

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
 2. Назначение
 3. Технические данные
 4. Устройство и работа регулятора
 5. Схема подключения. Размещение и монтаж.
Указания по эксплуатации
 6. Подготовка к работе, настройка параметров,
включение в работу
 7. Проверка технического состояния
 8. Техническое обслуживание. Указания мер
безопасности
 9. Характерные неисправности, методы их
обнаружения и устранения
 10. Комплектность
 11. Маркировка и пломбирование
 12. Тара и упаковка
 13. Правила транспортирования и хранения
- Приложение 1 - оформлено отдельным альбомом,
прилагаемым к ТО
- Приложение 2 - принципиальная электрическая схема
регулятора, функциональные и принци-
пиальные электрические схемы моду-
лей - оформлено отдельным альбомом,
высылаемым по отдельному запросу
организациям, занимающимся ремонтом
регуляторов.

1. ВВЕДЕНИЕ

Регулятор температуры микропроцессорный прецизионный ПРОТЕРМ 100 разработан Московским заводом тепловой автоматики с целью совершенствования аналоговых средств прецизионного регулирования температуры.

Разработанный регулятор обладает рядом существенных преимуществ, расширяющих область его применения и повышающих удобство его эксплуатации. Важнейшими из них являются наличие программного задатчика, возможность как фазового, так и импульсно-импульсного управления мощностью нагрузки, как одноканального, так и трехканального регулирования, возможность свободного конфигурирования функциональной структуры программным путем, цифровая индикация сигналов, параметров и переменных, в том числе регулируемых температур, задания и других температурных переменных непосредственно в градусах.

Конфигурирование структуры, установка и индикация параметров, оперативное управление осуществляются с помощью встроенного пульта оператора. Специальных знаний в области математического программирования от персонала, осуществляющего наладку и обслуживание регулятора, не требуется.

Регулятор имеет средства самодиагностики неисправностей, позволяющие исключить недопустимые последствия отказа и облегчающие поиск неисправности.

Основой элементной базы регулятора является однокристалльная микро-ЭВМ типа КР 1816 ВЕ 35 (КМ 1816 ВЕ 48).

В комплект регулятора входит до 3 усилителей мощности У10-15, что позволяет управлять как однофазной нагрузкой от одного до трех каналов, так и трехфазной нагрузкой одного канала.

Настоящее техническое описание и инструкции по эксплуатации (ТО) предназначено для ознакомления персонала, осуществляющего наладку и эксплуатацию регулятора ПРОТЕРМ 100, с его устройством, функциональными возможностями, порядком конфигурирования структуры, настройки параметров, проверки технического состояния и включения в работу, основными правилами эксплуатации, технического обслуживания, простейшего ремонта, транспортирования и хранения.

Регулятор ПРОТЕРМ 100 является сложным электронно-вычислительным устройством, поэтому перед включением регулятора в работу следует внимательно ознакомиться с содержанием ТО. Соблюдение приведенных в ТО рекомендаций по эксплуатации и техническому обслуживанию регулятора является необходимым условием его надежной работы в течение длительного времени.

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

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Регулятор температуры микропроцессорный прецизионный ПРОТЕРМ 100 (в дальнейшем регулятор) предназначен для применения в автоматических системах прецизионного регулирования температуры, в том числе программного, в электрических печах и других объектах.

Регулятор ПРОТЕРМ 100 построен на современной микропроцессорной элементной базе, обладает высокой статической и динамической точностью обработки информации за счет использования цифровых алгоритмов, большая функциональная насыщенность позволяет одним регулятором ПРОТЕРМ 100 заменить до 4-5 аналоговых приборов (3 одноканальных регулятора, программный задачник и пр.).

Связь регулятора с другими устройствами системы автоматического регулирования (в том числе с УВМ) осуществляется с помощью аналоговых и дискретных (логических) сигналов.

Перечень функций, выполняемых регулятором, приведен в п. 2.3.

2.2. Регулятор рассчитан на эксплуатацию в закрытых взрывобезопасных помещениях при следующих условиях:

- 1) рабочая температура воздуха при эксплуатации, °C от 5 до 50
- 2) верхний предел относительной влажности воздуха, % 80 при 35°C и более низких температурах, без конденсации влаги
- 3) атмосферное давление, кПа от 96 до 106,7
- 4) вибрация 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 регулятора и входной цепью) переменного тока частотой питания, В, не более 220
- 7) действующее значение поперечной помехи (помехи, приложенной к основному входу) переменного тока частотой питания, мВ, не более 2
- 8) примеси агрессивных паров и газов в окружающем воздухе должны отсутствовать.

2.3. Перечень функций, выполняемых регулятором.

2.3.1. Формирование ПИД, ПИ, ПД, П законов регулирования по трем независимым каналам.

2.3.2. Формирование программного задания в виде произвольной кусочно-линейной функции времени, состоящей из 8 участков.

2.3.3. Введение сигналов задания, корректирующих воздействий и формирование сигнала рассогласования по каждому из трех каналов регулирования.

2.3.4. Каскадное регулирование.

2.3.5. Аналого-цифровое преобразование сигналов от преобразователей термоэлектрических и унифицированных сигналов постоянного тока по трем основным входам X_A, X_B, X_C и по двум дополнительным входам X_D, X_E с гальванической изоляцией от всех остальных цепей.

2.3.6. Линеаризация сигналов от преобразователей термоэлектрических по трем основным входам с автоматической компенсации э.д.с. холодных спаев.

2.3.7. Формирование регулирующих воздействий по трем основным выходам Z_A, Z_B, Z_C в виде импульсных сигналов по выбору (для всех трех выходов одновременно): фазово-модулированных либо широтно-модулированных, с возможностью двухстороннего ограничения.

2.3.8. В комплекте с усилителями мощности У10-15: усиление по мощности выходного сигнала каждого из трех основных выходов и гальваническая изоляция цепей нагрузки.

2.3.9. Линеаризация зависимости выходной мощности от регулирующего воздействия каждого из трех каналов регулирования при фазово-импульсной модуляции.

2.3.10. Формирование выходного аналогового сигнала с возможностью его масштабирования, смещения и двухстороннего ограничения.

2.3.11. Формирование сигнала внутреннего источника напряжения для питания выходных цепей.

2.3.12. Сравнение с помощью компараторов четырех независимых пар сигналов, переменных, параметров с формированием дискретных выходных сигналов Z_1-Z_4 (с целью сигнализации) и внутренних логических выходных сигналов C_1-C_4 (с целью переключения внутренней структуры).

2.3.13. Масштабирование сигналов по двум независимым каналам.

2.3.14. Интегрирование воздействий двух дискретных входных сигналов.

2.3.15. Переключение двух сигналов с помощью дискретного выходного сигнала.

2.3.16. Конфигурирование функциональной структуры и установка параметров настройки с помощью встроенного пульта оператора с контролем по цифровому дисплею.

2.3.17. По каждому из трех независимых каналов регулирования безударное переключение режимов управления с автоматического на ручное и обратно, ручное управление со встроенного пульта оператора и с помощью дискретных входных сигналов.

2.3.18. Логическое управление работой программного задатчика со встроенного пульта оператора и с помощью дискретных входных сигналов:

- запуск программы;
- прерывание хода выполнения программы с сохранением информации;
- циклическое выполнение программы;
- сброс программы в исходное состояние;
- быстрый прогон программы в прямом и обратном направлении.

2.3.19. Самодиагностика отказов по цифровому дисплею, формирование дискретного выходного сигнала $Z_{ОТК}$.

2.3.20. Защита от обрыва линии преобразователя термоэлектрического, включающая сброс выходного регулирующего воздействия, формирование выходного дискретного сигнала $Z_{ОТК}$ и диагностику по цифровому дисплею.

