{11} - среднее за время цикла T_0 значение ($q_+ - q_-$); 2. Слежение U_1 за величиной P_0: $U_1 = P_0$ Установка начальных условий путем воздействия на U_1 или P_0 в режиме настройки параметров.	не используется	% $U_1 = P_0$	1. Одновременно с F10 не используются FD7, FD8, F12 2. Рекомендуется одновременно с F01-F04 для формирования составляющей задания P_0. При действии статической смотолапакси робки изменение P_0 ограничивается установленными уровнями ограничения.
F11 ИЧ	ИНТЕГРАТОР С УПРАВЛЕНИЕМ В РУЧНОМ РЕЖИМЕ СИГНАЛАМИ q_5, q_m 1 - выход сумматора $q_5, q_m(q_1)$; U_- - уровень ограничения мин; U_+ - уровень ограничения макс; U_1 - выход; 1. В автоматическом режиме ($q_p=0$) интегрирование непрерывного входа X_1 с постоянной времени, равной времени цикла $T_0 = 0,32c$	не используется	% U_1	1. Одновременно с F11 не используются FD2, FD4, FD8

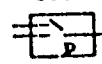
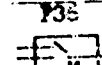
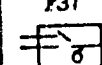
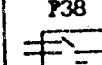
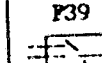
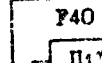
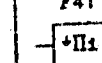
1	2	3	4	5
	$y_1 = y_1(0) + \frac{1}{T_0} \int_0^t x_1 dt,$ где $y_1(0)$ - величина y_1 при $t=0$; 2. В ручном режиме ($q_p = 1$) управление выходом с помощью сигналов q_5, q_m; $y_1 = 1 \left[\frac{q_5}{T_0} \right] \int_0^t q_5 dt + y_1(0)$ где q_1 - среднее за время цикла T_0 значение ($q_5 - q_m$) 3. Ограничение выхода: $y_1 \leq y_1^+ \leq y_1^-$			
F12 [ИИ]	ИНТЕГРАТОР С УПРАВЛЕНИЕМ СИГНАЛАМИ q_+, q_-  y_{11} - выход сумматора q_+, q_- (q_{11}); 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_+ - среднее за время цикла T_0 значение (q_+ - q_-).	%	%	Одновременно с F12 не используются F07, F08, F10.
F13 [КА]	КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ  u - номер участка; u_0 - расстояние до конца участка; $по1...по5$ - координаты границ участков по оси абсцисс; $по1...по5$ - координаты границ участков по оси ординат.	%	%	1. Одновременно с F13 не используются F05, F06, F07, F08. 2. При $x_1 > по5$ u_0 - расстояние от конечной ординаты по5 (индицируется со знаком минус) 3. Номер участка индицируется перед вычислением точки

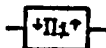
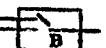
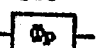
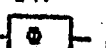
1	2	3	4	5
	ФОРМИРОВАНИЕ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ ФУНКЦИИ, ЗАДАННОЙ КООРДИНАТАМИ ГРАНИЦ УЧАСТКОВ 			параметра u .
F14 [ДИ]	ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДВУХПОЗИЦИОННОЕ (ИМПУЛЬСАТОР) Преобразование входного сигнала $x_1 > 0$ в скважность Q импульсов на выходе компаратора 1 (аппаратный выход Z_1): $Q = \frac{t_{11}}{t_{11} + t_{12}} = \frac{x_{1cp}}{J2};$ где длительность импульса $t_{11} = \frac{0,32c}{J2} \cdot \frac{dJ}{1-d}$ длительность паузы: $t_{12} = \frac{0,32c}{J2} \cdot \frac{dJ}{d}$ x_{1cp} - среднее за время периода значение входного сигнала. Параметры настройки: $J2$ - установка коэффициента пропорциональности; dJ - установка длительности импульса.	%	не используется	1. Одновременно с F14 не используется F15. 2. При однократном использовании F05 аппаратный выход Z_1 отключается от компаратора 1 и F14 может работать с выходом на функцию F44. 3. t_{11} и t_{12} кратны 0,32с 4. $J1$ - 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_1), при $x_1 < 0$ на выходе компаратора 2 (аппаратный выход Z_2): $Q = \frac{t_{11} + t_{12}}{t_{11} + t_{12}} = \frac{ x_{1cp} }{J2}$ где длительность импульса $t_{11} = \frac{0,32c}{J2}$ длительность паузы: $t_{12} = \frac{0,32c}{J2}$ x_{1cp} - среднее за время периода значение входного сигнала x_1	%	не используется	1. Одновременно с F15 не используется F14. 2. При однократном использовании F05 аппаратные выходы Z_1, Z_2 отсоединяются от компараторов 1, 2 и F15 может работать с выходом на функции F44, F45. 3. Программно устанавливаются

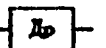
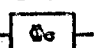
1	2	3	4	5
				$p=0,32; L1=-0,32,$ $\partial_1=\partial_2=0,$ 4 ϵ_1 и ϵ_2 кратны 0,32с 5 $J1=L2$ -выход сумматора ШИМ
F16 $f(a)$	МАСШТАБИРОВАНИЕ И ДЕМПИРОВАНИЕ СИГНАЛА А: $y = \pi16 = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_1 \cdot p + 1} \cdot A;$ А - вход; ϵ_1 - масштабный коэффициент; ϵ_1 - постоянная времени; $\pi16$ - выход;	не используется	%	
F17 $f(b)$	МАСШТАБИРОВАНИЕ И ДЕМПИРОВАНИЕ СИГНАЛА В: $y = \pi17 = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_2 \cdot p + 1} \cdot b;$ В - вход; ϵ_2 - масштабный коэффициент; ϵ_2 - постоянная времени; $\pi17$ - выход;	не используется	%	
F18 $f(c)$	МАСШТАБИРОВАНИЕ, ДЕМПИРОВАНИЕ И СТРОБИРОВАНИЕ (ВЫБОРКА-ХРАНЕНИЕ) СИГНАЛА С: $y = \pi18 = \begin{cases} \frac{\epsilon_3}{\epsilon_3 \cdot p + 1} \cdot c & \text{при } q_c = 0 \\ y_{n-1} & \text{при } q_c = 1, \end{cases}$ где y_{n-1} - значение y в предыдущем цикле вычисления; С - вход; ϵ_3 - масштабный коэффициент; ϵ_3 - постоянная времени; $\pi18$ - выход;	не используется	%	
F19 $f(d)$	ДЕФЕРЕНЦИРОВАНИЕ И МАСШТАБИРОВАНИЕ СИГНАЛА D: $y = \pi19 = \frac{\epsilon_4 \cdot \epsilon_4 \cdot p}{\epsilon_4 \cdot p + 1} \cdot d;$ d - вход; ϵ_4 - масштабный коэффициент; ϵ_4 - постоянная времени; $\pi19$ - выход	не используется	%	

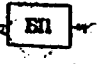
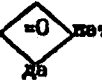
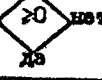
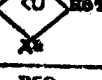
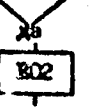
ЦИФР УСЛОВНЫЙ СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЙ	РАЗМЕРНОСТЬ			ПРИМЕЧАНИЕ
		X1	X2	Y	
1	2	3	4	5	6
F20 	Исключение операции $y = x1$	■	П О Р Е М Е Н Н А Я О Т С У Т С Т В У Е Т	■	
F21 	Инверсия $y = -x1$	■		■	
F22 	Выделение модуля $y = x1 $	■		■	
F23 	Извлечение квадратного корня $y = \text{sign } x1 \cdot \sqrt{100 \cdot x1 }$	%		%	
F24 	Выделение знака числа $y = \begin{cases} 0 & \text{при } x1=0 \\ (\text{sign } x1) \cdot 1 & \text{при } x1 \neq 0 \end{cases}$	■		-	
F25 	Сложение $y = x1 + x2$	■	■	■	
F26 	Вычитание $y = x1 - x2$	■	■	■	
F27 	Умножение $y = x1 \cdot x2$	■	-	■	
	Умножение $y = (x1 \cdot x2) / 5,12$	■	%	■	При размерности ■ в процентах $ x1 \cdot x2 \leq 355$

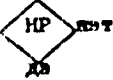
1	2	3	4	5	6
 F28	Деление $y = \frac{x_1}{x_2}$	■	-	■	
	Деление $y = 5,12 \frac{x_1}{x_2}$	■	%	■	
 F29	Двухпозиционное преобразование о зовой возврата $ x_2 $ $y_n = \begin{cases} 0 & \text{при } y(n-1)=0; x_1 < 0 \text{ или} \\ & y(n-1)=1; x_1 < - x_2 \\ 1 & \text{при } y(n-1)=0; x_1 > 0 \text{ или} \\ & y(n-1)=1; x_1 > x_2 \end{cases}$	■	■	-	Знак x_2 программы устанавливается и выдается положительным при $y=0$ и отрицательным при $y=1$; $n-1$ и n - обозна- ченные предыдущего и текущего цикла.
 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_0 $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_0=0 \\ x_2 & \text{при } q_0=1 \end{cases}$	■	■	■	

1	2	3	4	5	6
 F35	Переключение при изменении сигнала q_r $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_r=0 \\ x_2 & \text{при } q_r=1 \end{cases}$ в первом цик- ле после включения прибора	■	■	■	$q_r=0$ - автомати- ческое управление $q_r=1$ - ручное управление
 F36	Переключение при изменении сигнала q_m $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_m=1 \\ x_2 & \text{при } q_m=0 \end{cases}$	■	■	■	
 F37	Переключение при изменении сигнала q_6 $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } q_6=0 \\ x_2 & \text{при } q_6=1 \end{cases}$	■	■	■	
 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 после- дующего вычисления $y = x_2$	■	■	■	Π_1 -символ x_2 ; x_1 не используется
 F41	Пересылка и запоминание резуль- тата вычисления $y = x_2, \text{ где } \begin{cases} x_1 & \text{при } x_2 \min < x_1 < x_2 \max \\ x_2 = x_2 \min & \text{при } x_1 < x_2 \min \\ x_2 = x_2 \max & \text{при } x_1 > x_2 \max \end{cases}$	■	■	■	Π_1 -символ x_2 ; x_1 пересылается и запоминается в x_2 ; $x_2 \min$ и $x_2 \max$ - пре- дельные значения диапазона измене- ния переменной Π_1

1	2	3	4	5	6
P42 	Запоминание результата вычисления в текущем цикле и вызов результата вычисления в предыдущем цикле $y = z2(n-1);$ $z2(n) = \begin{cases} x1 & \text{при } z2min < x1 < z2max \\ z2min & \text{при } x1 < z2min \\ z2max & \text{при } x1 > z2max \end{cases}$	ш	ш	ш	П1- символ z2; n-1 и n - обозначение предыдущего и текущего цикла; z2min и z2max - граничные значения диапазона изменения переменной П1.
P43 	Переключение при появлении входного сигнала Zотк вида E02 $y = \begin{cases} x1 & \text{при отсутствии Zотк вида E02} \\ z2 & \text{при Zотк вида E02} \end{cases}$	ш	ш	ш	Условия появления сигнала Zотк вида E02 см. P58
P44 	Переключение при изменении выходного сигнала компаратора 1. $y = \begin{cases} x1 & \text{в исходном состоянии} \\ z2 & \text{при срабатывании компаратора 1.} \end{cases}$	ш	ш	ш	При одновременном использовании P05 выход Zв отключается от выхода компаратора 1.
P45 	Переключение при изменении выходного сигнала компаратора 2. $y = \begin{cases} x1 & \text{в исходном состоянии} \\ z2 & \text{при срабатывании компаратора 2.} \end{cases}$	ш	ш	ш	При одновременном использовании P05 выход Zв отключается от выхода компаратора 2.
P46 	Аперриодическое преобразование с управлением сигналом Qp $z2 = t1$ $y = \begin{cases} \frac{1}{t1+p+1} \cdot x1 & \text{при } Qp=0 \\ x1 & \text{при } Qp=1 \text{ и в первом цикле после включения прибора} \end{cases}$	ш	с	ш	$y=0$ при $t1=9999$ и $Qp=0$
P47 	Аперриодическое преобразование $z2 = t1;$ $y = \frac{1}{t1+p+1} \cdot x1$	ш	с	ш	$y=0$ при $t1=9999$

