

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ,  
ПРОЕКТИРУЕМЫЕ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ  
ПРИБОРОВ

Пособие по применению регулирующего  
программируемого микропроцессорного  
прибора ПРОТАР

РМ4-248-92

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ  
"ПРОЕКТИОНТАВТОМАТИКА"

1992

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО  
РЕГУЛИРОВАНИЯ, ПРОЕКТИРУЕМЫЕ  
НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ  
ПРИБОРОВ**

РМ4-248-92

Пособие по применению  
регулирующего программируемого  
микропроцессорного прибора  
ПРОТАР

---

Дата введения 1 сентября 92г

Настоящее пособие составлено на базе регулирующих микропроцессорных приборов ПРОТАР 100 и ПРОТАР 110, выпускаемых заводом УЭТА.

Пособие содержит описание основных технических характеристик и принципов работы этих микропроцессорных приборов.

В нем также отражены основные правила реализации автоматических систем регулирования при использовании ПРОТАРов и разработки необходимой проектной документации.

Пособие предназначено для применения инженерно-техническими работниками проектных, монтажных и наладочных организаций.

## И. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Регулирующий программируемый микропроцессорный прибор ПРОТАР - универсальное многофункциональное устройство, не требующее проектной компоновки. Прибор применяется в системах автоматического регулирования и решает те же задачи, что и аналоговые приборы системы РПИБ, РП-2, РП-4М1, "Контур", "Каскад-2".

ПРОТАР - многофункциональное устройство, заменяющее 4-6 (в различных сочетаниях) приборов комплекса "Каскад-2". Алгоритмические возможности ПРОТАРА шире, чем у аналоговых приборов. Прибор может использоваться в системах стабилизации технологических параметров, программного, каскадного, многосвязного регулирования с реализацией сложных алгоритмов обработки информации.

Для обслуживания приборов ПРОТАР не нужен программист.

Приборы ПРОТАР можно использовать в свободнопрограммируемом режиме и в жестком режиме, сформированном заводом-изготовителем, в котором решаются наиболее распространенные задачи, решаемые блоками комплекса "КАСКАД-2".

Приборы ПРОТАР работают в комплекте с серийно выпускаемыми датчиками с выходными сигналами постоянного тока или напряжения. Управляет прибор исполнительным устройством (импульсным или аналоговым сигналом).

Прибор ПРОТАР с помощью дискретных (логических) сигналов связан с другими устройствами системы автоматического управления.

Приборы имеют средства самодиагностики неисправностей, что исключает недопустимые последствия отказа и облегчает поиск неисправностей.

## 2. К Р А Т К А Я   Х А Р А К Т Е Р И С Т И К А П Р И Б О Р А   П Р О Т А Р

Прибор ПРОТАР имеет два исполнения: ПРОТАР 100 - с встроенным пультом оператора, и ПРОТАР 110 - с выносным пультом оператора типа ПО-01. Модификации приборов приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а   1

Модификация прибора	Вид пульта оператора	Наличие выносного пульта в комплекте поставки	Код ОКП
ПРОТАР 100	Встроенный		42 1841 3251
ПРОТАР 110	Выносной	имеется	42 1841 3254
		отсутствует	42 1841 3255

Перечень функций, выполняемых прибором ПРОТАР, приведен в табл. 2, 3 и 4.

В табл.2 приведены функции, не требующие программирования структуры и функции, реализуемые путем свободного программирования.

В табл. 3 и 4 приведены функции, используемые при программировании структуры. В табл. 3 приведены функции, используемые однократно, а в табл.4 - многократно.

Количество шагов программы при просмотре и наборе структуры составляет 100 (от шага 00 до 99).

Питание прибора осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц.

Потребляемая мощность не более 15 ВА.

Для хранения записанных программ и параметров (при отключении от сети) прибор имеет встроенный резервный источник питания.

Т а б л и ц а 2

Функции, реализованные аппаратными средствами	Функции, реализованные аппаратно-программными средствами	Функции, реализуемые путем свободного программирования
Гальваническое разделение четырех аналоговых входных сигналов ( $X_A, X_B, X_C, X_d$ )	Безударное переключение режимов управления с автоматического на ручное и обратно, ручное управление с помощью пульта оператора	Вычисление сигналов рассогласования, задания, входных сигналов программных блоков по введенным в структуру алгоритмам как функций аналоговых и дискретных входных сигналов
Гальваническое разделение двух дискретных входных сигналов ( $Q_+$ и $Q_-$ )	Безударное переключение режимов управления с автоматического на ручное и обратно, ручное управление с помощью дискретных сигналов, поступающих с верхнего уровня управления	Селектирование, переключение и отключение сигналов.
Введение дискретного сигнала запрета $Q_0$ и блокировки от противоречивых команд управления по импульсному выходу $X_5, X_M$	Цифровая индикация входных и выходных аналоговых сигналов, параметров настройки и переменных, входящих в структуру прибора, кода отказа	Введение в алгоритмы регулирования дополнительных статических и динамических, линейных и нелинейных звеньев
Формирование сигнала опорного напряжения для питания потенциометрических датчиков и задатчиков ( $V_{оп}$ )	Введение задания с помощью пульта оператора	Автоматическое изменение параметров настройки по введенным в структуру алгоритмам вычисления
Формирование импульсных выходных сигналов $X_B, X_M$ и дискретных выходных сигналов $X_0, X_N, X_{отк}$	Введение задания с помощью дискретных сигналов, поступающих с верхнего уровня управления	Формирование сигнала программного задатчика
Формирование импульсных сигналов $X_0, X_M$ для каскадной и динамической связи между контурами регулирования		Программное регулирование Введение дополнительного канала регулирования

Продолжение табл. 2

Функции, реализованные аппаратными средствами	Функции, реализованные аппаратно-программными средствами	Функции, реализуемые путем свободного программирования
<p>Формирование дискретного выходного сигнала дистанционного переключателя режима управления <math>\chi</math> (ПРОТАР IЮ) или дискретных выходных сигналов встроенных реле <math>\chi 1, \chi 2</math> (ПРОТАР IЮ)</p> <p>Светодиодная индикация установленного режима управления, функционирования импульсных выходов <math>\chi 5, \chi 4</math> и дискретных выходов <math>\chi 8, \chi 4</math></p>	<p>Формирование алгоритма диагностики отказов (выход <math>\chi_{отк}</math> и цифровая индикация кода отказа)</p> <p>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 рассогласований верхнего и нижнего уровня; введение статической или динамической балансировки</p> <p>Автоматическое переключение жесткой структуры на свободно программируемую и обратно с помощью дискретного сигнала <math>\varphi 5</math></p> <p>Формирование внутреннего дискретного сигнала установленного режима управления <math>\varphi 8</math></p>	<p>Каскадное регулирование в одном приборе</p> <p>Формирование сигнала аварийной сигнализации отказа по введенному в программу алгоритму вычисления"</p> <p>Автоматическая перестройка выполняемой структуры</p>

Т а б л и ц а 3

Шифр функции	Основное назначение
F00	Ввод-вывод информации. Измерение средней за цикл величины дискретных сигналов по входам $q_+$ , $q_-$ и по входам $q_b$ , $q_m$ . Трехпозиционное широтно-импульсное преобразование с регулируемой длительностью импульсов (выход $z_b, z_m$ ). Компарирование сигналов с регулируемой зоной возврата по двум каналам (выходы $z_a, z_n$ ). Фиксация конца программы.
F01	Регулирование ПИД, ПИ, ПД, П импульсное (управление через выходы $z_b, z_m$ интегрирующим исполнительным механизмом).
F02	Регулирование ПИД, ПИ, ПД, П аналоговое (выход $y$ ).
F10	Интегрирование в цепи формирования сигнала задания.
F11	Интегрирование с фиксированной постоянной времени и управлением дискретными сигналами $q_b, q_b, q_m$
F12	Интегрирование с регулируемой постоянной времени и управлением дискретными сигналами $q_+$ и $q_-$
F13	Кусочно-линейное преобразование
F14	Двухпозиционное широтно-импульсное преобразование (выход $z_a$ )
F15	Трехпозиционное широтно-импульсное преобразование (выходы $z_a, z_m$ )
F16	Масштабирование и демпфирование сигнала $A$
F17	Масштабирование и демпфирование сигнала $B$
F18	Масштабирование и демпфирование, выборка-хранение (строобразование) сигнала $C$
F19	дифференцирование и масштабирование сигнала $d$

Т а б л и ц а 4

Шифр функции	Назначение
F20	Асключение операции
F21	Инвертирование
F22	Выделение модуля
F23	Извлечение корня квадратного

## Продолжение табл. 4

Цифр функции	Назначение
F24	Выделение знака числа
F25	Сложение
F26	Вычитание
F27	Умножение
F28	Деление
F30	Двухпозиционное преобразование
F31	Выделение положительных значений разности
F32	Ограничение по минимуму. Выделение максимума
F33	Ограничение по максимуму. Выделение минимума
F34	Переключение при изменении сигнала $q_c$
F35	Переключение при изменении сигнала вида управления
F36	Переключение при изменении сигнала $q_m$
F37	Переключение при изменении сигнала $q_5$
F38	Переключение при изменении сигнала $q_-$
F39	Переключение при изменении сигнала $q_+$
F40	Вызов переменной для последующего вычисления
F41	Пересылка и запоминание результата предыдущего вычисления
F45	Апериодическое преобразование с управлением сигналом $q_p$
F47	Апериодическое преобразование
F43	Дифференцирование с управлением сигналом $q_p$
F49	Дифференцирование



## ВХОДНЫЕ СИГНАЛЫ

Аналоговые входные сигналы приведены в табл.5

Т а б л и ц а 5

Обозначение на дисплее	Диапазон изменения	Способ подключения	Входное сопротивление, Ом	Примечания
$\left. \begin{array}{l} X_A \\ X_B \\ X_C \\ X_D \end{array} \right\}$	по выбору:			1. Сигналы гальванически изолированы друг от друга и от других цепей. 2. Резистивные шунты ВТ и делители ВП прилагаются к прибору
	0-5 мА	через ВТ05/2	400	
	0-20 мА	через ВТ20/2	100	
	4-20 мА			
0-10 В	через ВН10/2 непосредственно	$2 \cdot 10^4$		
0-2 В		$\geq 10^5$		
$X_E$	0-10 В	непосредственно	$\geq 10^5$	
$X_H$	0-1 В	непосредственно	$\geq 10^5$	

Дискретные (логические) входные сигналы приведены в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Обозначение	Назначение	Примечания
$q_B$	Вычисление $q_I$	$q_I$ - средняя за цикл величина разности $q_B - q_M$ ; диапазон изменения от -1 до 1; дискретность 1/32
$q_M$	Управление интегратором в ручном режиме (F02, F11) Переключение при изменении $q_B$ (F37) и $q_M$ (F35)	
$q_+$	Вычисление $q_{II}$	Сигналы изолированы гальванически от остальных цепей. $q_{II}$ - средняя за цикл величина разности $q_+$ и $q_-$ ; диапазон изменения от -1 до 1; дискретность 1/32
$q_-$	Управление интегратором II (F10 и F12) Переключение при изменении $q_+$ (F39) и $q_-$ (F38)	
$q_C$	Переключение при изменении $q_C$ (F34) Стробирование (выборка-хранение) сигнала (F13)	

Продолжение табл. 6

Обозначение	Назначение	Примечания
$q_s$	Установка жесткой структуры при $q_s = 1$ и свободно программируемой при $q_s = 0$	
$q_d$ $q_v$	Дистанционное управление нагрузкой выходов $Z_6$ и $Z_M$ в ручном режиме для ПРОТАР IIО (воздействие формируется только при отключенном пульте оператора)	Аналогичное воздействие осуществляется кнопками " $\Delta$ " и " $\nabla$ " пульта оператора
$q_o$	Зведение запрета управления нагрузкой по выходам $Z_6, Z_M, Z_{61}; Z_M$ при $q_o = 1$	Запрет формируется аппаратными средствами
$q_{py}$ (ПРОТАР IОО)	Установка после кратковременного воздействия сигнала $q_{py} = 1$ ( $q_{ay} = 1$ ) ручного (автоматического) режима управления через встроенный дистанционный переключатель	Аналогичная установка осуществляется кнопками " $\nabla$ " и " $\circ$ " пульта оператора
$q_{вн}$ (ПРОТАР IIО)	Установка при отключенном пульте оператора режима управления: ручного при $q_{вн} = 1$ ; автоматического при $q_{вн} = 0$ Управление индикаторами при бора " $\nabla$ " ( $q_{вн} = 0$ ); " $\nabla$ " ( $q_{вн} = 1$ )	При подключенном пульте оператора установка режима управления осуществляется кнопками " $\nabla$ " и " $\circ$ " пульта
$q_p$ (внутренний сигнал)	Сигнал режима управления для F01; F02; F11; F46; F48; F00 Переключение при изменении ( $q_p, F35$ )	При автоматическом режиме управления $q_p = 0$ , при ручном $q_p = 1$

## ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ

Выходные сигналы приведены в теол. 7.