2.3.21. Цифровая индикация (по вызову) входных и выходных сигналов, параметров настройки и переменных, перечисленных в приложении 1.3.

2.3.22. Светодиодная индикация:

- функционирования дискретных выходов Z_1-Z_4 ;
- по вызову: установленного режима управления ("автоматическое", "ручное") любого из каналов регулирования A, B, C либо режима работы программного задатчика ("СТОП", "ПУСК").

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Встроенный пульт оператора регулятора обеспечивает следующие режимы работы цифрового дисплея (см. приложение 1.1, рис. 1, 2):

- режим "П": просмотр параметров настройки и переменных;
- режим поочередной индикации двух переменных;
- режим "Н": настройка (установка) параметров;
- режим "ПС": просмотр кода и структуры;
- режим "НС": установка кода и конфигурирование структуры;
- режим гашения с возможностью выхода в режим "ПС" и "НС", контроля цифрового дисплея и сброса сигнала отказа.

Примечание. Количество знакомест цифрового дисплея - 8, распределение разрядов для индикации символов, обозначений величин переменных в различных режимах - согласно приложению 1.1.

3.2. Код, определяющий вид сигнала на основных входах, схему подключения основных входов и выходов к каналам регулирования и вид выходного импульсного сигнала, приведен в приложении 1.2.

3.3. Перечень функциональных блоков, параметров настройки и переменных, а также их условные обозначения приведены в приложении 1.3.

3.4. Диапазоны изменения параметров настройки, совпадающие с диапазонами индикации, и дискретность их установки приведены в приложении 1.3.

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

Допускаемое отклонение времени цикла не превышает $\pm 2\%$ от номинального значения.

Примечание. Цикл опроса сигнала по основному входу составляет 0,64 с для кодов $\times 0 \times$, $\times 1 \times$, где $\times$ - любой возможный шифр. В остальных случаях основные и дополнительные входы опрашиваются с циклом 1,92 с. Цикл опроса дискретных входов 0,32 с.

3.6. Регулятор обеспечивает контроль выполняемых функций с помощью испытательных тестов.

3.7. Питание регулятора осуществляется от однофазной сети переменного тока 220 В частотой 50; 60 Гц.

Допускаемые отклонения: напряжения питания от минус 15 до плюс 10%, частоты от минус 2 до плюс 2%, коэффициент высших гармоник до 5%.

3.8. Питание цепи нагрузки, подключаемой через усилитель мощности У10-15, входящий в комплект регулятора, осуществляется от сети переменного тока частотой питания регулятора с номинальным значением напряжения 220, либо 380 В.

3.9. Мощность, потребляемая регулятором от сети без учета мощности, коммутируемой выходными ключами регулятора и усилителя мощности У10-15, не более 15 В·А.

3.10. Мощность, потребляемая усилителем У10-15 от внутреннего источника напряжения регулятора, не более 1,2 Вт.

3.11. Количество основных входов: 3.

Вид и параметры входных сигналов на основных входах соответствуют табл. 3.1.

Таблица 3.1.

Обозначение входных сигналов	Вид и параметры входных сигналов	Входное сопротивление, Ом
X_A X_B X_C	Для всех сигналов X_A - X_C одновременно один из видов по выбору: - сигнал от преобразователя термoeлектрического градуировки ПР(В) по ГОСТ 3044-84 - то же для градуировки ПП(С) - то же для градуировки ВР(А)-1 - то же для градуировки ХА(К) - то же для градуировки ХК(Л) - сигнал 0-10 мВ постоянного тока	Для каждого из входов $\geq 1,5 \cdot 10^4$

Примечания: 1. Для сигналов от преобразователей термoeлектрических, кроме ПР(В), предусмотрена компенсация термо-э.д.с. холодных спаев.
2. Полный диапазон изменения сигнала на основных входах не менее 0-50 мВ для преобразователей градуировок ВР(А), ХА(К), ХК(Л) и не менее 0-15 мВ для преобразователей ПР(В), ПП(С) и сигнала постоянного тока.

3. Выбор вида сигнала на основных входах осуществляется путем установки кода и коммутации вспомогательных гнезд согласно приложению 1.2.

3.12. Количество дополнительных входов: 2.

Диапазон изменения входных сигналов постоянного тока на дополнительных входах соответствуют табл. 3.2.

Таблица 3.2

Обозначение входных сигналов	Диапазон изменения входных сигналов	Входное сопротивление, Ом
X_C X_P	Для каждого из сигналов один из диапазонов по выбору: 0-5 мА 0-20 мА; 4-20 мА 0-10 В 0-10 мВ	200 ± 20 50 ± 5 $\geq 1,5 \cdot 10^4$ $\geq 1,5 \cdot 10^4$

Примечания: 1. Входные сигналы X_C , X_P подаются:
- для диапазона 0-5 мА через устройство ВП05;
- для диапазонов 0-20; 4-20 мА через устройство ВП20;
- для диапазона 0-10 В через устройство ВП10. Устройства ВП05, ВП20, ВП10 входят в комплект поставки регулятора.

2. Для входных сигналов X_C , X_P подаваемых непосредственно на вход регулятора, номинальный диапазон изменения составляет 0-10 мВ

3.13. Цепи основных и дополнительных входов гальванически изолированы от всех остальных цепей регулятора.

3.14. Дискретные (логические) входные сигналы.

3.14.1. Вид входных дискретных (логических) сигналов; изменение состояния контактных или бесконтактных ключей: лог. "0" - ключ разомкнут; лог. "1" - ключ замкнут.

3.14.2. Параметры входных дискретных (логических) сигна-

лов:

- коммутирующая способность ключей до 10 мА; 15 В постоянного тока;

- падение напряжения на замкнутом ключе при токе 5 мА не более 0,5 В; ток разомкнутого ключа при напряжении 5 В не более 0,05 мА.

3.14.3. Назначение и условные обозначения дискретных (логических) входных сигналов приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Обозначение	Назначение	Примечание
1	2	3
Q_C	Сброс программатора "П" (установка $t = 0$) при $Q_C = 1$	В режиме $Q_P = 0$ блока "П"
Q_E	Останов хода выполнения программы блоком "П" при $Q_E = 1$	В режиме $Q_P = 0$ блока "П"
Q_1, Q_2, Q_3	Дискретные сигналы, используемые при конфигурировании структуры	
Q_H	Изменение положения переключателя блока "H" при $Q_H = 1$	
Q_+, Q_-	Управление интегратором блока "H": $y' = \begin{cases} y_0 + \sigma \frac{t}{\tau_0} & \text{при } Q_+ = 1, Q_- = 0 \\ y_0 - \sigma \frac{t}{\tau_0} & \text{при } Q_+ = 0, Q_- = 1 \\ y_0 & \text{при } Q_+ = Q_- \end{cases}$	$\tau_0 = 0,32$ с. y_0 - величина y' при $t = 0$
Q_0	Запрет воздействия по выходам Z_A, Z_B, Z_C при $Q_0 = 1$	Сигнал Q_0 реализован аппаратно
Q_A, Q_D	Дистанционное управление вызванным на дисплей блоком "H", "B", "C", или "П" в ручном режиме ($Q_P = 1$)	Аналогичное воздействие осуществляется кнопками "Δ" и "∇" пульта оператора

1	2	3
$\varphi_{ру}$, $\varphi_{ру}$	Установка автоматического ($\varphi_{р} = 0$) или ручного ($\varphi_{р} = 1$) режима управления после кратковременного воздействия сигнала $\varphi_{ру} = 1$ и $\varphi_{ру} = 1$ соответственно	Аналогичная установка осуществляется кнопками "0" и "1" пульты оператора
$\varphi_{р}$ (внутренний сигнал)	Сигнал режима управления	$\varphi_{р} = 0$ - автоматическое управление; $\varphi_{р} = 1$ - ручное управление

3.15. Количество, вид и параметры выходных сигналов соответствуют табл. 3.4.