1	2	3	4	5	6
P48 	Дифференцирование с управлением сигналом Qp $z2 = t1$ $y = \begin{cases} \frac{t1-p}{t1+p+1} \cdot x1 & \text{при } Qp=0 \\ 0 & \text{при } Qp=1 \text{ и в первом цикле после включения прибора} \end{cases}$	ш	с	ш	$y=x1$ при $t1=9999$ и $Qp=0$
P49 	Дифференцирование $z2 = t1$ $y = \frac{t1-p}{t1+p+1} \cdot x1$	ш	с	ш	$y=x1$ при $t1=9999$
P50 	Аперриодическое преобразование с управлением сигналом Qc $z2 = t1$ $y = \begin{cases} \frac{1}{t1+p+1} \cdot x1 & \text{при } Qc=0 \\ x1 & \text{при } Qc=1 \text{ и в первом цикле после включения прибора} \end{cases}$	ш	с	ш	$y=0$ при $t1=9999$ и $Qc=0$
P51 	Интегрирование $z2 = t1$ $y = \begin{cases} \frac{1}{t1-p} \cdot x1 & \text{при } 0 < t1 < 9999 \\ x1 & \text{при } t1=0 \end{cases}$	ш	с	ш	$y=0$ при $t1=9999$
P52 	Широтно-импульсное преобразование $z2 = t1$ $y = \begin{cases} 1 & \text{при импульсе} \\ 0 & \text{при паузе} \end{cases}$ длительность импульса: $t_{им} = \frac{x1}{100\%} \cdot t1;$ период следования импульсов: $t1$	ш	с	-	1. $y=0$ при $x1 < 0$ 2. $t1$ кратно 0,32с 3. минимальное значение $t_{им}=0,32с$

1	2	3	4	5	6
F53 	Таймер $z = t_1$ $y = \begin{cases} 1 & \text{при импульсе} \\ 0 & \text{при паузе} \end{cases}$ длительность импульса: t_1 ; условие формирования начала импульса (запуска): $z_1(n-1) < 0$ и $z_1(n) > 0$	■	с	-	$n-1$ и n - обозначение предыдущего и текущего цикла; если во время импульса условия запуска повторяются, отсчет t_1 начинается заново ("перезапуск").
F54 	Безусловный переход $y = z_1$	■	шаг программы	■	1. Осуществляется переход к шагу программы, заданному в качестве z_2 (для условных переходов - при выполнении условия перехода). 2. В режиме просмотра и настройки структуры перед операндом z_2 индицируется символ "=".
F55 	Условный переход при $z_1 = 0$ $y = z_1$				3. Если условие перехода не удовлетворяется, выполняется шаг программы, записанный непосредственно после z_2 .
F56 	Условный переход при $z_1 > 0$ $y = z_1$				
F57 	Условный переход при $z_1 < 0$ $y = z_1$				
F58 	Условный переход при $z_1 < 0$ и формирование сигнала отказа E02 (при $z_1 > 0$ сигнал отказа снимается автоматически) $y = z_1$				

1	2	3	4	5	6
F59 	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 E04-E08.	■	шаг программы	■	см. примечания к F54-F58.

Примечания.

1. Переменная z_1 является результатом предыдущего вычисления при реализации программируемой структуры. Переменная z_2 используется для функций F25-F59 и записывается при программировании структуры следующим шагом после шифра функции. Результат вычисления y используется, в свою очередь, как переменная z_1 для следующей функции.

2. Обозначения ■; M1 представляют одну из размерностей:

- [%] - величина в процентах;
- [-] - безразмерная величина;
- [с] - величина в секундах;

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

$$z_1[\%] = 5,12 \cdot z_1[-] = z_1[c]/16;$$

$$z_1[-] = z_1[\%]/5,12 = z_1[c]/81,92;$$

$$z_1[c] = 16 \cdot z_1[\%] = 81,92 \cdot z_1[-].$$

Для параметра δt (длительность импульсов в секундах):

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

3. В качестве постоянной времени t_1 для F46-F53 выбирается один из параметров t_1-t_8 , причем каждый из них при программировании структуры записывается однократно как переменная z_2 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 алгоритмы 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 по введенному в программу алгоритму вычислений;
- автоматическая перестройка выполняемой структуры.

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 IOI	Встроенный		42 184I 8024
ПРОТАР III	Выносной	имеется	42 184I 8034
		отсутствует	42 184I 8035
ПРОТАР IO2	Встроенный		42 184I 8044
ПРОТАР I12	Выносной	имеется	42 184I 8057
		отсутствует	42 184I 8058

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
<i>A</i> <i>b</i> <i>c</i> <i>d</i>	по выбору: 0-5 мА 0(4)-20 мА 0-10 В 0-2 В	через BT05/2 через BT20/2 через BN10/2 непосредственно	400 ± 10 100 ± 3 $(20 \pm 4) \cdot 10^3$ $> 100 \cdot 10^3$	1. Сигналы изолированы гальванически друг от друга и от других цепей 2. Резистивные шунты BT и делители BN прилагаются к прибору (см.раздел II)
<i>E</i>	0-10 В	непосредств.	$\geq 100 \cdot 10^3$	
<i>h</i>	0-1 В	непосредств.	$\geq 100 \cdot 10^3$	

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

Обозначение	Назначение	Примечания
q_B q_M	1.Вычисление q_1 . 2.Дистанционное управление выходами y_1, y_2 в ручном режиме (F02; F04). 3.Управление интегратором (F09; F11). 4. Переключение при изменении $q_B(F37) \leftrightarrow q_M(F38)$.	1. q_1 - 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_{11} . 2.Управления интегратором (F07; F08; F10; F12). 3. Переключение при изменении $q_+(F39) \leftrightarrow q_-(F38)$.	1. Сигналы изолированы гальванически от остальных цепей. 2. q_{11} - средняя за цикл величина разности $q_+ - q_-$; диапазон изменения от -1 до 1; дискретность 1/32
q_c	1.Переключение режимов управления для F05; F06; F07; F50. 2.Сброс программного задатчика (F08). 3.Переключение при изменении $q_c(F34)$. 4.Стробирование (выборка - хранение) сигнала (F18).	
q_s	Установка жесткой структуры при $q_s = 1$ и свободно программируемой при $q_s = 0$	
q_{Δ} q_{∇}	Дистанционное управление нагрузкой выходов Z_B и Z_M в ручном режиме (для ПРОТАР III, ПРОТАР II2 воздействие формируется только при	Аналогичное воздействие осуществляется кнопками " Δ " и " ∇ " пульта оператора

Продолжение таблицы

Обозначение	Назначение	Примечания
Q_0	отключенном пульте оператора) Введение запрета управления нагрузкой по выходам $Z_6; Z_M; Z_{61}; Z_{M1}$ при $Q_0 = 1$	Запрет формируется аппаратными средствами
$Q_{ру}$ $Q_{ру}$ (ПРО-ТАР IOI, ПРО-ТАР IO2)	Установка после кратковременного воздействия сигнала $Q_{ру}=1$ ($Q_{ру}=1$) ручного (автоматического) режима управления для $F01; F02; F03; F04; F11; F46; F48; F00$ через встроенный дистанционный переключатель	Аналогичная установка осуществляется кнопками "  " и "  " пульта оператора
$Q_{вн}$ (ПРО-ТАР III, ПРОТАР II2)	1. Установка при отключенном пульте оператора режима управления для $F01; F02; F03; F04; F11; F46; F48; F00$: ручного при $Q_{вн}=1$; автоматического при $Q_{вн}=0$. 2. Управление индикаторами прибора "ID" ($Q_{вн}=0$); "ID" ($Q_{вн}=1$)	При подключенном пульте оператора установка режима управления осуществляется кнопками "  " и "  " пульта
Q_p (внутренний сигнал)	1. Сигнал режима управления для $F01; F02; F03; F04; F11; F46; F48; F00$. 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
Z_6 Z_M	1. Импульсный сигнал трехпозиционного широтно-импульсного модулятора (ШИМ) 2. То же для управления исполнительным механизмом ($F01; F03$).	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
Z_{61} Z_{M1}	Импульсный сигнал трехпозиционного ШИМ для динамической связи между приборами: $Z_{61}=Z_6$; $Z_{M1}=Z_M$ при $Q_p=0$ $Z_{61}=Z_{M1}=0$ при $Q_p=1$	Изменение состояния бесконтактного ключа (лог."0" - ключ разомкнут, лог."1" - ключ замкнут), коммутирующая способность 45 В; 0,05 А
Z_8 Z_H	1. Дискретные сигналы двух цифровых дискретных компараторов. 2. Импульсные сигналы ШИМ: двухпозиционного Z_8 ($F14$) и трехпозиционного Z_8, Z_H ($F15$) 3. То же для управления исполнительным механизмом ($F05$)	Те же, что для сигналов $Z_6; Z_M$. Светодиодная индикация сигналов
$Z_{отк}$	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	Те же, что для сигналов $Z_6; Z_M$. При нормальной работе ключ замкнут, при отказе ключ размыкается. Светодиодная индикация

Продолжение таблицы

Обозначение	Вид сигнала	Параметры
	программу алгоритму вычислений (при $G_0 < 0$ или $X_1 < 0$ для F58).	отказа (ПРОТАР III, ПРОТАР II2)
Z (ПРОТАР IOI, ПРОТАР IO2)	Дискретный сигнал встроенного дистанционного переключателя режима управления для F01; F02; F03; F04; 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
Z1 Z2 (ПРОТАР III, ПРОТАР II2)	Дискретные сигналы двух встроенных реле. Каждое реле может быть соединено с одним из выходов Z ₆ ; Z ₇ ; Z ₈ ; Z ₉ ; Z ₁₀ ; Z ₁₁ ; Z ₁₂ ; Z ₁₃ через внутренний источник 24 В	Для каждого реле гальванически изолированная группа контактов на переключение постоянного или переменного (50-1100 Гц) тока $5 \cdot 10^{-6}$ - 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; F04)	Диапазон изменения 0-10 В; сопротивление нагрузки ≥ 2 кОм
Y ₂ (ПРОТАР IO2, ПРОТАР II2)	То же, что для сигнала Y ₁	Диапазон изменения по прибору: 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).

- Активная составляющая сопротивления суммарной нагрузки на сигналы 0; 24 В не менее 160 Ом.
- Аналоговые выходные сигналы Y_1, Y_2 изменяются синхронно и индицируются на цифровом дисплее в процентах как переменная Y .

3.7. Диапазоны изменения 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. Погрешности аналого-цифрового преобразования не превышают ±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 съёмными батареями из двух сухих элементов каждый. Тип сухого элемента: СЦ-0,18-У2 ТУ 16-729.3/2-82.

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 цепей в зависимости от условий испытаний соответствует таблице.

