

ПЕРИОДЫ РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ
ПРОТАР 101, ПРОТАР 111, ПРОТАР 102, ПРОТАР 112

Техническое описание и инструкция по эксплуатации
г83.222.040 ТО

1990 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Предание
 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 устранения
 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 ПР1ТАР 101, ПР0ТАР 102

Рис. 2. Габаритные и установочные размеры приборов ПР0ТАР 111, ПР0ТАР 112

Рис.3. Габаритные размеры пульта оператора ПД-01

Рис.4. Габаритные и установочные размеры БГ 05/2, БГ 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 БГ 05/2, БГ 20/2

Рис.9. Схема электрическая принципиальная устройства 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 значения 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 111, 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 111 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);

осуществлять

- введены новые функции позволяют реализовать одним шагом программирование 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 числовых 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 отклонения 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 установки 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
нижних 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 I
- 8) примеси агрессивных паров и газов в окружающем воздухе должны отсутствовать.

2.3. Перечень функций, выполняемых прибором.

2.3.1. Функции, не требующие программирования структуры.

2.3.1.1. Функции, реализованные аппаратными средствами:

- гальваническое разделение четырех аналоговых входных сигналов (X_A, X_B, X_C, X_D);

- гальваническое разделение двух дискретных входных сигналов (q_+ и q_-);
- введение дискретного сигнала запрета $q_{\bar{e}}$ и блокировка от противоречивых команд управления по импульсному выходу Z_B, Z_H ;
- формирование сигнала опорного напряжения для питания потенциометрических датчиков и задатчиков ($U_{оп}$);
- формирование импульсных выходных сигналов Z_B, Z_H и дискретных выходных сигналов $Z_B, Z_H, Z_{отк}$;
- 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_H и дискретных выходов Z_B, Z_H .

2.3.1.2. Функции, реализованные аппаратно-программным 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_d .

2.3.2. Функции, используемые при программировании структуры

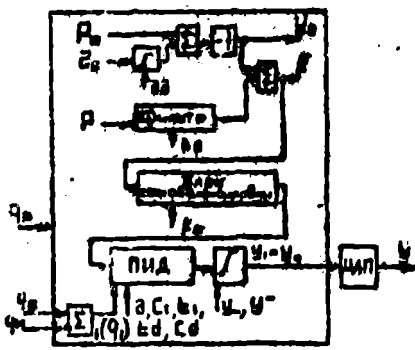
2.3.2.1 Функции, используемые однократно

Таблица 1

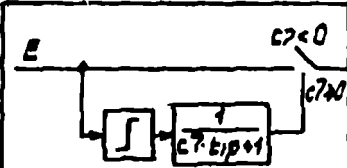
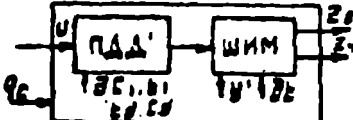
Шифр условного символа	Назначение выполняемых функций	Размер		Примечания
		X	Y	
1	2	3	4	5
F00 	Ввод-вывод информации, преобразование входных и выходных сигналов, диагностика отказов, фиксация конца программы. Выполняемые алгоритмы поясняются в соответствии с функциональной схемой прибора: 1. Аналого-цифровое преобразование (АЦП) сигналов $X_a, X_b, X_c, X_d, X_e, X_h, Y$ в их цифровые эквиваленты $Z_b, Z_c, Z_d, Z_e, Z_h, Y$ соответственно. 2. Преобразование дискретных сигналов q_b, q_m, q_o, q_* в цифровые q_1, q_n $q_1 = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} (q_b - q_m) dt;$ $q_n = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} (q_o - q_*) dt.$ $T_0 = 0,32c$ - время цикла; время опроса сигналов $q_b, q_m; q_o, q_*$ - 0,01c 3. Цифро-аналоговое преобразование (ЦАП) переменной Y. В аналоговый сигнал Y. 4. Широтно-импульсное преобразование (ШИМ) переменной E' в эквивалент импульсов Q с установленной длительностью Δt и переменным значением паузы Δt_1: $Q = \frac{\Delta t}{\Delta t + \Delta t_1} = \frac{ E'_{cp} }{0,32\%},$ где E'_{cp} - средняя за время периода величина; при $E' > 0$ формируется импульс на выходе Z_b, при $E' < 0$ - на выходе Z_m; Y' - выход сумматора ШИМ; 5. Цифро-дискретное преобразова-	не используется	не используется	1. Функция F00 фиксирует конец вычисления 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_b 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_H соответственно с зонами возбуждения $\bar{J}_1$ и $\bar{L}_1$, реализуемых на компараторах 1 и 2: $Z_B = \begin{cases} 0 \text{ при } J_1 < J_2 \text{ и } Z_B(n-1) = 0 \text{ или} \\ J_1 < J_2 - \bar{J}_1 \text{ и } Z_B(n-1) = 1 \\ 1 \text{ при } J_1 > J_2 \text{ и } Z_B(n-1) = 0 \text{ или} \\ J_1 > J_2 - \bar{J}_1 \text{ и } Z_B(n-1) = 1 \end{cases}$ $Z_H = \begin{cases} 0 \text{ при } L_1 < L_2 \text{ и } Z_H(n-1) = 0 \text{ или} \\ L_1 < L_2 - \bar{L}_1 \text{ и } Z_H(n-1) = 1 \\ 1 \text{ при } L_1 > L_2 \text{ и } Z_H(n-1) = 0 \text{ или} \\ L_1 > L_2 - \bar{L}_1 \text{ и } Z_H(n-1) = 1 \end{cases}$ где $Z_B(n-1)$; $Z_H(n-1)$ значения сигналов Z_B, Z_H 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. Виды отказов в порядке убывания приоритета: Е.08 - отказ ПЗУ Е.06 - некорректность в записи программы или отказ ОЗУ программы Е.05 - отсутствие инициализации или отказ ОЗУ данных; Е.04 - превышения допустимого времени выполнения программы или закликивание Е.02 - программируемый отказ (при использовании Е58); Е.01 - программируемый отказ (если переменная $Г_0 \leq 0$), при этом индикация сигнала, переменных и параметров настройки в цифровой форме.			

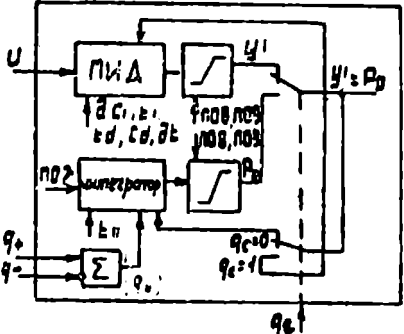
1	2	3	4	5
F01 PИ1	РЕГУЛИРОВАНИЕ ПИД ИМПУЛЬСНОЕ (ОСНОВНОЙ КАНАЛ) И ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛА РАССОГЛАСОВАНИЕ E. P_δ - исходное задание; P_δ - оперативное задание; $\delta\delta$ - предел оперативного задания; U_δ - задание; P - эквивалентный параметр; E_δ - постоянная фильтра; E_δ - постоянная компенсации; δ - зона нечувствительности; E_1 - коэффициент пропорциональности; E_1 - постоянная интегрирования; E_d - постоянная дифференцирования; E_d - коэффициент дифференцирования; U' - выход сумматора ШИМ; δt - длительность импульса; E' - выход ПДА'. 1. В автоматическом режиме ($q_p = 0$ и $E_\delta > 0$) реализация алгоритма пид регулирования совместно с ИМ, управляемым выходами Z_δ и Z_M, либо $Z_{\delta 1}$ и Z_{M1}: $W(p) = \frac{100(s)}{T_s} \cdot E_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{E_1 \cdot p} + \frac{E_d \cdot E_d \cdot p}{E_d \cdot p + 1} \right)$ T_s - время полного перемещения ИМ, с. 2. Режим ручного управления при $q_p = 1$, управление выходами	не используется	% E'	1. Одновременно с F01 не используется F02, F03, F04 2. При $\delta t = 0$ происходит программное отключение алгоритма 3. При $0 < \delta t < 0,1$ программно реализуется $\delta t = 0,1$

1	2	3	4	5
	2в и 2м сигналами q_a и q_m соответственно. 3. Вычисление сигнала рассогласования E и введение задания Y_0: $Y_0 = R_0 + \delta_0, \text{ где } \delta_0 \leq \delta \bar{\delta};$ $E = \frac{1}{E_{0p} + 1} (R - Y_0).$ 4. Введение самобалансировки при переходе на ручной режим: - при $0 < E \leq 8888$ осуществляется динамическая балансировка, при этом после возврата на автоматический режим сигнал рассогласования восстанавливается со скоростью $100\% / E_0$; - при $E \leq -8888$ осуществляется статическая балансировка, при этом обесценивается $E = 0$ из-за счет воздействия изменения R_0; - при $E = 0$ блок самобалансировки отключается.			
F02 РА1	РЕГУЛИРОВАНИЕ ПИД НЕПРЕРЫВНОГО (ОСНОВНОЙ КАНАЛ) И ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛА РАССОГЛАСОВАНИЯ E.  Y - аналоговый выход ПИД; $i(q_i)$ - выход сумматора q_a, q_m; R_0 - исходное задание; δ_0 - отрицательное задание; $\delta \bar{\delta}$ - предел отрицательного задания; Y_0 - задание;	не используется	% У.	Одновременно с F02 на используемых F01, F03, F04, F05, F11.

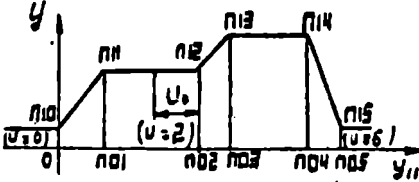
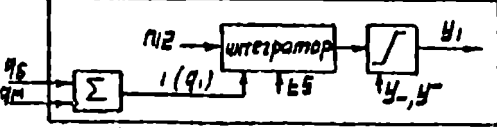
1	2	3	4	5
	P - эквивалентный параметр; E_0 - постоянная фильтра; E_C - постоянная компенсации; $\bar{D}$ - зона нечувствительности; C_1 - коэффициент пропорциональности; E_1 - постоянная интегрирования; E_d - постоянная дифференцирования; C_d - коэффициент дифференцирования; Y - уровень ограничения мин; Y_+ - уровень ограничения макс; Y_1 - выход программного блока ПИД алгоритма; Y_+ - вход ЦАП ($Y_+ = Y_1$) 1. В автоматическом режиме ($q_r = 0$ и $\Delta t > 0$) реализация алгоритма ПИД регулирования; $W(p) = C_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{E_1 \cdot p} + \frac{E_d \cdot E_d \cdot p}{E_d \cdot p + 1} \right);$ 2. Режим ручного управления при $q_r = 1$ управление выходом дискретными сигналами q_5, q_m, q, d, t $Y_1 = Y_1(0) + 1 \cdot \frac{q}{T_c} \cdot \Delta t$ где $Y_1(0)$ - величина Y_1 при $t = 0$; q - среднее за время цикла T_c значение ($q_5 - q_m$) 3. Установка исходной величины Y_1 в режиме настройки параметров при бора. 4. Ограничение выхода Y_1 и пересылка его на вход ЦАП: $Y_- \leq Y_1 \leq Y_+$ $Y_+ = Y_1$ 5. Вычисление сигнала рассогласования E и введение задания Y_0: $Y_0 = P_0 + \Delta a, \text{ где } \Delta a \leq \Delta \bar{a}$ $E = \frac{1}{E_0 \cdot p + 1} \cdot P - Y_0$ 6. Введение самобалансировки при переходе на ручной режим - при $0 < t \leq 9999$ осуществляется динамическая балансировка, при этом после возврата на автоматический режим сигнал рассогласования восстанавливается			

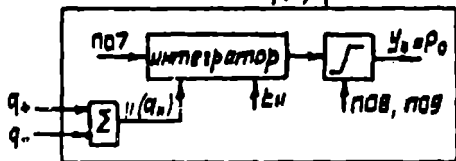
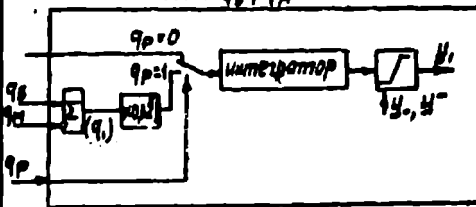
1	2	3	4	5
	со скоростью 100% / ϵc; - при $\epsilon c = 9999$ осуществляется статическая балансировка, при этом обеспечивается $E = 0$ за счет соответствующего изменения P_0; - при $\epsilon c = 0$ блок самобалансировки отключается			
FD3 РИН	Регулирование ПИД импульсное с переводом регулятора в режим настройки параметров. То же, что FD1 при $c7 < 0$; дополнительно при $c7 \geq 0$:  последовательно с сигналом рассогласования включается двухпозиционный элемент (с выходным сигналом U_1 при $E \geq 0$ и $-U_1$ при $E < 0$) и аperiodическое звено с постоянной времени $c7 \cdot t_1$	используется	%, в'	1. Одновременно с FD3 не используются FD1, FD2, FD4 2. При $\Delta t = 0$ происходит программное отключение алгоритма 3. При $0 < \Delta t < 0,1$ программно реализуется $\Delta t = 0,1$ 4. Следует учесть полярность знака изменения переменной U_1.
FD4 РАИ	Регулирование ПИД непрерывное с переводом регулятора в режим настройки параметров. То же, что FD2 при $c7 < 0$; дополнительно при $c7 \geq 0$ включение двухпозиционного элемента и аperiodического звена (см. FD3)	используется	%, в'	Одновременно с FD4 не используются FD1, FD2, FD3, FD5, F11
FD5 РН2	Регулирование ПИД импульсное (второй канал) 		%, в'	1. Одновременно с FD5 не используются FD9, F27, F28, F13, моторы

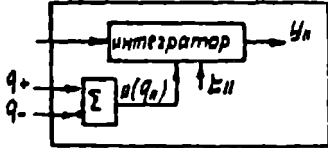
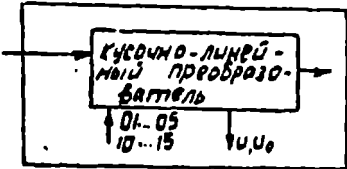
1	2	3	4	5
	и - рассогласование; в - зона нечувствительности; с1 - коэффициент пропорциональности; с1 - постоянная интегрирования; сд - постоянная дифференцирования; у' - выход сумматора шим; дт - длительность импульса; 1. в автоматическом режиме ($q_c = 0$ и $в > 0$) реализация алгоритма пид, регулирующая совместно с им, управляемым выходами Zв и Zн; $W(p) = \frac{100(s)}{T_s} \cdot c_1 \left(1 + \frac{1}{sT_i} + \frac{sT_d}{sT_d + 1} \right)$ Т_с - время полного перетягивания им, с 2. Режим ручной управления $q_c = 1$. 3. Пересылка входной переменной X1 в регистр рассогласования U.			1,2 (в том числе в составе F14, F15), не воздействуют на выходы Zв, Zн и могут использоваться в F42, F43 2. В режиме просмотра и настройки параметров перед д, с1, сд, сд, у', дт индицируются символ =, а в режиме просмотра и настройки структуры указанные параметры индицируются как 00-25 соответственно. 3. При дт=0 происходит программное отключение алгоритма. При дт=сд программа реализует дт=0,1
F05 RA2	Регулирование ПИД непрерывное (второй канал) U - рассогласование; в - зона нечувствительности; с1 - коэффициент пропорциональности; с1 - постоянная интегрирования; сд - постоянная дифференцирования; сд - коэффициент дифференцирования; у' - выход пропорционального блока пид алгоритма; дт - длительность импульса; пид - уровень ограничения мин; Tид - уровень ограничения макс;	%	% у'	1. Одновременно с F05 не используются F05, F07, F08, F13. 2. В режиме просмотра и настройки параметров перед д, с1, сд, сд, у', дт индицируется символ =, а в режиме просмотра и настройки структуры указанные параметры индицируют

1	2	3	4	5
	1. В автоматическом режиме ($q_c = 0$ и $d\epsilon > 0$) реализация алгоритма ПИД регулирования, ограничение выхода u': $W(p) = G_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{\epsilon_1 \cdot p} + \frac{\epsilon_d \cdot \epsilon_d \cdot p}{\epsilon_d \cdot p + m} \right);$ $пид \leq u' \leq пид$ 2. Режим ручного управления при $q_c = 1$ путем воздействия на u' в режиме настройки параметров 3. Передача входной переменной x в регистр рассогласования u.			ся как 00-06 соответственно 3. Применение аппаратного выхода u' требует в программе после F06 записи шагов F41, u', в этом случае одновременно используются функции F02, F04, F05, F07, F08, F13 4. При $d\epsilon = 0$ производится программное изменение
F07 PK	КОРРЕКТИРУЮЩИЙ РЕГУЛЯТОР для каскадного регулирования совместно с подчиненным регулятором F01 или F02  u - рассогласование; $пид$ - выход сумматора q_+, q_- ($q_{пид}$); $u_0 = u'$ - выход интегратора; d - зона нечувствительности; ϵ_1 - коэффициент передачи; ϵ_i - постоянная интегрирования; ϵ_d - постоянная дифференцирования; ϵ_d - коэффициент дифференцирования; u' - выход регулятора;	%	%	1. Одновременно с F07 не используются F05, F06, F08, F10, F12, F13 2. В режиме просмотра и настройки параметров перед $d, \epsilon_1, \epsilon_i, \epsilon_d, \epsilon_d, u', d\epsilon$ индицируется символ ϵ, а в режиме просмотра и настройки структуры индицируются как 00-06 соответственно. 3. При $d\epsilon = 0$ производится программное изменение 3. Статическая величина u_0

1	2	3	4	5
	ϵ_n - постоянная интегрирования; ПО7 - вход интегратора; ПО8 - уровень ограничения мин; ПО9 - уровень ограничения макс; 1. В автоматическом (каскадном) режиме ($q_c = 0$) — реализация алгоритма ПИД регулирования с непрерывным выходом y', ограничение выхода и слежение выхода интегратора P_0 за выходом y': $y' = \epsilon_i \left(1 + \frac{1}{\epsilon_i T_i} + \frac{\epsilon_i \epsilon_D}{\epsilon_D T_i + 1} \right);$ $ПО8 \leq y' \leq ПО9;$ $P_0 = y'$ 2. Режим локального управления при $q_c = 1$ с воздействием дискретных сигналов q_+, q_- на выходной сигнал интегратора P_0, ограничение выхода и слежение выхода регулятора y' за выходом P_0: $P_0 = \frac{1}{\epsilon_n} \int q_n (ПО7) dt + P_0(0),$ где q_n - среднее за время цикла T_0 значение $(q_+ - q_-)$; $P_0(0)$ - величина P_0 при $t = 0$. $ПО8 \leq P_0 \leq ПО9;$ $y' = P_0$ 3. Передача входной переменной x_1 в регистр рассогласования U.			подчиненного регулятора ($q_p = 1$) обес- печивается пре- одновременной работой в ре- жиме локаль- ного управле- ния дискрет- ным выходом ре- гистратора ($q_p = 1$). При этом изме- нение P_0 огра- ничивается установленной между уров- нями ограни- чения.
F06 3П	Задачник программный U - номер участка кусочно-линейной функции; II - выход сумматора q_+, q_- (q_n); ϵ_n - постоянная интегрирования; y_n - текущее время от момента за- пуска программы; u_0 - время до достижения конечной точки участка; пол. ПО9 - координаты границы участков	не используется	%	1. Одновременно с F06 не используются F05, F06, F07, F10, F12, F13. 2. Разрешенность y_n и u_0 при $q_n = 1$ секунды при $\epsilon_n = 0.32$ минуты при $\epsilon_n = 192$ часов при $\epsilon_n = 1152$. 3. При $u_0 > ПО5$ u_0 - время, прошедшее после окончания программы (индицируется со знаком минус).