Таблица 3.4.

Обозначение выходных сигналов	Назначение и вид выходного сигнала	Параметры выходного сигнала
1	2	3
Z_A , Z_B , Z_C	Выходной сигнал блоков регулирования. Для всех 3 выходов одновременно один из двух выходов по выбору: - фазово-модулированный импульсный сигнал в виде изменения состояния бесконтактного ключа; - широтно-модулированный импульсный сигнал в виде изменения состояния бесконтактного ключа	Для каждого из трех выходов коммутирующая способность выходных ключей при подключении нагрузки непосредственно к выходу регулятора не менее 45 В; 0,15 А постоянного тока
Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4	Дискретные выходные сигналы компараторов. Назначение выходов компараторов определяется при конфигурировании. Вид сигналов: изменение состояния бесконтактных ключей	Коммутирующая способность выходных ключей не менее 45 В; 0,15 А постоянного тока

1	2	3
$Z_{отк}$	Дискретный выходной сигнал блока диагностики отказов, Вид сигнала: изменение состояния бесконтактного ключа	Коммутирующая способность выходного ключа не менее 45 В; 0,15 А
Y_1	Аналоговый сигнал постоянного тока. Назначение определяется при конфигурировании	Номинальный диапазон изменения от 0 до 10 В; сопротивление нагрузки не менее 2 кОм
Y_2	Аналоговый сигнал постоянного тока. Назначение определяется при конфигурировании	Номинальный диапазон изменения от 0 до 5 мА; сопротивление нагрузки от 0 до 2 кОм
	Внутренний источник напряжения пульсирующего двухполупериодного постоянного тока для питания выходных цепей	Номинальное среднее значение $(24 \pm 2,4) В$; активная составляющая сопротивления нагрузки не менее 160 Ом

Примечание. Для импульсных и дискретных выходных сигналов за логический ноль принимается разомкнутое состояние бесконтактного ключа, за логическую единицу - замкнутое состояние бесконтактного ключа.

3.16. Коммутирующая способность усилителя мощности У10-15, входящего в комплект регулятора.

3.16.1. Номинальное напряжение 220 либо 380 В переменного тока частотой питания регулятора.

3.16.2. Максимально допустимая действующая величина тока нагрузки, подключаемой непосредственно к усилителю:

- при температуре окружающего воздуха от 5 до 25°C: 15 А;
- при температуре окружающего воздуха от 25 до 50°C: определяется по формуле:

$$I = 15 - 0,4 (t_{окр} - 25)$$

где I - допустимая величина тока, А;
 $t_{окр}$ - температура окружающего воздуха, °C

- при температуре окружающего воздуха от 5 до 50°C при наличии внешнего радиатора, обеспечивающего температуру усилителя в контрольной точке не более 65°C : 15 А.

3.16.3. Максимально допустимая величина тока нагрузки, подключаемой к усилителю через внешние встречно-параллельно включенные тиристоры, определяется типом внешних тиристоров.

3.17. Усилитель мощности У10-15, входящий в комплект регулятора, обеспечивает гальваническую изоляцию цепи нагрузки от всех остальных цепей усилителя.

3.18. Погрешность компенсации термо-э.д.с. холодных спаев преобразователя термоэлектрического не превышает 0,5°C.

3.19. Погрешность аналого-цифрового преобразования с учетом гальванического разделения, приведенная к основному входу, не превышает $\pm 0,025$ мВ.

3.20. Регулятор сохраняет запрограммированную информацию при отключении напряжения питания на время не менее, чем 360 ч.

Резервное питание оперативного, запоминающего устройства обеспечивается встроенным источником со смешанной батареей из двух сухих элементов. Тип сухого элемента СЦ-0,18-У2 ТУ 16-729.372-82.

3.21. Электрическая изоляция нижеперечисленных цепей при температуре окружающего воздуха $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности до 80% выдерживает следующие напряжения переменного тока практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц:

- 1) 1000 В - цепей питания собственно регулятора относительно корпуса последнего;
- 2) 2000 В - всех цепей усилителя мощности У10-15 относительно корпуса последнего;
- 3) 2000 В - цепей нагрузки усилителя мощности У10-15 относительно остальных цепей последнего;
- 4) 1000 В - входных цепей усилителя мощности У10-15 относительно цепей датчика синхронизации последнего.

3.22. Электрическое сопротивление изоляции нижеперечисленных цепей при температуре окружающего воздуха $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности от 30 до 80% не превышает 10 МОм:

- 1) цепей питания собственно регулятора относительно корпуса, входных и выходных цепей последнего;

2) входных и выходных цепей собственно регулятора относительно корпуса последнего;

3) входных цепей основных и дополнительных входов собственно регулятора относительно выходных и остальных входных цепей последнего;

4) входных цепей и цепей датчика синхронизации усилителя мощности У10-15 относительно корпуса последнего;

5) входных цепей усилителя мощности У10-15 относительно цепей датчика синхронизации последнего.

3.23. Габаритные и установочные размеры собственно регулятора показаны на рис. 1.1, усилителя У10-15 - на рис. 1.2, устройств ВП05, ВП20, ВП10 - на рис. 1.3 приложения 1 к ТО.

3.24. Масса собственно регулятора не более 2,5 кг; масса усилителя мощности У10-15 не более 1,5 кг.

3.25. Вероятность безотказной работы за 2000 ч, не менее:
0,96 - собственно регулятора;
0,99 - усилителя мощности У10-15, входящего в комплект регулятора.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА РЕГУЛЯТОРА

4.1. Конструкция собственно регулятора.

Все элементы собственно регулятора (рис. 1.1 приложения 1) конструктивно объединены в блок, заключенный в металлический корпус 1. Последний рассчитан на щитовой утопленный монтаж на вертикальной плоскости. Крепление корпуса к щиту осуществляется рамой 2, которая с помощью винтов 3 прижимает обечайку корпуса к наружной стороне щита.

Блок регулятора (рис. 1.4) состоит из шасси 1, передней панели 2 и задней панели 3. На задней панели размещены (рис. 1.1): штепсельный разъем 4 с пятьюдесятью клеммами, к которым распадаются внешние соединения регулятора, модуль компенсации 5, входящий в модуль аналоговый МА20. В модуле компенсации размещены 10 клемм для подключения с помощью винтовых соединений к основным и дополнительным входам сигналов от преобразователей термоэлектрических и ушфигированных сигналов. В этом же модуле находится источник резервного питания и термопреобразователь сопротивления (медный резистор) схемы компенсации термо-э.д.с. холодных спаев.

На шасси регулятора (рис. 1.4) размещены: источник питания 6 типа ME11 и три основных функциональных модуля: аналоговый 7 типа МА20, буферный 8 типа MB20, цифровой 9 типа MC20. С боковых сторон модули закрыты защитными крышками. На передней панели регулятора размещен модуль дисплейный 10 типа MD11, объединяющий элементы встроенного пульта оператора и светодиодные индикаторы.

4.2. Конструкция усилителя У10-15.

Конструкция усилителя показана на рис. 1.5. На каркасе усилителя установлена плата 1, содержащая узел генератора и узел датчика синхронизации. С одной стороны каркас соединен с рамкой 2, а с другой - с клеммой колодкой 3 с десятью клеммами, к которым под винт подключаются внешние электрические соединения усилителя. На рамке закреплен оптоэлектронный модуль 4, для которого рамка является радиатором.

Усилитель рассчитан на навесной монтаж на металлической плоскости, к которой крепится рамка усилителя. Таким образом, несущая поверхность, на которой крепится усилитель, имеет непосредственный контакт с радиатором оптоэлектронного модуля и обеспечивает эффективный отвод тепла.