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

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

3.15. Масса прибора не более:

2,6 кг - для приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102;

3,1 кг. - для приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 (вместе с пультом ПУ-01).

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

3.17 Переменные, параметры настройки приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 111, ПРОТАР 102, ПРОТАР 112

№ п/п	Символ	Назначение	Использование		Размерность	Диапазон изменения	
			в функции F00-F19	в жесткой структуре		мин.	макс.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	U	Переменная	F05; F06; F07; F08; F13	$U = \frac{h-U1}{U2-U1} \cdot 100\%$	%	-102.4	102.4
2	A	Вход X _A	F16	Вход X _A	%	-2.4	102.4
3	b	Вход X _b	F17	Вход X _b	%	-2.4	102.4
4	c	Вход X _c	F18	Вход X _c	%	-2.4	102.4
5	d	Вход X _d	F19	Вход X _d	%	-2.4	102.4
6	e	Вход X _e	—	Вход X _e	%	-2.4	102.4
7	h	Вход X _h	—	Вход X _h	%	-2.4	102.4
8	y	Выход Y	F02; F04	Выход Y	%	-2.4	102.4
9	I	Вход $(q_e) + (q_n) = q_i$	F02; F04; F09; E11	Вход $(q_e) + (q_n) = q_i$	—	-1	1
10	II	Вход $(q_i) + (q_n) = q_n$	F07; F08; F10; F12	Вход $(q_i) + (q_n) = q_n$	—	-1	1
11	E	Переменная	F01; F04	Расстояние обзора	%	-102.4	102.4
12	c0	Коэффициент	—	—	—	-127.9	127.9
13	c1	—	F16	Коэффициент при X _A	—	-10	10
14	c2	—	F17	Коэффициент при X _b	—	-10	10
15	c3	—	F18	Коэффициент при X _c	—	-10	10
16	c4	—	F19	Коэффициент при X _d	—	-10	10
17	c5	—	—	Коэффициент при X _e	—	-10	10
18	c6	—	—	—	—	-10	10
19	c7	—	F03; F04	—	—	-10	10
20	U1	Переменная	F03; F04	$U1 = h$ при $U=0\%$	—	-655	655.3
21	U2	—	—	$U2 = h$ при $U=100\%$	—	-655	655.3

1	2	3	4	5	6	7	8
65	06	Переменная	—	П06=U2-U1	%	-655	655.3
	07	Длительность импульса F05	F05:F07	—	с	0	2.54
66	07	Переменная	F07; F10	Вход инт задания	%	-655	655.3
67	08	—	F07; F10	П08=P0 мин	%	-655	655.3
68	09	—	F07; F10	П09=P0 макс	%	-655	655.3
69	10	—	F08; F08; F13	—	%	-655	655.3
70	11	—	F08; F08; F13	—	%	-655	655.3
71	12	—	F08; F09 F13	—	%	-655	655.3
72	13	—	F08; F13	—	%	-655	655.3
73	14	—	F08; F13	—	%	-655	655.3
74	15	—	F08; F13	—	%	-655	655.3
75	16	—	F16	f(A)	%	-655	655.3
76	17	—	F17	f(b)	%	-655	655.3
77	18	—	F18	f(c)	%	-655	655.3
78	19	—	F19	f(d)	%	-655	655.3

Дискретность установки (без учета разрешающей способности дисплея):

- для размерности „ % “ ... 0,02 ;
- для безразмерных величин ... 1/256 ;
- для размерности „ с “ ... 0,02 - для параметра дт, 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. Символы с обозначением „ = “ (переменные NN 59-65) высвечиваются только в режимах просмотра и настройки параметров (П, Н) при условии, если в программе записаны функции F05-F07. В остальных случаях высвечиваются символы 00-06.
3. Назначение переменных, используемых в функциях F08-F19, приведено в математическом описании соответствующей функции.

Константы

№ п/п	Символ	Размерность	Величина	Примечание
	20	%	0	1. Обозначения констант вызываются 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.
	21	%	100	
	22	%	-100	
	23	%	0,32	
	24	%	-0,32	
	25	—	1	
	26	—	-1	
	27	%	0,02	
		с	0,32	
		—	1/256	
	28	%	-0,02	2. Константы „27“ и „28“ представляют собой единицу младшего значащего разряда соответствующей полярности.
		с	-0,32	
		—	-1/256	

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРОВ

4.1. Конструкция.

Пары приборов ПРОТАР IOI и ПРОТАР III, ПРОТАР IO2 и ПРОТАР II2 имеют единую конструктивную базу, отличающуюся исполнением передних панелей (см. рис. I, 2 приложения 2).

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

Блок прибора (рис. 6.1, 6.2) состоит из шасси I, передней панели 2 и задней панели 3. На задней панели размещены (рис. I, 2): штепсельный разъем 4 с пятьюдесятью клеммами, к которым распаиваются внешние соединения прибора; модуль резервного питания 5 типа МР01 с двумя парами сухих элементов СН-0,18-У2 (см. рис. 7) и винт 6 для заземления прибора.

На шасси прибора 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 приборов ПРОТАР IOI, ПРОТАР IO2 размещен модуль дисплейный 8, объединяющий элементы встроенного пульта оператора.

На передней панели приборов ПРОТАР III, ПРОТАР II2 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.

В приборах ПРОТАР IO2, ПРОТАР II2 модули аналоговый и цифровой подключаются к другим элементам прибора с помощью штепсельных разъемов. В приборах ПРОТАР IOI, ПРОТАР III соединение указанных модулей с межмодульным жгутом осуществляется с помощью пайки.

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 ИИ IO/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 приборов ПРОТАР III, ПРОТАР II2 входит выносной пульт оператора типа ПО-01 (рис. 3), подключаемый к прибору с помощью гибкого плоского жгута, оканчивающегося вилок штепсельного разъема.

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

4.2. Органы настройки и контроля.

На передней панели приборов ПРОТАР IOI, ПРОТАР IO2 расположены:

8 - разрядный цифровой индикатор (цифровой дисплей);

кнопки "П.Н.", "C", "D", "A", служащие для переключения режимов работы дисплея, просмотра и настройки переменных, просмотра и программирования структуры прибора;

кнопки "O", "H", "A", "V", служащие для переключения режимов управления и для ручного управления импульсным выходом

Z6, ZM;

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

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

На передней панели приборов ПРОТАР III, ПРОТАР II2 расположены:

светодиодные индикаторы "□", "□", "△", "▽" назначение которых совпадает с назначением аналогичных индикаторов приборов ПРОТАР IOI, ПРОТАР IO2;

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

светодиодный индикатор отказа прибора.

На выносном пульте Ю-0I расположены:

8-разрядный цифровой индикатор (цифровой дисплей);

кнопки "П.Н.", "⏏", "▷", "◁", "○", "⏏", "△", "▽" и светодиодные индикаторы "○", "⏏", назначение которых совпадает с назначением аналогичных элементов приборов ПРОТАР IOI, ПРОТАР IO2.

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;

"Uоп" - 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_p .

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

4.3. Функциональная схема приборов ПРОТАР IOI, ПРОТАР IO2.

Функциональная схема приборов ПРОТАР IOI, ПРОТАР IO2 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 II 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 Y , 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 $F01, F02, F03, F04, F11, F46, F48, F00$ (в режиме автоматического управления $Q_p = 0$, в режиме ручного управления $Q_p = 1$).

Аппаратное устройство выдает 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 ($Z_B; Z_M; Z_{S1}; Z_{M1}; Z_B; Z_N; Z_{отк}$), встроенный источник напряжения постоянного пульсирующего тока (24 В), аппаратные средства переключения режима управления с автоматического () на ручное () и обратно, дистанционный переключатель режима управления и контактный дискретный выход Z , состояние которого определяется установленным режимом управления.

Приборы всех модификаций содержат аналоговый выход U_1 по напряжению (0-10 В). Приборы ПРОТАР 102, ПРОТАР 112 дополнительно содержат аналоговый выход U_2 по току (по выбору 0-5 мА, либо 0(4)-20 мА).

Выходные ключи $Z_M; Z_B$ и $Z_{M1}; Z_{B1}$ используются для организации двух импульсных выходов по трехпроводной схеме. Первый из них (ключи Z_M, Z_B) предназначен, в основном, для управления пусковым устройством исполнительного механизма при реализации ПИД-регулирования импульсного. Второй (ключи Z_{M1}, Z_{B1}) управляется в режиме автоматического управления синхронно с пер-

вым и предназначен для организации динамической связи между контурами регулирования. В режиме ручного управления указанные ключи разомкнуты и не управляются. Дискретный входной сигнал Q_p осуществляет запрет действия прибора по выходам $Z_N \dots Z_{S1}$ 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_N , 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 x 4) дисплей и 4 кнопочных замкатель для управления режимами работы дисплея, программирования прибора и настройки параметров ("П.Н.", "C"), ">", "<"). С помощью цифрового дисплея осуществляется программирование, просмотр 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 замкатель, служащих для переключения режимов управления ("O" - автоматическое;  - ручное) и для ручного управления ("Δ" - управление выходом Z_B ; "∇" - управление выходом Z_N).

Указанные органы воздействуют непосредственно на устройство вывода информации и их работа не зависит от работы вычислительного устройства. Все они задублированы соответствующими дис-

кретными входными сигналами ($q_{\Delta}, q_{\Delta}, q_{\Delta}, q_{\Delta}$), 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 ($\bigcirc$ - автоматическое; ∇ - ручное) и функционирования четырех выходных клемм ∇ - Z_H , Δ - Z_E в режиме $\bigcirc$; а также $\square$ - Z_E , $\square$ - Z_H .

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.

Предусмотрена возможность подключения внешнего источника резервного питания.

Программируемое цифровое вычислительное устройство обеспечивает работу прибора в режиме одной из двух структур: жесткой и свободно программируемой. Включение одного из указанных режимов осуществляется дискретным входным сигналом q_s . При $q_s = 0$ (клеммы входа разомкнуты) реализуется свободно программируемая структура. При $q_s = 1$ (клеммы входа замкнуты) включается жесткая структура, не требующая программирования (см. п.4.5). При этом вход в режим программирования не реализуется.

В режиме свободно программируемой структуры используется широкий набор функций F_i (см.п.2.3.2), среди которых имеются как сложные однократно используемые алгоритмические блоки (также, 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 дисплей 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 $F00$. Поскольку указанная функция является обязательной для любой программы, эти программные блоки являются частью любой запрограммированной структуры. Функционируют они и в составе жесткой структуры. Математическое описание указанных программных блоков см. п.2.3.2.

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

Широтно-импульсный модулятор (ШИМ) представляет собой интегратор с выходным сигналом y' и последовательно включенный трехпозиционный элемент, охватываемый жесткой обратной связью. В режиме автоматического управления ($q_p = 0$) ШИМ преобразует входной сигнал E' в последовательность импульсов, управляющих выходными клеммами $Z_H; Z_E; Z_{H1}; Z_{E1}$. В режиме ручного управления ($q_p = 1$) управление выходными клеммами прекращается, а величина y' обнуляется.

ШИМ задействован в функциях $F01, F03$. Если указанные функции не применены, ШИМ может использоваться в свободно программируемой структуре как самостоятельный элемент.

Компаратор I(2) сравнивает входной сигнал неинвертируемый J1(L1) с инвертируемым J2(L2) и изменяет состояние своего выхода в зависимости от соотношения этих сигналов. (см. п. 2.3.2). Если в структуре не задействована функция F05, то компараторы 1 и 2 управляют выходными ключами соответственно Z_1 и Z_H . В случае использования F05 выходные ключи Z_1, Z_H от компараторов 1, 2 отключаются, но компараторы продолжают воздействовать на программные ключи F44, F45.