1	2	3	4	5																														
	по оси абсцисс Y_n; $\Pi 0, \dots, \Pi 5$ - координаты границ участка по оси ординат; Формирование сигнала программного задания Y в виде кусочно-линейной функции времени:  $Y_n = Y_n(0) + \frac{0.32(\omega)}{E_n} \int_0^t q_n dt,$ где q_n - среднее за время цикла T_0 значение $(q_+ - q_-)$; $Y_n(0)$ - величина Y_n при $t=0$ <table border="1" data-bbox="255 746 647 890"> <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>встанок</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>-1</td> <td>поворот в обратную сторону</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>поворот в обратную сторону</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>встанок</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>сброс ($Y_0 = 0$)</td> </tr> </tbody> </table>	q_+	q_-	q_0	q_1	Алгоритм	0	0	0	0	встанок	0	1	0	-1	поворот в обратную сторону	1	0	0	1	поворот в обратную сторону	1	1	0	0	встанок	0	0	1	0	сброс ($Y_0 = 0$)			4. Номер участка индицируется первой цифрой после десятичной точки параметра U
q_+	q_-	q_0	q_1	Алгоритм																														
0	0	0	0	встанок																														
0	1	0	-1	поворот в обратную сторону																														
1	0	0	1	поворот в обратную сторону																														
1	1	0	0	встанок																														
0	0	1	0	сброс ($Y_0 = 0$)																														
FD9 ИЧ1-	ИНТЕГРАТОР С УПРАВЛЕНИЕМ СИГНАЛАМИ q_0, q_m  1 - выход сумматора q_0; $q_m(q_1)$; Y_- - уровень ограничения мин; Y_+ - уровень ограничения макс; Y_1 - выход интегратора; E_5 - постоянная интегрирования; $\Pi 02$ - вход интегратора Интегрирование с ограничением выхода $Y_1 = Y_1(0) + \frac{1}{E_5} \int_0^t q_1(\Pi 02) dt,$ где q_1 - среднее за время цикла T_0 значение $(q_0 - q_m)$; $Y_1(0)$ - величина Y_1 при $t=0$. $Y_1 \leq Y_+$ $Y_1 \geq Y_-$	не используется	% Y1	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 IP-	ИНТЕГРАТОР ЗАДАНИЯ С УПРАВЛЕНИЕМ СИГНАЛАМИ q_+, q_-  q_+ q_- Σ q_n интегратор $y_n = p_0$ $по7$ $кн$ $пов, по9$ q_n - выход сумматора q_+, q_- (q_n); $y_n = p_0$ - выход интегратора задания; $кн$ - постоянная интегрирования; $по7$ - вход интегратора задания; $пов$ - уровень ограничения мин; $по9$ - уровень ограничения макс; 1. Интегрирование с ограничением выхода y_n, передача y_n на выход интегратора задания: $y_n = y_n(0) + \frac{1}{T_i} \int q_n \cdot (по7) dt;$ где $y_n(0)$ - величина y_n при $t=0$; $пов \leq y_n \leq по9$ q_n - среднее за время цикла T_c значение (q_+ - q_-); 2. Слежение y_n за величиной p_0: $y_n = p_0$ Установка начальных условий путем воздействия на y_n или p_0 в режиме настройки параметров.	НЕ ИСПОЛНЯЕТСЯ	% $y_n = p_0$	1. Одновременно с F10 не используются F07, F08, F12 2. Рекомендуется одновременно с F01-F04 для формирования составляющей задания p_0. При действии статической составляющей уровни p_0 ограничиваются установленными уровнями ограничения.
F11 И1-	ИНТЕГРАТОР С УПРАВЛЕНИЕМ В РУЧНОМ РЕЖИМЕ СИГНАЛАМИ $q_в$, $q_н$  $q_в$ $q_н$ $q_с$ $q_р=0$ $q_р=1г$ интегратор y_n y_-, y_+ $q_с$ - выход сумматора $q_в$, $q_н$ ($q_с$); y_- - уровень ограничения мин; y_+ - уровень ограничения макс; y_1 - выход; 1. В автоматическом режиме ($q_р=0$) интегрирование непрерывного входа x_1 с постоянной времени, равной времени цикла $T_c = 0,32с$	% % y_1	1. Одновременно с F11 не используются F03, F04, F08	

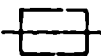
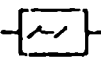
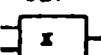
1	2	3	4	5
	$y_1 = y_1(0) + \frac{1}{T_0} \int_0^t x_1 dt,$ где $y_1(0)$ - величина y_1 при $t=0$; 2. В ручном режиме ($q_p = 1$) управление выходом с помощью сигнала q_5, q_m; $y_1 = 1 \left[\frac{T_0}{T} \right] \cdot \int_0^t q_1 dt + y_1(0)$ где q_1 - среднее за время цикла T_0 значение ($q_5 - q_m$) 3. Ограничение выхода: $y_1 \leq y_1^+ \leq y_1^-$			
F12 -III-	ИНТЕГРАТОР С УПРАВЛЕНИЕМ СИГНАЛАМИ q_+, q_-  y_{11} - выход сумматора $q_+, q_-(q_n)$; T_{11} - постоянная времени; y_{11} - выход; Интегрирование непрерывного входа x_1 с управлением сигналами q_+, q_-; $y_{11} = y_{11}(0) + \frac{1}{T_{11}} \int_0^t q_{11} \cdot x_1 dt,$ где $y_{11}(0)$ - величина y_{11} при $t=0$; q_{11} - среднее за время цикла T_0 значение ($q_+ - q_-$).	%	% y_{11}	Одновременно с F12 не используются F07, F08, F10.
F13 -КЛ-	КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ  u - номер участка; u_0 - расстояние до конца участка; $u_{01}...u_{05}$ - координаты границ участков по оси абсцисс; $u_{10}...u_{15}$ - координаты границ участков по оси ординат;	%	%	1. Одновременно с F13 не используются F05, F07, F08. 2. При $x_1 > \text{ПОВ}$ u_0 - расстояние от конечной ординаты П05 (индифицируется со знаком минус) 3. Номер участка индифицируется перед y_{11} для того, чтобы...

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_6): $Q = \frac{t_u}{t_u + t_n} = \frac{x_{1cr}}{J_2};$ где длительность импульса $t_u = \frac{0,32c}{J_2} \cdot \frac{dJ}{1-a}$ длительность паузы: $t_n = \frac{0,32}{J_2} \cdot \frac{dJ}{a}$ x_{1cr} - среднее за время периода значение входного сигнала. Параметры настройки: J_2 - установка коэффициента пропорциональности; dJ - установка длительности импульса.	%	не используется	1. Одновременно с F14 не используется F15. 2. При одновременном использовании F05 от аппаратного выхода Z_6 отключается от компаратора 1 и F14 может работать с выходом на функцию F44. 3. t_u и t_n 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_6), при $x_1 < 0$ на выходе компаратора 2 (аппаратный выход Z_7): $Q = \frac{t_n}{t_u + t_n} = \frac{ x_{1cr} }{0,32\%}$ где длительность импульса $t_u = \frac{0,32c}{1-a}$ длительность паузы: $t_n = \frac{0,32c}{a}$ x_{1cr} - среднее за время периода значение входного сигнала x_1	%	не используется	1. Одновременно с F15 не используется F14. 2. При одновременном использовании F05 от аппаратного выхода Z_6, Z_7 отключаются от компараторов 1, 2 и F15 может работать с выходом на функции F44, F45. 3. Программно чс-

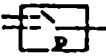
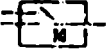
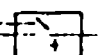
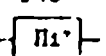
1	2	3	4	5
				$\mu = 0,32; \epsilon_1 = -0,32,$ $\delta_1 = \delta_2 = 0.$ $4 \text{ } \epsilon_4 \text{ и } \epsilon_5$ $\text{кратности } 0,32 \text{ с}$ $5 \text{ } \delta_1 = \epsilon_2 - \text{выход}$ сумматора ШИМ
F16 f(a)	МАСШТАБИРОВАНИЕ И ДЕМПФИРОВАНИЕ СИГНАЛА А: $y = \pi 16 = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_1 \cdot p + 1} \cdot A;$ А - вход; ϵ_1 - масштабный коэффициент; ϵ_1 - постоянная времени; $\pi 16$ - выход;	не используется	%	
F17 f(b)	МАСШТАБИРОВАНИЕ И ДЕМПФИРОВАНИЕ СИГНАЛА В: $y = \pi 17 = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_2 \cdot p + 1} \cdot b;$ В - вход; ϵ_2 - масштабный коэффициент; ϵ_2 - постоянная времени; $\pi 17$ - выход;	не используется	%	
F18 f(c)	МАСШТАБИРОВАНИЕ, ДЕМПФИРОВАНИЕ И СТРОБИРОВАНИЕ (ВЫБОРКА - ХРАНЕНИЕ) СИГНАЛА С $y = \pi 18 = \begin{cases} \frac{\epsilon_3}{\epsilon_3 \cdot p + 1} \cdot c & \text{при } q_c = 0 \\ y_{n-1} & \text{при } q_c = 1, \end{cases}$ где y_{n-1} - значение y в предыдущем цикле вычисления; С - вход; ϵ_3 - масштабный коэффициент; ϵ_3 - постоянная времени; $\pi 18$ - выход;	не используется	%	
F19 f(d)	ДЕФЕРЕНЦИРОВАНИЕ И МАСШТАБИРОВАНИЕ СИГНАЛА D: $y = \pi 19 = \frac{\epsilon_4 \cdot \epsilon_4 \cdot p}{\epsilon_4 \cdot p + 1} \cdot d;$ Д - вход; ϵ_4 - масштабный коэффициент; ϵ_4 - постоянная времени; $\pi 19$ - выход	не используется	%	

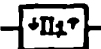
2.3.2.2. ФУНКЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МНОГОКРАТНО.

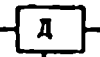
ТАБЛИЦА 2

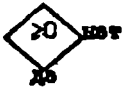
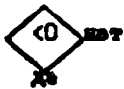
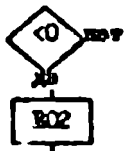
КОД УСЛОВНЫХ СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ	РАЗМЕРНОСТЬ			ПРИМЕЧАНИЕ
		X1	X2	Y	
1	2	3	4	5	6
P20 	Исключение операции $y = x_1$	■	н о р м а л н о с т в у е т	■	
P21 	Инверсия $y = -x_1$	■		■	
P22 	Выделение модуля $y = x_1 $	■		■	
P23 	Извлечение квадратного корня $y = \text{sign } x_1 \cdot \sqrt{100 \cdot x_1 }$	■		■	
P24 	Выделение знака числа $y = \begin{cases} 0 & \text{при } x_1 = 0 \\ (\text{sign } x_1) \cdot 1 & \text{при } x_1 \neq 0 \end{cases}$	■		-	
P25 	Сложение $y = x_1 + x_2$	■	■	■	
P26 	Вычитание $y = x_1 - x_2$	■	■	■	
P27 	Умножение $y = x_1 \cdot x_2$	■	-	■	При размерности ■ и процентах $ x_1 \cdot x_2 \leq 3355$
	Умножение $y = (11 \cdot x_2) / 5,12$	-	■	■	
		■	■	■	

1	2	3	4	5	6
У28 	Деление $y = \frac{x_1}{x_2}$	■	-	■	
	Деление $y = 5,12 \frac{x_1}{x_2}$	■	х	■	
У29 	Двухпозиционное преобразование с зоной повзрата $ x_2 $ $y = \begin{cases} 0 & \text{при } y(n-1)=0; x_1 < 0 \text{ или} \\ & y(n-1)=1; x_1 < - x_2 \\ 1 & \text{при } y(n-1)=0; x_1 > 0 \text{ или} \\ & y(n-1)=1; x_1 > x_2 \end{cases}$	■	■	-	Знак x_2 программы устанавливается и выдвигается импульсным при $y=0$ и отрицательным при $y=1$; $n-1$ и n - обозначения предыдущего и текущего цикла.
У30 	Двухпозиционное преобразование $y = \begin{cases} 0 & \text{при } x_1 < 0 \\ x_2 & \text{при } x_1 > 0 \end{cases}$	■1	■2	■3	
У31 	Выделение положительных значений разности $y = \begin{cases} 0 & \text{при } x_1 - x_2 < 0 \\ x_1 - x_2 & \text{при } x_1 - x_2 > 0 \end{cases}$	■	■	■	
У32 	Ограничение по минимуму (выделение меньшего) $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } x_1 > x_2 \\ x_2 & \text{при } x_2 > x_1 \end{cases}$	■	■	■	
У33 	Ограничение по максимуму (выделение большего) $y = \begin{cases} x_1 & \text{при } x_1 < x_2 \\ x_2 & \text{при } x_2 < x_1 \end{cases}$	■	■	■	
У34 	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
Р35 	Переключение при изменении сигнала q_p $y = \begin{cases} I1 \text{ при } q_p = 0 \\ I2 \text{ при } q_p = 1 \end{cases}$ в первом цикле после включения прибора	■	■	■	$q_p = 0$ - автоматическое управление $q_p = 1$ - ручное управление
Р36 	Переключение при изменении сигнала q_m $y = \begin{cases} I1 \text{ при } q_m = 0 \\ I2 \text{ при } q_m = 1 \end{cases}$	■	■	■	
У37 	Переключение при изменении сигнала q_b $y = \begin{cases} I1 \text{ при } q_b = 0 \\ I2 \text{ при } q_b = 1 \end{cases}$	■	■	■	
Р38 	Переключение при изменении сигнала q $y = \begin{cases} I1 \text{ при } q = 0 \\ I2 \text{ при } q = 1 \end{cases}$	■	■	■	
Р39 	Переключение при изменении сигнала q $y = \begin{cases} I1 \text{ при } q_+ = 0 \\ I2 \text{ при } q_+ = 1 \end{cases}$	■	■	■	
Р40 	Вызов переменной для последнего вычисления $y = I2$	по исп	■	■	$\Pi 1$-сигнал $I2$; $I1$ не используется
Р41 	Пересылка и запоминание результата вычисления $y = I2$, где $I2 = \begin{cases} I1 \text{ при } I2_{\min} < I1 < I2_{\max} \\ I2_{\min} \text{ при } I1 < I2_{\min} \\ I2_{\max} \text{ при } I1 > I2_{\max} \end{cases}$	■	■	■	$\Pi 1$-сигнал $I2$; $I1$ пересылается и запоминается в $I2$; $I2_{\min}$ и $I2_{\max}$ - граничные значения диапазона изменения переменной $\Pi 1$

1	2	3	4	5	6
P42 	Запоминание результата вычисления в текущем цикле и вызов результата вычисления в предыдущем цикле $y = z2(n-1);$ $z2(n) = \begin{cases} z1 & \text{при } z2_{\min} < z1 < z2_{\max} \\ z2_{\min} & \text{при } z1 < z2_{\min} \\ z2_{\max} & \text{при } z1 > z2_{\max} \end{cases}$	■	■	■	П1- символ z2; П-1 и п - обозначение предыдущего и текущего цикла; z2min и z2max - граничные значения диапазона изменения переменной П1.
P43 	Переключения при появлении выходного сигнала Zотк вида EO2 $y = \begin{cases} z1 & \text{при отсутствии } Z_{отк} \text{ вида EO2} \\ z2 & \text{при } Z_{отк} \text{ вида EO2} \end{cases}$	■	■	■	Условия появления сигнала Zотк вида EO2 см. P58
P44 	Переключения при изменении выходного сигнала компаратора 1 $y = \begin{cases} z1 & \text{в исходном состоянии} \\ z2 & \text{при срабатывании компаратора 1.} \end{cases}$	■	■	■	При одновременном использовании P05 выход Zв отключается от выхода компаратора 1.
P45 	Переключения при изменении выходного сигнала компаратора 2 $y = \begin{cases} z1 & \text{в исходном состоянии} \\ z2 & \text{при срабатывании компаратора 2.} \end{cases}$	■	■	■	При одновременном использовании P05 выход Zв отключается от выхода компаратора 2.
P46 	Апериодическое преобразование с управлением сигналом Фр $z2 = z1$ $y = \begin{cases} 1 & \text{при } \Phi_r = 0 \\ z1 & \text{при } \Phi_r = 1 \text{ и в первом цикле после включения прибора} \end{cases}$	■	○	■	y=0 при t:-9999 и Фр=0
P47 	Апериодическое преобразование $z2 = z1;$ $y = \begin{cases} 1 & \text{при } t \leq t_{\text{сп}}+1 \end{cases}$	■	○	■	y=0 при t:-9999

1	2	3	4	5	6
P48 	Дифференцирование с управлением сигналом q_p $x_2 = t_1$ $y = \begin{cases} \frac{t_1 \cdot p}{t_1 \cdot p + 1} \cdot x_1 & \text{при } q_p = 0 \\ 0 & \text{при } q_p = 1 \text{ и в первом цикле после включения прибора} \end{cases}$	■	○	■	$y = x_1$ при $t_1 = 9999$ $\text{и } q_p = 0$
P49 	Дифференцирование $x_2 = t_1$ $y = \frac{t_1 \cdot p}{t_1 \cdot p + 1} \cdot x_1$	■	○	■	$y = x_1$ при $t_1 = 9999$
P50 	Аперодическое преобразование с управлением сигналом q_o $x_2 = t_1$ $y = \begin{cases} \frac{1}{t_1 \cdot p + 1} \cdot x_1 & \text{при } q_o = 0 \\ x_1 & \text{при } q_o = 1 \text{ и в первом цикле после включения прибора} \end{cases}$	■	○	■	$y = 0$ при $t_1 = 9999$ и $q_o = 0$
P51 	Интегрирование $x_2 = t_1$ $y = \begin{cases} \frac{1}{t_1 \cdot p} \cdot x_1 & \text{при } 0 < t_1 < 9999 \\ x_1 & \text{при } t_1 = 0 \end{cases}$	■	○	■	$y = 0$ при $t_1 = 9999$
P52 	Импульсно-модульное преобразование $x_2 = t_1$ $y = \begin{cases} 1 & \text{при импульсе} \\ 0 & \text{при паузе} \end{cases}$ длительность импульса: $t_{\text{им}} = \frac{x_1}{100\%} \cdot t_1$ период следования импульсов: t_1	■	○	-	1. $y = 0$ при $x_1 = 0$ 2. t_1 кратна 0,32с 3. минимальное значение $t_1 = 0,32с$

1	2	3	4	5	6
P53 	Тахомер $z = i$ $y = \begin{cases} 1 & \text{при импульсе} \\ 0 & \text{при паузе} \end{cases}$ длительность импульса: i ; условие формирования начала импульса (запуска): $z_1(n-1)Q \text{ и } z_1(n) > 0$	■	с	-	$n-1$ и n - обозначение предыдущего и текущего цикла; если во время импульса условия запуска повторятся, отсчет i начинается заново ("перезапуск").
P54 	Безусловный переход $y = z_1$	■	■ а г п р о г р а м м	■	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 оператором z_2 указывается символ "=". 3. Если условие перехода не удовлетворяется, выполняется шаг программы, запущенный непосредственно после z_2 .
P55 	Условный переход при $z_1 = 0$ $y = z_1$				
P56 	Условный переход при $z_1 > 0$ $y = z_1$				
P57 	Условный переход при $z_1 < 0$ $y = z_1$				
P58 	Условный переход при $z_1 < 0$ и формирование сигнала отказа Зотк вида E.02 (при $z_1 > 0$ сигнал отказа сигнализируется 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 F04-F09.	■	нег п р о г р а м м ы	■	см. примечания к F54-F58.

Примечания.

1. Переменная $I1$ является результатом предыдущего вычисления при реализации программируемой структуры. Переменная $I2$ используется для функций F25-F59 и записывается при программировании структуры следующим шагом после шифра функции. Результат вычисления y используется, в свою очередь, как переменная $I1$ для следующей функции.