4.3. Органы настройки и контроля.

На передней панели регулятора ПРОТЕРМ 100 расположены (см. рис. 1.4):

8-разрядный цифровой индикатор (цифровой дисплей);

кнопки "П.Н.", "0", "▷", "◁", служащие для переключения режимов работы дисплея, просмотра и настройки переменных, просмотра структуры и конфигурирования регулятора;

кнопки "Q", "V", "Δ", "▽", служащие для переключения режимов управления и для ручного управления;

светодиодные индикаторы "1", "2", "3", "4" работы дискретных выходов: Z₁, Z₂, Z₃, Z₄ соответственно;

светодиодные индикаторы "Q", "V" установленного режима управления.

На модуле МА20 расположены следующие органы подстройки: "U_{ЭТ}"; "U_М"; "5В"; "ПНЧ".

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

На модуле компенсации расположены вспомогательные гнезда с замыкателем, используемые при выборе вида сигнала на основных входах (см. приложение 1.2).

4.4. Функциональная схема регулятора.

Функциональная схема регулятора представлена на рис. 1.6 приложения 1. Регулятор содержит аппаратное устройство ввода информации, включающее модуль компенсации, аппаратное устройство вывода информации, встроенный пульт оператора, источник основного и резервного питания и цифровое вычислительное устройство.

Аппаратное устройство ввода информации содержит средства для обработки 5 аналоговых входных сигналов, сигнала термопреобразователя сопротивления, расположенного в модуле компенсации и измеряющего температуру холодных спаев, и 12 дискретных сигналов Q_i с преобразованием их в цифровую двоичную форму, необходимую для ввода в цифровое вычислительное устройство. Аналоговые входные сигналы гальванически изолируются от всех остальных цепей. Вид входных сигналов X_A, X_B, X_C определяется первой цифрой кода в соответствии с приложением 1.2.

Все аналоговые входные сигналы преобразуются в цифровую форму аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Цифровые эквиваленты аналоговых входных сигналов H, b, E, d, E и сигнала, характеризующего температуру холодных сплавов ($^{\circ}C$), вводятся в цифровое вычислительное устройство.

Дискретные входные сигналы φ_i , соответствующие разомкнутому или замкнутому состоянию контактных или бесконтактных ключей, преобразуются в электрический двоичный сигнал. В регуляторе формируется также внутренний дискретный сигнал φ_p , зависящий от установленного режима управления (при автоматическом управлении $\varphi_p = 0$, при ручном управлении $\varphi_p = 1$). На функциональной схеме для удобства дискретные сигналы φ_d, φ_v условно объединены в один сигнал φ_{dv} .

Модуль компенсации содержит термопреобразователь сопротивления (медный резистор) узла автоматической компенсации термо-э.д.с. холодных сплавов преобразователей термоэлектрических (ПТ), подключаемых ко входам $X_A; X_B; X_C$.

Аппаратное устройство вывода информации содержит 8 выходных бесконтактных ключей $Z_A; Z_B; Z_C; Z_1-Z_4; Z_{OTK}$, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), преобразователь напряжения в токовый выходной сигнал I_2 , встроенный источник напряжения постоянного пульсирующего тока (24В), блок формирования дискретных сигналов для внутренней синхронизации выходов Z_A, Z_B, Z_C .

Выходные ключи Z_A, Z_B, Z_C управляются сигналом U_c и используются для управления усилителями мощности У10-15, входящими в комплект регулятора. Маломощная нагрузка (не более 45 В, 0,15 А) управляется непосредственно ключами $Z_A; Z_B; Z_C$. Синхронизация и запрет работы ключей осуществляются соответственно входными сигналами синхронизации (выходов $Z_A; Z_B; Z_C$) и входным сигналом запрета φ_0 . Синхронизация производится либо сигналами, поступающими от блока внутренней синхронизации (если фазы напряжения, питающего цепь нагрузки, и напряжения питания собственно регулятора совпадают), либо сигналами, поступающими от датчика синхронизации соответствующего усилителя мощности (если указанные фазы не совпадают).

Выходные ключи Z_1-Z_4 , управляемые выходами программных компараторов $G1-G4$, и выходной ключ Z_{OTK} , управляемый программным блоком диагностики отказа, используются для организации дискретных выходов.

Встроенный пульт оператора состоит из двух независимых частей. Первая содержит цифровой восьмизначный (2×4) дисплей и 4 кнопочных замыкателя для управления режимами работы дисплея ("П.Н."; "C"; "D"; "J"). С помощью указанных органов с контролем по цифровому дисплею осуществляется конфигурирование, просмотр структуры, просмотр и установка кода, контроль и установка параметров настройки, задания, контроль входных аналоговых сигналов, выходного аналогового сигнала, переменных, являющихся входами или выходами программных блоков, осуществляется диагностика отказов. Режимы работы цифрового дисплея и диаграмма управления им приведены в приложении 1.1. Список переменных и параметров настройки регулятора приведен в приложении 1.3.

Вторая часть встроенного пульта оператора содержит 4 кнопочных замыкателя, служащих для переключения режимов управления ("O" - автоматическое, "M" - ручное) и для ручного управления ("Δ" - увеличение регулирующего воздействия; "∇" - уменьшение регулирующего воздействия). Замыкатели воздействуют на один из трех блоков регулирования и соответствующий этому блоку выход I (по вызову). Указанные кнопочные замыкатели задублированы соответствующими дискретными входными сигналами $\varphi_{ay}, \varphi_{py}, \varphi_d, \varphi_v$, что позволяет вести управление как со встроенного пульта оператора, так и с верхнего уровня управления.

На пульте оператора расположены также световые индикаторы: установленного режима управления ("O" - автоматическое; "M" - ручное) и функционирования выходных ключей Z_1-Z_4 (соответственно "1", "2", "3", "4").

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

Источник резервного питания содержит батарею из двух последовательно включенных сухих элементов для питания цепей оперативного запоминающего устройства при отключении основного питания, что обеспечивает сохранение установленных параметров настройки и структуры, сконфигурированной потребителем.

Цифровое вычислительное устройство аппаратно содержит однокристалльную микро-ЭВМ, ИМС оперативного и постоянного запоминающего устройства и элементы для передачи и обработки

информации. Однако для понимания функциональной работы прибора удобно отвлечься от физической структуры и представить цифровое вычислительное устройство в виде программных блоков $A; B; C; H; P$, записанных в постоянное запоминающее устройство регулятора. Входы программных блоков, обозначенные символом "X", программно являются свободными и могут соединяться потребителем в режиме конфигурирования с любым параметром настройки или переменной регулятора (см. приложение 1.3.).

Схема подключения основных входов и выходов регулятора к каналам регулирования определяется второй цифрой кода регулятора в соответствии с приложением 1.2. Цифровые эквиваленты $P; B; C$ сигналов, поступающих от преобразователей термoeлектрических (первая цифра кода 1-5), до введения в блоки регулирования линеаризуются согласно градуировочной таблице соответствующего преобразователя и индицируются на дисплее в градусах.

Дискретные входы $Q_P; Q_{AB}$ воздействуют только на тот программный блок $A; B; C$ или P , который вызван в данный момент для индикации на дисплее.

В режиме гашения (см. приложение 1.1) указанные сигналы не действуют.

Блоки регулирования $P; B; C$ являются идентичными и предназначены для формирования сигнала задания, рассогласования и выходного сигнала для управления в автоматическом режиме мощностью, выделяемой в нагрузку, в соответствии с одним из законов регулирования: ПИД, ПИ, PD, П.