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_0 и входного сигнала X_1 функции F58. При отсутствии отказов прибора, ошибок программы и инициализации, при $G_0 \geq 0$, $X_1 \geq 0$ (функция F58) выходной ключ $Z_{отк}$ замкнут, прибор работает нормально. При наличии отказа, ошибки программы или инициализации, а также при $G_0 < 0$ ключ $Z_{отк}$ размыкается, обнуляются импульсные выходы Z_1, Z_H, Z_{11}, Z_{H1} , запоминается и остается неизменным аналоговый выходной сигнал U . На цифровом дисплее периодически индицируется код отказа, содержащий символ E и двузначный шифр кода неисправности (см. описание F00 в п. 2.3.2). Для кодов E.04-E.08 дополнительно прекращается управление компараторами и обнуляются дискретные выходы Z_1, Z_H . Для кода E.02 (функция F58, $X_1 < 0$) производится только размыка-

ние ключа $Z_{отк}$ и индикация кода.

Снятие отказа производится после устранения его причины кнопкой пульта оператора (см. приложение 2.1). Отказ E.02 при $X_1 \geq 0$ (функция F58) снимается автоматически.

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 6 "НС" - см. приложение 2.1). При выходе из режима 6 "НС" автоматически замыкается ключ $Z_{отк}$ и восстанавливается управление.

4.4. Функциональная схема приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112.

Функциональная схема приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 представлена на рис. 11 приложения 2. Схема в основном совпадает с функциональной схемой приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102 описанной выше. Ниже приведены отличия указанных схем.

Главное отличие заключается в том, что приборы ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 не содержат встроенного пульта оператора. Вместо него к прибору с помощью штепсельного разъема может быть подключен внешний пульт оператора ПУ-01. Органы управления и контроля внешнего пульта и их назначение соответствуют органам встроенного пульта приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102. Светодиодные индикаторы функционирования выходов Z_H, Z_1, Z_{11}, Z_{H1} расположены непосредственно на лицевой панели прибора.

Аппаратное устройство ввода информации отличается тем, что вместо входных дискретных сигналов q_{H1}, q_{11} воспринимается дискретный сигнал q_{11} , несущий информацию о режиме управления для F01-F04, F11, F46, F45, установленной некоторым внешним переключателем управления. При этом на передней панели прибора имеются светодиодные индикаторы $\triangleright$ (автоматическое управление),

"1<" (внешнее ручное управление, которое для $F01, F03$ осуществляется сигналами q_{γ}, q_{Δ}). При подключении внешнего пульта Ю-01 внешнее управление с помощью входных сигналов q_{γ}, q_{Δ} отключается (за исключением воздействия на индикатор "1<" и "1>" и все функции управления передаются пульту.

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 Б ("НС")), и два реле с одним переключающим контактом каждое. Обмотки реле могут подключаться через внутренний источник 24 В к любому из выходов $Z_1, Z_5, Z_8, Z_{11}, Z_{14}, Z_{17}, Z_{20}$, а их контакты использоваться как дискретные выходные сигналы Z_1, Z_2 .

В остальных функциональных схемы приборов ПРОТАР III, ПРОТАР II2 и ПРОТАР I01, ПРОТАР I02 идентичны.

4.5. Функциональная схема жесткой структуры.

В приборах всех модификаций предусмотрена возможность реализации алгоритма управления жесткой структуры, не требующей применения процедуры программирования. Переключение прибора на работу по алгоритму жесткой структуры осуществляется дискретным входным сигналом q_s . При $q_s = 0$ (клемма 49 прибора свободна или соединена с клеммой 21 через разомкнутый ключ) реализуется свободно программируемая структура. При $q_s = 1$ (клемма 49 прибора соединена с клеммой 21 перемычкой или через замкнутый ключ) реализуется жесткая структура.

Алгоритм жесткой структуры предусматривает статическую и динамическую обработку 6 аналоговых входных сигналов для формирования эквивалентного регулируемого параметра; введение задания как с пульта оператора, так и с верхнего уровня системы управления с помощью дискретных входных сигналов; реализацию одного из законов регулирования: ПИД, ПИ, ПД, П (как импульсного, так и аналогового), трехпозиционного, двухпозиционного; сигнализацию предельных несогласований верхнего и нижнего уровня; введение статической и динамической балансировки; преобразование диапазона изменения выходного аналогового входного сигнала; формирование по заданному алгоритму сигнала аварийной сигнализации отказа E_{01} .

Функциональная схема жесткой структуры приведена на рис. 12 приложения 2. Входные аналоговые сигналы X_A, X_B, X_C умножаются на масштабные коэффициенты соответственно $C1, C2, C3$ и фильтруются с постоянными времени $t1, t2, t3$ и помещаются в регистры переменных П16, П17, П18. Сигнал X_C дополнительно сгруппируется дискретным входным сигналом q_c (при $q_c = 1$ значение переменной П18 эволюционирует и не реагирует на изменение сигнала X_C).

Входной аналоговый сигнал X_D дифференцируется с постоянной времени $t4$, умножается на масштабный коэффициент $C4$ и помещается в регистр переменной П19.

Сформированные вышеуказанным образом переменные П16...П19 суммируются друг с другом и со входным аналоговым сигналом X_E , умноженным на масштабный коэффициент $C5$. Полученная сумма помещается в регистр эквивалентного регулируемого параметра P , который затем фильтруется с постоянной времени $t0$.

Узел формирования задания включает оперативное задание $\bar{P}_0$, которое может устанавливаться с помощью пульта оператора в пределах от $-\bar{P}_0$ до $+\bar{P}_0$, и исходное задание P_0 , которое может

устанавливаться как с помощью пульта оператора, так и с помощью дискретных входных сигналов q_+ ; q_- , поступающих с верхнего уровня системы управления. Последние воздействуют на интегратор //, включенный как интегратор задания, изменяя его выходной сигнал соответственно в сторону увеличения или уменьшения. Скорость изменения выходного сигнала интегратора задается переменной П7, а пределы изменения — переменными П8, П9. Сигнал задания U_D вычитается из отфильтрованного сигнала эквивалентного параметра P , образуя сигнал рассогласования E .

Сигнал рассогласования E подается на вход программного блока формирования закона регулирования ПДД', включающего узел статической и динамической балансировки. Выход блока ПДД' поступает через программный блок широтно-импульсного модулятора ШИМ на импульсные выходы Z_B, Z_M, Z_{B1}, Z_{M1} , а также через интегратор / и цифро-аналоговый преобразователь — на аналоговый выход U . Таким образом, одновременно реализуется ПИД закон регулирования с импульсным выходом (совместно с интегрирующим исполнительным механизмом) и с аналоговым выходом, давая потребителю возможность использовать по своему усмотрению любой из этих алгоритмов.

В режиме ручного управления вход интегратора / отключается от блока ПДД' и подключается к дискретным входным сигналам q_+ , q_- , под воздействием которых выходной сигнал интегратора может изменяться с постоянной скоростью 1 %/с в ту или иную сторону, обеспечивая ручное управление по аналоговому выходу.

Помимо этого рассогласование E подается на программные компараторы 1 и 2 с регулируемым порогом срабатывания, которые управляют дискретными выходами Z_B, Z_M , реализуя сигнализацию предельных рассогласований верхнего и нижнего уровней, либо

трехпозиционное (двухпозиционное) регулирование.

Входной аналоговый сигнал X_H через блок преобразования диапазона подается в регистр переменной U , который может использоваться для цифровой индикации (например, показания регулирующего органа). Нижний и верхний пределы диапазона изменения X_H помещаются в регистры переменных $U1, U2$.

Блок формирования сигнала аварийной сигнализации отказа $E.01$ содержит интегратор с постоянной времени, равной времени цикла T_D , и блок диагностики отказа, управляемый дискретным выходом $Z_{отк}$.

В режиме автоматического управления интегратор под воздействием дискретных входных сигналов q_+ , q_- линейно изменяет свой выходной сигнал в ту или иную сторону, а при $q_+ = q_- = 0$ обрывает его до нуля. Выходной сигнал интегратора помещается в регистр переменной П1, модуль которой подается на вход блока диагностики отказа. Переменная П0 подается на второй вход указанного блока, задавая порог срабатывания аварийной сигнализации. При значении переменной П2 = 0,320 регистр переменной П1 фиксирует реальное время действия сигнала q_+ (q_-) в секундах, а при П2 = 0,000 воздействие этих сигналов на П1 отсутствует.

Если входы q_+ , q_- объединены с выходами соответственно Z_{B1}, Z_{M1} , то на вход блока диагностики отказа будет поступать информация о длительности включения импульсного выхода в режиме автоматического управления. Если указанная длительность превышает допустимую для данного контура регулирования величину, то обрывается дискретный сигнал на выходе "отказ" (кнопка $Z_{отк}$ размыкается), а на цифровом дисплее прибора периодически высвечивается код программируемого отказа $E.01$.

Для отключения блока диагностики отказа следует установить П2 = 0,000; П0 = 655,3.

Назначение и диапазоны изменения переменных и параметров настройки в жесткой структуре приведены в п.3.17.

Если какой-либо из входных сигналов $X_A \dots X_D$ должен входить в эквивалентный параметр P со знаком минус, то соответствующий масштабный коэффициент устанавливается отрицательным.

Для исключения аperiodического преобразования (фильтрации) по любому из каналов соответствующая постоянная времени устанавливается равной 0.000. Для исключения дифференцирования по входу X_D постоянная времени t_d устанавливается равной 9999. При указанных значениях постоянных времени аperiodические и дифференцирующее звенья превращаются в усилительные (безинерционные) звенья.

Для реализации ПИ, ПД, П законов регулирования отключаются соответственно дифференциальная (путем установки $t_d = 0.000$ или $t_d = 0.000$), интегральная (путем установки $t_i = 9999$) или обе указанные составляющие закона регулирования.

Математическое описание алгоритмов, реализуемых в жесткой структуре, приведено в п.2.3.2: регулирование ПИД импульсное - $F01$; то же аналоговое - $F02$; интегратор 1 - $F11$; интегратор заданная - $F10$; сигналы q_1 ; q_n - $F00$.

5. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ, РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ

5.1. Схемы подключения.

Схемы подключения приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102 и ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 приведены соответственно на рис.10 и 11, особенности и различные варианты подключения входных и выходных цепей показаны на рис.13 приложения 2.

Приборы ПРОТАР 101, ПРОТАР 102 (рис.10) воспринимает до 6 аналоговых входных сигналов ($X_A \dots X_H$) и до 11 дискретных (логических) входных сигналов q_i . Входы $X_A \dots X_D$ гальванически изолированы и рассчитаны на подключение аналоговых сигналов 0-5; 0-20; 4-20 мА; 0-10 В с помощью устройств ИТ 05/2, ИТ 20/2, ИТ 10/2 (см.рис.13). 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_E, X_H сигналы соответственно 0-10 В и 0-1 В подаются непосредственно. На рис.13 показаны варианты использования этих входов для подключения потенциометрического датчика (задатчика) с питанием последнего от встроенного источника опорного напряжения $U_{оп}$.

Входы q_i воспринимает дискретные сигналы в виде изменения состояния контактного или бесконтактного ключа (рис.13), при этом входы q_- ; q_+ гальванически изолированы от остальных цепей.

На рис.13 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_{EP}, Z_{H1} для организации динамической или каскадной связи

между двумя регулирующими приборами ПРОТАР.