2. Обозначения $\% ; \# ; \delta$ представляют одну из размерностей:

$\%$ - величина в процентах;

$\{-\}$ - безразмерная величина;

$\{c\}$ - величина в секундах;

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

$$x(\%) = 5,12 \cdot x(\{-\}) = x(c) / 16;$$

$$x(\{-\}) = x(\%) / 5,12 = x(c) / 81,92;$$

$$x(c) = 16 \cdot x(\%) = 81,92 \cdot x(\{-\}).$$

Для параметра δt (длительность импульсов в секундах):

$$\delta t(c) = \delta t(\%).$$

3. В качестве постоянной времени $t1$ для F46-F53 выбирается один из параметров $t1-18$, причем каждый из них при программировании структуры записывается однократно как множитель $I2$ 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 ВТ05/2 через ВТ20/2 через ВН10/2 непосредственно	400-10 100-3 $(20+4) \cdot 10^3$ $\geq 100 \cdot 10^3$	1. Сигналы изолированы гальванически друг от друга и от других цепей 2. Резистивные шунты ВТ и делители ВН 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_I . 2. Дистанционное управление выходами Y_I, Y_E в ручном режиме ($F02; F04$). 3. Управление интегратором ($F09; F11$). 4. Переключение при изменении $Q_B(F37) \leftrightarrow Q_M(F38)$.	1. Q_I - средняя за цикл величина разности $Q_B - Q_M$; диапазон изменения от $-I$ до I ; дискретность $I/32$. 2. Для $F11$ управление сигналами Q_B, Q_M только в ручном режиме.
Q_+ Q_-	1. Вычисление Q_{II} . 2. Управление интегратором ($F07; F08; F10; F12$). 3. Переключение при изменении $Q_+(F39) \leftrightarrow Q_-(F38)$.	1. Сигналы изолированы гальванически от остальных цепей. 2. Q_{II} - средняя за цикл величина разности $Q_+ - Q_-$; диапазон изменения от $-I$ до I ; дискретность $I/32$.
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 $Q_S = I$ и свободно программируемой при $Q_S = 0$.	
Q_{Δ} Q_{∇}	Дистанционное управление нагрузкой выходов Z_B и Z_M в ручном режиме (для ЦРОТАР III, ЦРОТАР II2 воздействие формируется только при	Аналогичное воздействие осуществляется кнопками " Δ " и " ∇ " пульта оператора.

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_{py} Q_{ny} (ПРО-ТАР IOI, ПРО-ТАР IO2)	Установка после кратковременного воздействия сигнала $Q_{ny}=1$ ($Q_{ny}=1$) ручного (автоматического) режима управления для $F01; F02; F03; F04; F11; F46; F48; F00$ через встроенный дистанционный переключатель	Аналогичная установка осуществляется кнопками "" и "
Q_{an} (ПРО-ТАР III, ПРОТАР II2)	1. Установка при отключенном пульте оператора режима управления для $F01; F02; F03; F04; F11; F46; F48; F00$ ручного при $Q_{an}=1$; автоматического при $Q_{an}=0$. 2. Управление индикаторами при бора "" ($Q_{an}=0$); "" ($Q_{an}=1$)	При подключенном пульте оператора установка режима управления осуществляется кнопками "" и "
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_F 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_{F1} Z_{M1}	Импульсный сигнал трехпозиционного ШИМ для динамической связи между приборами: $Z_{F1} = Z_F$; $Z_{M1} = Z_M$ при $Q_F = 0$ $Z_{F1} = Z_{M1} = 0$ при $Q_F = 1$	Изменение состояния бесконтактного ключа (лог."0" - ключ разомкнут, лог."1" - ключ замкнут), коммутирующая способность 45 В; 0,05 А
Z_F Z_M	1. Дискретные сигналы двух цифровых дискретных компараторов. 2. Импульсные сигналы ШИМ: двухпозиционного Z_F ($F14$) и трехпозиционного Z_M ($F15$) 3. То же для управления исполнительным механизмом ($F05$)	Те же, что для сигналов Z_F; 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_F; Z_M. При нормальной работе ключ замкнут, при отказе ключ размыкается. Светодиодная индикация

Продолжение таблицы

Обозначение	Вид сигнала	Параметры
	программу алгоритму вычислений (при $F_0 < 0$ или $X_1 < 0$ для F_{58}).	отказа (ПРОТАР III, ПРОТАР II2)
Z (ПРОТАР IOI, ПРОТАР IO2)	Дискретный сигнал встроенного дистанционного переключателя режима управления для F_{01} ; F_{02} ; F_{03} ; F_{04} ; F_{11} ; F_{46} ; F_{48} ; F_{00} (автоматическое - ручное)	Гальванически изолированная группа контактов реле на переключение постоянного тока 0,08-0,25 А; 6-36 В на активной нагрузке
Z ₁ Z ₂ (ПРОТАР III, ПРОТАР II2)	Дискретные сигналы двух встроенных реле. Каждое реле может быть соединено с одним из выходов Z_6 ; Z_M ; Z_{61} ; Z_{M1} ; Z_8 ; Z_N ; $Z_{огк}$ 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	$U_{оп} = 10,3 \pm 0,1$ В, сопротивление нагрузки ≥ 2 кОм
U ₁	Аналоговый сигнал постоянного тока 1. Результат вычислений по введенному в программу алгоритму 2. Выходной сигнал алгоритма регулирования (F_{02} ; F_{04})	Диапазон изменения 0-10 В; сопротивление нагрузки ≥ 2 кОм
U ₂ (ПРОТАР IO2, ПРОТАР II2)	То же, что для сигнала U ₁	Диапазон изменения по выбору: 0-5 мА, сопротивление нагрузки ≤ 2 кОм; 0(4)-20 мА, сопротивление нагрузки $\leq 0,5$ кОм

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

2. Активная составляющая сопротивления суммарной нагрузки на сигналы 0; 24 В не менее 160 Ом.
3. Аналоговые выходные сигналы U_1, U_2 изменяются синхронно и индицируются на цифровом дисплее в процентах как переменная U .

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

3.8. Погрешность вычисления при выполнении алгебраических операций умножения, деления, извлечения квадратного корня не превышает $\pm 0,1\%$.

3.9. Погрешности аналого-цифрового преобразования не превышают $\pm 0,3\%$, а цифро-аналогового преобразования $\pm 0,5\%$ 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 связанными батареями из двух сухих элементов каждая. 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 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 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 IOI, ПРОТАР IO2;

3,1 кг. - для приборов ПРОТАР IИ1, ПРОТАР IИ2 (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		Размер-ность	Диапазон изменения	
			в функциях 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 _с) + (q _н) = q _I	F02; F04; F09; F11	Вход (q _с) + (q _н) = q _I	—	-1	1
10	II	Вход (q _с) + (q _н) = q _{II}	F07; F08; F10; F12	Вход (q _с) + (q _н) = q _{II}	—	-1	1
11	E	Переменная	F01 + F04 настройка	Рассогласование	%	-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 $F05$, $F07$	$F05:F07$	—	с	0	2.54
66	07	Переменная	$F07; F10$	$\frac{вход}{минт} задания$	%	-655	655.3
67	08	—	$F07; F10$	$П08=P_0 мин$	%	-655	655.3
68	09	—	$F07; F10$	$П09=P_0 макс$	%	-655	655.3
69	10	—	$F06; F08; F13$	—	%	-655	655.3
70	11	—	$F06; F08; F13$	—	%	-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 , индицируемых на дисплее, не менее (0...100) % .
2. Символы с обозначением „ = “ (переменные $НН 39-65$) 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 соответствующих функций.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРОВ

4.1. Конструкция.

Пары приборов ПРОТАР 101 и ПРОТАР 111, ПРОТАР 102 и ПРОТАР 112 имеют единую конструктивную базу, отличаюсь исполнением передних панелей (см.рис.1, 2 приложения 2).

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

Блок прибора (рис.6.1, 6.2) состоит из массы 1, передней панели 2 и задней панели 3. На задней панели размещены (рис.1, 2): штепсельный разъем 4 с пятьюдесятью клеммами, к которым распаиваются внешние соединения прибора; модуль резервного питания 5 типа МРО1 с двумя парами сухих элементов ЦН-0,18-У2 (см.рис.7) и винт 6 для заземления прибора.

На массу 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 101, ПРОТАР 102 размещен модуль дисплейный 8, объединяющий элементы встроенного пульта оператора.

На передней панели приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 размещен модуль дисплейный 9, включающий в себя светодиодные индикаторы и розетку штепсельного разъема для подключения выносного пульта оператора типа Ю-01. При отключении внешнего пульта 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 102, ПРОТАР 112 модули аналоговый и цифровой подключаются к другим элементам прибора с помощью штепсельных разъемов. В приборах ПРОТАР 101, ПРОТАР 111 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 ВН 10/2 (рис.5). Принципиальные электрические схемы этих устройств приведены на рис.8, 9. Каждое устройство преобразует соответствующий входной сигнал в сигнал 0-2 В (для сигнала 4-20 мА: 0,4-2 В).

В комплект приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 входит выносной пульт оператора типа ПО-01 (рис.3), подключаемый к прибору с помощью гибкого плоского жгута, оканчивающегося вилкой штепсельного разъема.

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

4.2. Органы настройки и контроля.

На передней панели приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102 расположены:

8 - разрядный цифровой индикатор (цифровой дисплей);
кнопки "П.Н.", ", ">", "<", служащие для переключения режимов работы дисплея, просмотра и настройки переменных, просмотра и программирования структуры прибора;

кнопка ", ", ">", служащие для переключения режимов управления и для ручного управления импульсным выходом Z_B, Z_M ;

светодиодные индикаторы $\square$, $\square$, Δ , ∇ работы дискретных и импульсных выходов Z_B , Z_H , Z_E и Z_H соответственно;

светодиодные индикаторы $\bigcirc$, рука - установленного режима управления соответственно автоматического ($q_a=0$), ручного ($q_p=1$).

На передней панели приборов ПРОТАР III, ПРОТАР II2 расположены:

светодиодные индикаторы $\square$, $\square$, Δ , ∇ назначение которых совпадает с назначением аналогичных индикаторов приборов ПРОТАР IOI, ПРОТАР IO2;

светодиодные индикаторы $\triangleright$, $\triangleleft$ - режима управления (индикация $q_{BH}=0$ и $q_{BH}=1$ соответственно);

светодиодный индикатор отказа прибора.

На выносном пульте IO-OI расположены:

8-разрядный цифровой индикатор (цифровой дисплей);

кнопки "П.Н.", $\bigcirc$, $\triangleright$, $\triangleleft$, $\bigcirc$, рука , Δ , ∇ и светодиодные индикаторы $\bigcirc$, рука , 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;

Ua - для подстройки величины опорного напряжения.

На модуле цифровом расположены следующие органы подстройки: O , 100 - для подстройки соответственно нижнего и верхнего пределов изменения аналогового входного сигнала X_B .

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 11 дискретных (логических) входных сигналов с преобразованием их в цифровую двоичную форму, необходимую для ввода в цифровое вычислительное устройство.

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

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

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

Дискретные входные сигналы φ_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 $F01, F02, F03, F04, F11, F45, F46, F00$ (в режиме автоматического управления $Q_p = 0$, в режиме ручного управления $Q_p = 1$).

Аппаратное управление выходов 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 ($Z_B; Z_M; Z_{B1}; Z_{M1}; Z_B; Z_M; Z_{отк}$), 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 ПР0ТАР 102, ПР0ТАР 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 ПЦ-регулирования импульсного. Второй (ключи Z_{M1}, Z_{B1}) управляется в режиме автоматического управления синхронно с пер-

ны и предназначен для организации динамической связи между контурами регулирования. В режиме ручного управления указанные ключи разомкнуты и не управляются. Дискретный входной сигнал Z_0 осуществляет запрет действия прибора по выходам $Z_H \dots Z_{61}$ в режимах как ручного, так и автоматического управления. Аналогичный запрет осуществляется при подаче команды на одновременное замыкание ключей этих выходов.

Выходные ключи Z_0, Z_H , управляемые программными компараторами, и $Z_{отк}$, управляемый программным блоком диагностики отказа, используются для организации дискретных выходов.

Встроенный пульт оператора состоит из двух независимых частей. Первая содержит цифровой 8-разрядный (2×4) дисплей и 4 кнопочных замкнателя для управления режимами работы дисплея, программирования прибора и настройки параметров ("П. К", " $\bigcirc$ ", " $\triangleright$ ", " $\triangleleft$ "). С помощью цифрового дисплея осуществляется программирование, просмотр запрограммированной структуры, контроль и установка параметров настройки, задержка, контроль входных аналоговых сигналов, выходного аналогового сигнала, переменных, являющихся входами или выходами программных блоков, осуществляется диагностика отказа. 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 замкнателя, служащих для переключения режимов управления (" $\bigcirc$ " - автоматическое; " $\bigvee$ " - ручное) и для ручного управления (" $\triangle$ " - управление выходом Z_0 ; " ∇ " - управление выходом Z_H).

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

кратными входными сигналами ($q_{\Delta\Delta}$, $q_{\Delta\Delta}$, q_{Δ} , q_{∇}), что позволяет вести управление как со встроенного пульта оператора, так и с верхнего уровня управления.

На пульте оператора расположены также световые индикаторы прибора: установленного режима управления ("○" - автоматическое; "|||" - ручное) и функционирования четырех выходных клемм " ∇ " - Z_H , " Δ " - Z_C в режиме "○"; а также " $\square$ " - Z_C , " $\square$ " - 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 (такие, как ПИД-регулирование, кусочно-линейное преобразование и т.д.), так и многократно используемые алгоритмические блоки, осуществляющие алгебраические, нелинейные, динамические преобразования, логические функции.

Пользуясь указанными функциями, переменными, параметрами настройки и константами (см. п. 3.17), обозначения которых изымаются 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 $q_5; q_n$ и $q_4; q_-$ формируют сигналы, являющиеся цифровыми эквивалентами средних за период шихла T_0 величин разностей соответственно $(q_5 - q_n)$ и $(q_4 - q_-)$. 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, охваченный жесткой обратной связью. В режиме автоматического управления ($q_p = 0$) ШИМ преобразует входной сигнал E' в последовательность импульсов, управляющих выходными ключами $Z_H; Z_5; Z_{H1}; Z_{51}$. В режиме ручного управления ($q_p = 1$) управление выходными ключами прекращается, а величина y' обнуляется.

ШИМ задействован в функциях $F01, F03$. Если указанные функции не приняты, ШИМ может использоваться в свободной 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 самостоятельными элементами.

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 Γ_0 и входного сигнала X_1 функцией $F58$. При отсутствии отказов прибора, ошибок программы и инициализации, при $\Gamma_0 \geq 0$,

$X_1 \geq 0$ (функция $F58$) выходной ключ $Z_{отк}$ замкнут, прибор работает нормально. При наличии отказа, ошибки программы или инициализации, а также при $\Gamma_0 < 0$ ключ $Z_{отк}$ размыкается, обнуляются импульсные выходы Z_1, Z_H, Z_{11}, Z_{H1} , замыкается и остается неизменным аналоговый выходной сигнал U . На цифровом дисплее периодически индицируется код отказа, содержащий символ E и двузначный шифр вида несправности (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 клавиш $Z_{отх}$ и индикация кода.

Снятие отказа производится после устранения его причинным путем пульта оператора (см. приложение 2.1). Отказ $F_{отх}$ при $F_{отх} > 0$ (функция $F5A$) снимается автоматически.

Размыкание клавиш $Z_{отх}$ и прекращение управления импульсным и дискретными выходами, аналоговым выходом и компараторами производится также при переводе дисплея в режим настройки структуры (режим 6 "НС" - см. приложение 2.1). При выходе из режима 6 "НС" автоматически замыкается клавиш $Z_{отх}$ и восстанавливается управление.

4.4. Функциональная схема приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112.

Функциональная схема приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 представлена на рис. II 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_6, Z_8, Z_H расположены непосредственно на лицевой панели прибора.

Аппаратное устройство ввода информации отличается тем, что вместо входных дискретных сигналов q_{H4}, q_{H5} воспринимается дискретный сигнал q_{H1} , несущий информацию о режиме управления для $F01-F04, F11, F46, F49$, установленный потенциометром 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 $\varphi_{\Gamma}, \varphi_{\Delta}$). При подавлении внешнего пульта ГД-01 внешнее управление с помощью входных сигналов $\varphi_{\Gamma}, \varphi_{\Delta}$ отключается (за исключением воздействия на индикаторы "1<" и "1>" и все функции управления передаются пультау.

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 отказе прибора, а также при переводе дисплея в режим Б ("BC")), и два реле с одним переключающим контактом каждое. Обмотки реле могут подключаться через внутренний источник 24 В к любому из выходов $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7, Z_8, Z_9, Z_{10}, Z_{11}, Z_{12}$, а их контакты использоваться как дискретные выходные сигналы Z_1, Z_2 .

В остальных функциональных схемах 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 структурой, не требующей применения процедуры программирования. Переключение прибора на работу по алгоритму жесткой структуры осуществляется дискретным входным сигналом φ_5 . При $\varphi_5 = 0$ (клемма 49 прибора свободна или соединена с клеммой 21 через разомкнутый ключ) реализуется свободно программируемая структура. При $\varphi_5 = 1$ (клемма 49 прибора соединена с клеммой 21 перемычкой или через замкнутый ключ) реализуется жесткая структура.

Алгоритмы жесткой структуры предусматривают статическую и динамическую обработку 6 аналоговых входных сигналов для формирования эквивалентного регулируемого параметра; исполнение 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 Е.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 C_1, C_2, C_3 и фильтруются с постоянной времени t_1, t_2, t_3 и помещаются в регистры переменных П16, П17, П18. Сигнал X_C дополнительно стробируется дискретным входным сигналом φ_C (при $\varphi_C = 1$ значение переменной П18 эволюционирует и не реагирует на изменение сигнала X_C).

Входной аналоговый сигнал X_D дифференцируется с постоянной времени t_4 , умножается на масштабный коэффициент C_4 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 C_5 . Полученная сумма помещается в регистр эквивалентного регулируемого параметра P , который затем фильтруется с постоянной времени t_0 .

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

устанавливаются 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 П08, П09. Сигнал задания U_0 вычитается из отфильтрованного сигнала эквивалентного параметра P , образуя сигнал рассогласования E .

Сигнал рассогласования E подается на вход программного блока формирования закона регулирования ПДД', включенного узел статической и динамической балансировки. Выход блока ПДД' поступает через программный блок широтно-импульсного модулятора ШИМ на импульсные выходы Z_B, Z_H, Z_{B1}, Z_{H1} , а также через интегратор / и цифро-аналоговый преобразователь - на аналоговый выход U . Таким образом, одновременно реализуется ПДД 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_H , 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, положения регулирующего органа). Нижний и верхний пределы диапазона изменения X_H помещаются в регистры переменных $U1, U2$.

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

В режиме автоматического управления интегратор под воздействием дискретных входных сигналов q_S, q_M линейно изменяет своей выходной сигнал в ту или иную сторону, а при $q_S = q_M = 0$ сбрасывает его до нуля. Выходной сигнал интегратора помещается в регистр переменной $PI1$, модуль которой подается на вход блока диагностики отиска. Переменная $PI0$ подается на второй вход указанного блока, задавая порог срабатывания аварийной сигнализации. При значении переменной $PI2 = 0,250$ регистр переменной $PI1$ фиксирует реальное время действия сигнала $q_S (q_M)$ в секундах, а при $PI2 = 0,000$ воздействие всех сигналов на $PI1$ отсутствует.

Если входы q_S, q_M объединены с выходами соответственно $Z_{с1}, Z_{м1}$, то на вход блока диагностики отиска будет поступать информация о длительности включения импульсного выхода в режиме автоматического управления. Если указанная длительность превысит допустимую для данного контура регулирования величину, то сбрасывается дискретный сигнал на выходе "отиск" (ячейка $Z_{отк}$ размыкается), а на цифровом дисплее прибора периодически высвечивается код программируемого отиска $E.01$.