Сигнал задания U_a формируется как сумма составляющих задания P_1 и P_H . Сумма цифрового эквивалента входного сигнала $P; B$ или C и корректирующего сигнала P_a , масштабируемого с коэффициентом C_a , подвергается аperiodическому преобразованию (фильтрации) и сравнивается с сигналом задания U_a , формируя сигнал рассогласования E . Постоянная времени фильтра T_a , отключение фильтра - при $C_a = 0$. В случае, если составляющая задания P_1 является независимой устанавливаемой переменной (т.е. не соединена программно с другими переменными и параметрами настройки), в режиме индикации рассогласования E возможно оперативное воздействие на P_1 органами "V", "A".

Блок "ПИД" в режиме автоматического управления преобразует сигнал рассогласования E по пропорционально-дифферен-

циально-двойному дифференциальному алгоритму с последующим интегрированием полученного сигнала внутренним интегратором. В ручном режиме внутренний интегратор используется для ручного управления выходным сигналом (при помощи дискретного сигнала Q_{AB}).

Передающая функция блока при $U_{-} \leq U \leq U_{+}$:

$$W(p) = \frac{U(p)}{E(p)} = -C_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{pT_1} + \frac{p \cdot T_d}{1 + p \cdot T_d \cdot 2^{-3}}\right),$$

где:

p - оператор Лапласа;

C_1 - коэффициент пропорциональности;

T_1 - постоянная времени интегрирования;

T_d - постоянная времени дифференцирования;

$U_{-}; U_{+}$ - уровни ограничения выходного сигнала блока по минимуму и по максимуму соответственно.

Отключение интегральной составляющей алгоритма происходит при $T_1 > 9999$ (на дисплее индицируются символы "TTTT"). Отключение дифференциальной составляющей - при $T_d = 0$.

Выходной сигнал блока регулирования U преобразуется в дискретный сигнал замыкания и размыкания соответствующих выходных ключей, управляющих мощностью нагрузки. Вид выходных импульсных сигналов прибора $Z_P; Z_B; Z_C$ (фазово-модулированный или широтно-модулированный) определяется последней цифрой кода в соответствии с приложением 1.2. Параметрами настройки блока преобразования сигнала являются: при фазовом управлении C_u - коэффициент передачи, позволяющий подстраивать фазовый угол по всем трем выходам одновременно (входит в список переменных программного блока H); при широтно-импульсном управлении T_n - период следования импульсов каждого из блоков регулирования $A; B$ и C . Переменная

U_c представляет собой сигнал, непосредственно управляющий выходными ключами $Z_P; Z_B; Z_C$. При фазовом управлении производится линеаризация зависимости выходной мощности от регулирующего воздействия U каждого из блоков регулирования и компенсации влияния изменения напряжения питания регулятора на выходную мощность. При установке $C_u < 0$ компенсация отключается, при $C_u = 0$ управление выходами $Z_P; Z_B; Z_C$ прекращается и выходная мощность по всем трем выходам обнуляется.

При пиротис-импульсном управлении величина U_E индицирует время до конца текущего импульса.

Блок программатора Π предназначен для формирования сигнала U , изменяющегося во времени по программе, состоящей из 8-ми произвольных линейных участков.

Для логического управления программатором служат дискретные входные сигналы q_n ("1" - стоп, т.е. прерывание выполнения программы с сохранением информации; "0" - пуск) и q_r ("1" - сброс программы в исходное состояние; "0" - сброса нет). При $q_r = 1$ выполняется команда "стоп", при этом возможен прерыв программы в прямом и обратном направлении при воздействии внешних дискретных сигналов q_d ; q_v или кнопок "Δ"; "∇" пульта оператора.

Параметрами настройки программатора являются: c_E - масштаб текущего времени выполнения программы (секунды, минуты, часы), U_0 - начальное значение выходного сигнала при $t = 0$; координаты концов участков $t_1 - t_0$; $U_1 - U_0$.

При установке исходного значения текущего времени $t < t_0$ появляется дополнительно начальный (нулевой) горизонтальный участок программы.

Переменные t ; U служат для индикации соответственного времени, оставшегося до конца текущего участка, и его номера 0-9 (нулевым считается участок при $t \leq t_0$, девятым - при $t > t_0$).

Блок дополнительных функциональных узлов h содержит два масштабатора, переключатель, интегратор, 4 компаратора, преобразователь аналогового выходного сигнала и блок диагностики отказов.

Масштабаторы 1(2) преобразуют входные сигналы $P_1(P_2)$ в выходные сигналы $U_1(U_2)$ с масштабным коэффициентом $c_1(c_2)$:

$$U_1 = c_1 \cdot P_1; \\ U_2 = c_2 \cdot P_2.$$

Переключатель изменяет величину выходного сигнала U_n в зависимости от состояния дискретного входного сигнала q_n

$$U_n = \begin{cases} P_n & \text{при } q_n = 0, \\ P_1 & \text{при } q_n = 1. \end{cases}$$

Интегратор формирует выходной сигнал U'' равным интегралу от дискретных входных сигналов q_n (интегрирование в

прямом направлении) и q_{-n} (интегрирование в обратном направлении) с коэффициентом $\frac{U}{\tau_0}$, где $\tau_0 = 0.32$ с - время цикла.

Компараторы 1(2, 3, 4) сравнивают входные сигналы неинвертируемый J_i и инвертируемый L_i , реализуя следующую функциональную зависимость:

$$Z_i = G_i = \begin{cases} 1 & \text{при } J_i \geq L_i \\ 0 & \text{при } J_i < L_i - \partial_i \end{cases},$$

где $i = 1, 2, 3$ или 4 и соответствует номеру компаратора.

Внутри зоны возврата ∂_i аппаратный выход компаратора Z_i и цифровой выход G_i сохраняют предыдущее значение.

Преобразователь аналогового выходного сигнала предназначен для преобразования входного сигнала P в выходной сигнал U , являющийся входом цифро-аналогового преобразователя (ЦАП). Параметры настройки преобразователя: c_c - коэффициент передачи (для масштабирования), P_c - смещение, U_{-} ; U_{+} - уровни ограничения сигнала соответственно по минимуму и по максимуму.

Блок диагностики отказов суммирует по схеме "или" с установленным приоритетом сигналы внутренних отказов регулятора. При отсутствии отказов регулятора выходной ключ $Z_{ОТК}$ замкнут. При наличии отказа регулятора ключ $Z_{ОТК}$ размыкается и происходит обнуление выходов Z_A ; Z_B ; Z_C , прекращается управление компараторами и запоминается аналоговый выходной сигнал U . При отказах на цифровом дисплее периодически индицируется код отказа, содержащий символ отказа E и однозначный шифр вида неисправности (см. приложение 1.4).

В список переменных блока h включены также цифровые эквиваленты основных и дополнительных входных сигналов регулятора (A ; b ; c ; d ; e , индицируемые в процентах) и дискретные входные сигналы q_1, q_2, q_3 . Все указанные сигналы могут быть использованы при конфигурировании функциональной структуры регулятора. В блоке h индицируется также температура холодных сплавов θ_C .

5. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ, РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ. УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1. Схемы подключения.

Схема подключения собственно регулятора приведена на рис. 1.6 приложения 1. На рис. 1.7 показаны особенности и различные варианты подключения входных и выходных цепей, а также схема подключения усилителей мощности У10-15.

Регулятор воспринимает до 5 аналоговых входных сигналов ($X_H - X_E$) и до 13 дискретных (логических) входных сигналов Q_i . Входы X_H , X_B , X_C рассчитаны на подключение преобразователей термоэлектрических (ПТ) или аналогового сигнала 0-10 мВ. Варианты подключения преобразователей показаны на рис. 1.7.

При выпуске регулятора с завода-изготовителя входы X_H , X_B , X_C настраиваются на подключение ПТ градуировок ПР(В), ПП(С) и сигнала 0-10 мВ. При этом на вспомогательных гнездах модуля компенсации МК установлен замыкатель. Для настройки входов X_H , X_B , X_C на подключение ПТ градуировок ВР(А)-1; ХА(К); ХК(Л) указанный замыкатель должен быть удален.