Т а б л и ц а 7

Обозначение	Вид сигнала	Параметры
$\chi_B$	Импульсный сигнал трехпозиционного широтно-импульсного модулятора (ШИМ)	По выбору: постоянный пульсирующий ток 0; 24 В, активная составляющая нагрузки $\geq 160 \text{ Ом}$ ;
$\chi_M$	То же для управления исполнительным механизмом (FOI)	изменение состояния бесконтактного ключа (лог."0"-ключ разомкнут, лог."1"-ключ замкнут), коммутирующая способность 45 В; 0,15 А;  в автоматическом режиме светодиодная индикация сигналов
$\chi_{B1}$ $\chi_{M1}$	Импульсный сигнал трехпозиционного ШИМ для динамической связи между приборами: $\chi_{B1} = \chi_B$ ; $\chi_{M1} = \chi_M$ при $q_P = 0$ $\chi_{B1} = \chi_{M1} = 0$ при $q_P = 1$	Изменение состояния бесконтактного ключа (лог."0"-ключ разомкнут, лог."1"-ключ замкнут), коммутирующая способность 45В; 0,05 А
$\chi_B$ $\chi_M$	Дискретные сигналы двух цифр-дискретных компараторов  Импульсные сигналы ШИМ: двухпозиционного $\chi_B$ (F14) и трехпозиционного $\chi_B$ , $\chi_M$ (F15)	Те же, что для сигналов $\chi_B$ , $\chi_M$ . Светодиодная индикация сигналов
$\chi_{отк}$	Дискретный сигнал отказа с одновременным отображением на дисплее пультa оператора кода отказа  дискретный сигнал аварийной сигнализации по введенному в программу алгоритму вычислений (при $T_0 < 0$ )	Те же, что для сигналов $\chi_B$ ; $\chi_M$ . При нормальной работе ключ замкнут, при отказе ключ размыкается. Светодиодная индикация отказа (ПРОТАР IIО)

Продолжение табл. 7

Обозначение	Вид сигнала	Параметры
$Z$ (ПРОТАР 100)	дискретный сигнал встроенного дистанционного переключателя режима управления (автоматическое-ручное)	Гальванически изолированная группа контактов реле на переключение постоянного тока 0,03-0,25 А; 5-35 В на активной нагрузке
$Z1$ $Z2$ (ПРОТАР 110)	Дискретные сигналы двух встроенных реле. Каждое реле может быть соединено с одним из выходов $Z6, ZM; ZB1, ZM1, ZB, ZH, ZOTK$ через внутренний источник 24 В	Для каждого реле гальванически изолированная группа контактов на переключение постоянного или переменного (50-110 Гц) тока 5·10 <sup>-3</sup> -0,25 А; 0,05-35 В на активной нагрузке
$U_{оп}$	Опорное напряжение постоянного тока	$U_{оп} = 10,3 \pm 0,1$ В, сопротивление нагрузки $\geq 2$ кОм
$U$	Аналоговый сигнал постоянного тока:  Результат вычислений по введенному в программу алгоритму  Выходной сигнал алгоритма регулирования (F02)	диапазон изменения 0-10 в; сопротивление нагрузки $\geq 2$ кОм

Примечания:

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

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

С.12 РМ4-248-92

Перечень переменных, условное обозначение переменных на цифровом дисплее приведены в табл.8.

Т а б л и ц а 8

Символ	Назначение		Размерность	Диапазон изменения		Применяется в функциях	Исходное значение при про-верке
	основное	в жесткой структуре		мин	макс		
U	Программируемая переменная	$U = \frac{h-U1}{U2-U1}$	%	-102,4	102,4	F13	
A	Вход X <sub>A</sub>		%	-2,4	102,4	F15	
B	Вход X <sub>B</sub>		%	-2,4	102,4	F17	
C	Вход X <sub>C</sub>		%	-2,4	102,4	F18	
d	Вход X <sub>d</sub>		%	-2,4	102,4	F19	
E	Вход X <sub>E</sub>		%	-2,4	102,4		
h	Вход X <sub>h</sub>		%	-2,4	102,4		
Ц	Выход Y		%	-2,4	102,4	F02	
I	Вход (q <sub>б</sub> ) + (q <sub>м</sub> )		-	-I	I	F02 F II	Обозначение в схемах q <sub>I</sub>
II	Вход (q <sub>+</sub> ) + (q <sub>-</sub> )		-	-I	I	F10 F12	Обозначение в схемах q <sub>II</sub>
E	Рассогласование		%	-102,4	102,4	F01 F02	
CO	Программируемый коэффициент	-	-	-127,9	127,9		0,000
C1	" -	коэффициент при X <sub>A</sub>	-	-10	10	F16	-1,000
C2	" -	коэффициент при X <sub>B</sub>	-	-10	10	F17	2,000
C3	" -	коэффициент при X <sub>C</sub>	-	-10	10	F18	-1,000
C4	" -	коэффициент при X <sub>d</sub>	-	-10	10	F19	-1,000

Продолжение табл. 6

Символ	Назначение		Размер-ности	диапазон изменения		Применяется в функциях	Исходное значение при проверке
	основное	в жесткой структуре		мин	макс		
с5		коэффициент при $\lambda$	-	-10	10		1,000
с6		$c_5 = \begin{cases} 9 & \text{при } q_r=0 \\ 0 & \text{при } q_r=1 \end{cases}$	-	-10	10		0,000
с7		$c_7 = \begin{cases} 1 & \text{при } q_r=0 \\ 0 & \text{при } q_r=1 \end{cases}$	-	-10	10		0,000
u1	Программируемая переменная	$U1 = h$ при $U=0\%$	%	-555	555,3		20,00
u2		$U2 = h$ при $U=100\%$	%	-555	555,3		30,00
Р0	Исходное задание	$P_0 = Y_{II}$	%	-102,4	102,4	F01 F02 F10	50,00
д0	Оперативное задание		%	-102,4	102,4	F01 F02	0,000
дб	Предел оперативного задания		%	0	102,4	F01 F02	10,00
ц0	Задание		%	-102,4	102,4	F01 F02	
Р	Эквивалентный параметр		%	-555	555,3	F01 F02	50,00
т0	Постоянная времени фильтра параметра		с	0	9999	F01 F02	0,000
тс	Постоянная компенсации динамической обалансировки		с	0	9999	F01 F02	1000
д	Зона нечувствительности		%	0	102,4	F01 F02	2,000
с1	Коэффициент пропорциональности		-	-127,9	127,9	F01 F02	1,000
т1	Постоянная интегрирования		с	0	9999	F01 F02	0,000
тд	Постоянная дифференцирования		с	0	9999	F01 F02	6,400
сд	Коэффициент дифференцирования		-	0	10	F01 F02	0,500

Продолжение табл. 8

Символ	Назначение		Размерность	диапазон изменения		Применяется в функциях	Исходное значение при проверке
	основное	в жесткой структуре		мин	макс		
Е'	Вход ШИМ		%	-102,4	102,4	F00 F01	
У'	Выход сумматора ШИМ		%	-102,4	102,4	F00 F01	
аЕ	Длительность импульса		с	0,1	2,54	F00 F01	0,200
Л1	Вход неинвертируемый компаратора I	Л1=Е	%	-655	655,3	F00 F14 F15	
Л2	Вход инвертируемый компаратора I	Верхнее предельное отклонение	%	-655	655,3	F00 F14 F15	
аЛ	Зона возврата компаратора I		%	0	102,4	F00 F14 F15	0,020
Л1	Вход неинвертируемый компаратора 2	Нижнее предельное отклонение	%	-655	655,3	F00 F15	-10,00
Л2	Вход инвертируемый компаратора 2	Л2=Е	%	-655	655,3	F00 F15	0,000
аЛ	Зона возврата компаратора 2		%	0	102,4	F00 F15	0,020
Г0	Параметр отказа	Е.01 при Г0=1000-(100)	%	-655	655,3	F00	655,3
У.	Вход ЦАП		%	0	102,4	F00 F02	0,000
У.	Ограничение минимальное интегратора I		%	-655	655,3	F11 F02	0,000
У-	Ограничение максимальное интегратора I		%	-655	655,3	F11 F02	100,0

Продолжение табл. 8

Символ	Назначение		Размерность	Диапазон изменения		Применяется в функциях	Исходное значение при проверке
	основное	в жесткой структуре		мин	макс		
У1	Выход интегратора I	$U_1 = U$	%	-655	655,3	F02	0,000
Е11	Постоянная времени интегратора 2	Постоянная инт. задания	с	0	9999	F10 F12	III,0
У11	Выход интегратора 2	$U_{11} = P_0$	%	-655	655,3	F10 F12	
U0	Программируемая переменная	-	%	-655	655,3	F13	10,00
Е1	Постоянная времени	Постоянная фильтра XА	с	0	9999	F15	0,000
Е2	"	Постоянная фильтра Xв	с	0	9999	F17	0,000
Е3	"	Постоянная фильтра XС	с	0	9999	F18	16,00
Е4	"	Постоянная фильтра Xд	с	0	9999	F19	16,00
Е5	"	-	с	0	9999		0,000
Е6	"	-	с	0	9999		0,000
Е7	"	-	с	0	9999		0,000
Е8	"	-	с	0	9999		0,000
00	Программируемая переменная	Параметр настройки В.01	%	-655	655,3		655,3
01	"	$f(q_в; q_м; q_p)$	%	-655		F13	0,000
02	"	0,32(0)	%	-655	655,3	F13	0,32
03	"	-	%	-655	655,3	F13	См. примечание I
04	"	-	%	-655	655,3	F13	"



Продолжение табл.8

Символ	Назначение		Размерность	диапазон изменения		Применяется в функциях	Исходное значение при проверке
	основное	в жесткой структуре		мин	макс		
05	Программируемая переменная	-	%	-655	655,3	F13	См. примечание I
06	"	ПОБ = U2-U1	%	-555	555,3	F10	"
07	"	ПО7-Вход инт. задания	%	-655	655,3	F10	100,0
08	"	ПО8-Р а мин.	%	-655	655,3	F10	-100,0
09	"	ПО9-Р а макс	%	-555	655,3	F10	100,0
10	"	-	%	-655	655,3	F13	См. примечание I
11	"	-	%	-555	655,3	F13	"
12	"	-	%	-655	555,3	F13	"
13	"	-	%	-655	655,3	F13	"
14	"	-	%	-655	655,3	F13	"
15	"	-	%	-655	655,3	F13	"
16	"	f(A)	%	-655	655,3	F16	"
17	"	f(b)	%	-655	655,3	F17	"
18	"	f(c)	%	-655	655,3	F18	"
19	"	f(d)	%	-655	655,3	F19	"

## Примечания:

1. Устанавливается любая величина в пределах диапазона изменения данной переменной.
2. Диапазон изменения переменных  $A, b, c, d, e, h, y$  индицируемый на дисплее не менее (0...100) %.
3. В режимах просмотра структуры ("ПС") и набора структуры ("НС") в перечень включаются константы: 0,000% - символ  $\square$   
100,0% - символ  $\square$

4. Дискретность установки (без учета разрешающей способности дисплея):

для размерности "л" ... 0,02;

Для безразмерных величин ... 1/256;

Для размерности "с" ... 0,02 - для параметра ЭТ; 0,32 - для остальных параметров

Режимы работы цифрового дисплея на пульте оператора прибора приведены на черт. 1 и 2.

Цифровой дисплей имеет 3 разряда. Распределение разрядов для индикации символов и переменных в различных режимах видно из чертежей.

# РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЦИФРОВОГО ДИСПЛЕЯ. ОРГАНЫ НАСТРОЙКИ И УПРАВЛЕНИЯ

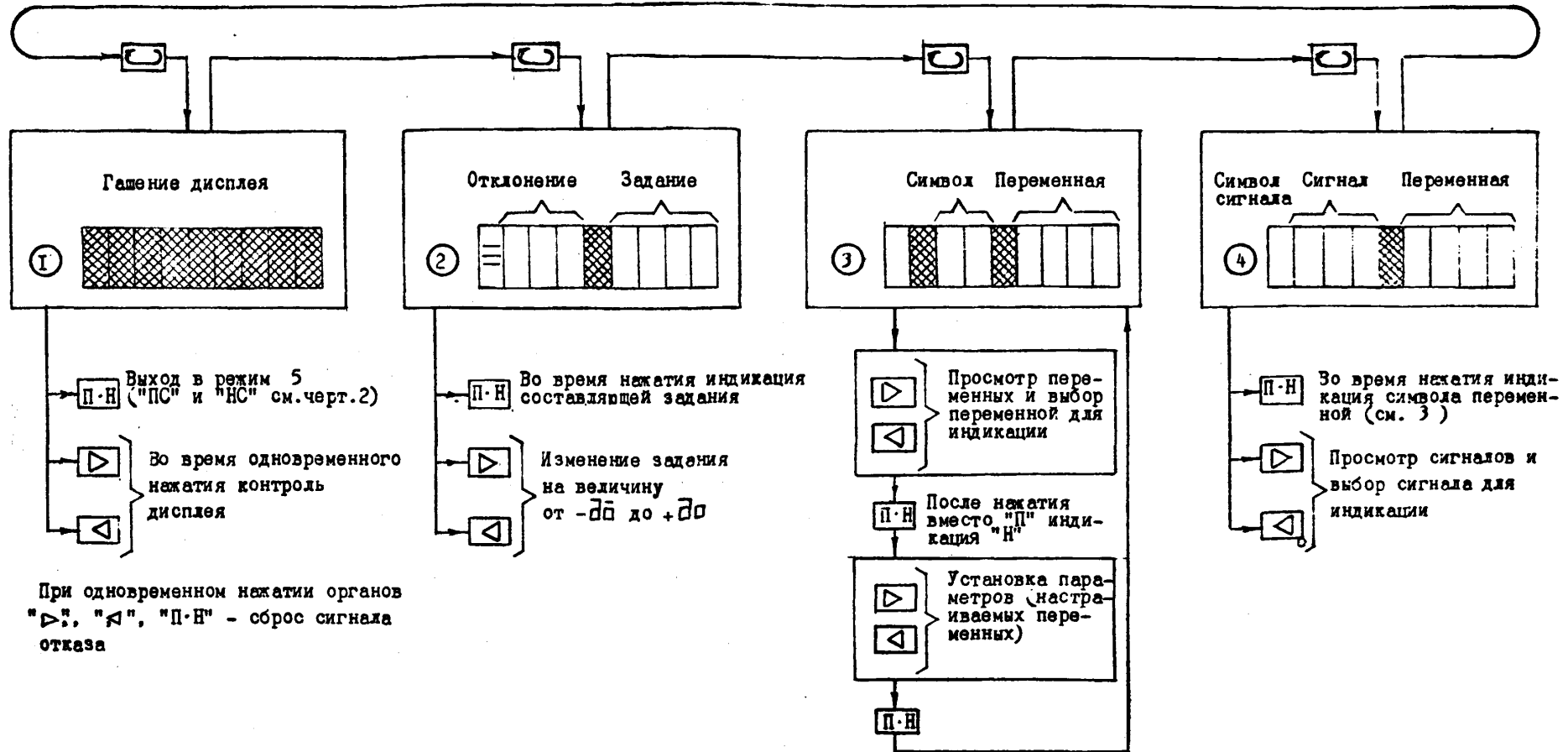
I - Режим гашения

2 - Режим индикации отклонения и задания с возможностью изменения задания в фиксированном диапазоне

3 - Режим просмотра переменных, выбора переменной для индикации ("П") и установка параметров (настраиваемых переменных) ("Н"), после выхода в режим 3 переход от "П" к "Н" в первый раз требует нажатия органа "П·Н" в течении 4+8 с -

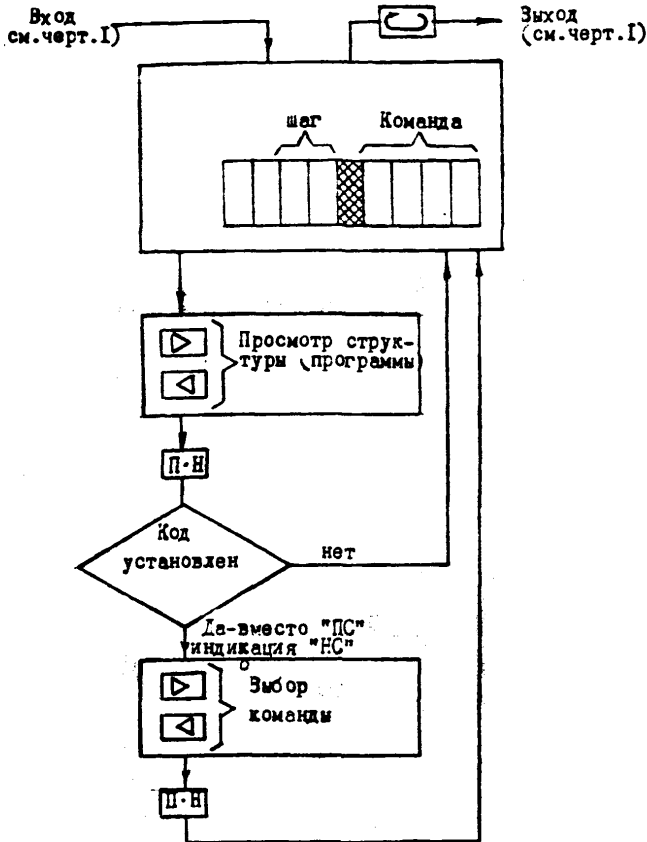
4 - Режим просмотра сигналов, выбора сигнала для индикации, а также индикации переменной, выбранной в режиме 3

С.18 РМ-248-92



Черт. I

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



Черт.2

Примечание. Код, разрезающий набор структуры, устанавливается в режиме "ПС" путем установки шага "99" и последующего нажатия органа "П-Н" в течении 4±3 с

С.20 РМ4-248-92

### 3. КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРОВ ПРОТАР 100 И ПРОТАР 110

Элементы прибора объединены в блок, который заключен в металлический корпус, рассчитанный на щитовой утолщенный монтаж на вертикальной плоскости. Габаритные и установочные размеры приборов ПРОТАР 100 и ПРОТАР 110 приведены соответственно на черт. 3 и 4.