Для отключения блока диагностики отиска следует установить $PI2 = 0,000$; $PI0 = 655,3$.

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

Если какой-либо из входных сигналов $X_1 \dots X_2$ 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 аperiodическое 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 I - F11 ; интегратор задания - F10 ; сигналы q_1 ; q_2 - 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 φ_i . Входы $X_A \dots X_H$ гальванически изолированы и рассчитаны на подключение аналоговых сигналов 0-5; 0-20; 4-20 мА; 0-10 В с помощью устройств НГ 05/2, НГ 20/2, НН 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_D, 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 φ_i воспринимают дискретные сигналы в виде изменения состояния контактного или бесконтактного ключа (рис.13), при этом входы $\varphi_-; \varphi_+$ 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_{5P}, 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 переключкой 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 программным путем (например, с помощью функции $F32$). Если выход U_2 приборов ПРОТАР 102, ПРОТАР 112 не используется, клемма 45 соединяется переключкой с клеммой 21.

Приборы ПРОТАР 111, ПРОТАР 112 (рис.11) имеет схему подделения, аналогичную подобной схеме приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 102. Отличия заключаются в том, что первый имеет на передней панели розетку теплосъемного разъема для подключения выносного джуха оператора Ю-01; вместо входов для дискретных сигналов $U_{AN} \dots U_{AN}$ имеет вход для дискретного сигнала U_{AN} , 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 изъятой батареи 6B2, 6B4 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 СВ1, СВ3 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 аэрозолей.

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 указанных параметров 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 применять 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 удалить 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 P_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 максимальный - 99. Порядок введения программы в прибор показан на рис.2 приложения 2.1 (режим 5). Установка номера шага программы производится в режиме 5 ("П"), 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 P_i приведен в п.3.17. Переменных, 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 P_i , соответствующей данному шагу программы.

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

Алгоритмы и особенности применения функций F_i и переменных P_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 $P_{00} \dots P_{19}$, U_1, U_4, U_2 , U_0 (%), $C_0 \dots C_7$ (безразмерные коэффициенты), $t_1 \dots t_8$ (постоянные времени, с). Кроме того, в распоряжении потребителя имеются константы $P_{20} \dots P_{28}$, 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 устройства 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 перехода $F54-F59$) $F00$ 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- $F00$ происходит преобразование аналоговых и дискретных входных сигналов в цифровую форму и цифровых сигналов в аналоговую, импульсную и дискретную форму, выполняется функция модификация сигналов и переменных, функционирует программный блок диагностики отказов.

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

Функции $F03$, $F04$ отличаются от соответственно $F01$, $F02$ тем, что позволяют перевести алгоритмы 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, функция

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

В табл.2 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_1 .

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

2. Переменные U_D, E (в функциях $F01...F04$); U, U_D (в $F08, F13$); $L2, L1, L2, dL, dL$ (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 $F01$; y в $F07$; $III-III$ 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: y в $F00, F01, F03, F05, F06, F07$ (при $q_s = 0$); y_I в $F02, F04, F08, F11$; y_{II} в $F03, F10, F12$; p_s в $F10, F07$ (при $q_s = -1$); III 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 автомати-

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_8, 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 рассогласований и сформировать аналоговый сигнал в соответствии с зависимостью:

$$y = \sqrt{100\% \cdot A} \cdot \frac{CI}{tI \rho + 1}$$

Диапазон входного сигнала X_R : 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	$\sqrt{100\% \cdot A} \cdot \frac{C1}{t/p+1}$
24	F41	Переслать и запомнить результат	
25	У.	Адрес пересылки: вход ЦАП	Выход II
26	F00	Конец программы	

6.7. Примеры прикладных программ.

В приложении I приводятся 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, необходимо 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 схемой подключения, за исключением выходных цепей, которые должны быть отключены. Независимо от того, в какой структуре используется прибор (частотной или программируемой) установить $q_s = 0$ (т.е. переключка на к1.49 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 (программ) 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 перебивается высвечиванием кода отказа, состоящего из символа *E* и двузначного кода вида неисправности (см. п. 2.3.2, функцию *FOO*). При этом замыкается 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 изменений, 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_{OTK} , 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 FOO . 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, ПД законов регулирования, а также масштабные коэффициенты, постоянные времени интегратора t_{ii} , дифференциаторов и аperiodических звеньев t_{zi} ; 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 методики (см., например, В.Я.Ротач "Расчет настройки систем автоматического регулирования", Е.П.Остафани "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_{adm} в установившемся режиме и допустимой частоты срабатываний исполнительного механизма. Обычно выбирает $\delta = 1/2 E_{adm}$.

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

фильтров ε_i 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 ε_c прибора.

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

7.3.5. 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: $\varepsilon_1 < 0$; $\varepsilon_H = \varepsilon_D = 0$. Исходя из предварительной информации об объекте регулирования и опыта эксплуатации аналогичных систем, установить ориентировочные исходные значения коэффициента передачи ε_1 и постоянной интегрирования ε_I . При отсутствии данных можно рекомендовать значе-

или $C_1 = 1.000$, $E_1 = 64.00$ с.

7.3.5.2. Установить значение $C_7 = 0.379$. Величину выходного сигнала релейного элемента U_1 , определяющую амплитуду автоколебаний в системе, установить, исходя из допустимых значений E_{don} этой амплитуды: $U_1 = E_{don} / (1,5-2)$ (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 самосред, его можно подключить к аналоговому выходу U_1 или U_2 , выведя на последний рассогласование E (например, с помощью следующих команд в программе: F40; E; F21; C3; F25; П0; F41; U., где П0 $\approx 50 \%$ - смещение, позволяющее наблюдать двухполярный сигнал E на однополярном выходе $U_1(U_2)$; C3 - масштабный коэффициент).

Если автоколебания расходятся (амплитуда постепенно увеличивается, превышая уровень $\pm 2U_1$), величину C_1 следует уменьшать, а величину E_1 увеличивать. Кратность каждого изменения параметров 1,5-2. Если амплитуда автоколебаний меньше, чем величина $1/3 U_1$, то C_1 необходимо соответственно увеличивать, а E_1 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:

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

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

Если условие (7.1) выполняется, установленную величину E_1 можно считать оптимальной. В противном случае необходимо вычислить

и установить в приборе новое значение ε_1 :

$$\varepsilon_1 = T_{\Pi}/3,7 \quad (7.2)$$

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 переменный E на протяжении двух периодов:

$$A_k = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^2 (\max E_i - \min E_i) \quad (7.3)$$

Проверить выполнение условия:

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

Если условие (7.4) выполняется, то установленную величину коэффициента передачи ε_1 можно считать оптимальной. В противном случае необходимо вычислить и установить в приборе новое значение ε_1 :

$$\varepsilon_1 = 0,92 \cdot \varepsilon_{1, \text{уст}} \cdot \frac{U}{A_k}, \quad (7.5)$$

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

7.3.5.5. Повторить пп. 7.3.5.3, 7.3.5.4, проверяя выполнение условия (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 $\varepsilon_1, \varepsilon_1$, после чего пп. 7.3.5.3, 7.3.5.4 повторяются вновь с проверкой выполнения условия (7.4). В некоторых случаях может потребоваться несколько приближений.

7.3.5.6. Для ПИ - регулятора полученные значения $\varepsilon_1, \varepsilon_1$ являются оптимальными.

Для ПИД-регулятора оптимальные значения настроек вычисляются по формулам:

$$\varepsilon_{1\text{ пнд}} = \varepsilon_{1\text{ пн}} / 1,5; \quad (7.6)$$

$$\varepsilon_{1\text{ пнд}} = 1,5 \varepsilon_{1\text{ пн}} \quad (7.7)$$

где $\varepsilon_{1\text{ пн}}, \varepsilon_{1\text{ пн}}$ - значения настроек, полученные в результате выполнения пп. 7.3.5.1-7.3.5.5.

Параметры $\varepsilon_d, \varepsilon_d$, определяющие дифференциальную составляющую ПИД-алгоритма, рекомендуется определять по формулам:

$$\varepsilon_d \cdot \varepsilon_d = (0,1 - 0,25) \varepsilon_1; \quad (7.8)$$

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

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 $\varepsilon' < 0$ 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 выполнять 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-

ним. 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 действии 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 I(2))	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 ТУ. Кнопки 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 РВЗ. Приборы ПРОТАР III, ПРОТАР II2 испытываются совместно с подключенным пультом оператора Ю-01.

Настройка делителей сигнала источника ИН1... схемы проверки и выбор полярности источников ИН1, ИН2 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 РВЗ) на величину потребляемого тока в амперах (контроль по миллиамперметру РА1).

8.1.4.3. Произвести инициализацию прибора по методике п. 7.1 ТУ 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) " f ", установить $S1-I$, сигнал $ИИ1$ плавно увеличить от минус 1 В до плюс 11 В (контроль по вольтметру $PV1$). Дисплей должен показать изменение " f " 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 дисплей 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 (логических) входных сигналов и световой индикации установленного режима управления производится путем контроля значений переменных по цифровому дисплею в режиме 3 и состояния светодиодных индикаторов прибора и схемы проверки при подаче соответствующих дискретных (логических) входных сигналов.

Проверка производится при набранной программе функционирования согласно приложению 2.8.

Нажатием органа "  " 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 ПО-01)	Схема проверки
 - I остальное - 0	"Z _{от} " - I "А" - I остальное - 0	 - I "ID" - I остальное - 0	"Z _{от} " - I "Z1#" - I "Z2#" - 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 - режиме 3.

Проверка производится при набранной программе функционирования согласно приложению 2.8. Нажатием органа  устанавливается режим автоматического управления. Исходное состояние светодиодных индикаторов прибора ^{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 ТО 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 $\geq 10 \text{ кОм}$.

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 ПЗУ 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: "◁", "▷", затем, не отпуская их, "П-Н".

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

10.2. Проверка и настройка модулей.

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

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

должны соответствовать приложению 2.7.

Допускается при проверке по п.10.2 присоединить к прибору только цепи, связанные с элементами ИИ1, ИИ2, РУ1, РУ2, СИ- С6, К1-К12, 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 К1+К4 схемы проверки таким образом, что при сигнале источника $\text{плмс}(10 \pm 0,001) \text{ В}$ (контроль по вольтметру РУ1) выходные напряжения делителей равны $\text{плмс}(2 \pm 0,001) \text{ В}$ (контроль по вольтметру РУ7, подключаемому к гнездам "X_A", "X_B", "X_C", "X_D" относительно гнезда "ОТ_{ВХ}" схемы проверки, при положении ключей соответственно СИ-1, СИ-2, СИ-3, СИ-4). 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 СИ ("X_D") схемы проверки в положение 1. Источником ИИ2 установить величину входного сигнала X_E равной минус 0,7 В, фиксируя ее вольтметром РУ2 (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.В.

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") схему проверки в положение 1. 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 $IR0$ ("R0"), устанавливая величину A по дисплею равную 0.000.

Перевести ключ $S1$ ("X_A") в положение 1. 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 $IR1$ ("R100"), 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 $2R8$ ("b0") и $2R11$ ("b100"), устанавливая величину b соответственно 0.000 и 100.0.

3. Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 ("П") сигнал $\mathcal{L}$.

Методом, аналогичным описанному в п. 10.2.2.2 (1), оперируя ключом J3, проверить величину сигнала $\mathcal{L}$ и, в случае необходимости, настроить модуль резисторами 3ВВ ("L0") и 3ВН ("L100"), устанавливая величину $\mathcal{L}$ соответственно 0.000 и 100.0.

4. Вызвать на цифровой дисплей прибора в режиме 3 ("П") сигнал $\mathcal{d}$.

Методом, аналогичным описанному в п. 10.2.2.2(1), оперируя ключом J4, проверить величину сигнала $\mathcal{d}$ и, в случае необходимости, настроить модуль резисторами 4ВВ ("d0") и 4ВН ("d100"), устанавливая величину $\mathcal{d}$ 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 $\mathcal{U}$, затем в режиме 3 ("Н") установить величину этого параметра равной 100.0. Вольтметр РУ5 должен показать величину сигнала $\mathcal{U}$ в пределах $(10 \pm 0,1)$ В. В случае необходимости подстроить указанную величину резистором 7В4 ("U0").

10.6. По истечении гарантийного срока, но в пределах срока службы прибора (10 лет), завод-изготовитель за отдельную плату производит запись информации в исправные ИМС КЗУ типа К573Р25, предоставляемые потребителем, либо предоставляет 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 ПУ-01 поставляется не менее I пульта на каждый 5 приборов, поставляемых в один адрес.

По желанию потребителей по отдельному заказу поставляются кабельные части штепсельных разъемов со штуком соединителя. 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) прикреп
ке 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 инструкции по эксплуатации, изделия, входящие в комплект поставки согласно разделу II.

Прибор, паспорт, техническое описание и инструкции 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°C, при относительной влажности не более 80 %. Агрессивные примеси в окружающем воздухе должны отсутствовать.

ПРИМЕРЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ

1. Алгебраические операции.

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

Программа: P40; A; P28; d; P27; b; P27; c1; P41; 19; P40; e; P23; P27; c2; P25; 19; P26; h; P41; U...

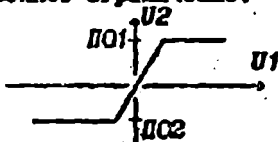
Здесь: $P19 = c1 \frac{A \cdot b}{d}$

1.2. $t1 = 16(P00 - b \frac{c2}{12 \cdot p + 1})$

Программа: P17; P26; 00; P21; P41; t1. Множитель 16 - коэффициент перевода размерности от процентов к секундам.

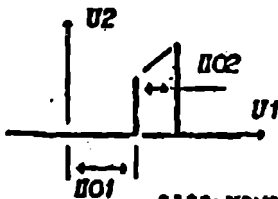
2. Нелинейные преобразования.

2.1. Двухстороннее ограничение.



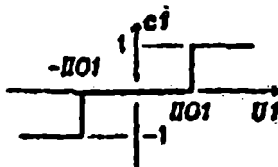
Программа: P40; U1; P33; 01; P32; 02; P41; U2...

2.2



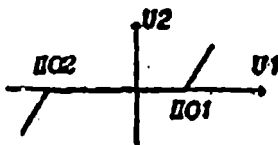
Программа: P40; U1; P41; U2; P26; P01; P57; **; P26; P02; P57; **; (*)P40; P20; P41; U2; (**)...
*: ** - номера шагов, на которые делается переход.

2.3



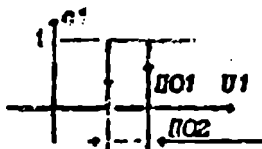
Программа: P40; U1; P22; P26; 01; P30; U1; P24; P41; c1...

2.4



Программа: P40; U1; P33; 01; P32; 02; P21; P25; U1; P41; U2

2.5



Программа: P40;U1;P26;П01;P29;П02;
P41;с1.

Примечание: знак П02 индифферентен
согласно примечанию о знаке I2 для
P29 (п. 2.3.2).

3. Селектирование и переключение.

3.1. Селектирование максимальной (или минимальной) величины:

$П00 = \max (\text{или } \min) (П01, П02, П03, \dots)$

Программа: P40;01;P32(или P33);02;P32(или P33);03...P41;00

3.2

$П00 = \begin{cases} \max(П01;П02) & \text{при } q_0=0; \\ \min(П01;П02) & \text{при } q_0=1. \end{cases}$

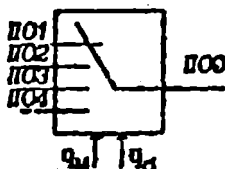
Программа: P40;01;P33;02;P41;00;P40;01;P32;02;P34;00;P41;00

3.3. Селектирование промежуточной из трех величин:

$\min(П01;П02;П03) < П00 < \max(П01;П02;П03)$

Программа: P40;01;P32;02;P41;00;P40;02;P32;03;P33;00;P41;00;P40;01;
P32;03;P33;00;P41;00

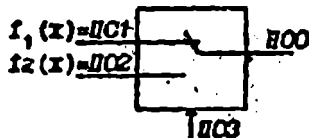
3.4. Коммутатор из четырех положений, управляемый дискретными сигналами:



q_0	0	0	1	1
q_1	0	1	0	1
П00	П01	П02	П03	П04

Программа: P40;03;P36;04;P41;00;P40;01;P36;02;P37;00;P41;00

3.5. Переключение алгоритмов при изменении знака переменной:

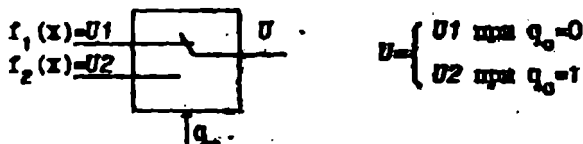


$П00 = \begin{cases} П01 & \text{при } П03 \geq 0 \\ П02 & \text{при } П03 < 0 \end{cases}$

Программа: P40;03;P56;=;P40;02;P54;=;;(*)P40;01;(**)P41;00

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

3.6. Переключение алгоритмов преобразования при изменении дискретного входа:



Программа: F40;U1;F34;U2;F41;U

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

$$U_2 = \begin{cases} \max(\min) U_1 & \text{при } q_0 = 0 \\ U_0 & \text{при } q_0 = 1 \end{cases}$$

Программа: F40;U1;F32(F33);U2;F34;U0;F41;U2

3.8. Вычисление промежутка времени $\Pi 01$ нормального режима работы прибора (см. F59) с фиксации числа выходов из этого режима $c0$.

Программа: F59;+;F40;c0;F23;U23;F41;c0;F40;U20;F41;U01;(*)F40;
U27;F51;t1;F41;U01

* - номер шага, на который делается переход.

Размерность $\Pi 01$: час при $t1=72$ с; сутки при $t1=1728$ с.

При каждом входе в нормальный режим работы: $\Pi 01=0$; $c0=c0_{n-1}+1$.

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

4. Логические преобразования.

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

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

Программа: F40;c0;F34;c1;F41;c0

$c1$ - вход, $c0$ - выход.

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

c1	0	0	1	1
c2	0	1	0	1
c0 _n	c0 _{n-1}	0	1	c0 _{n-1}

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

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

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

5. Динамические преобразования.

5.1. Форсирующее звено.

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

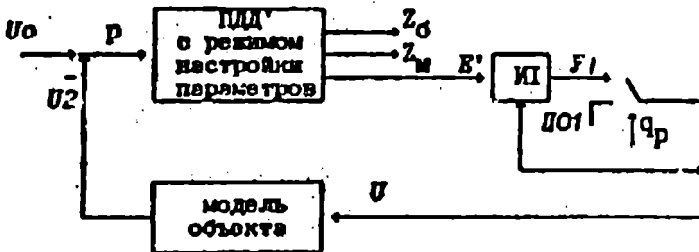
Программа: P40;U1;P49;t1;P27;c1;P25;U1;P41;U2

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: P40;U;P27;c0;P47;t1;P47;t2;...P47;ti;P41;U2

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



Программа: P40;U0;P26;U2;P41;P;P03;P11;P35;01;P41;P1;P41;U(...)*;
(P40;E;P28;c1;P25;02;P41;P.)*

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

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

В ручном режиме $J1=П01$; $U2=с0*J1$. При $с7>0$ режим настройки параметров (см. P03).

5.4. "Идеальное" дифференцирующее звено:

$$\frac{U2(p)}{U1(p)} = с0 * \tau_0 * p;$$

$U2_n = с0 * (U1_n - U1_{n-1})$, где $U1_n$ и $U1_{n-1}$ - значения $U1$ в текущем и предыдущем циклах; $\tau_0 = 0,32$ с.

Программа: P40;U1;P42;П19;P26;U1;P21;P27;с0;P41;U2

П19-вспомогательный регистр для хранения $U1_{n-1}$;

при инициализации установить П19=0.