На рис. 13 показано подключение нагрузки к аналоговым выходам по напряжению (U_1) и по току (U_2). Последний имеется только в приборах ПРОТАР 102, ПРОТАР 112. При использовании диапазона изменения выхода U_2 0(4)-20 мА клемма 43 соединяется перемычкой с клеммой 45. Для диапазона 0-5 мА клемма 43 остается свободной. Нижнее граничное значение диапазона 4-20 мА обеспечивается для $F02$, $F04$, $F06$ (при использовании аппаратного выхода) соответствующей установкой параметра "ограничение мин.", для других вариантов использования программируемым путем (например, с помощью функции $F32$). Если выход U_2 приборов ПРОТАР 102, ПРОТАР 112 не используется, клемма 45 соединяется перемычкой с клеммой 21.

Приборы ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 (рис. 11) имеют схему подключения, аналогичную подобной схеме приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102. Отличия заключаются в том, что первые имеют на передней панели розетку штепсельного разъема для подключения внешнего блока оператора ПУ-01; вместо входов для дискретных сигналов $U_{д1}$ и $U_{д2}$ имеют вход для дискретного сигнала $U_{дн}$, а вместо контактного дискретного выхода Z имеет два контактных дискретных выхода Z_1 , Z_2 , а также цепи для коммутации реле этих выходов. Реле выходов Z_1 , Z_2 могут подключаться к дискретным и импульсным выходам в соответствии с примечанием 3 к рис. 13.

Модуль резервного питания каждого прибора (см. рис. 7) содержит две независимых батареи из двух сухих элементов каждая. Для сохранения запрограммированной информации достаточно любой одной из этих батарей, вторая служит для увеличения емкости источника. При необходимости одна из батарей может быть изъята. Вместо изъятых батарей $БВ2$, $БВ4$ может быть подключен внешний источник резервного питания (см. рис. 13), в качестве которого могут использоваться батареи сухих элементов или аккумуляторы.

напряжением от 3 до 4,5 В. Один внешний источник может подключаться к нескольким приборам ПРОТАР. Вторую батарею модуля резервного питания $БВ1$, $БВ3$ в этом случае целесообразно оставить в приборе как страховочную.

5.2. Размещение и монтаж.

Приборы рассчитаны на утопленный монтаж на вертикальной панели щита в закрытом взрывобезопасном и пожаробезопасном помещении. Окружающая среда не должна содержать агрессивных паров, газов и аэроаerosей.

Место установки приборов должно быть хорошо освещено и удобно для обслуживания. К расположенному на задней стенке прибора штепсельному разъему должен быть обеспечен свободный доступ для монтажа.

Электрические соединения приборов с другими элементами системы автоматического регулирования и контроля выполняются в виде кабельных связей или в виде жгутов вторичной коммутации. Прокладка и разделка кабеля и жгутов должна отвечать требованиям действующих "Правил устройства электроустановок потребителей" (ПУЭ). Подключение внешних соединений к штепсельному разъему осуществляется с использованием промежуточных клеммных рядов, устанавливаемых в щите. На указанных клеммных рядах размещаются устройства для подключения входных сигналов.

Для прокладки линий связи рекомендуется использовать кабели с сечением жил 0,75-1,5 мм².

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

Кабель входных цепей должен быть экранирован на участках воздействия электромагнитных и импульсных помех, а также на участках, где проложены силовые цепи, связанные с другим оборудованием.

Сопротивление изоляции между отдельными жилами и между каждой жилой и землей для внешних силовых, входных и выходных цепей должно составлять не менее 40 МОм при испытательном напряжении 500 В.

Для каждого прибора должно быть обеспечено надежное заземление шасси (через клемму 20) и корпуса (через специальный винт на задней стенке прибора).

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 упаковке с ускорением не более 30 м/с²). В частности, недопустимы падения приборов со столов и стеллажей.

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 указанными 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 (15-30°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 выходу 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 ректификованным техническим по ГОСТ 18300-72 или спирто-бензиновой смесью.

6. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРИБОРОВ

6.1. Предварительные замечания.

Использование прибора в режиме жесткой структуры практически не отличается от использования непрограммируемых приборов: необходимо подключить прибор в соответствии со схемой подключения и установить требуемые величины параметров настройки. Однако для функционирования прибора в режиме свободно программируемой структуры этого недостаточно, необходимо дополнительно 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 Π_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 рис.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 устройства вывода информации из прибора.

6.2. Список переменных прибора.

Список переменных Π_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 "П.Н", а также в режиме 5 как обозначения команды Π_i , соответствующей данному шагу программы.

В п.3.17 указано основное назначение переменных и параметров настройки, их применяемость в однократно используемых функциях $F_{00}-F_{19}$, назначение в жесткой структуре, а также размерность, диапазон и дискретность изменения.

Алгоритмы и особенности применения функций F_i и переменных Π_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 $\Pi_{00} \dots \Pi_{19}$, Π_1, Π_2, Π_3 (%), $\Pi_4 \dots \Pi_7$ (безразмерные коэффициенты), $t_1 \dots t_8$ (постоянные времени, с). Кроме того, в распоряжении потребителя имеются константы $\Pi_{20} \dots \Pi_{28}$, 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_1 , 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 ($F00; F01...F05; F14; F15$), либо для последующих вычислений и в этом случае результат вычисления обозначается в таблицах п.2.3.2 как переменная Y .

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 $F00$, записывается в конце каждой самостоятельной ветви, не содержащей дальнейших разветвлений.

Если программа содержит один шаг 00- $F00$ производит преобразование аналоговых и дискретных входных сигналов в цифровую форму и цифровых сигналов в аналоговую, импульсную и дискретную форму, выполняется функция индикация сигналов и переменных, функционирует программный блок диагностики отказов.

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

Функции $F03$, $F04$ отличаются от соответственно $F01$, $F02$ тем, что позволяют перевести алгоритм в режим настройки параметров (см.п. 7.3.5).

Функции $F05$, $F06$ организуют второй канал ПИД-регулирования соответственно с импульсным выходом и с аналоговым выходом, а функция $F07$ - корректирующий регулятор для каскадной схемы регулирования. Функция $F08$ реализует программный задатчик, функции

$F09...F12$ - различные виды интеграторов, $F13$ - произвольную кусочно-линейную зависимость. На базе функций $F14$, $F15$ строятся широко-импульсные преобразователи (импульсаторы). Функции $F16...F19$ позволяют путем использования одного шага ввести в программу динамическое преобразование и масштабирование аналоговых входных сигналов.

В табл.2 п.2.3.2 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 цифру 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 $F46...F53$ переменная X_1 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 $F08$, $F09$, $F10$, $F20$.

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 операции), которая может быть записана на любом шаге, кроме последнего. Для хранения промежуточных результатов вычислений следует использовать регистры свободных переменных.

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 ($A...h; i; j; u$), индицируются средние за цикл значения этих сигналов независимо от того, исполнялись ли они в данном цикле в качестве других переменных.

2. Переменные U_d, E (в функциях $F01...F04$); U, U_p (в $F08, F13$); $J_2, L_1, L_2, \bar{d}_1, \bar{d}_L$ (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 $F02$; $III-III_9$ 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 $F00, F01, F03, F05, F06, F07$ (при $q_s = 0$); U_i в $F02, F04, F09, F11$; U_{ii} в $F08, F10, F12$; P_s в $F10, F07$ (при $q_s = 1$); U в $F14, F15$.

4. Функции воспринимает размерности переменных, используемых 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 автоматич-

чески пересчитываться в соответствии с соотношением размерностей согласно примечанию 2 к п.2.3.2.

5. При использовании функций $F01...F04$ предварительно должен быть сформирован обобщенный регулируемый параметр (в простейшем случае это один из входных аналоговых сигналов) и переслан в регистр P с помощью функции $F41$. Для функций регуляторов второго канала и корректирующего регулятора ($F05...F07$) перед шифром функции в качестве переменной X_i записывается предварительно сформированное рассогласование, пересылка X_i в регистр рассогласования U осуществляется самим алгоритмом.

6. При использовании функции импульсного регулятора второго канала ($F05$) аппаратные дискретные выходы Z_6, Z_n отключаются от компараторов 1, 2. При этом компараторы как самостоятельные элементы, а также в составе $F14, F15$ могут использоваться с выходом на программные ключи $F44, F45$.

7. Если при использовании функции аналогового регулятора, второго канала ($F06$) нужен аппаратный выход, непосредственно после $F06$ записываются команды $F41, Y$, тем самым задействуется аналоговый выход Y .

8. При необходимости установки начальных условий для функций динамических преобразований ($F46...F50$) их результат пересылается в какой-либо регистр Pi и начальные условия устанавливаются воздействием на Pi .

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, 13 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 приборах ПРОТАР III, ПРОТАР II2 для хранения документации предусмотрен карман с откидывающейся крышкой, расположенной 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_B (0-5 мА), X_C (0-5 мА), X_D (0-20 мА) с введением масштабирования и фильтрации по первым двум сигналам, дифференцирования и масштабирования - по третьему, с 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:

$$y = \sqrt{100\% \cdot A} \cdot \frac{C1}{t1p + 1}$$

Диапазон входного сигнала X_n : 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 по 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	C1	Коэффициент	$C1 \cdot \sqrt{100\% \cdot A}$
22	F47	Апериодическое преобразование	
23	E1	Постоянная времени	$\sqrt{100\% \cdot A} \cdot \frac{C1}{t1p + 1}$
24	F41	Переслать и запомнить результат	
25	Y.	Адрес пересылки: вход ЦАП	Выход //
26	F00	Конец программы	

6.7. Примеры прикладных программ.

В приложении 1 приведены примеры прикладных программ, иллюстрирующие возможности решения некоторых задач автоматизации технологических процессов на базе приборов ПРОТАР. 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 сочленения 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 запоминающее устройство (ОЗУ) минимально необходимого для работы процессора количества данных (некоторой программы функционирования и значений некоторых 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 некоторая 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 батарей согласно п.10.1.1 ТО. 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. Независимо от того, в какой структуре используется прибор (жесткой или программируемой) установить $q_s = 0$ (т.е. перемычка на кл.49 должна отсутствовать). 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 101, ПРОТАР 102) или выносного (ПРОТАР 111, ПРОТАР 112).

Примечание. После подключения пульта оператора к прибору ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 предусмотрена пауза 5-15 секунд, в течение которой отсутствует цифровая индикация.

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 перебрасывается 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 приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 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, а для параметра Γ_D - обязательно положительное значение ($\Gamma_D > 0$). Если какие-либо из переменных будут в дальнейшем использоваться в структуре прибора, целесообразно установить их значения, близкие к требуемым.

Если прибор будет использоваться в жесткой структуре, необходимо установить $PO1 = PO2 = 0.000$

Примечание. Допускается устанавливать значения не всех переменных, а только тех, которые используются в функциональной структуре данного конкретного прибора.

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 замыкается ключ $Z_{отк.}$, а у приборов ПРОТАР II0, ПРОТАР II2 также гаснет индикатор отказа на лицевой панели.

7.2. Набор и отладка программы.

7.2.1. Если прибор будет использоваться в режиме свободно программируемой структуры, после инициализации следует набрать программу функционирования прибора. Если необходимо установить режим жесткой структуры, то соединяется перемычкой клемма 49 с клеммой 21.

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 $F00$. После отладки блока при вводе следующего фрагмента программы эта команда заменяется первой командой нового блока и т.д.