В комплект приборов входят устройства для подключения входных сигналов: ВТ 05/2 для сигнала 0-5 мА,

ВТ 20/2 - 0-20 и 4-20 мА,

ВН 10/2 - 0-10 В

Эти устройства преобразуют входной сигнал в сигнал 0-2 В, а для сигнала 4-20 мА - 0,4-2 В.

В комплект прибора ПРОТАР 110 (при необходимости, что оговаривается при заказе) входит выносной пульт оператора ПО-01, который подключается к прибору гибким плоским жгутом, оканчивающимся вилкой соединителя.

Б л о к п р и б о р а состоит из:

ш а с с и, где находятся модуль источника питания МБ11 и функциональные модули: аналоговый типа МА11, буферный типа МБ11 (для ПРОТАР 100) или МБ12 (для ПРОТАР 110), цифровой типа МС11;

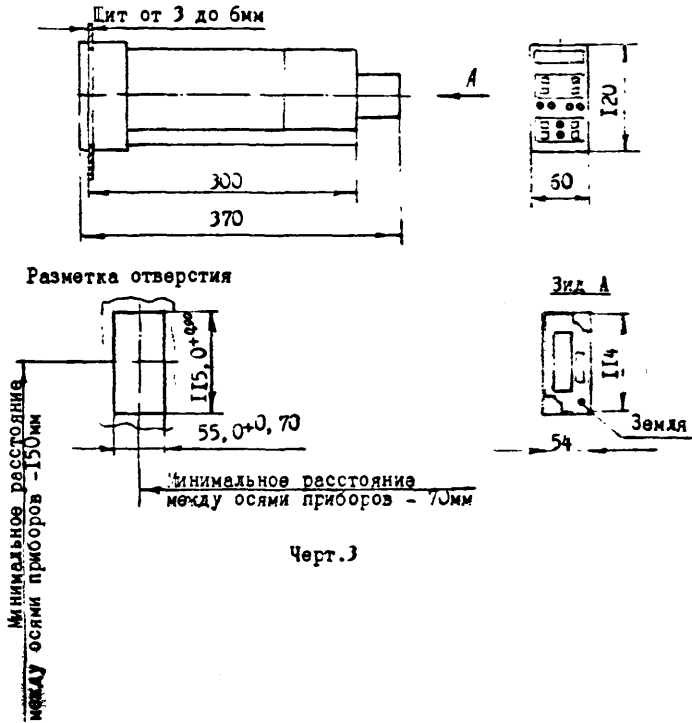
п е р е д н е й п а н е л и, где находится модуль дисплейный типа МД11 (для ПРОТАР 100) и типа МД12 (для ПРОТАР 110), который имеет розетку соединителя для подключения пульта оператора типа ПО-01;

з а д н е й п а н е л и, где находятся: соединитель на 50 клемм для внешних соединений прибора; модуль резервного питания типа МРО1 и винт "Земля".

П е р е д н я я п а н е л ь п р и б о р а П Р О Т А Р 100 приведена на черт. 5. На передней панели расположен 8-

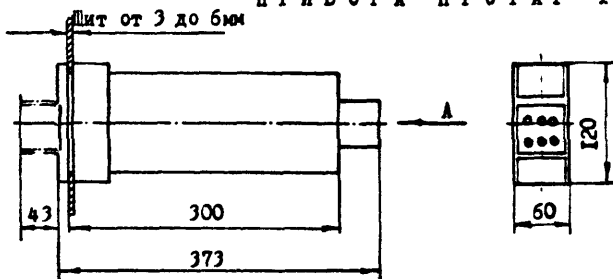
РЧ-243-92 С.2Г

ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ  
ПРИБОРА ПРОТАР 100

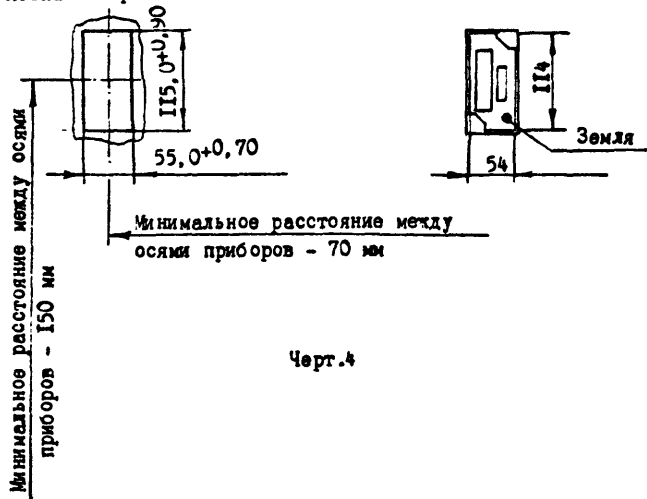


С.22 РМ-248-92

ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ  
ПРИБОРА ПРОТАР I IO

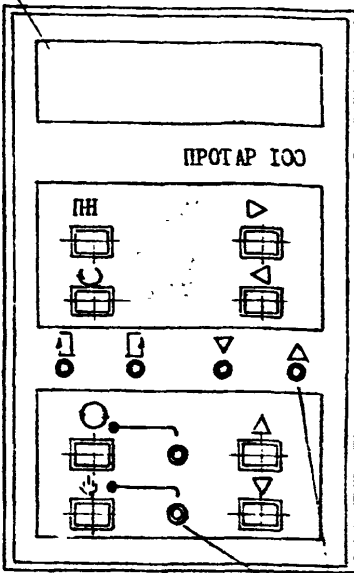


Разметка отверстия



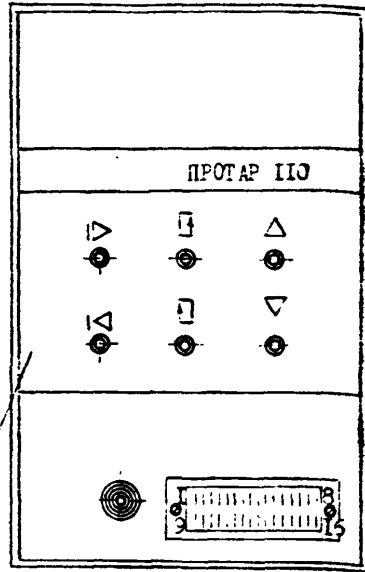
Черт.4

ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ  
ПРИБОРА  
ПРОТАР 100  
Цифровой дисплей



Черт.5

ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ  
ПРИБОРА  
ПРОТАР 110



Черт.6

Светодиодные  
индикаторы

-разрядный цифровой индикатор. Для переключения режимов работы дисплея, просмотра и настройки переменных, просмотра и программирования структуры прибора служат кнопки: "П-Н", "C", "▷", "◁". Для переключения режимов управления и для ручного управления служат кнопки: "O", "▽", "△", "▽".

Для работы дискретных и импульсных выходов Z3, ZH, ZB и Z4 соответствуют светодиодные индикаторы: "□", "□", "△", "▽".

Установленный режим управления показывает светодиодные индикаторы "O", "▽".



С.24 РМ4-248-92

Передняя панель прибора ПРОТАР I I O приведена на черт. 6. На передней панели находятся светодиодные индикаторы: "□", "□", "△", "▽". Назначение их совпадает с аналогичными индикаторами прибора ПРОТАР IOO; светодиодные индикаторы режима управления "I▷", "I◁" соответственно индицируют  $q_{вн=0}$  и  $q_{вн=1}$ ; светодиодный индикатор отказа прибора.

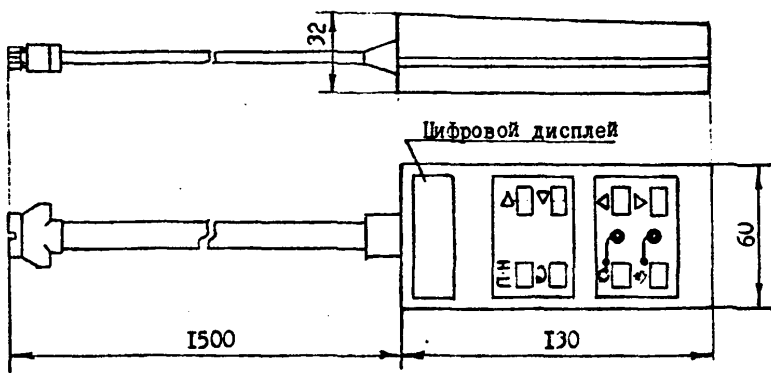
На пульте ПО-01 (черт.7) расположены:

8-разрядный цифровой дисплей;

кнопки "П.Н.", "↻", "▷", "◁", "○", "↙", "△", "▽",  
светодиодные индикаторы "○", "↙"

- их назначения аналогичны.

#### ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ ПУЛЬТА ОПЕРАТОРА ПО-01



Черт.7

#### 4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИБОРА ПРОТАР

Прибор ПРОТАР 100 содержит аппаратное устройство ввода информации, источники основного и резервного питания, программируемое цифровое вычислительное устройство, встроенный пульт оператора и аппаратное устройство вывода информации.

Аппаратное устройство ввода информации преобразует 6 аналоговых и 11 дискретных (логических) входных сигналов в цифровую двоичную форму.

Входные аналоговые сигналы  $X_A$ ,  $X_B$ ,  $X_C$ ,  $X_D$  гальванически изолированы друг от друга и от всех остальных цепей, а входные аналоговые сигналы  $X_E$ ,  $X_H$  вводятся без гальванического разделения.

Дискретные (логические) входные сигналы  $\varphi_i$  преобразуются в электрический двоичный сигнал. Логический "0" - вход разомкнут, логическая "1" - вход замкнут. Дискретные сигналы  $\varphi_+$  и  $\varphi_-$  имеют гальваническую изоляцию от остальных цепей.

Источник основного питания формирует напряжение постоянного тока и питает все узлы прибора.

Источник резервного питания служит для питания цепей оперативного запоминающего устройства, когда отключен источник основного питания. Это обеспечивает сохранность запрограммированной информации. Можно подключать резервное питание внешнее.

Программируемое цифровое вычислительное устройство включает в себя следующие блоки: блок формирования сигналов задания и рассогласования, блок динамической балансировки, блок формирования ПДД<sup>I</sup>, блок широтно-импульсной модуляции - ШИМ, блоки компараторов 1 и 2.

блок диагностики отказа, блок интегратора I, блок интегратора II. Все эти блоки показаны на черт. 8.

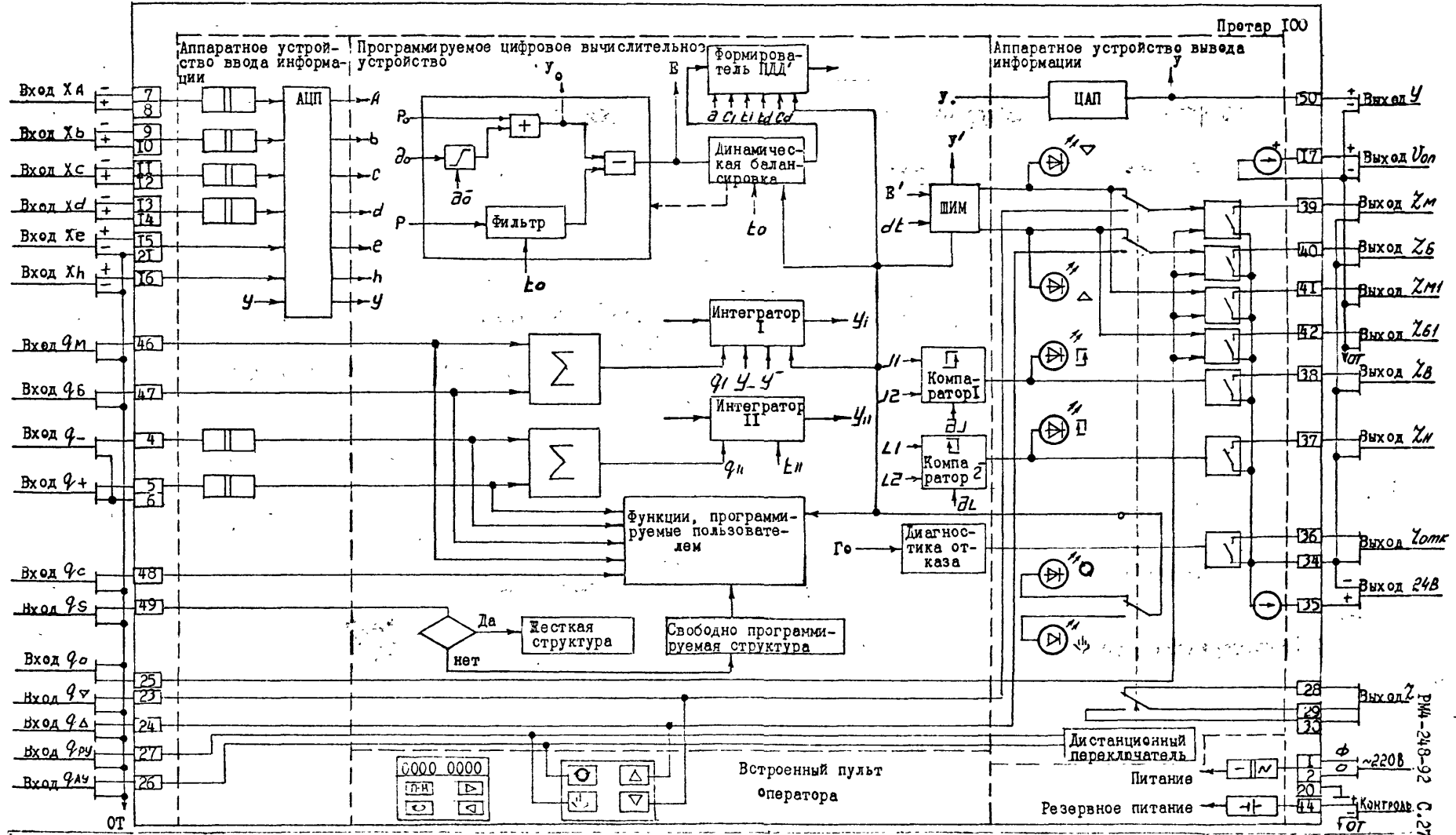
Дискретный входной сигнал  $q_5$  осуществляет автоматическое переключение жесткой структуры на свободно программируемую и обратно. Если  $q_5 = 0$ , то осуществляется свободно программируемая структура, а если  $q_5 = 1$  включается жесткая структура, которая не требует программирования. Вход в режиме программирования не используется.