5.5. Интегратор с двусторонним ограничением П08-U2-П09:

$$U2 = \begin{cases} \frac{U2(p)}{U1(p)} = \frac{1}{\tau_1 * p} & \text{при } q_p = 0 \\ U2 - U_0 & \text{при } q_p = 1 \text{ (установка начальных условий)} \end{cases}$$

Программа: P40;U1;P51;t1;P41;U2;P35;U_0;P32;П08;P33;П09;P41;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: P40;U1;P52;t1;P27;П00;P51;t1;P41;U

t1 выбирается около 0,1÷1.

6. Формирование сигнала отказа Z отх

Формирование сигнала $Z_{отх}=1$ при следующих изменениях сигнала A:

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

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

в) при $\left| A - \frac{16\pi}{15} \right| > П03$ отказ B.02 ($Z_B=0$; $Z_H=0$)

Программа: P16;P41;J1;P41;L2;P48;t6;P22;P26;П03;P21;P58;-;

(-)P40;Г_0;P44;П22;P45;П24;P41;Г_0

-номер нагв, на который дается переход.

Отказ E.02 снимается автоматически при $\left| A \frac{t6 \cdot p}{1+p \cdot t6} \right| < 103$.

При устранении условий отказа E.01 состояние дискретных выходов возвращается в исходное ($Z_B=0$; $Z_H=0$), а в регистре Γ_0 сохраняется величина -100% или $-0,32\%$. Перед снятием отказа E.01 установить $\Gamma_0 > 0$.

7. Автоподстройка параметров.

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

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

Множитель 16 - коэффициент перевода размерности от процентов к секундам.

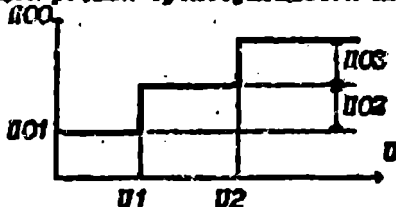
Программа: F40;A;F27;c7;F25;t7;F41;t1

7.2. Подстройка длительности импульсов в зависимости от величины рассогласования:

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

Программа: F40;E;F22;F27;c0;F25;U0;F41;\delta t

7.3. Дискретная трапециевидная подстройка.



Программа: F40;U;F26;U1;F30;02;F25;01;F41;00;F40;U;F26;U2;F30;03;F25;00;F41;00

7.4. Формирование зоны чувствительности в зависимости от производной сигнала рассогласования:

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

Программа: F40;E;F49;t1;F22;F27;c1;F25;U0;F41;0

Здесь: U_0, c_0, c_1 - константы; U_1 - вспомогательная переменная.

Программ: F40;A;P28;U0;F49;11;P22;P25;c1;F41;19;P40;c0;P28;19;
F41;01

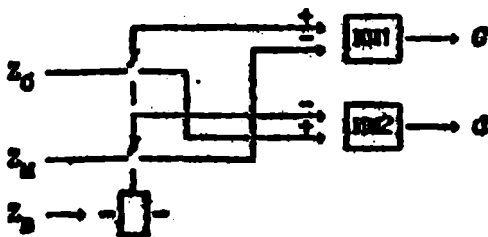
Преобразование сигнала A в действительность импульса $t_1 = \frac{A}{1000} - t_1$,
где t_1 — период следования импульсов на выходе Z_n .

Программа: P40:4:P52:t1:P41:J1

Примечание: 7245,123; 0,432.

9. Регулирование с синхронизацией хода двух ИМ.

9.1. Налоговая оптимизация хода двух ИМ.



К выходам $Z_6; Z_8$ через переключные контакты реле подсчитывают цепи управления PM_1, PM_2 , причем реле управляется выходом Z_4 .

0; d - CHINA 101, 102;

J2 - внутренний корректор (среднее разности C-d);

θ_1 - зона позирате при породителни рого.

Примечание: Для ПРОТАР 111(112) используются в качестве переключателя контактов выходы Z_1 и Z_2 (соединяются клеммы 26-27-38); для ПРОТАР 101(102) клемма реле подсоединяется 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 (смазанная разность C-d);

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

$\delta_J; \delta_L$ - зона возврата.

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

Программа: ...P01;P40;C;P26;d;P41;J1;P41;J2

10. Регулирование.

10.1. Регулирование для объектов с запаздыванием.

ПНД регулирование импульсное или аналоговое с периодическим отключением регулирующего воздействия.

Параметры устройства: t_1 - период; $t_H = \frac{100 \cdot t_1}{1000}$ - время передачи регулирующего воздействия в течение периода. При $t_H > t_1$ регулирующее воздействие передается непрерывно.

Программа: ...P01;P40;P00;P52;t1;P27;E';P41;E'(P11;P41;J.)⁰

Для импульсного регулирования единица {...}⁰ не используется.

При аналоговом регулировании выход δ_0/Z_H может быть использован для других целей, для чего ниже в программе на вход E' заносится новое значение.

Параметры $t_1, 100$ могут быть вычислены как функции сигнала, характеризующего запаздывание.

10.2. Два канала ПНД 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;0;P41;P0;P01(P02)

Второй канал с импульсным выходом на основе P05 (D-сигнал; с2-масштабный коэффициент; t2-постоянная фильтра; П07-задание).

Программа: P17;P26;07;P05

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

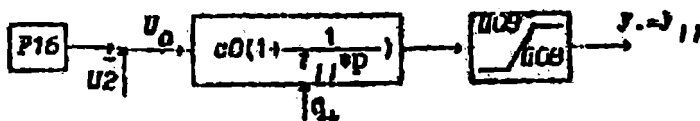
Первый канал на основе P01 (C-сигнал):

Программа: P40;C;P41;P;P01

Второй канал на основе P05 (D-сигнал; с2-масштабный коэффициент;
t2-постоянная фильтра; П07-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 Y_{11} .

c1-масштабный коэффициент; t1-постоянная фильтра входа 1;

U2-задание; U0-равногласование; c0-коэффициент передачи;

t1-постоянная интегрирования;

П09 и П10-ограничители выхода $Y = Y_{11}$ по минимуму и максимуму;

П10;П11 вспомогательные регистры.

Программа: P16;P26;U2;P41;U0;P27;c0;P42;П10;P26;П10;P41;П11;P40;

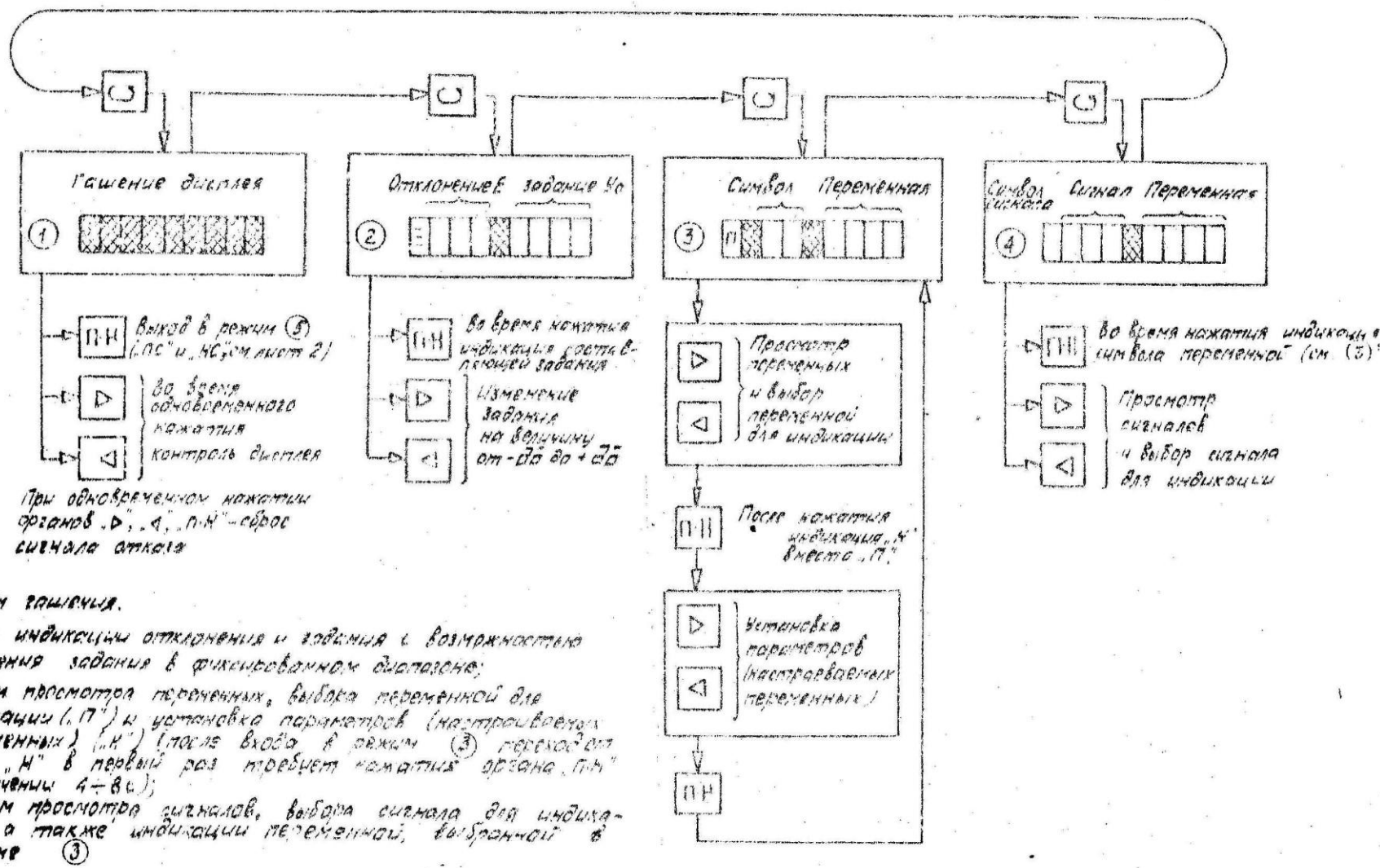
П20;P39;П10;P12;P25;П11;P39;Y₁₁;P26;П11;P32;П09;P33;П09;P11;Y₁₁;

P41;Y.

РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЦИФРОВОГО ДИСПЛЕЯ ОРГАНЫ НАСТРОЙКИ И УПРАВЛЕНИЯ

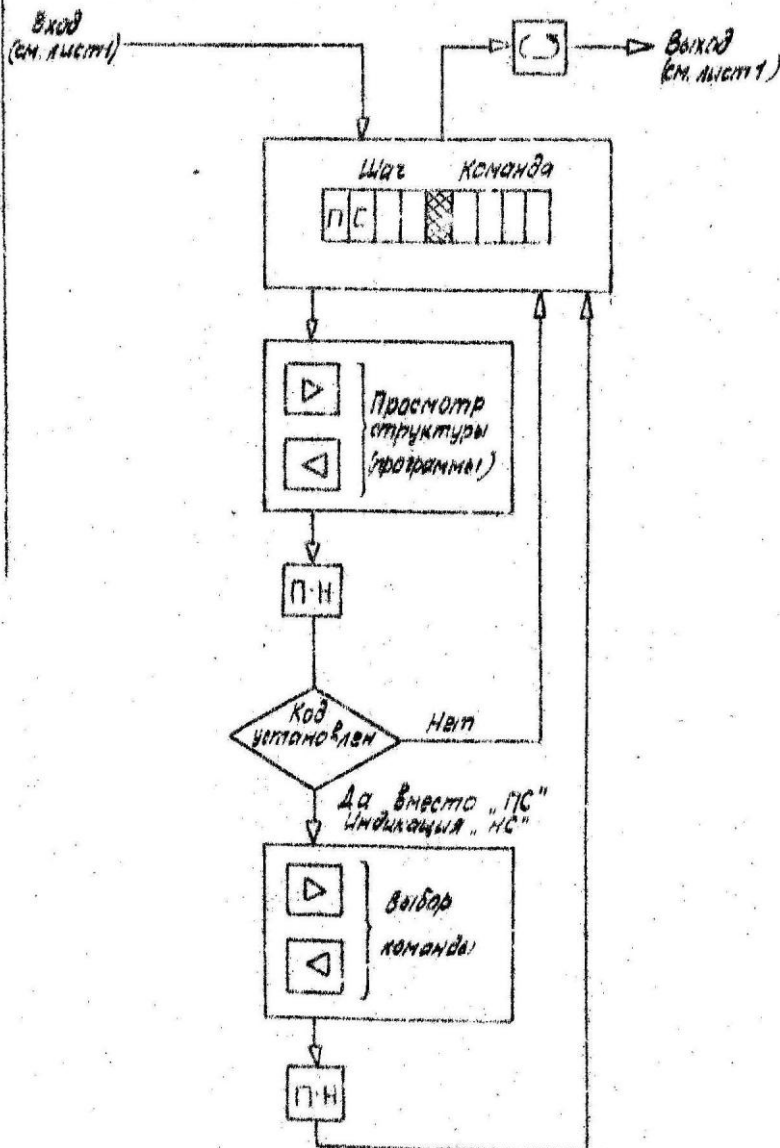
Примечание:

Лист 1

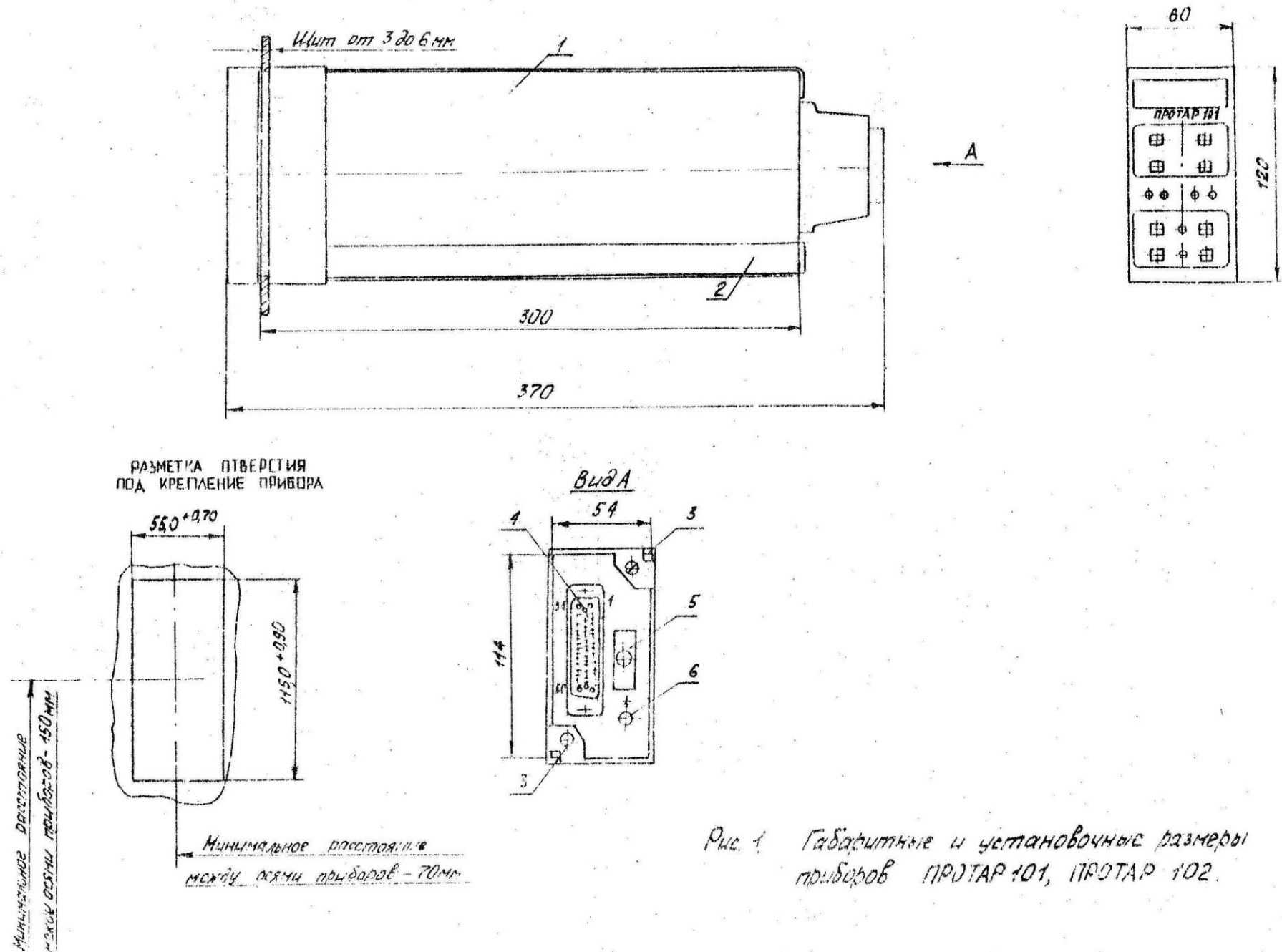


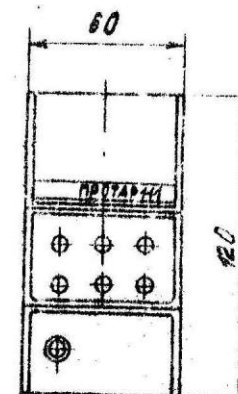
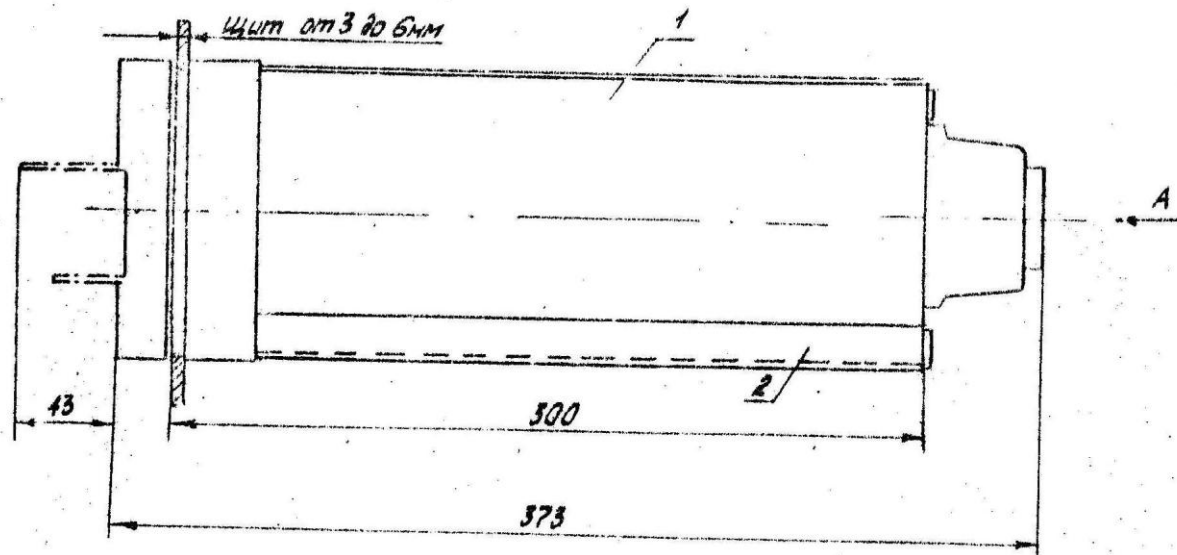
6 РЕЖИМ ПРОСМОТРА СТРУКТУРЫ (ПС)
И НАБОРА СТРУКТУРЫ (НС)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Лист 2



Примечание: Код разрешающий набор структуры, установлен в режиме "ПС" путем установки индикатора "НС" и последующего нажатия кнопки "П.Н" в течение 4-3.