На рис. 1.7 показано подключение аналоговых сигналов постоянного тока к дополнительным входам X_D , X_L . Токковые сигналы 0-5; 0(4)-20 мА подключаются через устройство соответственно ВП05, ВП20. Сигнал напряжения 0-10 В подключается через устройство ВП10. Набор устройств для подключения входных сигналов входит в комплект поставки регулятора (ВП05 - 2 шт., ВП20 - 1 шт., ВП10 - 1 шт.).

На том же рисунке показано подключение сигналов к дискретным входам Q_i . Входы Q_i воспринимают дискретные сигналы в виде изменения состояния контактного или бесконтактного ключа.

Показаны также варианты подключения нагрузки к выходам $Z_H - Z_C$ через усилитель мощности как непосредственно, так и через внешние тиристоры, а также варианты подключения трехфазной нагрузки. Показанные на рисунке элементы R1, V1-V4 входят в комплект усилителя мощности и поставляются вместе с ним.

Там же показаны варианты подключения нагрузки к дискретным выходам $Z_1 - Z_4$, Z_{OTK} и к выходам $Z_H - Z_C$ с использованием как встроенного источника напряжения 24 В, так и внешнего источника питания выходных цепей, а также

подключение нагрузок к выходам постоянного тока регулятора.

5.2. Размещение и монтаж.

Собственно регулятор рассчитан на утопленный монтаж на вертикальной панели щита, а усилитель мощности - на навесной монтаж на вертикальной плоскости в закрытом взрывобезопасном и пожаробезопасном помещении. Окружающая среда не должна содержать агрессивных паров, газов и аэросмесей.

Место установки регулятора должно быть хорошо освещено и удобно для обслуживания. К расположенному на задней стенке собственно регулятора штепсельному разъему и клеммнику модуля компенсации должен быть обеспечен свободный доступ для монтажа.

Электрические соединения регуляторов 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. Входные цепи подключаются непосредственно к клеммнику модуля компенсации. Подключение преобразователей термоэлектрических (кроме градуировок ПР(В)) осуществляется компенсационным проводом. При использовании ПТ градуировки ПР(В) его холодный спай должен быть вынесен в зону по возможности низких температур (менее 50°C).

Устройства для подключения входных сигналов (ВП05, ВП20, ВП10) устанавливаются на промежуточных клеммных рядах. Сопротивление линии между этими устройствами и регулятором не должно превышать 0,5 Ом. Для прокладки линий связи рекомендуется использовать кабель с сечением жил 0,75-1,5 мм² а для силовых линий мощной нагрузки большего сечения с учетом передаваемой мощности.

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

Линии от преобразователей термоэлектрических и от датчиков синхронизации усилителей У10-15 должны выполняться свитыми проводами и должны быть экранированы на участках воздействия электромагнитных полей, а также на участках, где проложены силовоточные цепи.

Линии связи между собственно регулятором и усилителями мощности не должны превышать 25 м.

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.

Собственно регулятор и усилители мощности должны быть надежно заземлены в соответствии со схемой подключения (рис. 1.6, 1.7).

5.3. Указания по эксплуатации.

5.3.1. Регуляторы ПРОТЕРМ 100 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 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 собственно регулятора и усилителей мощности, указанные в разделах 2 и 3 ТО. В том числе недопустимы и кратковременные изменения указанных параметров за пределы, указанные в ТО.

Питание собственно регулятора необходимо производить от сети, не связанной с питанием мощных нагрузок усилителей мощности и другого оборудования.

5.3.3. В целях повышения надежности не рекомендуется эксплуатировать регуляторы при параметрах окружающей среды, питания и нагрузок, близких к предельно допустимым. В частности, следует принимать меры, обеспечивающие температуру воздуха, близкую к нормальной (15-30°C), вблизи регулятора.

5.3.4. Особое внимание следует обратить на соответствие тока, коммутируемого усилителями мощности, температуре окружающего воздуха (см. п. 3.16.2 ТО). При максимально возможной температуре окружающего воздуха температура рамки усилителя вблизи ее центра не должна превышать 65°C (желательно с запасом 5-10°C).

5.3.5. При монтаже и при каких-либо оперативных вмешательствах к схеме внешних соединений необходимо исключить

возможность попадания напряжения питания на клеммы собственно регулятора и усилителей мощности, не предназначенные для этого, а также возможность коротких замыканий цепей нагрузок. В большинстве случаев это приводит к полному выходу регулятора из строя с необходимостью капитального ремонта.

5.3.6. Статические потенциалы, прикладываемые ко входам регулятора, 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.

5.3.7. При производстве ремонтных работ пайка радиоэлектронных элементов должна производиться при выключенном напряжении питания регулятора 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 2193-76, в качестве флюса применять спиртовой раствор канифоли. Остатки флюса рекомендуется удалять спиртом этиловым ректификованным техническим по ГОСТ 18300-72 или спирто-бензиновой смесью.

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

6.1. Подготовка к работе.

6.1.1. Предварительные замечания.

Регулятор с исправными сухими элементами модуля резервного питания, бывший ранее в работе, как правило, не нуждается в инициализации, т.к. при наладке или эксплуатации в регуляторе устанавливаются конфигурация и значения параметров. Однако при первом включении, а также в случае, если батарея сухих элементов изымалась из модуля компенсации, необходимо произвести инициализацию в порядке, приведенном ниже.

6.1.2. Инициализация регулятора.

Подключить регулятор в соответствии с выбранной схемой подключения, за исключением выходных цепей, которые должны быть отключены. Включить напряжение питания. Органом  установить ручной режим управления. Поскольку регистры оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) неинициализированного регулятора хранят произвольную информацию, программный блок диагностики отказов может выдать сигнал отказа. Последний заключается в том, что нормальный режим работы дисплея (см. приложение 1.1) периодически перебивается высвечиванием кода отказа, состоящего из символа "E." и цифры, означающей шифр вида неисправности (см. раздел 9). В этом случае следует, не обращая внимания на периодическое высвечивание кода отказа, инициализировать регулятор, а затем "сбросить" сигнал отказа путем нажатия трех кнопок, как показано в приложении 1.1 (рис. 1). Если код отказа продолжает высвечиваться, а также в случае высвечивания других кодов отказа, для диагностики и устранения ошибки необходимо воспользоваться приложением 1.4.

Инициализация регулятора заключается во введении в ОЗУ минимально необходимого количества данных (кода, конфигурации и значений переменных).

Код, определяющий вид сигнала на основных входах, схему подключения основных входов и выходов к каналам регулирования и вид выходного импульсного сигнала (приложение 1.2) устанавливается в режиме "НС" (см. приложение 1.1).

При начальном конфигурировании в процессе инициализации входные переменные каждого блока (кроме переменной P блока H) устанавливаются как независимые параметры (см. приложение 3 к рис. 2 приложения 1.1). Переменная P блока H

соединяется с любой переменной, кроме переменных P_C , C_C , U блока H . Порядок конфигурирования см. п. 6.1.3.

Установка значений переменных производится в режиме "Н" (приложение 1.1, рис. 1). При инициализации устанавливаются любые значения переменных из диапазонов их изменения. Для переменных, которые в дальнейшем будут задействованы в структуре регулятора, целесообразно установить значения, близкие к требуемым. Следует иметь в виду, что вычисляемые переменные: P блока H ; U , E блока P ; E блоков H , h , C вручную не устанавливаются и их значения автоматически появляются на дисплее после сброса сигнала отказа.

6.1.3. Конфигурирование.