В режиме свободно программируемой структуры используются функции  $F_i$ , приведенные в табл.3 и 4. Обозначения этих функций в процессе программирования вызывается на дисплей и в пределах отведенных на программирование 100 шагов набирается структура, необходимая для реализации заданного алгоритма управления.

Встроенный пульт оператора содержит цифровой 3-разрядный (2x4) дисплей и 4-е кнопки для управления режимами работы дисплея, программирования прибора и настройки параметров "ПН", "C", "D", "L" и 4-е кнопки, которые служат для переключения режимов управления: "O" - "автоматическое", "P" - "ручное" и для ручного управления управление выходом  $X_B$  - "A", управление выходом  $X_M$  "V".

Аппаратное устройство вывода информации содержит цифро-аналоговый преобразователь ЦАП, который преобразует цифровой сигнал в аналоговый выходной сигнал  $U$ , источник опорного напряжения  $U_{оп}$ , 7 выходных бесконтактных ключей  $X_M$ ,  $X_B$ ,  $X_{MI}$ ,  $X_{BI}$ ,  $X_E$ ,  $X_H$ ,  $X_{отк}$ , встроенный источник напряжения постоянного пульсирующего тока 24 В, средства переключения режима управления с автоматического на ручное и обратно, дистанционный переключатель режима управления и контактный дискретный выход  $X$ , состояние которого определяет установленный режим управления.

ПРИБОР ПРОТАР 100. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА



Черт.8

С.28 Р/4-248-92

Ключи  $\mathcal{X}_M$ ,  $\mathcal{X}_B$ ,  $\mathcal{X}_{M1}$ ,  $\mathcal{X}_{B1}$  предназначены для получения двух импульсных выходов (трехпроводная схема).

Ключ  $\mathcal{X}_M$ ,  $\mathcal{X}_B$  - для управления пусковым устройством исполнительного механизма (реализует импульсное ПИД-регулирование).

Ключ  $\mathcal{X}_{M1}$ ,  $\mathcal{X}_{B1}$  - работает в режиме "А" (автоматическом) синхронно с ключом  $\mathcal{X}_M$ ,  $\mathcal{X}_B$  и организует динамическую связь между контурами регулирования. в режиме "Р" (ручном) ключ  $\mathcal{X}_{M1}$  и  $\mathcal{X}_{B1}$  - разомкнут.

Входной сигнал  $\varphi_0$  (дискретный) запрещает действия прибора по выходам  $\mathcal{X}_M$ ,  $\mathcal{X}_B$ ,  $\mathcal{X}_{M1}$ ,  $\mathcal{X}_{B1}$  в режимах "А" и "Р".

Ключи  $\mathcal{X}_v$ ,  $\mathcal{X}_n$  управляется компараторами, а ключ  $\mathcal{X}_{отк}$  - программным блоком диагностики отказа.

ПРИБОР ПРОТАР ИЮ содержит все те же устройства, что и ПРОТАР ИОО, кроме пульта оператора. ПРОТАР ИЮ имеет выносной пульт оператора ПО-ОІ, который с помощью соединителя подключается к прибору. Органы управления и контроля выносного пульта, их назначения соответствуют встроенному пульту прибора ПРОТАР ИОО. Светодиодные индикаторы функционирования выходов  $\mathcal{X}_M$ ,  $\mathcal{X}_B$ ,  $\mathcal{X}_Z$ ,  $\mathcal{X}_H$  находятся на лицевой панели прибора ПРОТАР ИЮ.

АППАРАТНОЕ УСТРОЙСТВО ВВОДА ИНФОРМАЦИИ имеет дискретный сигнал  $\mathcal{X}_{вн}$ , который несет информации о режиме управления (от внешнего переключателя управления). На панели прибора (см. черт.6) имеются светодиодные индикаторы "1▷" (автоматическое управление) и "1◁" (внешнее ручное управление), которое осуществляется сигналами  $\varphi_{\nabla}$  и  $\varphi_{\Delta}$ .

Когда подключается пульт ПО-ОІ внешнее управление отключается и управление осуществляется с пульта.

АППАРАТНОЕ УСТРОЙСТВО ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ не содержит дистанционного переключателя и контактного дискретного выхода, имеющим связь с установленным режимом управления. На лицевой панели имеет светодиодный индикатор отказа. Имеет два реле с одним переключающим контактом каждое. Функциональная схема прибора ПРОТАР ПЮ приведена на черт.9.

В остальном функциональная схема схожа с функциональной схемой ПРОТАР IOO.

### 5. ЖЕСТКАЯ СТРУКТУРА

Модификации IOO и ПЮ имеют возможность без процедуры программирования использовать алгоритм управления. Для этого существует жесткая структура. Дискретный входной сигнал  $q_5$  осуществляет переключение алгоритма на работу в жесткой структуре.

Если  $q_5=0$ , то осуществляется свободно программируемая структура и клемма 49 - свободна или соединяется с клеммой 2I через разомкнутый ключ.

Если  $q_5=1$ , то осуществляется жесткая структура и клемма 49 соединена с клеммой 2I перемычкой или через замкнутый ключ.

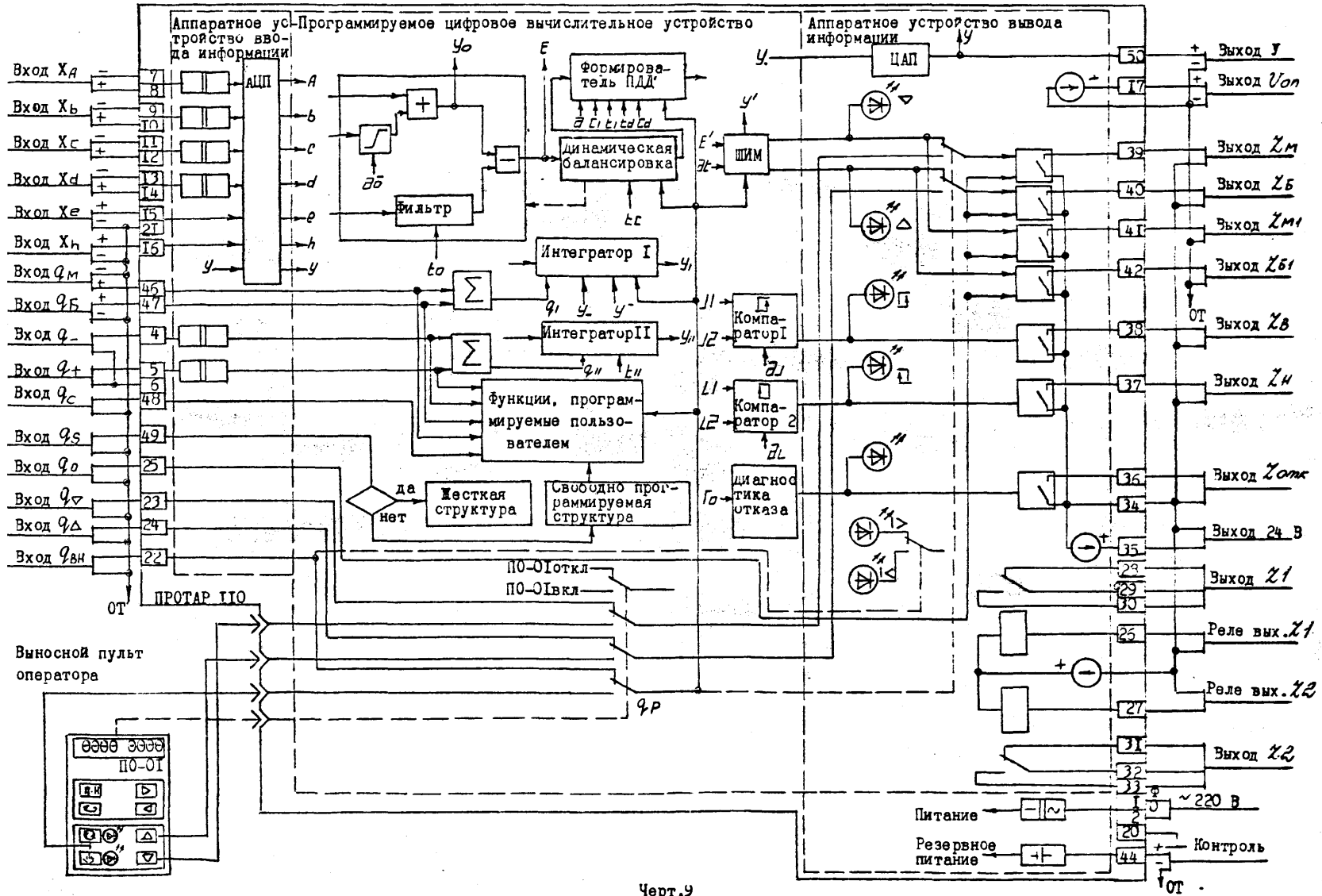
Функции, которые можно реализовать алгоритмом жесткой структуры, приведены в табл. 2.

Функциональная схема жесткой структуры приведена на черт. IO.

Перечень переменных, обозначение переменных, назначение и диапазоны изменения переменных и параметров настройки в жесткой структуре приведены в табл. 8.

Прибор в режиме жесткой структуры практически используется так же как непрограммируемый прибор. Прибор подключается в соответствии со схемой подключения (черт. II-I5) и устанавливаются требуемые величины параметров настройки.

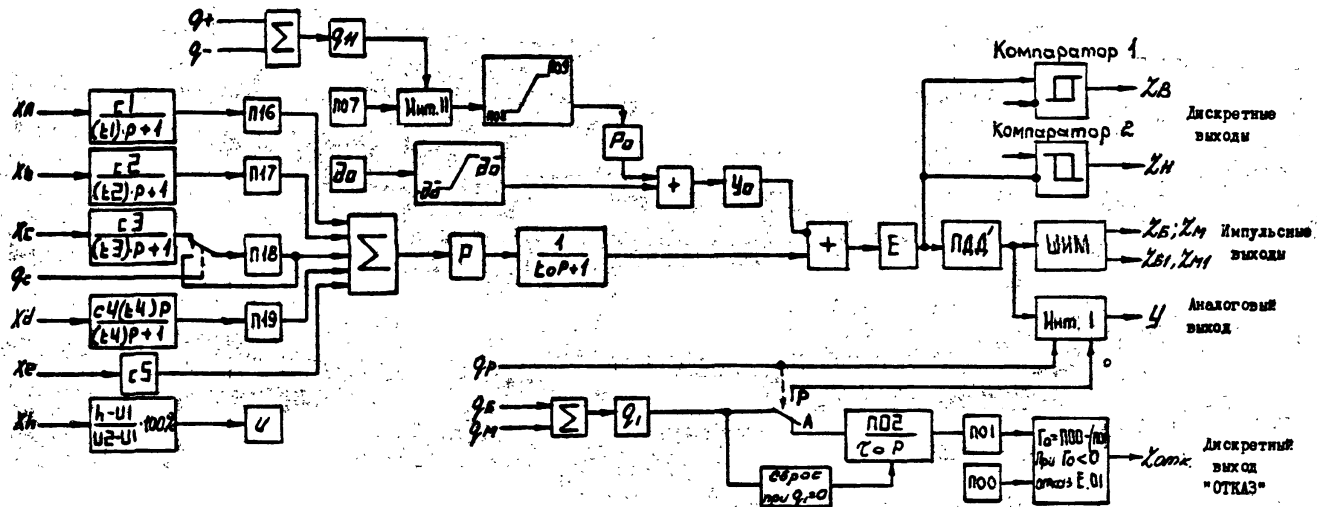
ПРИБОР ПРОТАР IIO. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА



Черт.9

С.30 РИМ-246-92

КРЕСТКАЯ СТРУКТУРА ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА



Черт. 10



## 6. ВНЕШНЕЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРИБОРОВ ПРОТАР I 00 И ПРОТАР II 0

На черт. 8 и 9 приведены функциональные схемы приборов ПРОТАР I 00 и ПРОТАР II 0.

Прибор ПРОТАР I 00 воспринимает до 6 аналоговых входных сигналов:  $X_A$ ,  $X_B$ ,  $X_C$ ,  $X_d$ ,  $X_E$ ,  $X_A$ . Различные варианты подключения аналоговых сигналов приведены на черт. II. Аналоговые входы  $X_A$ ,  $X_B$ ,  $X_C$ ,  $X_d$  гальванически изолированы. Эти входы рассчитаны на подключение аналоговых сигналов 0-5, 0-20, 4-20 мА и 0-10 В с помощью устройств ВТ 05/2, ЗТ 20/2, ВН 10/2. На вход  $X_E$  подается сигнал 0-10 В и на вход  $X_A$  - 0-1 В, которые подаются непосредственно.