После набора программы каждого блока следует проконтролировать набранную программу в режиме 5 ("П"). 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 с формированием сигнала рассогласования основными параметрами настройки прибора являются: коэффициент пропорциональности C_1 , постоянные времени интегрирования t_i и дифференцирования t_d , коэффициент дифференцирования C_d для формирования ПИ, ПИД законов регулирования, а также масштабные коэффициенты, постоянные времени интегратора t_{II} , дифференциаторов и апериодических звеньев t_1 ; 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. Расчет оптимальных настроек производится по одной из общепринятых методов (см., например, В.Я.Ротач "Расчет настройки систем автоматического регулирования", Е.П.Отефани "Основы расчета настройки регуляторов"). Полученные величины оптимальных настроек установить в приборе в режиме 3 ("Н"). Величина зоны нечувствительности δ устанавливается, исходя из допустимой величины отклонения регулируемой величины $E_{доп}$ в установившемся режиме и допустимой частоты срабатываний исполнительного механизма. Обычно выбирает $\delta = 1/2 E_{доп}$.

7.3.2. В зависимости от уровня пульсаций регулируемых параметров установить необходимую величину постоянной времени фильтра t_{ϕ} и, если они запрограммированы в структуре, постоянные времени

фильтров L_1 в каждом из входных каналов.

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

7.3.4. Если по технологическим требованиям полный диапазон изменения аналогового выходного сигнала недопустим, установить нужный диапазон соответствующими параметрами (например, U_1 , U_2 для регулятора с аналоговым выходом).

7.3.5. Имеющиеся в программном обеспечении прибора функции F03, F04 (см. п. 2.3.2) позволяют автоматизировать процесс оптимальной динамической настройки путем возбуждения автоколебаний при подключении в контур регулирования двухпозиционного релейного элемента и фазосдвигающего фильтра в виде апериодического звена. Этот метод настройки подробно описан и обоснован в книге "Автоматизация настройки систем управления", под ред. В.Я. Ротача, Энергоатомиздат, М., 1984 г. Ниже кратко изложена практическая процедура автоматизированной настройки параметров при использовании функций F03, F04.

Метод целесообразно использовать в контурах регулирования, не связанных с другими контурами, при относительно низких уровнях шумов. Настройку необходимо производить в линейной области работы исполнительного механизма и регулирующего органа.

7.3.5.1. Включить прибор в систему регулирования в режиме стабилизации параметра при неизменном задании. Перевести прибор в режим ручного управления и установить: $L_7 < 0$; $L_d = L_d = 0$. Исходя из предварительной информации об объекте регулирования и опыта эксплуатации аналогичных систем, установить ориентировочные исходные значения коэффициента передачи L_1 и постоянной интегрирования L_i . При отсутствии данных можно рекомендовать значе-

ния $L_1 = 1.000$, $L_i = 64.00$ с.

7.3.5.2. Установить значение $L_7 = 0.379$. Величину выходного сигнала релейного элемента U_1 , определяющую амплитуду автоколебаний в системе, установить, исходя из допустимых значений $E_{доп}$ этой амплитуды: $U_1 = E_{доп} / (1,5-2)$ (обычно $U_1 \approx (2-5) \%$).

Перевести прибор в режим автоматического управления. После этого в системе должны установиться автоколебания, которые можно наблюдать по изменению во времени переменной E (рассогласования) на цифровом дисплее. Если в распоряжении наладчика имеется самописец, его можно подключить к аналоговому выходу U_1 или U_2 , вывести на последний рассогласование E (например, с помощью следующих команд в программе: F40; E; F21; L3; F25; П0; F41; U., где П0 $\approx 50 \%$ - смещение, позволяющее наблюдать двухполярный сигнал E на однополярном выходе $U_1(U_2)$; L_3 - масштабный коэффициент).

Если автоколебания расходятся (амплитуда постепенно увеличивается, превышая уровень $\pm 2U_1$), величину L_1 следует уменьшать, а величину L_i увеличивать. Кратность каждого изменения параметров 1,5-2. Если амплитуда автоколебаний меньше, чем величина $1/3 U_1$, то L_1 необходимо соответственно увеличивать, а L_i уменьшать.

7.3.6 3. Через 1-2 периода после установления устойчивых автоколебаний определить с помощью секундомера период автоколебаний T_n в секундах как промежуток времени между двумя соседними моментами перехода параметра E через нуль при одинаковом направлении изменения E (например, в обоих случаях из "минуса" в "плюс").

Проверить выполнение условия:

$$T_n / L_{int} = 3,7 \pm 0,5 \quad (7.1)$$

где L_{int} - ранее установленная величина постоянной интегрирования.

Если условие (7.1) выполняется, установленную величину L_i можно считать оптимальной. В противном случае необходимо вычислить

и установить в приборе новое значение ϵ_1 :

$$\epsilon_1 = T_p / 3,7 \quad (7.2)$$

7.3.5.4. После установки нового значения ϵ_1 вновь добиться установления устойчивых автоколебаний и определить амплитуду автоколебаний как среднее арифметическое полуразностей между соседними максимумами и минимумами переменной E на протяжении двух периодов:

$$A_k = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 (\max E_i - \min E_i) \quad (7.3)$$

Проверить выполнение условия:

$$A_k / U = 0,92 \pm 0,1 \quad (7.4)$$

Если условие (7.4) выполняется, то установленную величину коэффициента передачи C_1 можно считать оптимальной. В противном случае необходимо вычислить и установить в приборе новое значение C_1 :

$$C_1 = 0,92 \cdot C_{1\text{уст}} \cdot \frac{U}{A_k} \quad (7.5)$$

где $C_{1\text{уст}}$ - ранее установленная величина коэффициента пропорциональности.

7.3.5.5. Повторить пп.7.3.5.3, 7.3.5.4, проверяя выполнение условий (7.1), (7.4). В случае их выполнения процесс настройки заканчивается. В противном случае вычислить по формулам (7.2), (7.5) и установить в приборе новые значения ϵ_1, C_1 , после чего пп. 7.3.5.3, 7.3.5.4 повторяются вновь с проверкой выполнения условий (7.1), (7.4). В некоторых случаях может потребоваться несколько приближений.

7.3.5.6. Для ПИ - регулятора полученные значения ϵ_1, C_1 являются оптимальными.

Для ПИД-регулятора оптимальные значения настроек вычисляются по формулам:

$$\epsilon_{1\text{ПИД}} = \epsilon_{1\text{ПИ}} / 1,5; \quad (7.6)$$

$$C_{1\text{ПИД}} = 1,5 C_{1\text{ПИ}} \quad (7.7)$$

где $\epsilon_{1\text{ПИ}}, C_{1\text{ПИ}}$ - значения настроек, полученные в результате выполнения пп.7.3.5.1-7.3.5.5.

Параметры C_d, ϵ_d , определяющие дифференциальную составляющую ПИД-алгоритма, рекомендуется определять по формулам:

$$C_d \cdot \epsilon_d = (0,1 - 0,25) \epsilon_1; \quad (7.8)$$

$$C_d = 5 - 8, \quad (7.9)$$

где ϵ_1 - оптимальное значение постоянной интегрирования для ПИД-регулятора, определяемое выражением (7.6).

Конкретное значение коэффициентов в формулах (7.8), (7.9) целесообразно уточнить по виду переходных процессов в замкнутой системе регулирования, исходя из требуемой степени затухания, времени переходного процесса и перерегулирования. Для некоторых объектов диапазон возможных значений указанных коэффициентов должен быть расширен.

7.3.5.7. По окончании процедуры настройки необходимо установить $C_7 < 0$ и оптимальную величину зоны нечувствительности D согласно п.7.3.1.

7.4. Включение в работу.

При подготовке к включению прибора в работу на действующем оборудовании рекомендуется выполнить ряд подготовительных и контрольных операций в следующей последовательности:

7.4.1. Убедиться, что в приборе записана программа, соответствующая выбранной структуре регулирования, и установлены нужные параметры настройки. Убедиться, что прибор переведен в ручной ре-

жим. В случае использования выходов $U, Z_B, Z_H, Z, U_{оп}, Z_{отк}$ с помощью соответствующих органов настройки других блоков или путем отключения соответствующих цепей исключить влияние этих сигналов на схему регулирования. К приборам ПРОТАР III, ПРОТАР II2 подключить выносной пульт оператора.

7.4.2. Проверить реакцию прибора на входные воздействия, наблюдая изменение параметров на цифровом дисплее прибора и действие индикаторов импульсных и дискретных выходов прибора.

7.4.3. Восстановить все отключенные цепи и перевести прибор в автоматический режим.

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

7.4.4. 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 второй 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
I	2	3	4
Цепи питания относительно корпуса, входных и выходных цепей	500	I; 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 приборов ПРОТАР III, ПРОТАР II2)	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 ТО. Ключи и переключатели схемы проверки установить в положение "0".

В пп. 8.1.4.2-8.1.4.7 указано отличие положений органов схемы проверки от исходного. Напряжения питания прибора устанавливаются регулируемым автотрансформатором Т1 и контролируется вольтметром PV3. Приборы ПРОТАР III, ПРОТАР II2 испытываются 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: S20-I. Устанавливается режим работы 1 цифрового дисплея (согласно приложению 2.1) и нажимаются органы ">", "<".

Величина мощности в вольтамперах вычисляется как произведение величины напряжения питания в вольтах (контроль по вольтметру PV3) на величину потребляемого тока в амперах (контроль по миллиамперметру PA1).

8.1.4.3. Произвести инициализацию прибора по методике п.7.1 ТО и установить параметры настройки в исходное состояние в соответствии с приложением 2.9.

8.1.4.4. Проверка диапазона изменения аналоговых входных сигналов производится путем контроля по цифровому дисплею в режиме 3 (приложение 2.1) величин сигналов, подаваемых на аналоговые входы прибора. Проверка производится после настройки прибора (раздел 10.10).

Вызвать на цифровой дисплей переменную (сигнал) "H", установить SI-I, сигнал ИИ1 плавно увеличить от минус 1 В до плюс 11 В (контроль по вольтметру PVI). Дисплей должен показать изменение "H" 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 ИИ2 (контроль по вольтметру PV2), причем диапазон его изменения для переменной "h" составляет от минус 0,1 до плюс 1,1 В.

8.1.4.5. Проверка действия дискретных (логически) 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 "O" 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 101(102)		Состояние индикаторов при испытаниях прибора ПРОТАР 111(112)	
Прибор	Схема проверки	Прибор (включая пульт ПД-01)	Схема проверки
"O" - I остальное - 0	"Z _{отк} " - I "H" - I остальное - 0	"O" - I "ID" - I остальное - 0	"Z _{отк} " - I "Z14" - I "Z24" - 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 2.10.

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 2.8. Нажатием органа "O" 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 2.11.

8.1.4.7. Проверка контроля выполняемых функций посредством испытательного теста производится путем контроля правильности прохождения испытательного теста приложения 2.12. Результаты теста должны соответствовать приложению 2.12.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. При эксплуатации приборов должны соблюдаться следующие меры безопасности:

1) должно быть обеспечено надежное крепление приборов к щиту;

2) корпус и шасси приборов должны быть надежно заземлены с помощью специально предусмотренных для этой цели клемм на клеммнике и непосредственно на корпусе (см. схему подключения). Эксплуатация приборов при отсутствии заземления хотя бы на одной из этих клемм не допускается;

3) техническое обслуживание ^и приборов должно производиться с соблюдением требований действующих "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭ), "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТБ), "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ);

4) обслуживающий персонал при эксплуатации должен иметь не ниже 2 квалификационной группы по ПТБ;

5) при снятии прибора со щита перед разъединением штепсельного разъема прибор должен быть обесточен.