Войти в режим "НС" (приложение 1.1, рис. 2). В левой половине дисплея в этом режиме перебираются входные переменные каждого блока P , B , C , h , обозначенные на функциональной схеме регулятора (см. рис. 1.6 приложения 1) символом " $>$ ". Затем перейти в режим "НС", предварительно сняв блокировку, и сконфигурировать регулятор в соответствии с требуемым алгоритмом функционирования регулятора. Конфигурирование заключается в соединении входных переменных с любыми выходными переменными, включая параметры настройки и другие входные сигналы, исходя из функциональной схемы, которую необходимо реализовать. Соединение образуется при одновременном высвечивании входной и выходной переменной соответственно на левой и на правой половине дисплея.

Если какую-либо входную переменную необходимо сделать независимо устанавливаемым параметром, в разряде выходной переменной устанавливается символ "----".

6.2. Статическая и динамическая настройка.

6.2.1. Статическая настройка.

6.2.1.1. Обеспечить нужную полярность входных цепей, подключаемых к регулятору. Выбрать знаки и величины масштабных коэффициентов, обеспечивающие необходимые соотношения сигналов схемы регулирования и установить их величины. Проверить код регулятора.

6.2.1.2. Установить параметры настройки программного задатчика и (или) составляющие задания каждого канала регулирования.

6.2.1.3. Установить, при необходимости, уставки компараторов.

6.2.2. Динамическая настройка.

6.2.2.1. Оптимальные значения параметров динамической настройки ζ_1 ; ζ_2 ; ζ_d ; ζ_n блоков А; Б; В, параметра ζ блока Н определяются динамическими характеристиками регулируемого объекта и технологическими требованиями к характеру переходных процессов.

Расчет оптимальных настроек производится по одной из общепринятых методик (см., например, Е.П. Стефани "Основы расчета настройки регуляторов", В.Я. Ротач "Расчет настройки систем автоматического регулирования"). Вычисленные оптимальные значения параметров устанавливаются в регуляторе.

6.2.2.2. Настройка угла зажигания при фазово-импульсном управлении. Установить напряжение питания 187 В. Установить в ручном режиме выход U канала А равным 100%, коэффициент подстройки (ζ_u) нач. установить в диапазоне 0,8–1,2. Зафиксировать вход преобразователя мощности (U_E) нач. канала А. Коэффициент подстройки установить равным:

$$\zeta_u = \frac{(\zeta_u)_{нач} \cdot 100}{(U_E)_{нач}},$$

где (U_E) нач. – вход преобразователя мощности при коэффициенте подстройки (ζ_u) нач.

Зафиксировать величину U_E канала А при расчетном значении ζ_u (она должна быть 99,00 – 101,0). При выходе за допустимый предел снова подстроить величину ζ_u .

6.2.2.3. В зависимости от уровня пульсации регулируемых параметров установить необходимую величину постоянных времени фильтров ζ_d каждого блока регулирования.

6.2.2.4. Если по технологическим требованиям полный диапазон изменения аналогового выходного сигнала U какого-либо канала недопустим, установить нужный диапазон выходного сигнала параметрами U_+ ; U_- .

6.2.2.5. Установить масштабный коэффициент ζ_c и смещение P_c аналогового выхода U_1 .

6.2.2.6. Установить параметры настройки программатора.

6.3. Включение в работу.

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

6.3.1. Отсоединить выходные цепи регулятора.

6.3.2. Включить напряжение питания регулятора, всех связанных с ним устройств.

6.3.3. Убедиться, что регулятор сконфигурирован, код регулятора установлен, выбранные параметры настройки установлены.

6.3.4. Установить все каналы регулирования в ручной режим управления. Пр. программатор установить в режим "СТОП" (путем кратковременного замыкания входа $Q_{ру}$ или переводом в режим ручного управления органом "V"), установить исходную величину U (кратковременным замыканием входа Q_c или кнопками "V", "Δ").

6.3.5. Подсоединить выходные цепи регулятора, перевести задействованные каналы регулирования в режим автоматического управления. Если система должна работать в программном режиме – запустить программный задатчик, для чего вызвать

на дисплей блок П и нажать орган "Q" на пульте оператор.

6.3.6. Контролируя переходные процессы по измерительным приборам и (или) по дисплею, проверить работоспособность системы и правильность выбора параметров настройки. При необходимости произвести настройку статических и динамических параметров. Если переходной процесс затухает слабо, следует уменьшить величину ζ_1 соответствующего канала, если затухающие колебания окажутся несимметричными относительно установившегося значения, рекомендуется уменьшить постоянную времени интегрирования ζ_1 .

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

7. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

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

7.1. Проверка общей работоспособности регулятора.

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

7.1.1. 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:
 - собственно регулятора $(220 \pm 4,4) \text{ В}$
 - усилителя $(380 \pm 38) \text{ В}$
 $(220 \pm 22) \text{ В}$
 33
- 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 электрически и магнитные поля, влияющие на работу регулятора отсутствуют
- 7) время выдержки регулятора во включенном состоянии к моменту испытаний не менее 30 мин.

7.1.2. Не подключая регулятор к схеме проверки, произвести его внешний осмотр с целью проверки соответствия регулятора материалам технического описания.

7.1.3. Проверка электрического сопротивления изоляции производится по ГОСТ 12997-84

Проверка электрического сопротивления изоляции производится при отсоединенных внешних цепях регулятора путем приложения испытательного напряжения между первой группой соединенных между собой клемм и второй группой соединенных между собой клемм согласно таблице 7.1.

Таблица 7.1

Проверяемые цепи	Величина испытательного напряжения, В	Первая группа соединенных между собой клемм	Вторая группа соединенных между собой клемм
Цепи питания собственно регулятора относительно корпуса, входных и выходных цепей последнего	500	1; 2	4-11; 14-17; 20; 21; 29-43; 47-50; 1МК-10МК; клемма для заземления собственно регулятора
Входные и выходные цепи собственно регулятора относительно корпуса последнего	100	4-11; 14-17; 21; 29-43; 47-50; 1МК-10МК	20; клемма для заземления собственно регулятора
Входные цепи основных и дополнительных входов собственно регулятора относительно выходных и остальных входных цепей последнего	100	1МК-10МК	4-11; 14-17; 21; 29-43; 47-50
Входные цепи и цепи датчика синхронизации усилителя мощности У10-15 относительно корпуса последнего	500	2-7; 9	1; клемма для заземления усилителя
Входные цепи усилителя мощности У10-15 относительно цепей датчика синхронизации последнего	500	3; 5; 7; 9	2; 4; 6

7.1.4.5. Проверка режимов работы цифрового дисплея, кода и перечня функциональных блоков, параметров настройки и переменных производится путем сравнения показаний цифрового дисплея в режимах П, ПС с данными, приведенными в приложениях 1.1; 1.2; 1.3. Установленный код должен соответствовать п. 7.1.4.1.

7.1.4.6. Проверка действия дискретных входных сигналов, вида и параметров выходных сигналов, времени цикла работы программы, выполняемых функций, пульсации аналогового выходного сигнала производится путем контроля правильности прохождения испытательного теста 2 приложения 1.8.

8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. При эксплуатации регуляторов должны соблюдаться следующие меры безопасности:

1) должно быть обеспечено надежное крепление регуляторов к шину;

2) корпус и шасси регуляторов и усилителей должны быть заземлены с помощью предусмотренных для этой цели клемм на клеммниках и непосредственно на корпусах (см. схемы подключения); эксплуатация регуляторов при отсутствии заземления хотя бы на одной из этих клемм не допускается;

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

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

5) при необходимости разъединения штепсельного разъема регулятор должен быть предварительно обесточен.

8.2. В целях обеспечения правильной эксплуатации регуляторов 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, устройством регуляторов, с порядком подготовки и включения их в работу и с другими требованиями ТО.