На черт. I2 показаны варианты использования входов  $X_E$  и  $X_A$  для подключения потенциометрического датчика (задатчика) с питанием последнего от встроенного источника опорного напряжения  $U_{оп}$ .

Прибор ПРОТАР I 00 воспринимает до II дискретных (логических) входных сигналов  $Q_i$ , соответствующих разомкнутому или замкнутому состоянию контактных или бесконтактных ключей. Пример подключения дискретных (логических) входных сигналов приведен на черт. I3.

Входы  $Q_-$  и  $Q_+$  гальванически изолированы от остальных цепей.

Схемы подключения нагрузок приведены на черт. I4.

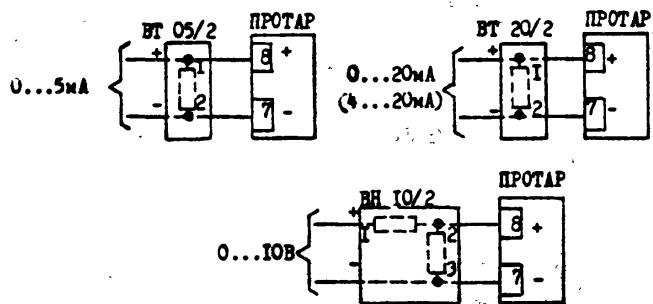
На черт. I5 приведен пример динамической или каскадной связи между двумя регулирующими приборами ПРОТАР.

Прибор ПРОТАР II 0 подключается аналогично прибору ПРОТАР I 00.

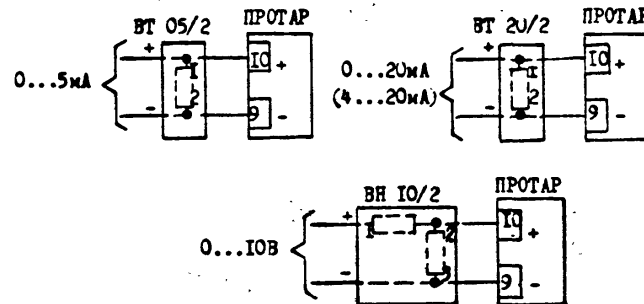
О т л и ч и я: ПРОТАР II 0 имеет розетку для подключения выносного пульта П0-01;

ПОДКЛЮЧЕНИЕ АНАЛОГОВЫХ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

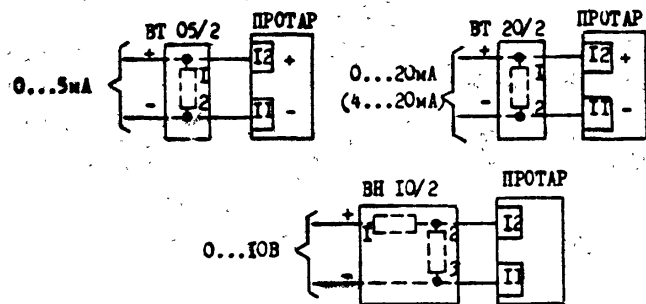
1. ВХОД Xa (0...5мА или 0...20мА(4...20мА), 0...10В)



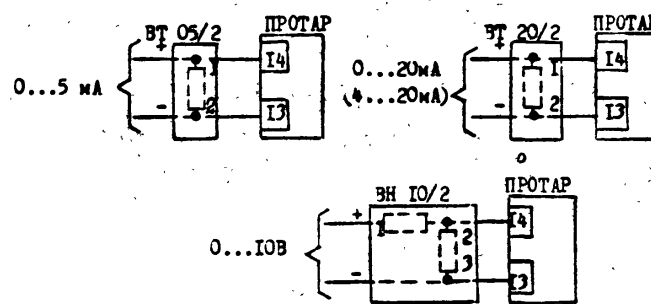
2. ВХОД Xb (0...5мА или 0...20мА(4...20мА), 0...10В)



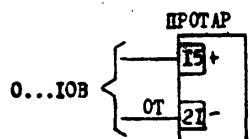
3. ВХОД Xc (0...5мА или 0...20мА(4...20мА), 0...10В)



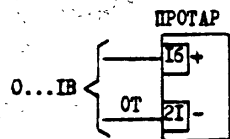
4. ВХОД Xd (0...5мА или 0...20мА(4...20мА), 0...10В)



5. ВХОД Xe (0...10В)



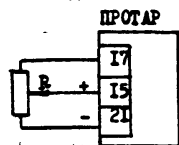
6. ВХОД Xh (0...10В)



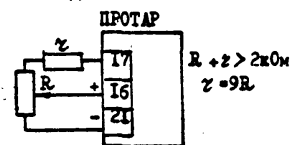
Примечание. Неиспользуемые входы Xa, Xb, Xc, Xd, Xe, Xh закорачиваются.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА (ЗАДАТЧИКА)

1. ВХОД  $X_e$

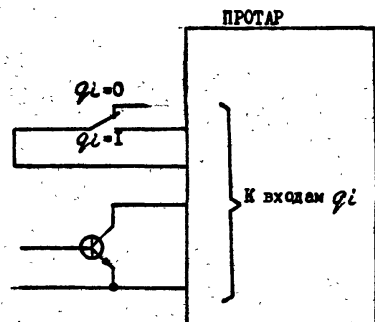


2. ВХОД  $X_h$



Черт. 12

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ (ЛОГИЧЕСКИХ) ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ

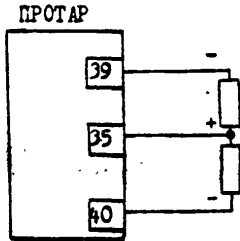


Черт. 13

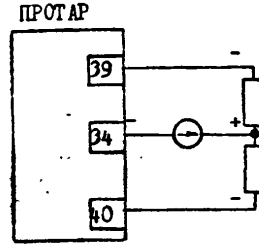
ПОДКЛЮЧЕНИЕ НАГРУЗОК

1. К ИМПУЛЬСНОМУ ВЫХОДУ  $\mathcal{L}_m, \mathcal{L}_b$

1.1. С ВНУТРЕННИМ ИСТОЧНИКОМ

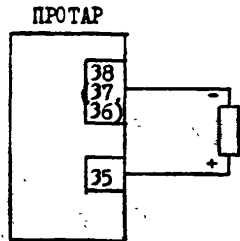


1.2. С ВНЕШНИМ ИСТОЧНИКОМ

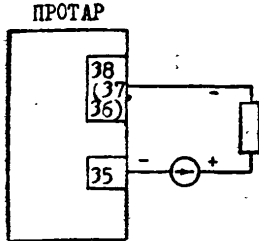


2. К ДИСКРЕТНЫМ ВЫХОДАМ  $\mathcal{L}_в$  ( $\mathcal{L}_н, \mathcal{L}_{отк}$ )

2.1. С ВНУТРЕННИМ ИСТОЧНИКОМ



2.2. С ВНЕШНИМ ИСТОЧНИКОМ



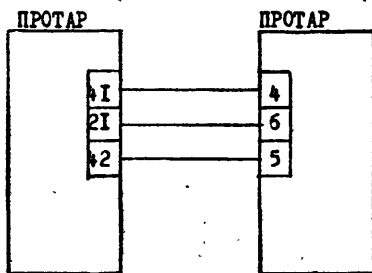
Примечание. Для прибора ПРОТАР IIC подключение реле выхода  $\mathcal{L}_1$  ( $\mathcal{L}_2$ ) к одному из выходов  $\mathcal{L}_b$  ( $\mathcal{L}_m, \mathcal{L}_{m1}, \mathcal{L}_{b1}, \mathcal{L}_в, \mathcal{L}_н, \mathcal{L}_{отк}$ ) производится путем соединения клеммы 26 (27) с клеммой 40 (39, 42, 41, 38, 37, 36). При этом допускается одновременное подключение обоих реле к любому из указанных выходов.

вместо входов  $\varphi_{Au}$ ,  $\varphi_{\mu}$  имеет вход для дискретного сигнала  $\varphi_{вн}$ ;

вместо выхода  $\chi$  имеет два контактных дискретных выхода  $\chi_1$ ,  $\chi_2$  и цепи для коммутации реле этих выходов (см. примечание к черт.14.).

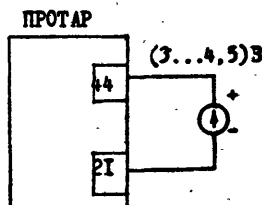
Каждый прибор ПРОТАР имеет модуль резервного питания МРО1, который состоит из двух независимых батарей. Одна батарея для сохранения запрограммированной информации, вторая - для страховки и для увеличения емкости источника. Одну из батарей можно изъять и вместо батареи подключить внешний источник резервного питания. Приведено на черт. 16. Это может быть батарея сухих элементов или аккумуляторы напряжением от 3 до 4,5 В. Один внешний источник питания может подключаться к нескольким приборам ПРОТАР. Целесообразно страховочную батарею оставить.

ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ИЛИ КАСКАДНОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ РЕГУЛЯТОРАМИ



Черт.15

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ ВМЕСТО БАТАРЕИ СУХИХ ЭЛЕМЕНТОВ G32, GВ4 МОДУЛЯ МРО1



Черт.16

Схема электрическая принципиальная модуля резервного питания МРО1 приведена в приложении 6.

## 7. М О Н Т А Ж

Габаритные размеры приборов ПРОТАР приведены на черт.3 и 4. Приборы рассчитаны на утопленный монтаж на вертикальной панели щита. Помещение должно быть взрывобезопасное и пожаробезопасное. Окружающая среда не должна содержать агрессивных паров, газов и аэрозолей.

Электрические соединения приборов выполняются в виде кабельных связей или в виде жгутов. Подключение внешних соединений к прибору осуществляется с помощью промежуточных клеммников, размещенных на щите. На этих клеммниках устанавливаются устройства для подключения входных сигналов (ВТ 05/2, ВТ 20/2, ВН 10/2).

Рекомендуется использовать кабели с сечением жил  $0,75-1,5 \text{ мм}^2$ .

В отдельные кабели выделяются: входные цепи, выходные цепи и цепи питания.

Кабель входных цепей должен быть экранирован на участках воздействия электромагнитных и импульсных помех и там где проложены силовоточные 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  $40 \text{ МОм}$  при испытательном напряжении  $500 \text{ В}$ .

Заземление шасси через клемму 20 и корпуса через специальный винт на задней стенке прибора.

\* Габаритные и установочные размеры устройств ВТ 05/2, ВТ 20/2, ВН 10/2 и их электрические принципиальные схемы приведены в приложении 5 черт.1-4.

## 8. П Р О Г Р А М М И Р О В А Н И Е

Для решения стандартных задач автоматического регулирования в приборе предусмотрена жесткая структура. Использование прибора в режиме жесткой структуры не отличается от использования непрограммируемых приборов. Прибор подключается в соответствии со схемой подключения и устанавливаются требуемые величины параметров настройки. Для того чтобы прибор функционировал в режиме свободно программируемой структуры, надо дополнительно составить программу реализации нужного алгоритма функционирования, ввести ее в прибор и отладить.

Программа, которая вводится 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 шагу присваивается порядковый номер. Максимальное количество шагов программы - 100. Первый шаг имеет номер - 00, а последний максимально возможный - 99. На черт.2 приведен порядок введения программы в прибор (режим 5). В режиме 5 ("ПС") производится установка номера шага программы, потом в режиме 5 ("НС") устанавливается нужная команда.

Зведенная последовательность команд формирует цепочечный алгоритм вычислений, промежуточные результаты которых запоминаются, а конечные результаты являются входными сигналами устройств вывода информации из прибора.

В табл.8 приведен перечень переменных  $P_i$ . Общее количество  $P_i$  равно 78 (сигналы, параметры, настройки, результаты вычислений). Символы переменных высвечиваются на цифровом дисплее в режиме 3, в режиме 4 во время нажатия органа "П.Н" и в режиме 5 как обозначение команды  $P_i$ , соответствующей данному шагу программы.

Таблица 9

Шифр функции	Символ функции	Назначение	Выполняемые алгоритмы	Примечание
F00	•	Ввод-вывод информации, фиксация конца программы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Преобразование аналоговых сигналов <math>A, b, C, d, E, h, y</math> в цифровые.</li> <li>2. Преобразование дискретных сигналов в цифровые: <math>z_0 = \int_{t_0}^{t_0+T} (y_s - y_n) dt</math>; <math>z_n = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} (y_+ - y_-) dt</math></li> <li>3. Цифро-аналоговое преобразование =</li> <li>4. Широко-импульсное преобразование (ШИМ). <math>z_s; z_n; z_{s1}; z_{m1} = f(t; y; dt; q_p)</math></li> <li>5. Цифро-дискретное преобразование: <math>z_b = f(z_1; z_2; d_1); z_n = f(z_1; z_2; d_1); z_{omk} = f(z_0)</math></li> <li>6. Индикация сигналов и переменных.</li> <li>7. Диагностика отказов.</li> </ol>	<p>Функция F00 является командой последнего шага программы. Вычисления производятся от шага 00 до шага, соответствующего функции F00. <math>t_0</math> - время цикла. Символ <math>z_1 = I</math> Символ <math>z_n = II</math></p>
F01	PI	Регулирование ПИД импульсное	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение задания <math>U_0</math> и вычисление рассогласования <math>E</math>: <math>U_0 = P_0 + d_0</math>; <math> d_0  \leq d_0</math>; <math>E = \frac{1}{t_0 \cdot p + 1} \cdot p - U_0</math></li> <li>2. Введение динамической балансировки (<math>0 &lt; t_c &lt; 9999</math>) или статической балансировки (<math>t_c = 9099</math>) при переключении на режим ручного управления, введение зоны нечувствительности <math>d</math>.</li> <li>3. Выполнение в режиме автоматического управления алгоритма ПИД регулирования при управлении ИМ через ШИМ:</li> </ol> $W(p) = \frac{T_{sv}}{T_s} \cdot p \cdot [1 + \frac{1}{t_i p} + t_d \cdot \frac{t_d \cdot p}{t_d \cdot p + 1}]$	<p><math>T_{so} = 100c</math>  <math>T_s(t_c)</math> - время полного перемещения исполнительного механизма (ИИ)</p> <p>Результат вычислений <math>y = E</math>. Одновременно с F01 не используется F02.</p>



Шифр функции	Символ функции	Назначение	Выполняемые алгоритмы	Примечание
F02	PA	Регулирование ПИД аналоговое	1. Введение задания $U_0$ и вычисление рассогласования $E$ : $U_0 = P_0 + D_0$ ; $ D_0  \leq \Delta D$ ; $E = \frac{1}{T_i \cdot P + 1} \cdot P - U_0$ . 2. Введение динамической ( $0 < T_c < 9999$ ) или статической ( $T_c = 9999$ ) балансировки при переключении на режим ручного управления, введение зоны нечувствительности $D$ . 3. Выполнение в режиме автоматического управления алгоритма ПИД регулирования с аналоговым выходом: $W(p) = [1 + \frac{1}{T_i \cdot P} + [D \cdot \frac{T_d \cdot P}{T_d \cdot P + 1}]$ 4. Ограничение выходного сигнала: $U_- \leq U \leq U_+$	Результат вычисления $U = U$ . Одновременно с F02 не используются FOI и FII.
F03-F09				Не используются

Таблица 10

Шифр функции	Условный символ	Назначение	Размерность		Алгоритм вычисления	Примечание
			XI	У		
F10	IP <sub>0</sub>	Интегратор задания	Не используется	%	$y = P_0 + U_{II} = \frac{1}{T_{II}} \cdot \int q_{II} \cdot (пог) \cdot dt + U_{II}(0);$ $U_{II} = U_{II}(0) \text{ при } t=0;$ $(пог) \leq U_{II} \leq (пог)$	$P_0$ - составляющая задания в функциях FOI и FO2. Одновременно с F10 не используется F12.