РАЗМЕТКА ОТВЕРСТИЯ
ПОД КРЕПЛЕНИЕ ПРИБОРА

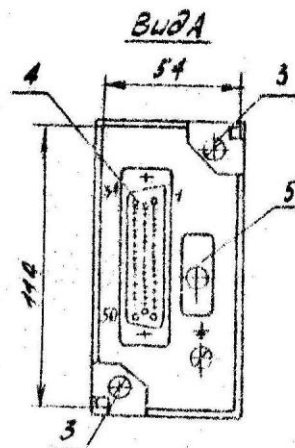
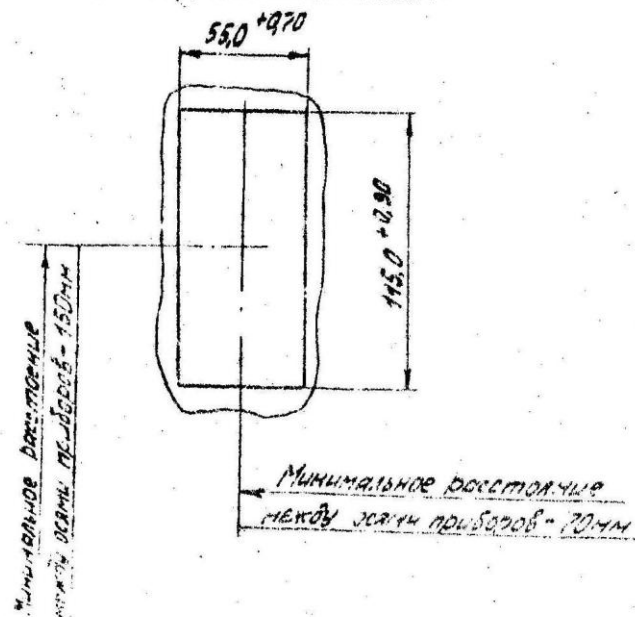


Рис. 2. Габаритные и установочные размеры приборов ПРОТАР 111, ПРОТАР 112.

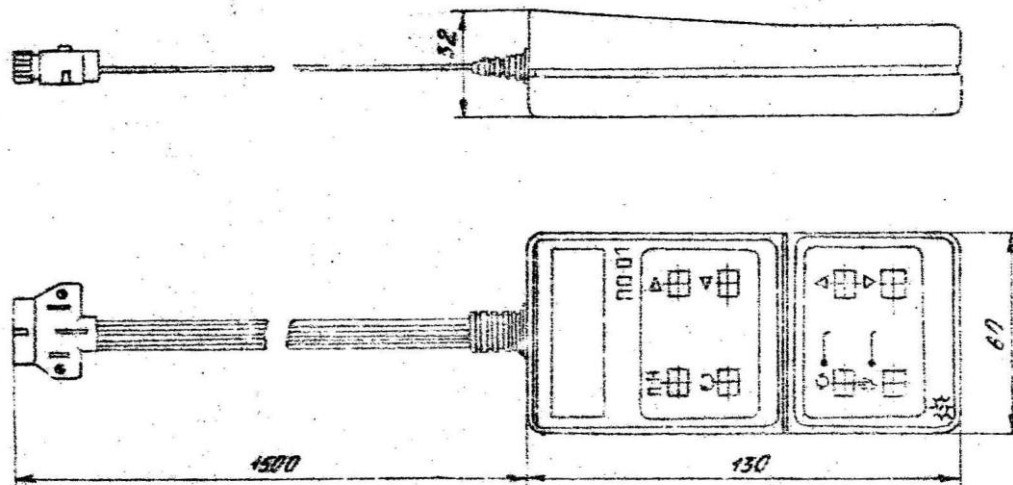


Рис. 3. Габаритные размеры платы оператора ПО-01.

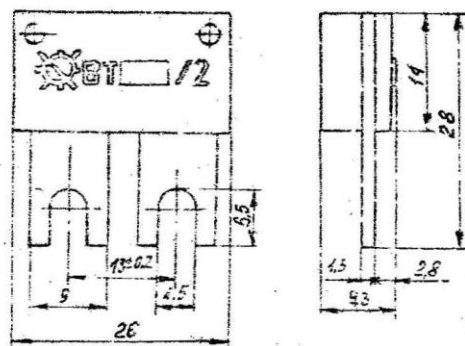


Рис.4. Габаритные и установочные размеры
БТ 05/2 БТ 20/2

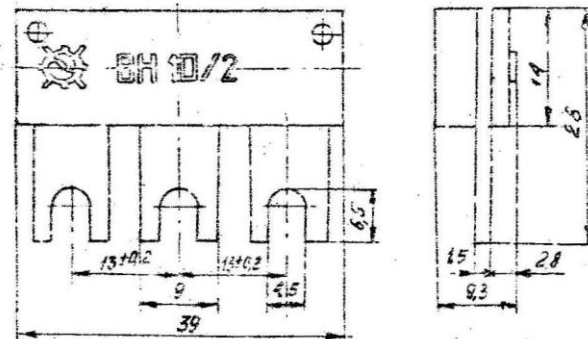


Рис.5. Габаритные и установочные размеры
БН 10/2

Протар 101

Протар 111

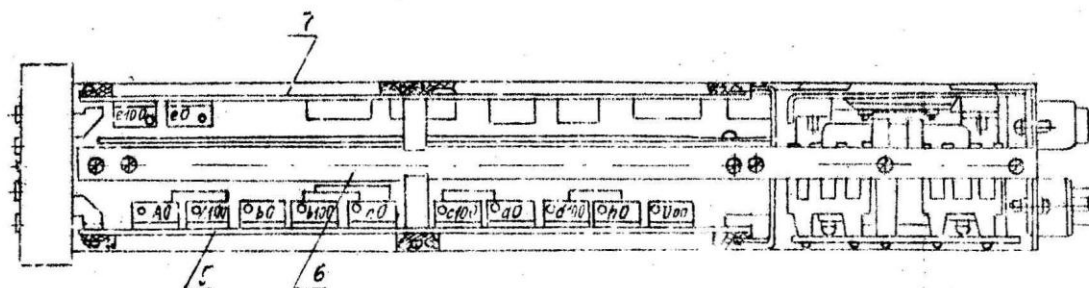
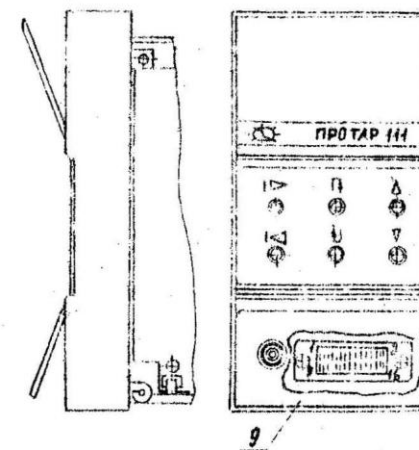
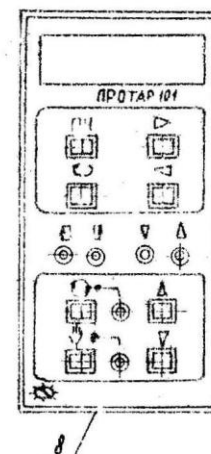
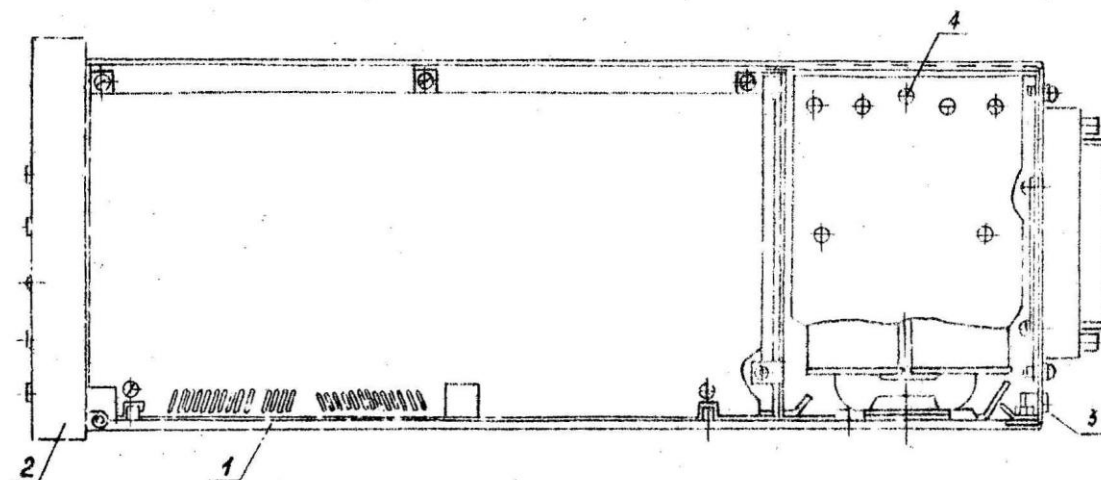
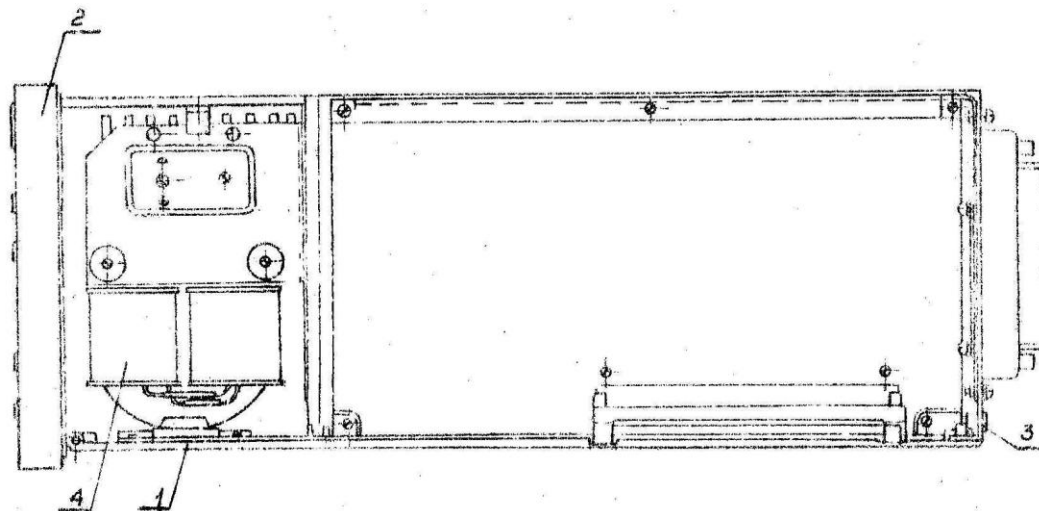
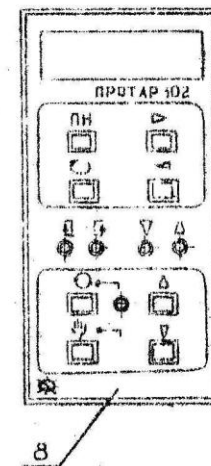


Рис. 5.1. Конструкция блока приборов ПРОТАР 101, ПРОТАР 111.



„Протар 102“



„Протар 112“

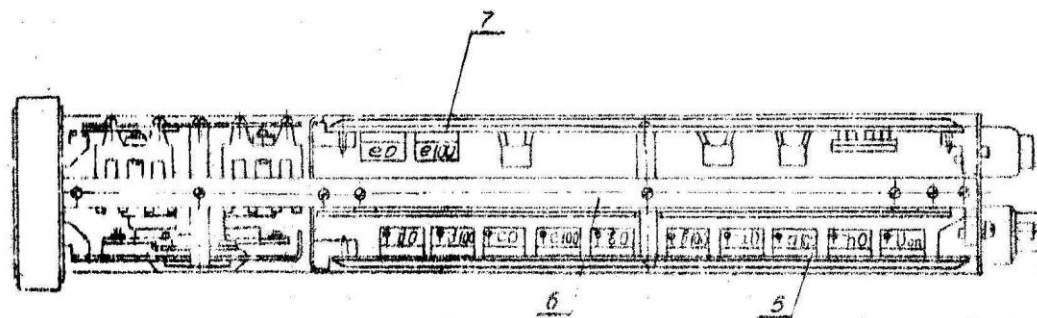
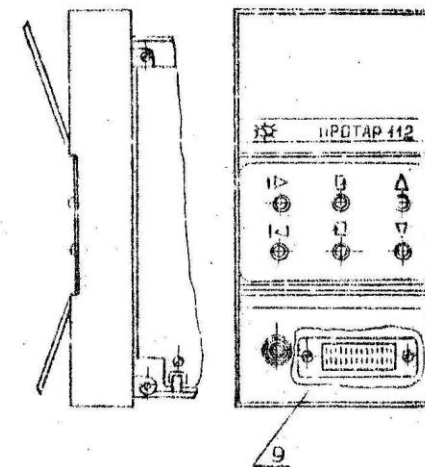
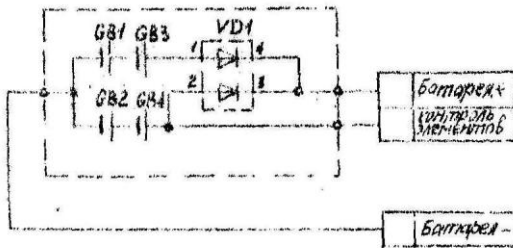
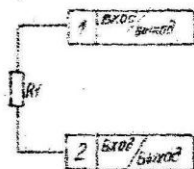


РИС В.2. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ПРИБОРОВ. ПРОТАР 102, ПРОТАР 112



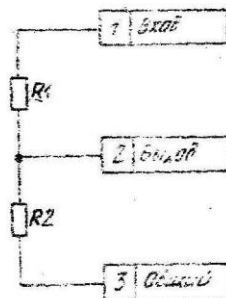
Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
GB1, GB2, GB3, GB4	Элементы 6H-918-42 ТУУ-722-372-82 Диодная сборка	4	
VD1	КС523А АА0335 009Т5	1	

Рис. 7. Схема электрическая принципиальная модуля резервного питания МОО1.



ТИП ОБОЗН.	НАИМЕНОВАНИЕ		КОД		НАИМЕНОВАНИЕ
	РЕЗИСТОР СС-298 0,25-100 Ом 10% 100				
R1	С1 МЕТРИН				
ТАБЛИЦА					
ТИП ОБОЗН.	РЕЗ-157-025		РЕЗ-157-025-01		
НАИМЕНОВАНИЕ	БТ 05/2		БТ 20/2		
	НАИМЕНОВАНИЕ	КОД	НАИМЕНОВАНИЕ	КОД	
R1	СС-298-025-100 Ом 10% 100		1	СС-298-025-100 Ом 10% 100	

Рис. 8. Схема электрическая принципиальная устройства БТ 05/2, БТ 20/2



ТИП ОБОЗН.	НАИМЕНОВАНИЕ		КОД	НАИМЕНОВАНИЕ
	РЕЗИСТОР СС-298 0,25-100 Ом 10% 100			
R1	РЕЗ-298-025-100 Ом 10% 100	РЕЗ-298-025-100 Ом 10% 100		
R2	РЕЗ-298-025-100 Ом 10% 100	РЕЗ-298-025-100 Ом 10% 100		

Рис. 9. Схема электрическая принципиальная устройства БТ 10/2

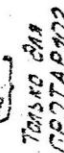
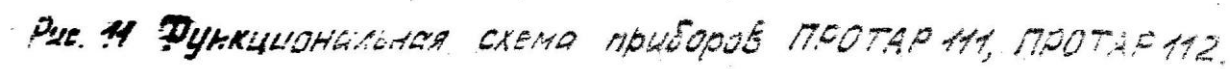
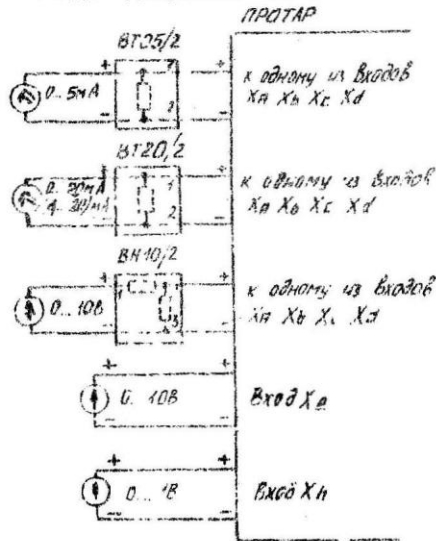


Рис. 10. Функциональная схема приборов ПРОТАР-101, ПРОТАР-102.

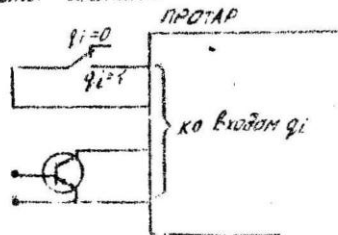




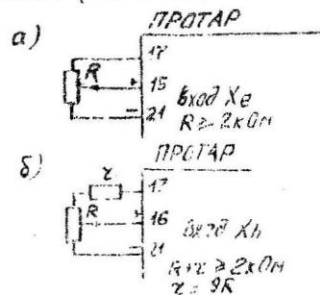
1. Подключение аналоговых входных сигналов, постоянный ток



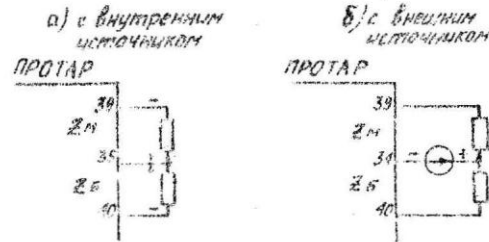
2. Подключение дискретных (логических) входных сигналов



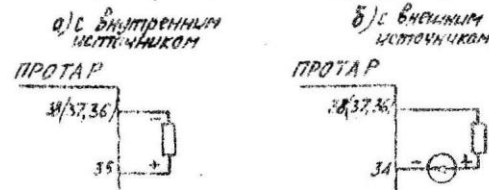
3. Подключение потенциометрического датчика (сдвигателя)



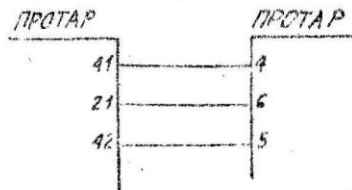
4. Подключение цифровых к импульсному выходу Z_m, Z_b



5. Подключение нагрузок к дискретным выходам Z_b, Z_m, Z_{mk}



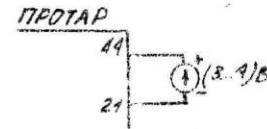
6. Пример построения динамической или каскадной связи между регуляторами



Примечания

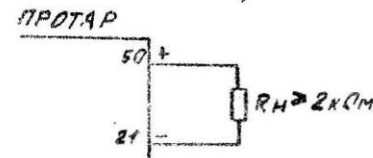
1. Подключать датчики цепей, полукосинусных сигналов, немера клемм согласно функциональным схемам рис. 10 и 11.
2. Неиспользуемые входы $X_a, X_b, X_c, X_d, X_e, X_h$ маркируются.
3. Для прибора ПРОТАР 112(112) подключение реле выхода $Z_1(Z_2)$ к одному из выходов $Z_b, Z_m, Z_n, Z_{mk}, Z_{mk}$ производится путём соединения клеммы 26(27) с клеммой 40(39, 42, 41, 38, 37, 36). При этом одновременно производится соединение обмотки реле с одним из реле-выходов.
4. Если выход 42 прибора ПРОТАР 102(112) не используется, клемму 45 соединяется перемычкой с клеммой 21.