9.2. В целях обеспечения правильной эксплуатации приборов обслуживающий персонал должен пройти производственное обучение на рабочем месте. В процессе обучения персонал должен быть ознакомлен в объеме, необходимом для данной должности, с назначением, техническими данными, работой и устройством приборов, с порядком подготовки и включения их в работу и с другими требованиями ТО.

9.3. Для обеспечения нормальной работы рекомендуется выполнять в установленные сроки следующие мероприятия:

Е ж е д н е в н о

Проверять правильность функционирования приборов в составе средств авторегулирования по показаниям контрольно-измерительных приборов, фиксирующих протекание регулируемых технологических процессов.

Е ж е н е д е л ь н о

При работе приборов в условиях повышенной запыленности сдувать сухим и чистым воздухом пыль с внешних клеммных рядов щита и с корпуса прибора.

Е ж е м е с я ч н о

1. Сдувать сухим и чистым сжатым воздухом пыль с внешних клеммных рядов щита и с корпуса прибора.

2. При выключенном напряжении питания проверять надежность крепления приборов и их внешних электрических соединений.

Е ж е к в а р т а л ь н о

Контролировать состояние элементов модуля резервного питания и (или) внешнего источника резервного питания в соответствии с указаниями п.10.1.1 Т0 и при необходимости заменять их.

В период капитального ремонта основного оборудования и после ремонта приборов

Производить проверку технического состояния и измерение параметров прибора в лабораторных условиях.

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 возможно 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 21 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 воспользоваться рекомендациями приложения 2.13. В течение гарантийного срока прибора при стирании информации в ПЭУ типа K573 P25 в исправные ИМС 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: " $\triangleleft$ ", " $\triangle$ ", 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 приложения 2.7.

Допускается при проверке по п.10.2 присоединить к прибору только цепи, связанные с элементами ИИ1, ИИ2, РVI, РV2, SI-S6, RI-RI2, питанием прибора и его заземлением.

Перед началом испытания по каждому из пунктов раздела 10.2 ТО ключи и переключатели схемы проверки устанавливаются в положение "0". При проверке и настройке приборов в соответствии с разделом 10.2 ТО приведены только положения этих органов, отличные от исходных. Делители сигнала источника ИИ1 схемы проверки должны быть настроены с помощью резисторов RI+R4 схемы проверки таким образом, что при сигнале источника плюс($10 \pm 0,001$) В (контроль по вольтметру РVI) выходные напряжения делителей равны плюс($2 \pm 0,001$) В (контроль по вольтметру РV7, подключаемому к гнездам "X_A", "X_B", "X_C", "X_D" относительно гнезда "ОТ_{ВХ}" схемы проверки, при положении ключей соответственно SI-I, S2-I, S3-I, S4-I). Полярность источников ИИ1, ИИ2 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_P") схемы проверки в положение I. Источником ИИ2 установить величину входного сигнала X_E 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 R24 ("0").

Установить источником ИИ2 величину входного сигнала X_E равной плюс 9,8 В, фиксируя ее вольтметром PV2 (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 ИИ2 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 ИИ2 установить величину входного сигнала X_h равной минус 0,07 В, фиксируя ее вольтметром PV2 (предел измерений не менее 0,1 В). Величина сигнала h , фиксируемая цифровым дисплеем прибора, должна быть в пределах от -1.180 до -1.220.

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 ИИ2 установить величину входного сигнала X_h равной плюс 1 В, фиксируя ее вольтметром PV2 (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:

1. Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 "П" сигнал A .

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 1R9 ("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 1R11 ("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.10.2.2.2(1), оперируя ключом S2, проверить величину сигнала b и, в случае необходимости настроить модуль резисторами 2R9 ("b0") и 2R11 ("b100"), устанавливая величину b соответственно 0.000 и 100.0.

3. Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 ("П") сигнал ϵ .
Методом, аналогичным описанному в п. 10.2.2.2 (1), оперируя ключом J3, проверить величину сигнала ϵ и, в случае необходимости, настроить модуль резисторами 3R3 ("C0") и 3R11 ("C100"), устанавливая величину ϵ соответственно 0.000 и 100.0.

4. Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 ("П") сигнал d .
Методом, аналогичным описанному в п. 10.2.2.2(1), оперируя ключом J4, проверить величину сигнала d и, в случае необходимости, настроить модуль резисторами 4R3 ("d0") и 4R11 ("d100"), устанавливая величину d соответственно 0.000 и 100.0.

10.2.2.3. Проверка и настройка ЦАП.

Перевести ключ J19 схемы проверки в положение 2 ("У"). Вызвать на дисплей в режиме 3 ("П") параметр U , затем в режиме 3 ("Н") установить величину этого параметра равной 100.0. Вольтметр PV5 должен показать величину сигнала U в пределах (10 ± 0.1) В. В случае необходимости подстроить указанную величину резистором 7R4 ("U_{ад}").

10.3. По истечении гарантийного срока, но в пределах срока службы прибора (10 лет), завод-изготовитель за отдельную плату производит запись информации в исправные ИМС ПЗУ типа K573P25, предоставляемые потребителем, либо поставляют указанные ИМС с записанной информацией в виде записей.

II. КОМПЛЕКТНОСТЬ

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

Таблица II.1

Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Количество	Примечание
гЕЗ.222.040 (гЕЗ.222.044)	Прибор ПРОТАР 101 (Прибор ПРОТАР 102)	I	Модификация и комплектность согласно заказу
гЕЗ.222.042 (гЕЗ.222.046)	Прибор ПРОТАР 111 (Прибор ПРОТАР 112) Пульт оператора выносной в упаковке	I I	
гЕЗ.222.042-01 (гЕЗ.222.046-01)	Прибор ПРОТАР 111 (Прибор ПРОТАР 112)	I	
	Кабельная часть штепсельного разъема в упаковке. Комплект устройств для подключения входных устройств в упаковке. Паспорт. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	I I I I	Поставляется с прибором любой модификации и комплектности

Примечание. При отсутствии в заказе прибора ПРОТАР 111 (ПРОТАР 112) количества пультов Ю-01 поставляется не менее I пульта на каждые 5 приборов, поставляемых в один адрес.
По желанию потребителей по отдельному заказу поставляются кабельные части штепсельных разъемов со шгутом (соединители). При формулировке заказа следует указать номер документа на соединитель: гЕЗ.208.626 (кабельная часть разъема РП15-50).

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 ПРОТАР IOI, (ПРОТАР IO2), ТУ ЗИИ-0225542.071-90";

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

"Прибор регулирующий программируемый микропроцессорный ПРОТАР III (ПРОТАР II2) в комплекте с пультом ПО-01, ТУ ЗИИ-0225542.071-90";

- то же при отсутствии пульта в комплекте поставки:

"Прибор регулирующий программируемый микропроцессорный ПРОТАР III (ПРОТАР II2), пульт в комплекте поставки отсутствует, ТУ ЗИИ-0225542.071-90".

Примечание. При проектировании АСУ ТП на базе прибора модификации ПРОТАР III (ПРОТАР II2) рекомендуется предусматривать в спецификации проекта по I пульту ПО-01 на каждые 5 приборов, но не менее I пульта.

12. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

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

товарный знак предприятия-изготовителя;

условное обозначение типа, модификации и конструктивного исполнения прибора;

порядковый номер прибора;

год выпуска;

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 повреждения 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) вынуть деревянные клинья и перекладки, освободить содержимое ящиков от упаковки и протереть приборы мягкой сухой тряпкой;
 - 3) провести 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, хранить аппаратуру следует в сухом, отапливаемом вентилируемом помещении с температурой воздуха от плюс 5 до плюс 40°С, при относительной влажности не более 80 %. Агрессивные примеси в окружающем воздухе должны отсутствовать.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПРИМЕРЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ

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...

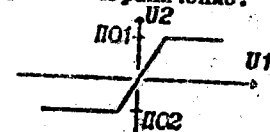
$$\text{Здесь: } \Pi 19 = c1 \frac{A+b}{d}$$

$$1.2. t1 = 16 \left(\frac{100-b}{12 \cdot p+1} \right)$$

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

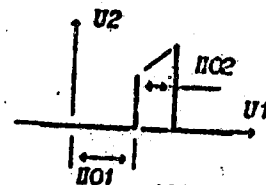
2. Нелинейные преобразования.

2.1. Двухстороннее ограничение.



Программа: F40;U1;F33;01;F32;02;F41;U2...

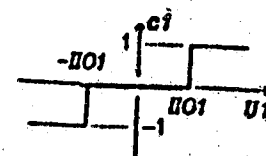
2.2



Программа: F40;U1;F41;U2;F26;Π01;F57;=:F26;Π02;F57;=:(*):F40;Π20;F41;U2;(**)...

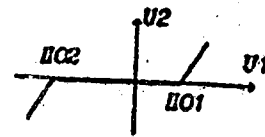
*,** - номера шагов, на которые делается переход.

2.3



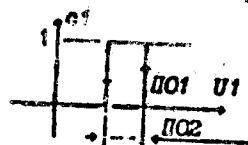
Программа: F40;U1;F22;F26;01;F30;U1;F24;F41;c1...

2.4



Программа: F40;U1;F33;01;F32;02;F21;F25;U1;F41;U2

2.5



Программа: P40;U1;P26;ПО1;P29;ПО2;
P41;c1.

Примечание: знак ПО2 индицируется
согласно примечанию о знаке I2 для
P29 (п. 2.3.2).

3. Селектирование и переключение.

3.1. Селектирование максимальной (или минимальной) величины:

$ПОО = \max$ (или $\min$) $\{ПО1, ПО2, ПО3, \dots\}$

Программа: P40;O1;F32(или F33);O2;P32(или F33);O3...P41;O0

3.2

$ПОО = \begin{cases} \max\{ПО1; ПО2\} & \text{при } q_0=0; \\ \min\{ПО1; ПО2\} & \text{при } q_0=1. \end{cases}$

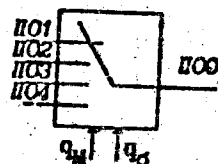
Программа: P40;O1;F33;O2;P41;O0;P40;O1;F32;O2;P34;O0;P41;O0

3.3. Селектирование промежуточной из трех величин:

$\min\{ПО1; ПО2; ПО3\} \leq ПОО \leq \max\{ПО1; ПО2; ПО3\}$

Программа: P40;O1;F32;O2;P41;O0;P40;O2;F32;O3;F33;O0;P41;O0;P40;O1;
F32;O3;F33;O0;P41;O0

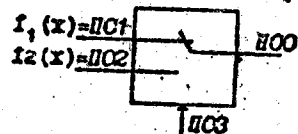
3.4. Коммутатор на четыре положения, управляемый дискретными сигналами:



q_0	0	0	1	1
q_m	0	1	0	1
ПОО	ПО1	ПО2	ПО3	ПО4

Программа: P40;O3;F36;O4;P41;O0;P40;O1;F36;O2;F37;O0;P41;O0

3.5. Переключение алгоритмов при изменении знака переменной:

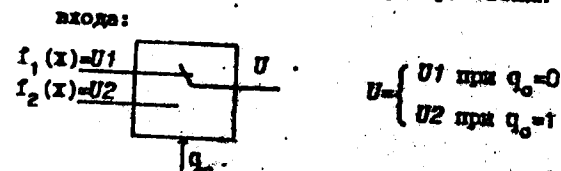


$ПОО = \begin{cases} ПО1 & \text{при } ПО3 > 0 \\ ПО2 & \text{при } ПО3 < 0 \end{cases}$

Программа: P40;O3;F56;...;P40;O2;F54;...;(*)P40;O1;(**)P41;O0

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

3.6. Переключение алгоритмов преобразования при изменении дискретного входа:



$U = \begin{cases} U1 & \text{при } q_0=0 \\ U2 & \text{при } q_0=1 \end{cases}$

Программа: P40;U1;P34;U2;P41;U

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

$U2 = \begin{cases} \max(\min) U1 & \text{при } q_0=0 \\ U0 & \text{при } q_0=1 \end{cases}$

Программа: P40;U1;F32(F33);U2;P34;U0;P41;U2

3.8. Вычисление промежутка времени ПО1 нормального режима работы прибора (см. P59) о фиксации числа выходов из этого режима со.