В табл. 9, 10 и II приведено математическое описание функций используемых при программировании структуры. Результат вычисления каждой из функций используется непосредственно как входной сигнал устройств вывода информации из прибора (F00, F01, F02, F14, F15) или же для последующих вычислений (результат вычисления обозначается в табл. как переменная "У").

В табл. 9 приведены основные функции, определяющие выходные сигналы прибора и используемые однократно.

Функция F00 является командой последнего шага программы. В каждом цикле вычисления ведутся от шага 00 до шага, соответствующего команде F00. После чего цикл повторяется и если есть команды, записанные после шага, соответствующего команде F00, они игнорируются. Когда программа содержит один шаг 00 - F00, то происходит преобразование аналоговых и дискретных входных сигналов в цифровую форму и цифровых сигналов в аналоговую, импульсную и дискретную форму, выполняется функция индикации сигналов и переменных, функционирует программный блок диагностики отказов.

В табл. 10 приведены функции, используемые однократно.

Функции F10, F11, F12 - различные виды интеграторов. Сочетания функций F12, F13 реализует функции программного задатчика.

Функции F14, F15 служат основой для формирования дополнительного канала регулирования с импульсным выходом, либо импульсатора.

Функции F16, F17, F18, F19 позволяют путем использования одного шага ввести в программу динамическое преобразование и масштабирование аналоговых сигналов.

В табл. II приведены функции используемые многократно.

Функции F20... F24 - одноместные. Эти функции производят вычисления с одной переменной XI.

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

Функции F25...F49 - двухместные, эти функции производят опе-

Шифр функции	Условный символ	Назначение	Размерность		Алгоритм вычисления	Примечание
			XI			
F11		Интегратор I	%	%	$y = y_1 = \begin{cases} \frac{1}{T_0} \int_0^t x_1 dt + y_1(0) & \text{при } q_p = 0; \\ \frac{1}{T_0} \int_0^t q_1 dt + y_1(0) & \text{при } q_p = 1; \end{cases}$ $y_1 = y_1(0) \text{ при } t = 0;$ $y_1 \leq y_1 \leq y_1^+$	$q_p = 0$ - автоматическое управление; $q_p = 1$ - ручное. Одновременно с F11 не используется F02
F12		Интегратор II	%	%	$y = y_{II} = \frac{1}{T_{II}} \int_0^t q_{II} \cdot x_1 dt + y_{II}(0);$ $y_{II} = y_{II}(0) \text{ при } t = 0$	Одновременно с F12 не используется F10
F13		Кусочно-линейное преобразование	%	%		Для текущего значения XI: П - номер соответствующего отрезка; $П_i = (П0i) - XI$ , где П0i - конечная координата отрезка.
F14		Двухпозиционное широтно-импульсное преобразование	%	%	Интегратор с постоянной времени $T_0$ (выход П1) и компаратор I охвачены жесткой обратной связью $L_1$ - установка минимальной длительности импульсов [с]	Используется дискретный выход Zв. Программно устанавливается $L_1 = 0,32$ . Одновременно с F14 не используется F15.
F15		Трехпозиционное широтно-импульсное преобразование	%	%	Интегратор с постоянной времени $T_0$ (выход П1 = П2) и компараторы 1 и 2 охвачены жесткой обратной связью. Минимальная длительность импульса 0,32 с.	Используются дискретные выходы Zв и Zн. Программно устанавливаются $L_1 = 0,32$ $L_2 = 0,32$ ; $d_1 = d_2 = 0$ . Одновременно с F15 не используется F14.

Не используется

Продолжение табл. 10







Цифр функции	Условный символ	Назначение	Размерность		Алгоритм вычисления	Примечание	
			XI	У			
F16	$\boxed{f(A)}$	Масштабирование и демпфирование сигнала $A$	не используется	%	$y = f(A) = (n16) = \frac{(c1)}{(t1) \cdot p + 1} \cdot A$		
F17	$\boxed{f(b)}$	Масштабирование и демпфирование сигнала $b$		%	$y = f(b) = (n17) = \frac{(c2)}{(t2) \cdot p + 1} \cdot b$		
F18	$\boxed{f(c)}$	Масштабирование, демпфирование и выборка-хранение сигнала $c$		%	$y = f(c) = (n18) = \begin{cases} \frac{(c3)}{(t3) \cdot p + 1} \cdot c \text{ при } q_c = 0 \\ y_{n-1} \text{ при } q_c = 1 \end{cases}$		$y_{n-1}$ - значение $y$ в предыдущем цикле вычислений
F19	$\boxed{f(d)}$	Дифференцирование и масштабирование сигнала $d$		%	$y = f(d) = (n19) = \frac{(t4) \cdot p}{(t4) \cdot p + 1} \cdot (t4) \cdot d$		

Т а б л и ц а II

Шифр функций	Условный символ	Назначение	Размерность			Алгоритм вычислений	Примечание
			X1	X2	У		
F20		Исключение операций	m		m	$Y=XI$	Используется для "стирания" или резервирования шагов
F21		Инверсия	m	переменная отсутствует	m	$Y=-XI$	
F22		Выделение модуля	m		m	$Y= XI $	
F23		Извлечение квадратного корня	%		%	$Y=sign XI \cdot \sqrt{100/XI}$	
F24		Выделение знака чи числа	m		-	$Y = \begin{cases} 0 & \text{при } XI=0 \\ (sign XI) \cdot I & \text{при } XI \neq 0 \end{cases}$	
F25		Сложение	m	m	m	$Y=XI+X2$	
F26		Вычитание	m	m	m	$Y=XI-X2$	
F27		Умножение	m - m %	m - m %	m m m	$Y=XI \cdot X2$ $y = \frac{XI \cdot X2}{5, I2}$	
F28		Деление	m m m m	- m m %	m - m m	$y = \frac{XI}{X2}$ $y = 5, I2 \frac{XI}{X2}$	
F29							при m - [%] /XI·X2/3355

Не используется

Шифр функции	Условный символ	Назначение	Размерность			Алгоритм вычислений	Примечание
			X1	X2	Y		
F30		Двухпозиционное преобразование	$m_1$	$m_2$	$m_2$	$y = \begin{cases} 0 & \text{при } X1 < 0 \\ X2 & \text{при } X1 \geq 0 \end{cases}$	
F31		Выделение положительных значений разности	$m$	$m$	$m$	$y = \begin{cases} 0 & \text{при } X1 - X2 \leq 0 \\ X1 - X2 & \text{при } X1 - X2 > 0 \end{cases}$	
F32		Ограничение по минимуму (выделение наибольшего)	$m$	$m$	$m$	$y = \begin{cases} X1 & \text{при } X1 \geq X2 \\ X2 & \text{при } X2 \geq X1 \end{cases}$	
F33		Ограничение по максимуму (выделение наименьшего)	$m$	$m$	$m$	$y = \begin{cases} X1 & \text{при } X1 \leq X2 \\ X2 & \text{при } X2 \leq X1 \end{cases}$	
F34		Переключение при изменении сигнала $q_c$	$m$	$m$	$m$	$y = \begin{cases} X1 & \text{при } q_c = 0 \\ X2 & \text{при } q_c = 1 \end{cases}$	
F35		Переключение при изменении сигнала $q_p$	$m$	$m$	$m$	$y = \begin{cases} X1 & \text{при } q_p = 0 \\ X2 & \text{при } q_p = 1 \end{cases}$	$q_p = 0$ - автоматическое управление, $q_p = 1$ - ручное.

Шифр функции	Условный символ	Назначение	Размерность			Алгоритм вычисления	Примечание
			X1	X2	Y		
F36		Переключение при изменении сигнала $\varphi_M$	$m$	$m$	$m$	$y = \begin{cases} X1 & \text{при } \varphi_M = 0 \\ X2 & \text{при } \varphi_M = 1 \end{cases}$	
F37		Переключение при изменении сигнала $\varphi_B$	$m$	$m$	$m$	$y = \begin{cases} X1 & \text{при } \varphi_B = 0 \\ X2 & \text{при } \varphi_B = 1 \end{cases}$	
F38		Переключение при изменении сигнала $\varphi_-$	$m$	$m$	$m$	$y = \begin{cases} X1 & \text{при } \varphi_- = 0 \\ X2 & \text{при } \varphi_- = 1 \end{cases}$	
F39		Переключение при изменении сигнала $\varphi_+$	$m$	$m$	$m$	$y = \begin{cases} X1 & \text{при } \varphi_+ = 0 \\ X2 & \text{при } \varphi_+ = 1 \end{cases}$	
F40		Вызов переменной для последующего вычисления	$m_1$	$m_2$	$m_2$	$y = X2$	$\varphi_+$ - символ X2, X1 не используется
F41		Пересылка и запоминание результата предыдущего вычисления	$m$	$m$	$m$	$y = X2 \cdot \begin{cases} X1 & \text{при } X2_{\min} < X1 < X2_{\max} \\ X2_{\min} & \text{при } X1 < X2_{\min} \\ X2_{\max} & \text{при } X1 > X2_{\max} \end{cases}$	$\varphi_-$ - символ X2, X1 пересылается в X2 и запоминается. X2 <sub>мин</sub> и X2 <sub>макс</sub> - граничные значения диапазона изменения X2.

Продолжение табл. II

Шифр функций	Условный символ	Назначение	Размерность			Алгоритм вычислений	Примечание
			X1	X2	у		
F42 F45							Не используются
F46		Апериодическое преобразование с управлением сигналом $q_p$	$m$	$c$	$m$	$X2 = t_i$ $y = \begin{cases} \frac{I}{t_i \cdot p + 1} \cdot X1 & \text{при } q_p = 0 \\ X1 & \text{при } q_p = 1 \end{cases}$	При $t_i = 9999$ , а также при $q_p = 0$ $Y = 0$
F47		Апериодическое преобразование	$m$	$c$	$m$	$X2 = t_i$ $y = \frac{I}{t_i \cdot p + 1} \cdot X1$	при $t_i = 9999$ $Y = 0$
F48		Дифференцирование с управлением сигналом $q_p$	$m$	$c$	$m$	$X2 = t_i$ $y = \begin{cases} \frac{t_i \cdot p}{t_i \cdot p + 1} X1 & \text{при } q_p = 0 \\ 0 & \text{при } q_p = 1 \end{cases}$	При $t_i = 9999$ , а также при $q_p = 0$ $Y = X1$
F49		Дифференцирование	$m$	$c$	$m$	$X2 = t_i$ $y = \frac{t_i \cdot p}{t_i \cdot p + 1} X1$	При $t_i = 9999$ $Y = X1$

**Примечания:**

1. Переменная X1 является результатом предыдущего вычисления при реализации программируемой структуры. Переменная X2 используется для функций F25-F49 и записывается при программировании структуры следующим шагом: после шифра функции. Результат вычисления Y используется в свою очередь как переменная X1 для следующей функции.

2. Обозначения  $m, c$  представляют одну из размерностей: [%] - величина в процентах, [-] - безразмерная величина, [с] - величина в секундах. При необходимости проведения вычислений над величинами с различными размерностями должны быть учтены следующие соотношения, которые связывают размерности между собой:

$$X[\%] = 5, 12 \cdot X[-] = \frac{X}{16} [с]; \quad X[-] = \frac{X}{5, 12} [\%] = \frac{X}{81, 92} [с]; \quad X[с] = 16X[\%] = 81, 92 \cdot X[-].$$

Для параметра  $\Delta t$  (длительность импульсов):  $dt [с] = X[\%]$ .

3. В качестве постоянной времени  $t_i$  для F46-F49 выбирается один из параметров  $t_1-t_8$ , причем каждый из них при программировании структуры записывается однократно как переменная X2 для соответствующей функции.



рации с двумя переменными  $X1$  и  $X2$ . После команды, содержащей двухместную функцию, должна следовать команда, содержащая переменную, выбранную в качестве  $X2$ . После команды, содержащей переменную, должна следовать команда, содержащая функцию.

$X1$  - результат предыдущего вычисления, либо параметр введенный с помощью функции F40, а  $X2$  используется для двухместных функций F25 - F49 и записывается в следующем шаге, соответствующего шифру функции. Результат вычисления  $Y$  автоматически используется в свою очередь как переменная  $X1$  для следующей функции (цепочечное вычисление).

Для динамических звеньев F45...F49 переменная  $X2$  - одна из постоянных времени  $t1...t8$ , каждая из которых в программе используется однократно. Это ограничивает число динамических звеньев в программе до 8.

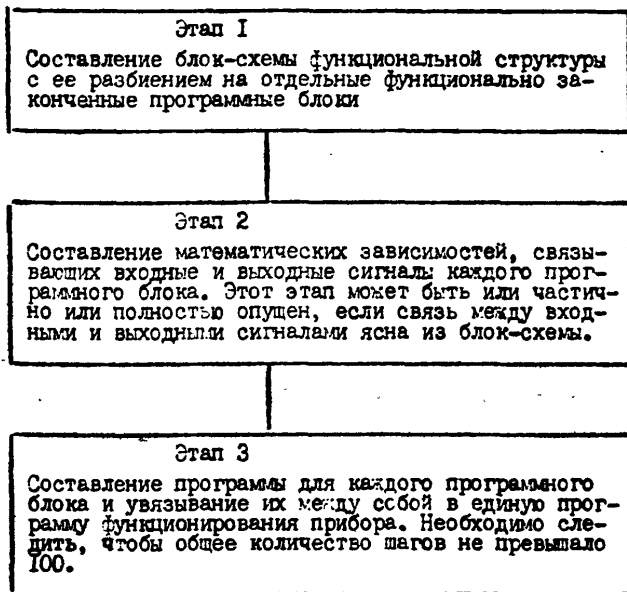
Следующие пары функций: F01 и F02, F02 и F11, F10 и F12, F14 и F15 используют одинаковые переменные и в программе может использоваться только одна из функций данной пары.