7. Подключение внешнего источника резервного питания внешнего датчика силы датчиков G82, G84 модуля МР01



8. Подключение нагрузки к аналоговому выходу

а) по напряжению (U_1)



б) по току (I_2) - только для ПРОТАР 102(112)

ПРОТАР 102(112) перемычка для 0(4) - 20mA

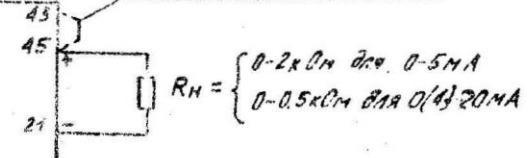
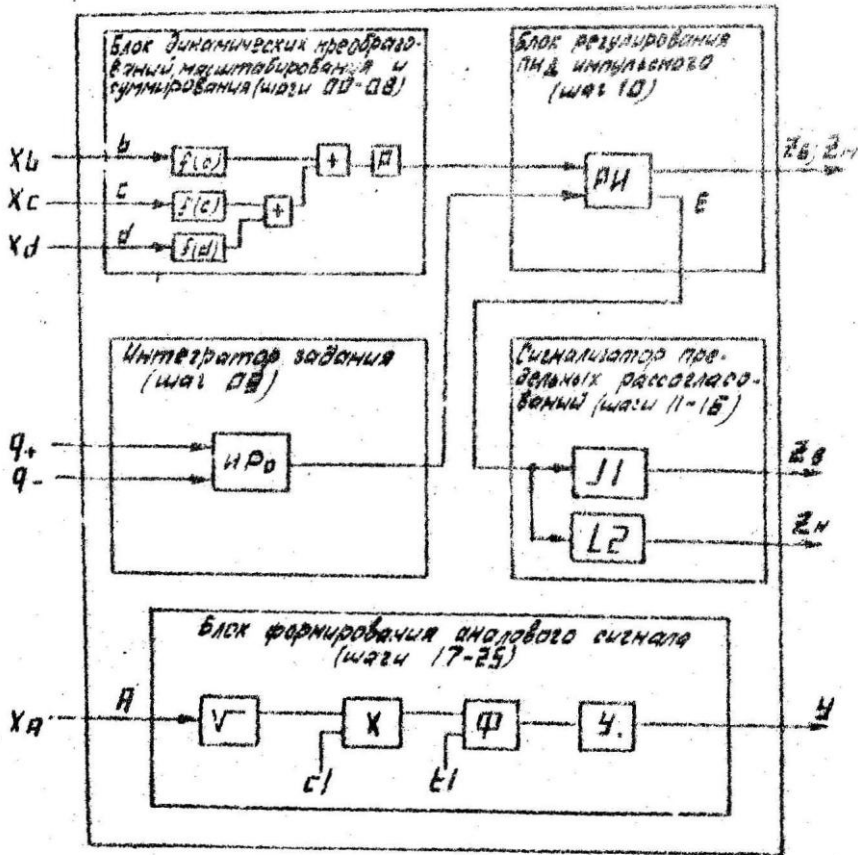


Рис. 13. Схема подключения прибора.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.3

Переменная	Величина	Примечание	Переменная	Величина	Примечание	Переменная	Величина	Примечание
U			EO			E3		
A			Ec			E4		
b			δ			E5		
c			ci			E6		
d			Ei			E7		
E			EJ			E8		
h			Co			00		
y			y'			01		
i			δE			02		
II			E'			03		
E			J1			04		
CO			J2			05		
ci			δJ			06		
E2			L1			07		
E3			L2			08		
E4			δL			09		
E5			Γo			10		
E6			y.			11		
E7			y ₋			12		
U1			y ⁺			13		
U2			y ₁			14		
Po			E11			15		
δo			y11			16		
δō			Li0			17		
yo			E1			18		
p			E2			19		



Блок-схема функциональной структуры прибора (к примеру составления программы)

-18-
Программа функционирования прибора
(к примеру программирования)

Приложение 2.5

Шаг	Команда	Примеча- ние	Шаг	Команда	Примеча- ние	Шаг	Команда	Примеча- ние
00	F17	п17=f(b)	09	F10	Сбросить задание	18	A	
01	F18	п18=f(c)	10	F01	П18-чип был 25.25	19	F23	VR
02	F19	п19=f(d)	11	F40		20	F27	
03	F25		12	E	Расср.ла- сowanie	21	c1	c1VR
04	п10		13	F41		22	F47	Филтp
05	F25		14	J1	J1=E вох 20	23	E1	Пост. соедине
06	п17		15	F41		24	F41	
07	F41		15	L2	L2=E вох 20	25	У.	Выход У
08	P	эквивал. параметр	17	F40		26	F00	конец программы

Перечень используемых переменных
(к примеру программирования)

Перемен- ная	Величина	Примеча- ние	Перемен- ная	Величина	Примеча- ние	Перемен- ная	Величина	Примеча- ние
A		Входной сигнал	У0		Вход задание	У.		У. ≈ H
b	— " —		P		эквивал. параметр	E11		Пост. ввх инт. заван
c	— " —		L0		Пост. ввх филтp	У11		Вход. зад У1 = P0
d	— " —		Lc		Пост. ввх филтp	E1		Пост. ввх филтp
У	выходн. анал. вых		d		Зона нуж. зитв	E2		Пост. ввх филтp
п	q + / q -		E1		Код протр. ч.	E3		Пост. ввх филтp
E	Расср.ла сowanie		E1		Пост. ввх интp	E4		Пост. ввх филтp
c1	Мощность коротк.		E d		Пост. ввх сое. ввх	L0		Пост. ввх филтp
c2	— " —		L d		Код соедине	09		Пост. ввх филтp
c3	— " —		d c		Код интp	17		f(b)
c4	— " —		J2		Ввх расср.ла	18		f(c)
P0	Входной сигнал		d1		Зона ввх	19		f(d)
d0	Пост. ввх задание		L1		Пост. ввх филтp	01		Вход. интp
d0	Пост. ввх задание		d2		Зона ввх			Вход. интp

Приложение 2.6.

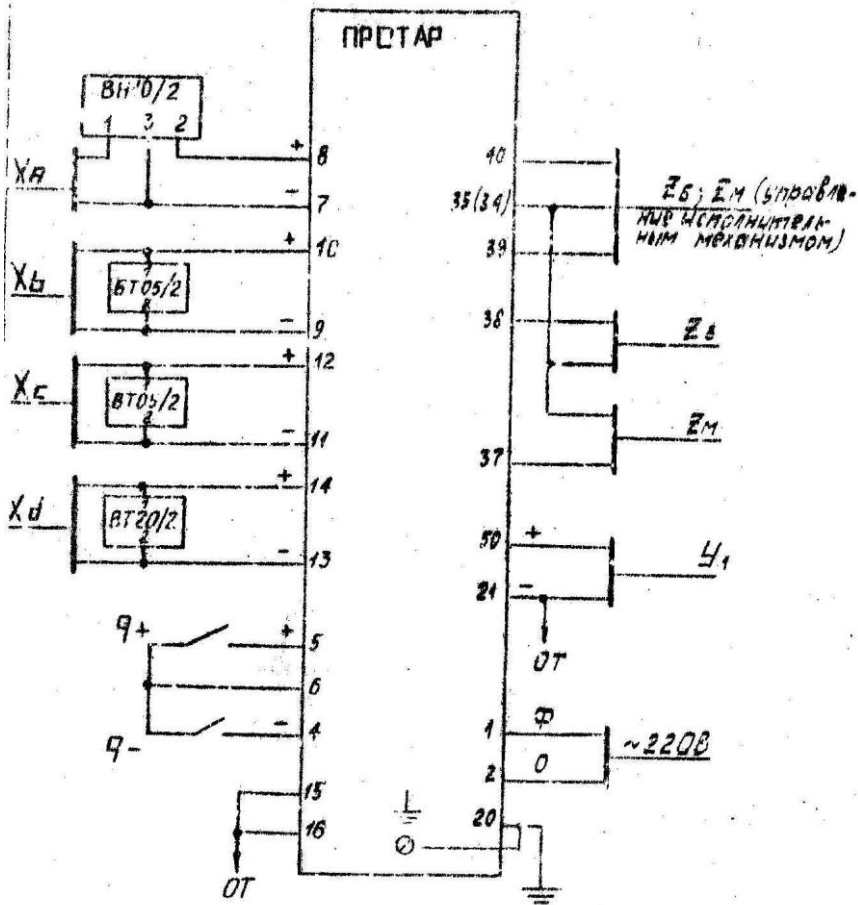
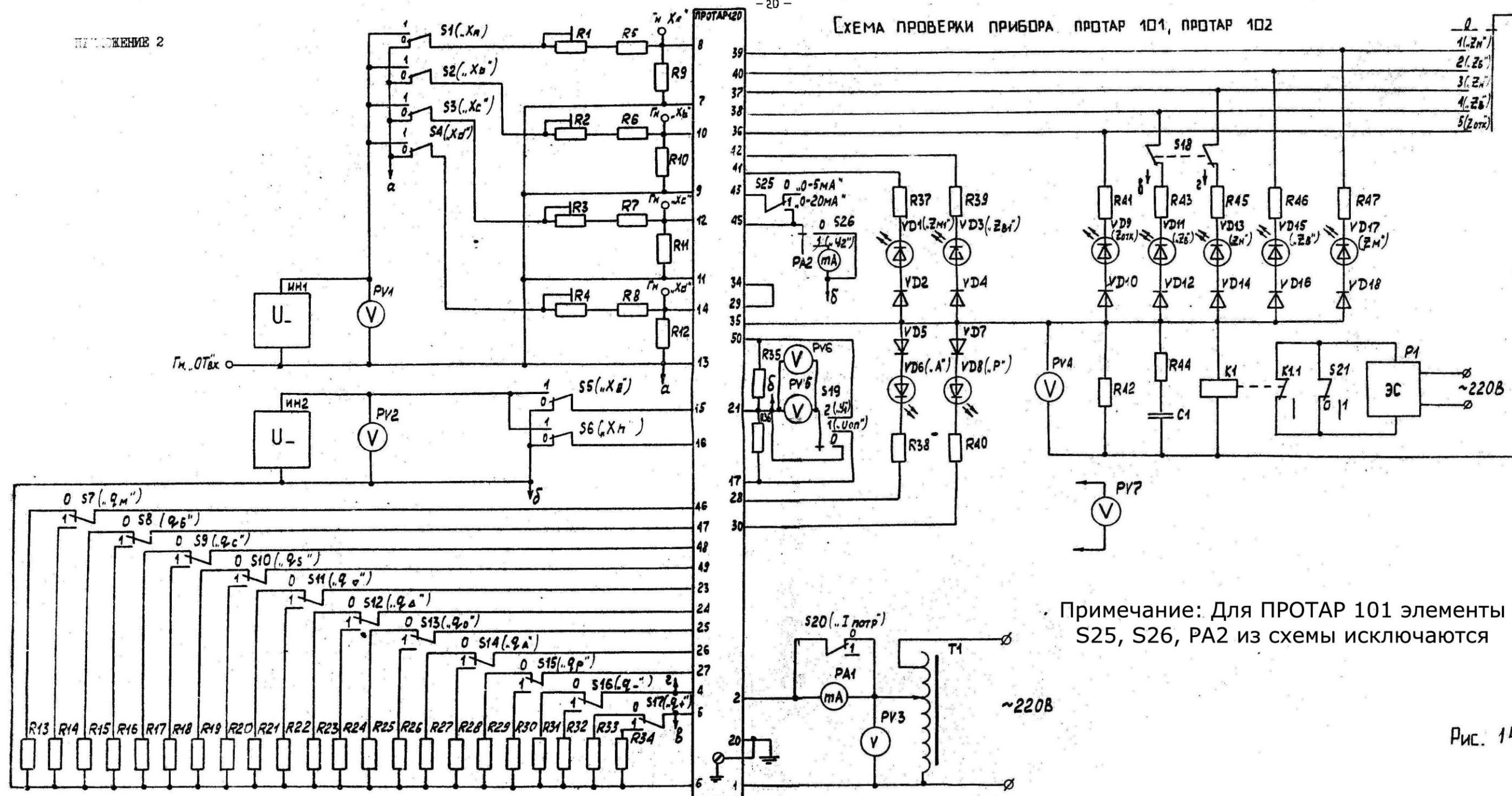
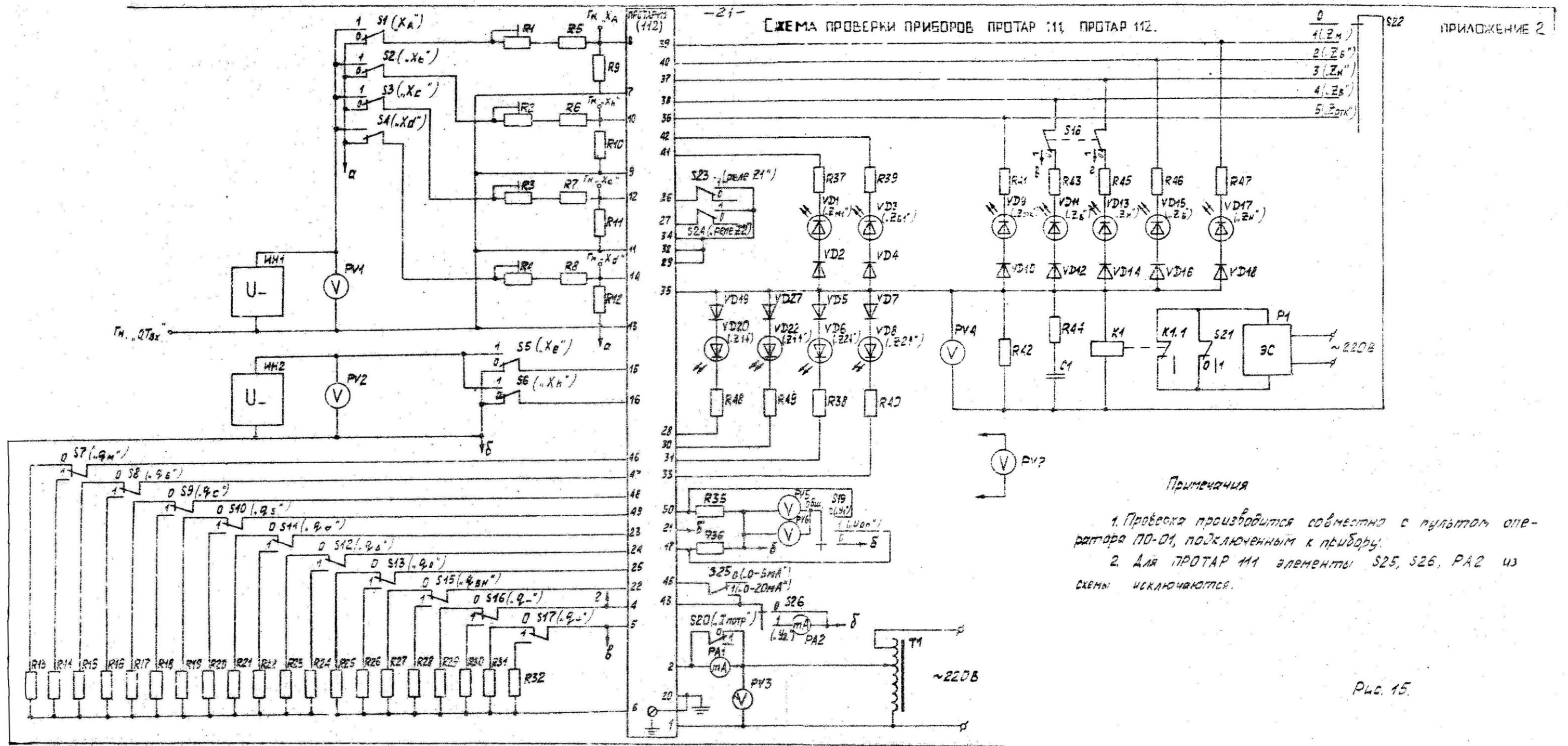


Схема подключения прибора
(к примеру составленная программой).



Примечание: Для ПРОТАР 101 элементы S25, S26, PA2 из схемы исключаются



Список приборов и оборудования, необходимых для проверки приборов протар

№ приложения или пункта ТУ	Наименование	Требуемые параметры для контроля	Рекомендуемое оборудование	
			Тип, № стандарта или ТУ	Основные технические характеристики
1	2	3	4	5
	Вольтметр постоянного тока (PV1, PV2, PV3, PV7)	0 - 1, 0 - 10 В Погрешность $\leq 0,025\%$	Ц 15 - 16 ТУ 25-04-2487-75	Наименование пределов измерений 1; 10, 50 В Предел основной погрешности не хуже $\pm (0,015-0,006 (\frac{U_k}{U_d} - 1))$ где U_k - конечное значение установленного поддиапазона; U_d - показание прибора
	Вольтметр переменного тока (PV3)	0 - 250 В Погрешность $\leq 1,5\%$	Э 365 ТУ 25-04.3720-79	Кл. точности 1,5. Шкала 0 - 250 В
	Вольтметр постоянного тока (PV4)	0 - 1,5; 0 - 30 В Погрешность $\leq 1,5\%$ Электромагнитная система	Ц 4353 ТУ 25-04-3103-77	Кл. точности 1,5. Шкалы 0 - 1,5; 0 - 30 В
	Вольтметр переменного тока (PV6)	0 - 100 мВ; 0 - 1 В Погрешность $\leq 2,5\%$	ВЗ - 3В ТУ ЯН2.710.033	Кл. точности 2,5. Шкала 0 - 100 мВ
	Миллиамперметр переменного тока (РА1)	0 - 100 мА Погрешность $\leq 1,5\%$	Э 365 ТУ 25-04.3720-79	Кл. точности 1,5. Шкалы: 0 - 100 мА; 0 - 250 мА
	Миллиамперметр постоянного тока (РА2)	0-5; 0-20 мА Погрешность $\leq 1\%$	М 2038 ТУ 25-04-3109-78	Кл. точности 0,5. Шкалы 0 - 7,5; 0 - 30 мА
	Секундомер электронный цифровой (Р1)	0 - 0,1; 0 - 1; 0 - 105 с Разрешающая способность не хуже 0,01 с	СТЦ-1 (СТЦ-1Ц) ГИ2.815.032	Диапазон показаний 0-999,999; 0-9999,99 с Цена деления 0,001; 0,01 с
	Ключи и переключатели (S1 - S24)	Переходное сопротивление ≤ 1 Ом	ТП1-2, ПЖ, ПЗГ	Переходное сопротивление контактной пары не более 0,05 Ом
	Регулируемые источники сигнала напряжения постоянного тока (ИН1, ИН2)	Диапазон выходного сигнала минус 1 - 0 - плюс 13 В $R_{вых} \leq 100$ Ом; разрешающая способность регулирования $\leq 0,2$ мВ; пульсация выходного сигнала $\leq 0,1\%$, нестабильность при изменении напряжения сети в пределах от минус 10 до плюс 10 % - не более 0,2 %		