Программа: F59;...;P40;O0;F25;U25;P41;O0;P40;ПО2;P41;ПО1;(*)P40;
ПО2;F51;т1;P41;ПО1

* - номер шага, на который делается переход.

Размерность ПО1: часы при $t1=72$ с; сутки при $t1=1728$ с.

При каждом входе в нормальный режим работы: $ПО1=0$; $CO=CO_{k-1}+1$.

где CO_{k-1} - значения CO перед последним выходом из нормального режима. Перед началом подсчета установить $CO=0$.

4. Логические преобразования.

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

q_0	0	1
CO_n	CO_{n-1}	c1

Программа: P40;O0;F34;c1;P41;O0

c1 - вход, CO - 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: F40;c1;F26;c2;F24;F55;+;
F56;+;F40;20;(+*)F41;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.

$$\frac{U2(p)}{U1(p)} = \frac{(c1+1) \cdot t1 \cdot p + 1}{t1 \cdot p + 1}$$

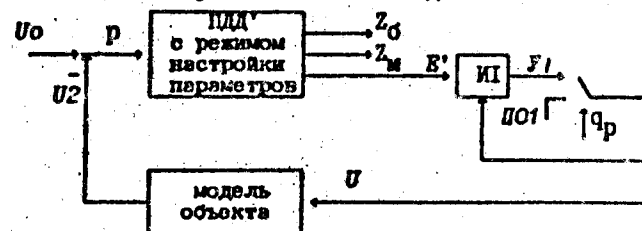
Программа: F40;U1;F49;t1;F27;c1;F25;U1;F41;U2

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

$$\frac{U2(p)}{U(p)} = \frac{c0}{(t1 \cdot p + 1) \cdot (t2 \cdot p + 1) \dots (ti \cdot p + 1)}$$

Программа: F40;U;F27;c0;F47;t1;F47;t2;...F47;ti;F41;U2

5.3. Модель системы регулирования ("тренажер"), состоящая из регулятора, охватывающего обратной связью - модель объекта 1-го порядка:



Программа: F40;U0;F26;U2;F41;P;F03;F11;F35;01;F41;F1;F41;U(...)*;
(F40;E;F28;c1;F25;02;F41;F.)**

(...)* - программа модели объекта (п.5.2, где первые две команды (F40;U) - исключаются).

(...)** - программа вывода сигнала рассогласования E на выход J (к осцилописцу или осциллографу), где c1=2, П02=50%

В ручном режиме $F1 = П01$; $U2 = c0 \cdot F1$. При $c7 > 0$ режим настройки параметров (см. F03).

5.4. "Идеальное" дифференцирующее звено:

$$\frac{U2(p)}{U1(p)} = c0 \cdot \tau_0 \cdot p;$$

$U2 = c0 \cdot (U1_n - U1_{n-1})$, где $U1_n$ и $U1_{n-1}$ - значения $U1$ в текущем и предыдущем циклах; $\tau_0 = 0,32$ с.

Программа: F40;U1;F42;U19;F26;U1;F21;F27;c0;F41;U2

U19 - вспомогательный регистр для хранения $U1_{n-1}$; при инициализации установить U19=0.

5.5. Интегратор с двусторонним ограничением $П03 \cdot U2 < П09$:

$$U2 = \begin{cases} \frac{U2(p)}{U1(p)} = \frac{1}{t1 \cdot p} & \text{при } q_p = 0 \\ U2 = U_0 & \text{при } q_p = 1 \text{ (установка начальных условий)} \end{cases}$$

Программа: F40;U1;F51;t1;F41;U2;F35;Uc;F32;П08;F33;П09;F41;U2

5.6. Увеличение постоянной времени интегратора в 100%/П00 раз:

$$U = \frac{1}{100\% + t} \int_0^t U1 dt, \text{ где сигнал } U1 > 0.$$

Программа: F40;U1;F52;t1;F27;П00;F51;t1;F41;U
t1 выбирается около 0,1+t1.

6. Формирование сигнала отказа Z от

формирования сигнала $Z_{отк} = 1$ при следующих изменениях сигнала A:

а) при $A > J2$ отказ E.01 ($Z_B = 1$; $Z_H = 0$; $\Gamma_0 = -100\%$)

б) при $A < L1$ отказ E.01 ($Z_H = 1$; $Z_B = 0$; $\Gamma_0 = -0,32\%$)

в) при $\left| A - \frac{16 \cdot \tau}{1 + \tau \cdot p} \right| > П03$ отказ E.02 ($Z_B = 0$; $Z_H = 0$)

Программа: F16;F41;J1;F41;L2;F48;16;F22;F26;П03;F21;F58;+;
(*)F40;F0;F44;П22;F45;П24;F41;F0

+ - номер шага, на который делается переход.

Отказ $E.O2$ снимается автоматически при $\left| A \frac{t6 \cdot p}{1 + p \cdot t6} \right| < П03$.

При устранении условий отказа $E.O1$ состояние дискретных выходов возвращается в исходное ($Z_B=0$; $Z_H=0$), а в регистре Γ_0 сохраняется величина -100% или $-U,32\%$. Перед окончанием отказа $E.O1$ установить $\Gamma_0 > 0$.

7. Автоподстройка параметров.

7.1. Автоподстройка постоянной времени интегрирования в зависимости от сигнала A :

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

Коэффициент 16 - коэффициент перехода размерности от процентов к секундам.

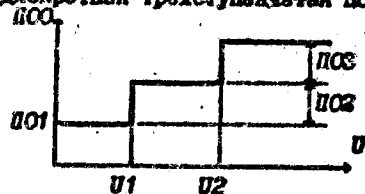
Программа: $F40;A;F27;c7;F25;t7;F41;t1$

7.2. Подстройка длительности импульсов в зависимости от величин рассогласования:

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

Программа: $F40;E;F22;F27;c0;F25;U_0;F41;\delta t$

7.3. Дискретная трапециевидная подстройка.



Программа: $F40;U;F26;U1;F30;U2;F25;U1;F41;U0;F40;U;F26;U2;F30;U3;F25;U0;F41;U0$

7.4. Формирование зон нечувствительности в зависимости от производной сигнала рассогласования:

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

Программа: $F40;E;F49;t1;F22;F27;c1;F25;U_0;F41;0$

7.5. Автоподстройка коэффициента передачи в зависимости от производной сигнала A :

$$C1 = c0 \frac{1}{\left| A \frac{t1 \cdot p}{1 + p \cdot t1} \right| + c1}$$

Здесь: $U_0; c0; c1$ - константы; $\Pi19$ - вспомогательная переменная.

Программа: $F40;A;F28;U_0;F49;t1;F22;F25;c1;F41;19;F40;c0;F28;19;F41;C1$

8. Модуляция широтно-импульсная.

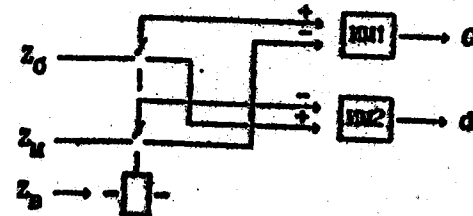
Преобразование сигнала A в длительность импульса $t_n = \frac{A}{100\%} \cdot t1$, где $t1$ - период следования импульсов на выходе Z_B .

Программа: $F40;A;F52;t1;F41;J1$

Примечание: $J2 < 5,12\%$; $\delta, J2$.

9. Регулирование с синхронизацией хода двух ИМ.

9.1. Шаговая синхронизация хода двух ИМ.



К выходам $Z_0; Z_H$ через переключные контакты реле подключаются цепи управления $KM1, KM2$, причем реле управляется выходом Z_B .

$0; d$ - сигналы датчиков положения $KM1, KM2$;

$J2$ - внутренний корректор (сигнал разности $0-d$);

δ, J - зона возврата при переключении реле.

Примечание: Для ПРОТАР 111 (112) используются в качестве переключных контактов выходы Z_1 и Z_2 (соединяются клеммы 26-27-38); для ПРОТАР 101 (102) внешнее реле подключается к клеммам 35-38.

Программа: ...P01;P40;C;P26;d;P41;J1

9.2. Последовательная синхронизация хода двух ИМ.

К выходам Z_0 и Z_H 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 (смещения разности C-d);

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

$\delta_J; \delta_L$ - зоны возврата.

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

Программа: ...P01;P40;C;P26;d;P41;J1;P41;L2

10. Регулирование.

10.1. Регулирование для объектов с запаздыванием.

ПИД регулирование импульсное или аналоговое с периодическим отключением регулирующего воздействия.

Параметры настройки: $t1$ - период; $t_{\Sigma} = \frac{100 \cdot t1}{100\%}$ - время передачи регулирующего воздействия в течение периода. При $t_{\Sigma} > t1$ регулирующее воздействие передается непрерывно.

Программа: ...P01;P40;U00;P52;t1;P27;E';P41;E'(P11;P41;J.)

Для импульсного регулирования команды (...) не используются.

При аналоговом регулировании выход Z_0/Z_H может быть использован для других целей, для чего ниже в программе на вход E' записывается новое значение.

Параметры $t1, 100$ могут быть вычислены как функции сигналов, характеризующих запаздывание.

10.2. Два канала ПИД регулирования с импульсным (аналоговым) выходом.

Первый канал с импульсным (аналоговым) выходом на основе P01 (P02) (A-сигнал; C-задание).

Программа: P40;1;P41;P;P40;C;P41;P0;P01(P02)

Второй канал с импульсным выходом на основе P05 (D-сигнал; c2-масштабный коэффициент; t2-постоянная фильтра; P07-задание).

Программа: P17;P26;07;P05

10.3. Два канала ПИД регулирования с импульсным выходом и один канал ПИ регулирования с непрерывным выходом.

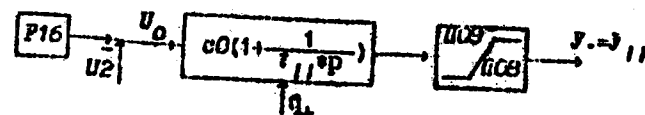
Первый канал на основе P01 (C-сигнал):

Программа: P40;C;P41;P;P01

Второй канал на основе P05 (D-сигнал; c2-масштабный коэффициент; t2-постоянная фильтра; P07-задание):

Программа: P17;P26;07;P05

Третий канал на основе P12:



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 J_{11} .

c1 - масштабный коэффициент; t1 - постоянная фильтра входа A;

U2 - задание; U0 - рассогласование; CO - коэффициент передачи;

t1 - постоянная интегрирования;

П08 и П09 - ограничение выхода $J. = J_{11}$ по минимуму и максимуму;

П10; П11 - вспомогательные регистры.

Программа: P16;P26;U2;P41;U0;P27;CO;P42;П10;P26;П10;P41;П11;P40;

П20;P39;П10;P12;P25;П11;P39;J_{11};P26;П11;P32;П08;P33;П09;P1.;J_{11};P41;J.