Переменные P00...P19,  $U$ ,  $U1$ ,  $U2$ ,  $U0$  (%), C0 ... C7 (безразмерные коэффициенты),  $t1 ... t8$  (постоянные времени, с) назначение этих переменных потребитель может устанавливать по своему усмотрению (если они не входят в какую-либо использованную функцию). Константы: P20=0,000 и P21=100,0 (%) могут использоваться в программе многократно. На дисплей символы этих констант вызывается только в режиме 5 ("ПС" и "НС").

Можно в программе использовать переменные, входящие в неиспользованные функции.

## 9. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ

Составление программы функционирования прибора можно разбить на три этапа, что приведено на черт. II.



Черт. II

Первым шагом программы может быть функция F40(вызов переменной) или одна из функций F16-F19, входными переменными которых являются входные сигналы прибора, а также F01, F02, F10, F20.

Функция F20 (отсутствие операции) может быть записана на любом шаге, кроме последнего (последний шаг - функция F00). Функция F20 нужна для резервирования места в программе, а также для исключения ненужных шагов в программе. Для хранения промежуточных результатов вычислений следует использовать регистры свободных переменных.

## Ю. ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

Проект наряду с другими необходимыми материалами должен включать в себя следующие документы:

1. блок-схему функциональной структуры (пример приведен в прилож. 1);

2. программу функционирования прибора (составляется по форме, приведенной в табл. I2, пример составления таблицы приведен в прилож. 2);

3. перечень используемых переменных (составляется по форме, приведенной в табл. I3, пример составления таблицы приведен в прилож. 3);

4. электрическую схему подключения прибора (пример приведен в прилож. 4).



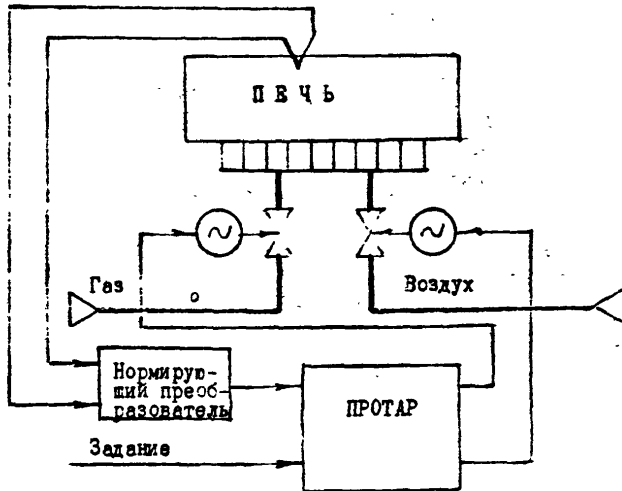
Таблица 13

Перечень используемых переменных								
Переменная	Величина	Примеч.	Переменная	Величина	Примеч.	Переменная	Величина	Примеч.
U			ε <sub>0</sub>			ε <sub>3</sub>		
A			ε <sub>c</sub>			ε <sub>4</sub>		
b			α			ε <sub>5</sub>		
c			ε <sub>1</sub>			ε <sub>6</sub>		
d			ε <sub>1</sub>			ε <sub>7</sub>		
e			ε <sub>d</sub>			ε <sub>8</sub>		
h			ε <sub>d</sub>			00		
y			ε <sub>1</sub>			01		
i			y <sub>1</sub>			02		
ii			αε			03		
E			11			04		
ε <sub>0</sub>			12			05		
ε <sub>1</sub>			α <sub>1</sub>			06		
ε <sub>2</sub>			ε <sub>1</sub>			07		
ε <sub>3</sub>			ε <sub>2</sub>			08		
ε <sub>4</sub>			α <sub>2</sub>			09		
ε <sub>5</sub>			γ <sub>0</sub>			10		
ε <sub>6</sub>			y <sub>1</sub>			11		
ε <sub>7</sub>			y <sub>2</sub>			12		
U <sub>1</sub>			y <sub>3</sub>			13		
U <sub>2</sub>			y <sub>4</sub>			14		
P <sub>0</sub>			ε <sub>11</sub>			15		
α <sub>0</sub>			y <sub>11</sub>			16		
α <sub>0</sub>			U <sub>0</sub>			17		
y <sub>0</sub>			ε <sub>1</sub>			18		
P			ε <sub>2</sub>			19		

## II. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТАРА В ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Объектом регулирования является зона обжига кирпича туннельной печи. В этой зоне следует в соответствии с определенной программой (во времени) получить необходимую температуру и поддерживать ее с помощью сжигания газовыми горелками необходимого количества природного газа. Количество газа и одновременно окислителя (воздуха) изменяется регулирующими заслонками на трубопроводах газа и воздуха.

На черт. I2 представлена схема, включающая в себя элементы



Черт. I2

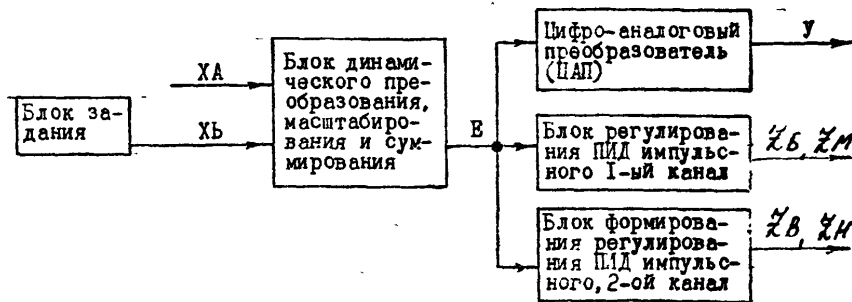
замкнутого контура регулирования, который состоит из собственно объекта регулирования - печи с газовыми горелками, датчика температуры (термоэлектрического преобразователя) с нормирующим

преобразователем, регулятора (ПРОТАРА) и двух исполнительных органов - запорно-регулирующих заслонок с электрическими исполнительными механизмами. Величина задания регулируемого параметра (температуры в определенной зоне печи) формируется специальным блоком (задатчиком).

Применение ПРОТАРА в рассматриваемом контуре регулирования обусловлено несколькими причинами, одной из которых является необходимость управлять одновременно двумя исполнительными органами, каждый из которых имеет свои исходные данные для перемещения заслонок, т.к. следует соблюдать расчетные соотношения между расходом газа и воздуха.

Таким образом, в данной структуре ПРОТАР несет несколько функций - функции регулятора, осуществляющего ПИД-закон регулирования для обоих исполнительных органов, и функции вычислительные - определяет соотношения положений исполнительных механизмов.

Для выполнения этих функций ПРОТАРОм, в соответствии с инструкцией завода-изготовителя составляются: блок-схема функциональной структуры прибора, программа его функционирования и перечень используемых переменных, которые приведены соответственно на черт. 13 и в табл. 14 и 15.



Черт. 13

Сигнал от датчика температуры поступает на вход XA блока динамического преобразования. На вход Xb поступает сигнал от блока

задания. В блоке динамического преобразования происходит масштабирование и преобразование входных величин в цифровую форму, необходимую для ввода в цифровое вычислительное устройство.

Величина рассогласования  $E$ , полученная в результате вычислений между величиной задания и параметром, поступает на входы блока регулирования ПИД импульсного 1-го канала, блока формирования регулирования ПИД импульсного 2-го канала и на вход цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

В режиме автоматического управления в блоках реализуется ПИД импульсное регулирование с воздействием на исполнительные механизмы через широтно-импульсный модулятор, который представляет собой интегратор с последовательно включенным трехпозиционным элементом, охваченные жесткой обратной связью.

Для 1-го канала ШИМ преобразует входной сигнал в последовательность импульсов, управляющих выходными ключами  $Z_6$  и  $Z_7$ .

Для 2-го канала управляющими выходными ключами служат  $Z_8$  и  $Z_9$ .

Выходная величина ЦАП, в котором величина рассогласования  $E$  преобразуется в аналоговый сигнал, может использоваться для подключения показывающего прибора (клеммы 50 и 21). Показывающие приборы подключаются для визуального наблюдения за режимом выполнения технологического процесса.

По указанной блок-схеме составлена программа функционирования прибора, которая приведена в табл. I4.

Т а б л и ц а I4

Шаг	Команда	Примечание
00	F16	Масштабирование, демпфирование и запись величины сигнала XА в ячейку П15
01 02	F4I P	Переслать содержимое ячейки П15 в ячейку параметра P
03	F17	Масштабирование, демпфирование и запись величины сигнала Xв в ячейку П17



Шаг	Команда	Примечание
04 05	F4I P <sub>o</sub>	Переслать содержимое ячейки П17 в ячейку P <sub>o</sub>
06	F0I	ПИД-импульсное регулирование
07 08 09 10	F4O E и F4I U <sub>o</sub>	Вызвать рассогласование E и переслать в ячейку параметра U <sub>o</sub>
11 12 13 14	F4O 20 и F4I U <sub>n</sub>	Вызвать ячейку 20 и переслать содержимое на вход 2-го интегратора
15 16 17	F4O U <sub>o</sub> и F22	Вызвать ячейку параметра U <sub>o</sub> и выделить модуль
18 19	F26 00	Вычитание из модуля содержимого ячейки 00
20	F30	Двухпозиционное преобразование
21	U <sub>o</sub>	
22	F27	
23	c0	
24	F4I	
25	0I	
26	F26	
27	02	
28	F4I	
29	03	
30	F48	
31	t6	
32	F27	
33	c6	
34	F25	
35	03	
36 37	F4I 03	

Продолжение табл. 14

Шаг	Команда	Примечание
38	F40	
39	OI	
40	F4I	
41	O2	
42	FI	
43	F32	
44	LI	
45	F33	
46	J2	
47	F25	
48	O3	
49	F35	
50	20	
51	FI5	
52	F40	
53	B	
54	F4I	
55	Y0	
56	F00	

Данная программа составлена при применении прибора ПРОТАР IOO. Для прибора ПРОТАР IOI команды данной программы с шага II по шаг 5I можно заменить командой F05.

Перечень используемых переменных и их численные значения приведены в табл. 15.

Т а б л и ц а 15

Переменная	Величина	Примечание
A	XA	Эходной сигнал от датчика
b	Xb	Входной сигнал задания

Продолжение табл. 15

Переменная	Величина	Примечание
$\bar{d}_0$	30%	Оперативное задание
$\bar{d}_0$	100%	Предел оперативного задания
$\Gamma$	01%	Рассогласование для I-го контура
$c_0$	I	Коеф. передачи для 2-го канала регулирования
$c_1$	0,5	Коеф. пропорциональности для I-го канала регулирования
$t_1$	500	Пост.интегр.для I-го канала регулирования
$t_2$	1000	Пост.интегр.для 2-го канала регулирования
$cd$	I	Коеф.дифференц.для I-го канала регулирования
$cd$	2	Коеф.дифференц.для 2-го канала регулирования
$t_d$	30	Пост.дифференц.для I-го канала регулирования
$t_d$	60	Пост.дифференц.для 2-го канала регулирования
$\partial t$	0,40	Длит.импульса для I-го канала регулирования
$\partial$	0,5%	Зона нечувст.для I-го канала регулирования
$\partial 00$	0,5%	Зона нечувст.для 2-го канала регулирования
$t_0$	0,320	Пост.времени фильтра параметра
$t_c$	99990	Пост.компенсации динамич.балансировки
$\partial 20$	0%	Постоянная величина
$\partial 0$	3i%	Рассогласование для 2-го контура регулирования
$c_1$	I	Коеф. при XА
$c_2$	I	Коеф. при Xб
$t_1$	20	Постоянная фильтра XА
$t_2$	0,320	Постоянная фильтра Xб

Продолжение табл. 15

Переменная	Величина	Примечание
$P$	$V\%$	Эквивалентный параметр
$P_0$	$X\%$	Исходное задание
$U_0$	$V\%$	Задание $U_0 = P_0 + O_0$
$U$	$V\%$	Входная величина ЦАП $U = V$

## Примечания:

1.  $X$  - текущее значение входного сигнала

$V$  - величина переменной, вычисляемая программно.

2. Клеммы 5 и 6 замкнуты, а 4 и 5 разомкнуты.

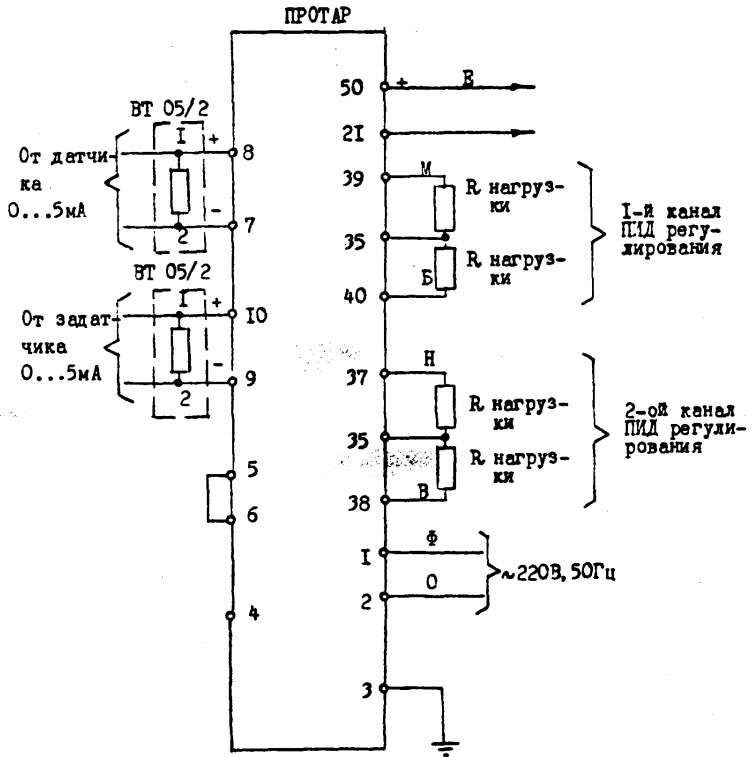
3. Установочные коэффициенты  $c_0, c_5, t_1, t_6, \partial, \partial t, c_1, t_1, t_n, t_d, c_d$ , приведенные в данной таблице, предварительно определяются при расчетах. Окончательно они корректируются при наладке САР на объекте.