1	2	3	4	5
	Лабораторный автотрансформатор (II)	Регулируемое напряжение от 187 до 242 В Допустимый ток не менее 1 А	Лабораторный автотрансформатор регулируемого типа ИНО-250-2А	
	Резисторы (R1, R2, R3, R4)	Диапазон изменения от 0 до 220 Ом	СН5 - 2 ОЖО.466.806 ТУ	СН5 - 2 - 220 Ом $\pm$ 10 %
	Резисторы (R5, R6, R7, R8)	1,54 кОм $\pm$ 0,5 % ТКС $< 0,5 \cdot 10^{-4}$ Мощность $\geq 0,25$ Вт	С2 - 29 В ОЖО.467.130 ТУ	С2 - 29 В - 0,25 - 1,54 кОм $\pm$ 0,5 % - 1,0 В
	Резисторы (R9, R10, R11, R12)	412 Ом $\pm$ 0,5 % ТКС $< 0,5 \cdot 10^{-4}$ Мощность $\geq 0,25$ Вт	С2 - 29 В ОЖО.467.130 ТУ	С2-29 В - 0,25 - 412 Ом $\pm$ 0,5 % 1,0 В
	Резисторы (R14, R16, R30, R32, R34)	51 Ом $\pm$ 5 % Мощность $\geq 0,25$ Вт	МЛТ ОЖО.467.180 ТУ	МЛТ - 0,25 - 51 Ом $\pm$ 5 %
	Резисторы (R13, R15)	51 кОм $\pm$ 5 % Мощность $\geq 0,25$ Вт	МЛТ ОЖО.467.180 ТУ	МЛТ - 0,25 - 51 кОм $\pm$ 5 %
	Резисторы (R18, R20, R22, R24, R26, R28)	100 Ом $\pm$ 5 % Мощность $\geq 0,25$ Вт	МЛТ ОЖО.467.180 ТУ	МЛТ - 0,25 - 100 Ом $\pm$ 5 %
	Резисторы (R17, R19, R21, R23, R25, R27, R29, R31, R33)	110 кОм $\pm$ 5 % Мощность $\geq 0,25$ Вт	МЛТ ОЖО.467.180 ТУ	МЛТ - 0,25 - 110 кОм $\pm$ 5 %
	Резисторы (R37, R38, R39, R40, R41, R43, R45-R49)	2,2 кОм $\pm$ 10 % Мощность $\geq 0,5$ Вт	МЛТ ОЖО.467.180 ТУ	МЛТ - 0,5 - 2,2 кОм $\pm$ 10 %
	Резисторы (R35, R36)	12 кОм $\pm$ 0,5 % ТКС $< 0,5 \cdot 10^{-4}$ Мощность $\geq 0,25$ Вт	С2-29 В ОЖО.467.130 ТУ	С2-29 В - 0,25 - 12 кОм $\pm$ 0,5 % - 1,0 В
	Резистор (R42)	Мощность ≥ 4 Вт Параллельное соединение обмотки К1 и резистора R42 должно иметь сопротивление 160 Ом $\pm$ 5 %	ПЭВ	ПЭВ - 7,5
	Резистор (R44)	300 Ом $\pm$ 10 % Мощность $\geq 0,25$ Вт	МЛТ ОЖО.467.180 ТУ	МЛТ - 0,25 - 300 Ом $\pm$ 10 %
	Диоды (VD2, VD4, VD5, VD7, VD10, VD12, VD14, VD16, VD18, VD19, VD21)	Постоянный прямой ток не менее 15 мА	КД103 В ТТЗ.362.028 ТУ	Постоянное обратное напряжение не менее 50 В. Постоянный прямой ток не более 100 мА

1	2	3	4	5
	Конденсатор (C1)	$4,7 \text{ мкФ} \pm 20 \%$	K73-II ОЖ0.461.092 TV	K73-II-160 В - $4,7 \text{ мкФ} \pm 20 \%$
	Светодиоды (VD3, VD8, VD9, VD11, VD16, VD22)	Сила света не менее 0,9 мкд Прямой ток не более 10 мА	АЛ307 ИМ АА0.336.076 TV	Сила света $\geq 0,9 \text{ мкд}$ Прямой ток не более 10 мА
	Светодиоды (VD1, VD6, VD13, VD17, VD20)	- " -	АЛ307 ИМ АА0.336.076 TV	- " -
	Реле электромагнитные (K1, K2)	Активное сопротивление обмотки $200 \dots 300 \text{ Ом}$; рабочее напряжение 24 В, 2 пары контактов $\leq 1 \text{ Ом}$	РКУ - 0 - У4	Активное сопротивление обмотки $240 \pm 40 \text{ Ом}$; рабочее напряжение 24 В; 2 пары контактов на переключение
	Миллиметр для определения электрического сопротивления изоляции	$\geq 40 \text{ МОм}$. Погрешность $\leq 1 \%$	М 4100/1 М 4100/3 ГОСТ 23706-79	Кл. точности I, 0. Испытательное напряжение 0 - 100 В, 0 - 500 В

Примечание. Допускается использовать другое оборудование, обеспечивающее требуемую настоящим техническим описанием точность контроля характеристик, а также применение приборов с другими шкалами, обеспечивающими необходимую точность измерения.

ПРОГРАММА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИБОРА
ПРИ ПРОВЕРКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Шаг	Команда
00	F01
01	F40
02	20
03	F34
04	21
05	F41
06	U
07	F35
08	20
09	F41

Шаг	Команда
10	J1
11	F12
12	F35
13	U0
14	F41
15	Ун
16	F41
17	J2
18	F00

ИСХОДНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ

Символ параметра (переменной)	Исходное значение	Символ параметра (переменной)	Исходное значение
с0, с6, с7, д0,	0.000	сd	6.400
с0, с1, с2, у.,		сd	0.500
у., у1, с1, с2,		дЕ	0.200
с5, с6, с7, с8, с1		д1, дс	0.020
с1, с3, с4	-1.000	с1	-10.00
с5	1.000	г0, с0	655.3
с2, д	2.000	у-, с7, с9	100.0
с1	20.00	с11	111.0
с2	80.00	с3, с4	18.00
Р0, Р	50.00	с2	0.320
д0, с0	10.00	с8	-100.0
сс	1000	с1	1.203

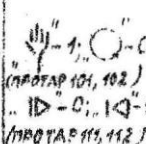
Примечание. Для остальных параметров (переменных) устанавливается любое значение в пределах диапазона изменения этого параметра.

СОСТОЯНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ
ПРИБОРА И СХЕМЫ ПРОВЕРКИ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ
ОПЕРАЦИЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ПРИБОРОВ ПО П. 8.1.4.5 ТО

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.10

№№ п/п	воздействия при испытании		Символ перемен- ной, базы взятия на диспле	Величина переменной на дисплее	Измерение состояния индикатора отмечено	
	Нажатие кнопок пульта оператора	Отличие от таблицы схемы проброски или исходного			прибора	Схема проверки
1	2	3	4	5	6	7
1	—	—	I	0,000	—	—
2	—	S7-1	I	-1,000	—	—
3	—	S7-1 S8-1	I	0,000	—	—
4	—	S8-1	I	1,000	—	—
5	—	—	II	0,000	—	—
6	—	S9-1	II	100,0	"S"-1	"Z"-1
7	—	S11-1	II	0,000	—	—
8	—	S11-1 S12-1	то же	то же	—	—
9	—	S12-1	— " —	— " —	—	—
10	—	S18-1	— " —	-1,000	—	—
11	—	S16-1; S17-1	— " —	0,000	—	—
12	—	S17-1	— " —	1,000	—	—
13	—	—	— " —	0,000	—	—

1	2	3	4	5	6	7
14	"  "	—	"	0,000	"  "-1 ○-0	"P"-1 "A"-0 (ΠΡΟΤΑΡ 101, 102) — (ΠΡΟΤΑΡ 111; 112)
15	"Δ"	—	ΠΟ ΧΕ	ΠΟ ΧΡ	ΠΟ ΧΕ	"ZE"-1 "H"-1; "A"-0 (ΠΡΟΤΑΡ 101; 102) "ZS"-1 (ΠΡΟΤΑΡ 111; 112)
16	"Δ", "▽"	—	— " —	— " —	— " —	"P"-1; "A"-0 (ΠΡΟΤΑΡ 101; 102) — (ΠΡΟΤΑΡ 111; 112)
17	"V"	—	— " —	— " —	— " —	"ZM"-1 "P"-1; "A"-0 (ΠΡΟΤΑΡ 101; 102) "ZM"-1 (ΠΡΟΤΑΡ 111; 112)
18	—	S1A-1 (ΠΟΛΥΚΟ ΒΛΗ ΠΡΟΤΑΡ 101, 102)	— " —	— " —	—	—
19	(ΠΡΟΤΑΡ 101, 102) ΠΥΛΩΤ ΟΠΙΚΛΑΥΟΥΣΤΟ (ΠΡΟΤΑΡ 111, 112)	S15-1	" (ΠΡΟΤΑΡ 101, 102)	0,000 (ΠΡΟΤΑΡ 101, 102)	"  "-1, "○"-0 "D"-0; "K"-1 (ΠΡΟΤΑΡ 111; 112)	"P"-1; "A"-0 (ΠΡΟΤΑΡ 101; 102) — (ΠΡΟΤΑΡ 111; 112)
20	ΠΟ ΧΕ	S15-1 S12-1	ΠΟ ΧΕ	ΠΟ ΧΡ	ΠΟ ΧΕ	"ZH"-1; "P"-1 "A"-0 (ΠΡΟΤΑΡ 101; 102) "ZS"-1 (ΠΡΟΤΑΡ 111; 112)
21	— " —	S15-1 S11-1 S12-1	— " —	— " —	— " —	"P"-1; "A"-0 (ΠΡΟΤΑΡ 101, 102) — (ΠΡΟΤΑΡ 111; 112)

1	2	3	4	5	6	7
22	— (ПРОТАР 101, 102) ПУЛЬТ ОТКАМ-4178 (ПРОТАР 111, 112)	S15-1 S11-1	11 (ПРОТАР 101, 102)	0,000 (ПРОТАР 101, 102)	 (ПРОТАР 101, 102) (ПРОТАР 111, 112)	ZH"-1; P"-1; A"-0 (ПРОТАР 101, 102) ZH"-1 (ПРОТАР 111, 112)
23	то же	S15-1 S11-1 S13-1	то же	то же	то же	P"-1; A"-0 (ПРОТАР 101, 102) — (ПРОТАР 111, 112)
24	— " —	S15-1 S12-1 S13-1	— " —	— " —	— " —	то же

- Примечания:
1. Нажатие органов ""; " " осуществляется до момента, когда машина слезит с индикатор соответственно ""; " ".
 2. Нажатие органов ""; " " осуществляется до окончания данного испытания.
 3. Испытание по п. 18 приложения 2.10 производить только для прибора ПРОТАР 101 (102).
 4. При испытаниях прибора ПРОТАР 111 (112) пп. 19-24 приложения 2.10 пульт оператора ПО-01 отключается от прибора, при этом переменные на дисплее не индицируются.

СОСТОЯНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ **ПРИЛОЖЕНИЕ 2.11**
ПРИБОРА И СХЕМЫ ПРОВЕРКИ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ
ОПЕРАЦИЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ПРИБОРОВ ПО п. 8.14.5. ТО

№ п/п	Отличия в состоянии прибора от номинального	Сигнал по прибору	Установленная величина по прибору	Изменение состояния индикаторов		Выбор для контроля	Показание прибора, соответствующее результату
				прибора	схемы проверки		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	S22-1	P	50,00	—	—	PV4	≤ 0,28
2	S22-2	то же	то же	—	—	то же	≤ 0,23
3	S22-3	—	—	—	—	—	≤ 0,23
4	S22-4	—	—	—	—	—	≤ 0,23
5	S22-5	—	—	—	—	—	(21,6...26,4) B
6	S22-1	—	≤ 49,00	"∇"-1	"Z _н "-1; "Z _м "-1	—	40023 5-100; (21,6...26,4) B
7	S22-2	—	> 51,00	"Δ"-1	"Z _с "-1; "Z _в "-1	—	40023 5-100; (21,6...26,4) B
8	S22-3	L1	> 0,000	"Π"-1	"Z _н "-1	—	(21,6...26,4) B
9	S22-4, S9-1	Г0	655,3	"□"-1	"Z _с "-1	—	(21,6...26,4) B
10	S22-5	Г0	40,000	ПРОТАР (10,102) "□"-1 (ПРОТАР 11,112)	"Z _{отк} "-0	—	≤ 0,28
11	S23-1	Г0	655,3	—	"Z ₁₁ "-1 "Z ₁₁ "-0	—	—
12	S24-1	то же	то же	—	"Z ₂₁ "-1 "Z ₂₁ "-0	—	—
13	S19-1	У.	50,00	—	—	PV5 PV6	(10,20...10,40) B ≤ 50 мВ
14	S19-2	У	49,20...50,80	—	—	PV5 PV6	(4,92...5,08) B ≤ 50 мВ
15	S19-2	У.	102,4	—	—	PV5 PV6	(10...10,40) B ≤ 50 мВ
16	S19-2	У	100-102,4	—	—	PV5 PV6	(10...10,40) B ≤ 50 мВ
17	S26-1	У	100-102,4	—	—	PA2	(5-5,5) MA
18	S25-1 S26-1	У	100-102,4	—	—	PA2	(20-22) MA

Примечания:

1. При испытании по п. 10 приложения 2.11 после установки $\Gamma_a < 0,000$ необходимо перейти в режим 3 ("П"), при этом на дисплее должен дополнительно периодически мигать символ отказа "Е. П1". По окончании испытания по данному пункту необходимо вернуться в режим 3 ("Н"), установить величину переменной Γ_a равной 055,3, установить режим 1 и сбросить сигнал отказа, одновременно нажав органы "Δ", "▷", "П.Н".
2. Испытания по пп. 11, 12 приложения 2.11 производятся только для приборов ПРОТАР 111, 112.
3. Во время испытания по п. 15 приложения 2.11 при изменении переменной Y от 0,00 до 102,4 показания вольтметра RV5 должны возрастать от (-0,2... 0,1) В до (10... 10,4) В.
4. Величина переменной Y (пп. 14, 16 приложения 2.11) определяется величиной переменной Y , установленной ранее при испытаниях по предшествующим пунктам (пп. 13, 15 соответственно).
5. При испытании по п. 15 приложения 2.11 допускается подстройка величины выходного напряжения, контролируемого RV5, в соответствии с п. 10.2.2.3 ТУ.
6. Испытания по пп. 17, 18 приложения 2.11 производятся только для приборов ПРОТАР 102, 112.

ТЕСТ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЯЕМЫХ ФУНКЦИЙ

Отличие от предыдущего пункта проверки одной таблицы		Воздействие при испытании	Устройство для контроля	Результаты испытаний
№	Органов схемы проверки	Значение переменной и нажатие органов прибора		
1	2	3	4	5
0	Исходное состояние п. 8. 1.4. 1ГО	Исходное состояние п. 8.1.4. 5ГО "↓"	—	—
1	S1-1 S2-1 S3-1 S4-1 S10-1 U _{ин1} = 0,9 ± 0,01В (PV1)	P0 = 0,000	Контроль через время 2-3 мин	Дисплей режим 3 П16 П17 П18 П19 -(98,00...100,0) 196,0...200,0 -(98,00...100,0) -0,10...0,100
2	—	"○"	Изменение U _{ин1} 80 0 ± 0,01В	Дисплей режим 2 "Δ"; "▽" -1,000 Е ± 4,000 Через 5-10 с: отсутствует срабатывание.
3	S1-0; S2-0; S3-0; S4-0 S21-1 S22-2 U _{ин2} = 0,5 ± 0,01В (PV2)	E1 = 64,00	S5-1	P1 "Δ" "▽" T _н = 5,5...7,5 с (первое включение) Пulsифицирующий установ. режим Допускается срабатывание
4	S21-0 S22-0	—	Нажатие органа "↓"	"Δ"; "▽" Прекращение срабатывания.
5	—	—	Нажатие органа "○"	"Δ" Пulsифицирующий режим в установленном состоянии
6	S5-0 S6-1	Вызов L (режим 3) Вызов H (режим 4)	Изменение U _{ин2} от 0 ± 0,01 В до (0,9...1) В (PV2)	Дисплей режим 4 U Изменение от -(34,99...35,00) до 102,4

Продолжение приложения 2.12

1	2	3	4	5	6
7	S6-0 S18-1	—	S16-1	Дисплей режим 2 "E" "Δ"	Увеличение E до (10,00...11,00) Срабатывание Пульсир. режим
8	S16-0	—	S17-1	Дисплей режим 2 "E" "Δ"	Уменьшение E до (10,00...11,00) Срабатывание Пульсир. режим
9	S17-0 S18-0	ПОО = 5,000	S7-1 Контроль через 5+10с	Дисплей режим 1	E. 01 Пульсир. ручной сигнал
10	S7-0	Сброс отказа E. 01	S8-1 Контроль через 5+10с	—	—
11	S8-0	ПОО = 655,3 Сброс отказа E. 01	—	"E" "Δ"	Срабатывание Пульсир. режим

Примечания:

1. При повторении теста вносятся изменения в исходное состояние органов схемы проверки значений переменных (см. п. 0 таблицы)

2. При испытании по п. 9 кнопки S17, S18 переводятся в положение "0" одновременно.

№ п/п 1	Проявление неисправности 2	Вероятная причина 3	Метод устранения 4	Примечание 5
1.	Нарушение изоляции между цепью питания и корпусом	Нарушение изоляции между первичной и экранированной обмотками трансформатора источника питания	Заменить трансформатор	
2.	Нарушение изоляции между входными и выходными цепями	Нарушение изоляции между выводами внешнего разъема, печатными проводниками на плате модуля аналогового, нарушение изоляции между обмотками трансформаторов модуля аналогового	Промыть разъем и печатную плату модуля аналогового. Заменить трансформаторы	
3.	Нарушение изоляции между выходными аналоговыми и логическими цепями	Нарушение изоляции между выводами внешнего разъема, печатными проводниками на плате модулей цифрового или буферного, неисправность дистанционных переключателей	Промыть разъем и печатные платы. Заменить дистанционные переключатели	
4.	Отсутствие индикации на цифровом дисплее режимов работы и параметров	Неисправность модулей цифрового или дисплейного, пульта оператора Ю-01	Проверить питание модулей, проверить шины данных, шины адреса, шины выборки	
5.	Отсутствие индикации на цифровом дисплее входных сигналов	Неисправность модуля аналогового, цепей аналого-цифрового преобразования модуля цифрового, обрыв печатных проводников или проводников соединительного устройства	Проверить питание модуля аналогового. Проверить узлы гальванического разделения, генератора, источник опорного напряжения, модуль аналогового, ИМС модуля цифрового, ДД1, ДД3, ДД9-ДД12, ДА1 и примыкающие к ним цепи	
6.	Величина одного из входных сигналов, индицируемая на цифровом дисплее прибора, не настраивается (имеет отклонение более допустимого значения), либо не индицируется	Неисправность генератора, узлов гальванического разделения модуля аналогового	Проверить соответствующий узел гальванического разделения модуля аналогового	
7.	При нажатии органа управления цифрового дисплея индицируется восемь символов "P"	Неисправность памяти органов управления цифровым дисплеем	Заменить неисправную кнопку	

№ п/п	Проявление неисправности	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
1	2	3	4	5
8.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.08"	Неисправность ПЗУ модуля цифрового, обрыв печатных проводников	Проверить ИМС ПЗУ ДД7, ДД8 модуля цифрового путем замены на заведомо годные (обращая внимание на маркировку микросхем), проверить цепи питания этих ИМС и другие связанные с ними цепи	
9.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.06"	Неисправность модуля резервного питания, оперативной памяти программ модуля цифрового, обрыв печатных проводников, некорректная запись программы	Проверить напряжение на выходе модуля резервного питания в соответствии с п.10.1.1 ТО. Войти в режим просмотра структуры и проверить программу. Обратить внимание на очередность шагов программы: на первом шаге программы должна стоять функция, после одностепенных функций должна следовать функция, после двухместных - параметр, а после параметра всегда функция. В конце неразветвленной программы должна быть функция F00. Проверить ИМС ДД14, ДД15 модуля цифрового (путем замены на заведомо годные) и связанные с ними цепи	
10.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.05"	Неисправность модуля резервного питания, оперативной памяти программ модуля цифрового, отсутствие инициализации прибора	Проверить напряжение на выходе модуля резервного питания в соответствии с п.10.1.1 ТО. Войти в режим просмотра параметров и инициализировать прибор в соответствии с указаниями раздела 7 ТО. Проверить ИМС ДД14, ДД15 модуля цифрового (путем замены на заведомо годные) и связанные с ними цепи	
11.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.04"	Время выполнения программы, записанной пользователем, превышает допустимую величину	Проверить корректность записи программы в режиме просмотра структуры. Проверить ИМС ПЗУ ДД7, ДД8 модуля цифрового путем замены на заведомо годные (обращая внимание на маркировку ИМС)	
12.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.02"	Переменная X_1 , записанная перед функцией F58, имеет отрицательную величину	В случае, если формирование $X_1 < 0$ для функции F58 не предусмотрено программой пользователя, инициализировать прибор в соответствии с указаниями раздела 7	
13.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.01"	Параметр отказа "f" имеет отрицательную величину	В случае, если формирование параметра "f" не предусмотрено программой пользователя, инициализировать прибор в соответствии с указаниями раздела 7	