На черт. I4 приведена электрическая схема подключения ПРОТАР.

Величина заданной температуры в контуре регулирования задается с пульта оператора, что учтено в составлении программы функционирования прибора ПРОТАР.

Задания можно осуществлять в самих приборах с помощью программ.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА  
ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПРОТАРА





Черт. I4


Инструкция по набору и отладке программы на приборе ПРОТАР.



1. Подключить прибор в соответствии со схемой, указанной на черт. I4.


2. Включить напряжение питания прибора  $\sim 220\text{В}$ , 50Гц.

3. Перевести прибор в режим ручного управления кнопкой .


4. Установить I-й режим прибора нажатием кнопки  - гашение экрана дисплея.

5. Кнопкой  установить 5-й режим - на экране дисплея высвечивается ПС... F...


6. Кнопками   установить шаг 99 - на экране дисплея высвечивается ПС99 - это код, который разрешает набор структуры.



7. Нажатием кнопки  в течение 4...с с установить режим набора структуры - на экране дисплея высвечивается Н99.



8. Произвести набор программы функционирования приборов согласно табл. I4. Для этого необходимо выполнить следующие операции:


8.1. Кнопкой  установить на экране дисплея просмотр структуры "ПС";

8.2. Кнопками   - номер шага;

8.3. Кнопкой  установить набор структуры "НС";

8.4. Кнопками   установить команду соответствующего шага.





9. Проверить правильность набора программ с помощью кнопок   в режиме "ПС".



10. Перевести дисплей в 3-й режим, который устанавливается путем нажатия 3 раза кнопки , при этом на экране дисплея высвечивается символ и переменная:




С.62 РМ4-248-92

3-й режим - режим просмотра и выбора переменных П и установка параметров настройки.

Кнопками   выбрать нужную переменную. Кнопкой  установить режим настройки - на экране дисплея высвечивается "Н" вместо "П", переход от "П" к "Н" в первый раз требует нажатия кнопки  в течение 4...8 с.

Кнопками   установить численные значения переменных, указанных в табл. I5.

II. Проверить правильность набора параметров в режиме просмотра "П" 3-го режима.

I2. Переключить кнопкой  на автоматическое управление.

## 12. КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки каждого прибора соответствует табл. 16.

Т а б л и ц а 16			
Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Количество	Примечание
гЕЗ.222.030 гЕЗ.222.032	Прибор	1шт	Модификация согласно заказу
гЕ5.105.121	Пульт оператора выносной ПО-01	Не более 1шт	Комплектуется согласно заказу только с прибором ПРОТАР ИЮ
гЕ5.157.025	Устройство для подключения токовых сигналов ЭТ 05/2, ЭТ 20/2, сигналов напряжения ЭН 10/2	4шт	
гЕ5.157.025-01		2шт	
гЕ5.157.027		2шт	
гЕЗ.222.030ПС	Паспорт	1шт	
гЕЗ.222.030ТО	Техническое описание и инструкция по эксплуатации	1шт	

## Примечания:

1. При отсутствии в заказе прибора ПРОТАР ИЮ количества пультов ПО-01 поставляется не менее 1 пульта на каждые 5 приборов, поставляемых в один адрес.
2. Допускается комплектование нескольких приборов, поставляемых в один адрес, одним экземпляром технического описания и инструкции по эксплуатации, но не менее 1 экз. на каждые 5 приборов.



ИЗ. ЗАКАЗ ПРИБОРА ПРОТАР

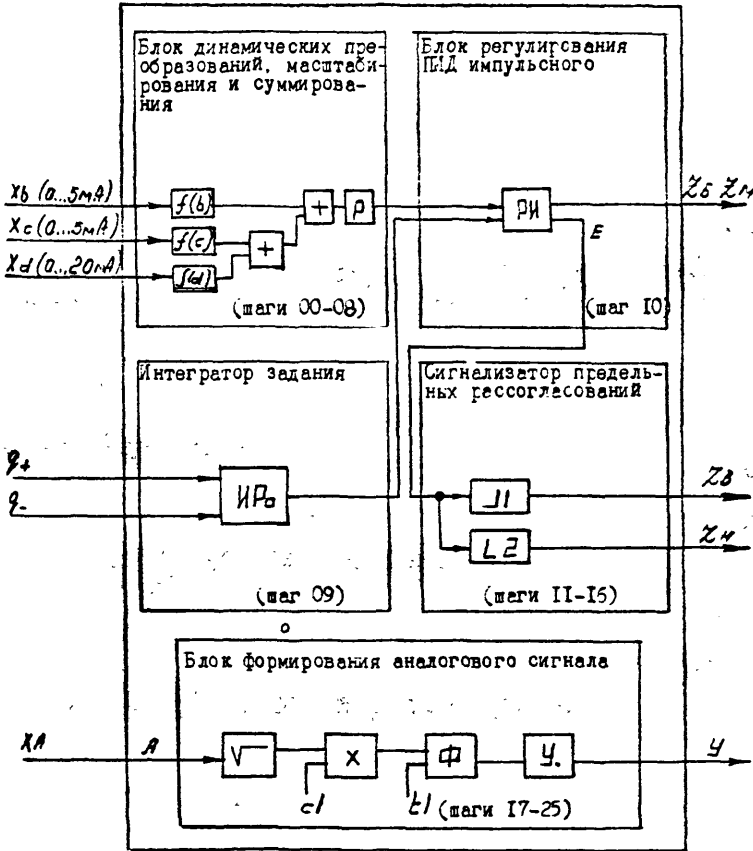
Для модификации со встроенным пультом оператора: "Прибор регулирующий программируемый микропроцессорный ПРОТАР 100, ТУ 25-7441.0065-87".

Для модификации с выносным пультом оператора при наличии пульта в комплекте поставки: "Прибор регулирующий программируемый микропроцессорный ПРОТАР 110 в комплекте с пультом ПО-01, ТУ 25-7441.0065-87".

Для модификации с выносным пультом оператора при отсутствии пульта в комплекте поставки: "Прибор регулирующий программируемый микропроцессорный ПРОТАР 110, пульт в комплекте поставки отсутствует, ТУ 25-7441.0065-87".

При проектировании АСУ ТП на базе прибора модификации ПРОТАР 110 рекомендуется в спецификации проекта предусматривать по 1 пульту ПО-01 на 5 приборов ПРОТАР 110, но не менее 1 пульта.

БЛОК-СХЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИБОРА ПРОТАР



## ПРОГРАММА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИБОРА ПРСТАР

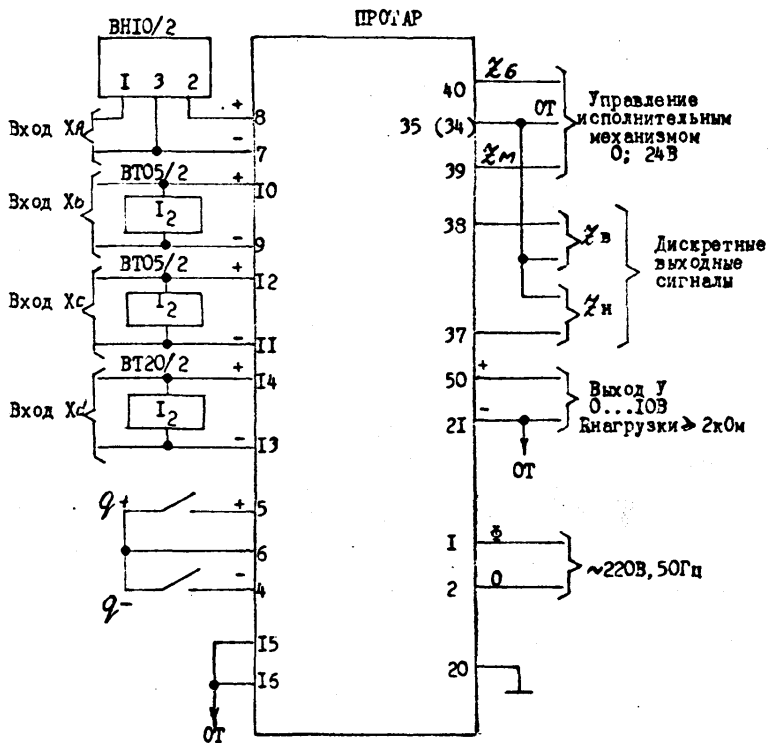
Шаг	Команда	Примечание	Шаг	Команда	Примечание
00	F17	$\Pi 17 = f(b)$	15	F4I	
01	F18	$\Pi 18 = f(c)$	16	L2	$L2 = E$ выход $\tilde{x}$ и
02	F19	$\Pi 19 = f(d)$	17	F40	
03	F25		18	A	
04	Π18		19	F23	$\sqrt{A}$
05	F25		20	F27	
06	Π17		21	ε1	$cl \cdot \sqrt{A}$
07	F4I	Вход интегр. задания	22	F47	фильтр
08	P	Эквивал. па- раметр	23	ε1	Пост. времени
09	F10	Интеграт. задания	24	F4I	
10	F0I	ПИД или вы- ход	25	У.	Выход У
11	F40		26	F00	Конец программы
12	E	Рассогласо- вание			
13	F4I				
14	∫1	∫1 = E			

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

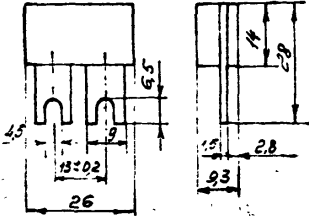
Переменная	Величина	Примечание	Переменная	Величина	Примечание
A		Входной сигнал	дт		Длительн. импульса
б		"	д2		Верх. пред. рассоглас.
с		"	д1		Зона возврата
д		"			
у		Выходной аналоговый сигнал	л1		Нижний пред. рассоглас.
		g+/-	дL		Зона возврата
E		Рассогласование	у.		у.ху
с1		Масштаб. коэфф.	т11		Пост. врем. инт. задан.
с2		"	у11		Исход. зад. $u_{11} = P_0$
с3		"	т1		Пост. врем. фильтра $c1 \Delta$
с4		"			
Pa		Исходное задание	т2		Пост. врем. фильтра Xa
дo		Оперативное задание	т3		Пост. врем. фильтра Xc
дo		Предел оперативного задания	т4		Пост. врем. фильтра Xd
yo		Общее задание	08		Огр. мин. исх. зад.
p		Эквивал. параметр	09		Огр. макс. исх. зад.
тo		Пост. врем. фильтра P	17		$f(b)$
тс		Пост. дин. балансир.	18		$f(c)$
д		Зона нечувств.	19		$f(d)$
с1		Коэфф. пропорц.			
т1		Пост. врем. интегрир.			
тд		Пост. врем. диффер.			
сд		Коэфф. диффер.			

СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПРИБОРА ПРОТАР

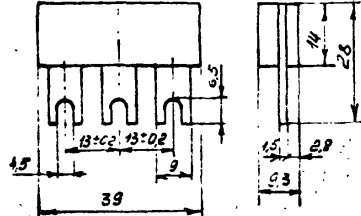


УСТРОЙСТВА ВТ 05/2, ВТ 20/2, ВН 10/2

ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ  
РАЗМЕРЫ УСТРОЙСТВ ВТ 05/2,  
ВТ 20/2

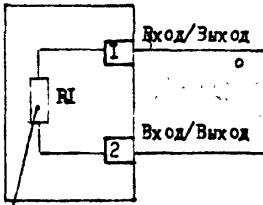


Черт.1



Черт.2

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ  
ПРИНЦИПАЛЬНАЯ  
УСТРОЙСТВ ВТ 05/2,  
ВТ 20/2

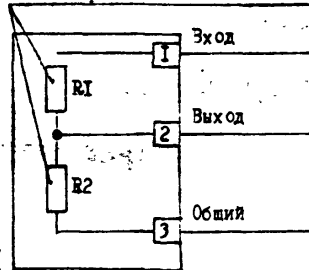


Резистор С2-293 ОЖ0.457.ІЗОТУ

Черт.3

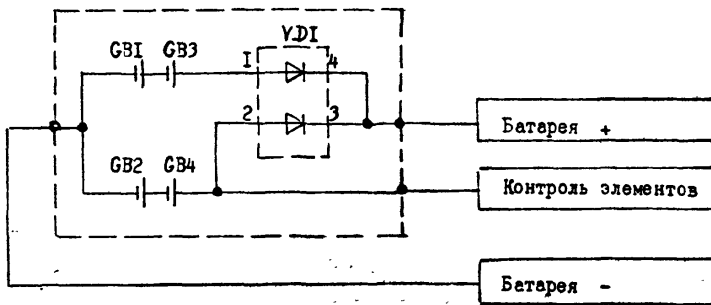
СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ  
ПРИНЦИПАЛЬНАЯ  
УСТРОЙСТВА ВН 10/2

Резисторы С2-293 ОЖ0.457.ІЗОТУ



Черт.4

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ  
МОДУЛЯ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ МРО1



GB1 - GB4 - элемент СЦ-0, I8-У2 ТУ15-729.372-82

VDI - диодная сборка КДС 523А вАЮ.335.009ТУ

**И Н Ф О Р М А Ц И О Н Н Ы Е   Д А Н Н Ы Е**

1. РАЗРАБОТАН Государственным проектным и конструкторским институтом "Проектмонтажавтметика"
2. Исполнители: Н.А.Рыков, А.М.Гуров, Е.З.Воронкова  
Э.В.Белокуров



## СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие сведения .....	2
2. Краткая характеристика прибора ПРОТАР .....	3
3. Конструкция приборов ПРОТАР 100 и ПРОТАР 110 .....	20
4. Функциональные возможности прибора ПРОТАР .....	25
5. Жесткая структура .....	29
6. Внешнее подключение приборов ПРОТАР 100 и ПРОТАР 110 .....	32
7. Монтаж .....	37
8. Программирование .....	38
9. Последовательность разработки программы .....	49
10. Документирование проекта .....	50
II. Пример применения ПРОТАРа в замкнутом контуре регулирования .....	53
12. Комплектность .....	53
13. Заказ прибора ПРОТАР .....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ I. Блок-схема функциональной структуры прибора ПРОТАР .....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Программа функционирования прибора ПРОТАР .....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Перечень используемых переменных .....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Схема подключения прибора ПРОТАР .....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Устройства ВТ 05/2, ВТ 20/2, ВН 10/2 ....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Схема электрическая принципиальная модуля резервного питания МРО1 .....	70
Информационные данные .....	71