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

Ежедневно

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

Еженедельно

При работе регуляторов в условиях повышенной запыленности очищать сухим и чистым воздухом пыль с внешних клеммных колодок.

Ежемесячно

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

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

Ежеквартально

Контролировать состояние элементов резервного питания и при необходимости заменять их в соответствии с указаниями ТО.

В период капитального ремонта основного оборудования и после ремонта регуляторов

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

9. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

9.1. Общие положения.

9.1.1. Для предотвращения стирания записанной в регулятор информации после выключения питания необходимо производить профилактическую проверку напряжения на выходе батарей резервного питания. Проверку возможно производить на действующем оборудовании без отключения регулятора. Измерения производить вольтметром постоянного тока с внутренним сопротивлением ≥ 10 кОм на клеммах 44-21 собственно регулятора. Измеряемое напряжение должно быть в пределах (2,8-3,4) В. В случае выхода напряжения за указанные пределы необходимо заменить неисправные элементы батарей.

Для проверки каждого из двух элементов необходимо снять крышку с модуля компенсации, вынуть элементы из регулятора (при этом для сохранения информации, записанной в ОЗУ, напряжение питания регулятора не отключать). Напряжение, измеряемое вольтметром на полюсах каждого элемента, должно быть в пределах (1,4-1,7) В.

При использовании внешнего источника резервного питания (см. рис. 1.7 приложения 1), необходимо периодически контролировать его исправность. Напряжение внешнего источника должно быть в пределах (3-4,5) В.

9.1.2. При неполадках регулятора, обнаруженных во время пуско-наладочных работ, или при нарушениях нормальной работы системы регулирования, с которой задействован регулятор, следует прежде всего проверить, нет ли нарушений в схеме подключения:

1) проверить наличие напряжения питания на клеммах 1; 2 регулятора;

2) проверить наличие аналоговых и логических входных сигналов на используемых входах и правильности подключения источников входных сигналов;

3) проверить правильность подключения цепей усилителей мощности У10-15.

9.1.3. Если в схеме подключения неисправностей не обнаружено, следует проверить установленные код, конфигурацию и параметры настройки. В случае, если на цифровом дисплее высвечивается код ошибки, для идентификации неисправности следует

воспользоваться рекомендациями приложения 1.4. В течение гарантийного срока регулятора при стирании информации в ПЗУ типа К573 РФ5 в исправные ИМС заводом-изготовителем может быть вновь записана нужная программа.

9.1.4. После устранения неисправностей для сброса кода ошибки следует в режиме гашения цифрового дисплея нажать, как указано в приложении 1.1, одновременно на три кнопки: "◁"; "▷", затем, не отпуская их, "П.Н".

9.1.5. Проверить регулятор и подготовить к работе в соответствии с указаниями разделов 6; 7.

9.2. Перечень некоторых возможных неисправностей и методов их устранения приведен в приложении 1.4.

9.3. По истечении гарантийного срока, но в пределах срока службы регулятора (10 лет), завод-изготовитель за отдельную плату производит запись информации в исправные ИМС ПЗУ типа К573РФ5, предоставляемые потребителем, либоставляет указанные ИМС с записанной информацией в виде заготовок.

10. КОМПЛЕКТНОСТЬ

10.1. Комплект поставки регулятора должен соответствовать таблице 10.1.

Таблица 10.1

Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Количество, шт.	Примечание
РЕЗ.222.036	Собственно регулятор ПРОТЕРМ 100	1	Комплектность согласно заказу
	Усилитель мощности с набором радиоэлементов в упаковке и паспортом	3	
РЕЗ.222.036-01	Собственно регулятор ПРОТЕРМ 100	1	
	Усилитель мощности с набором радиоэлементов в упаковке и паспортом	2	
РЕЗ.222.036-02	Собственно регулятор ПРОТЕРМ 100	1	Поставляются с регулятором любой комплектности
	Усилитель мощности с набором радиоэлементов в упаковке и паспортом	1	
РЕЗ.222.036-03	Собственно регулятор ПРОТЕРМ 100	1	
	Усилитель мощности с набором радиоэлементов в упаковке и паспортом	1	
	Кабельная часть штепсельного разъема в упаковке	1	Поставляются с регулятором любой комплектности
	Набор устройств для подключения входных сигналов в упаковке	1	
	Паспорт на регулятор	1	
	Техническое описание и инструкция по эксплуатации	1	

Примечание. При отсутствии в заказе указаний о количестве усилителей мощности поставляется регулятор любой комплектности.

По желанию потребителей по отдельному заказу поставляются кабельные части штепсельных разъемов со жгутом (соединители).

При формулировке заказа следует указать номер документа на соединитель: GE5.208.626 (кабельная часть разъема РП15-501)

10.2. Правила формулирования заказа.

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

- при наличии усилителей мощности в комплекте:

Регулятор температуры микропроцессорный прецизионный
ПРОТЕРМ 100, усилитель мощности - 3 шт.,
ТУ 25-7441.0069-88*;

- при отсутствии усилителей мощности в комплекте:

Регулятор температуры микропроцессорный прецизионный
ПРОТЕРМ 100, усилитель мощности - отсутствует,
ТУ 25-7441.0069-88*

11. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

11.1. На каждом собственно регуляторе и усилителе мощности и (или) прикрепленных к ним табличках указаны следующие данные:

товарный знак предприятия-изготовителя;

условное обозначение типа собственно регулятора и усилителя мощности;

порядковый номер собственно регулятора и усилителя мощности;

год выпуска;

11.2. Каждый собственно регулятор и усилитель мощности опломбирован клеймом ОТК в соответствии с нормативно-технической документацией.

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

12. ТАРА И УПАКОВКА

12.1. Каждый собственно регулятор и каждый усилитель упаковываются в отдельную потребительскую тару (коробку из картона).

Вместе с собственно регулятором укладываются: кабельная часть штепсельного разъема, набор устройств для подключения входных сигналов, паспорт на регулятор, техническое описание и инструкция по эксплуатации.

Вместе с усилителем мощности укладываются набор дополнительных радиоэлементов и паспорт на усилитель мощности.

Допускается упаковка собственно регулятора и всех усилителей мощности, входящих в комплект поставки согласно заказу, в общую потребительскую тару.

12.2. Собственно регулятор, усилители мощности, изделия и документация, входящие в комплект поставки, перед укладкой в потребительскую тару упаковываются в герметически закрытые полиэтиленовые мешки.

12.3. Один или несколько собственно регуляторов и усилителей мощности, упакованных в потребительскую тару, укладываются в транспортную тару (деревянный ящик). Ящик выстилается внутри упаковочной водонепроницаемой бумагой или другими равноценными материалами.

13. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

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

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

Распаковка производится в следующем порядке:

- 1) осторожно вскрыть ящик;
 - 2) выбить деревянные клинья и перекладины, освободить содержимое ящиков от упаковки и протереть регуляторы мягкой сухой тряпкой;
 - 3) произвести наружный осмотр регуляторов;
- 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 регулятор без упаковки следует с необходимыми мерами предосторожности во избежание повреждения регулятора, 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.

РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ПРЕЦИЗИОННЫЙ

ПРОТЕРМ 100

ГЕЗ.222.036 ТО

Приложение I

СОДЕРЖАНИЕ

- I.1. Диаграмма управления цифровым дисплеем
- I.2. Код, определяющий вид сигнала на основных входах, схема подключения основных входов и выходов к каналам регулятора и вид выходного импульсного сигнала
- I.3. Перечень параметров настройки и переменных
- I.4. Перечень возможных неисправностей и методов их устранения
- I.5. Перечень рекомендуемого испытательного оборудования и средств измерений, применяемых при испытаниях
- I.6. Конфигурация функциональной структуры при проверке регулятора
- I.7. Исходные данные параметров настройки
- I.8. Набор испытательных тестов

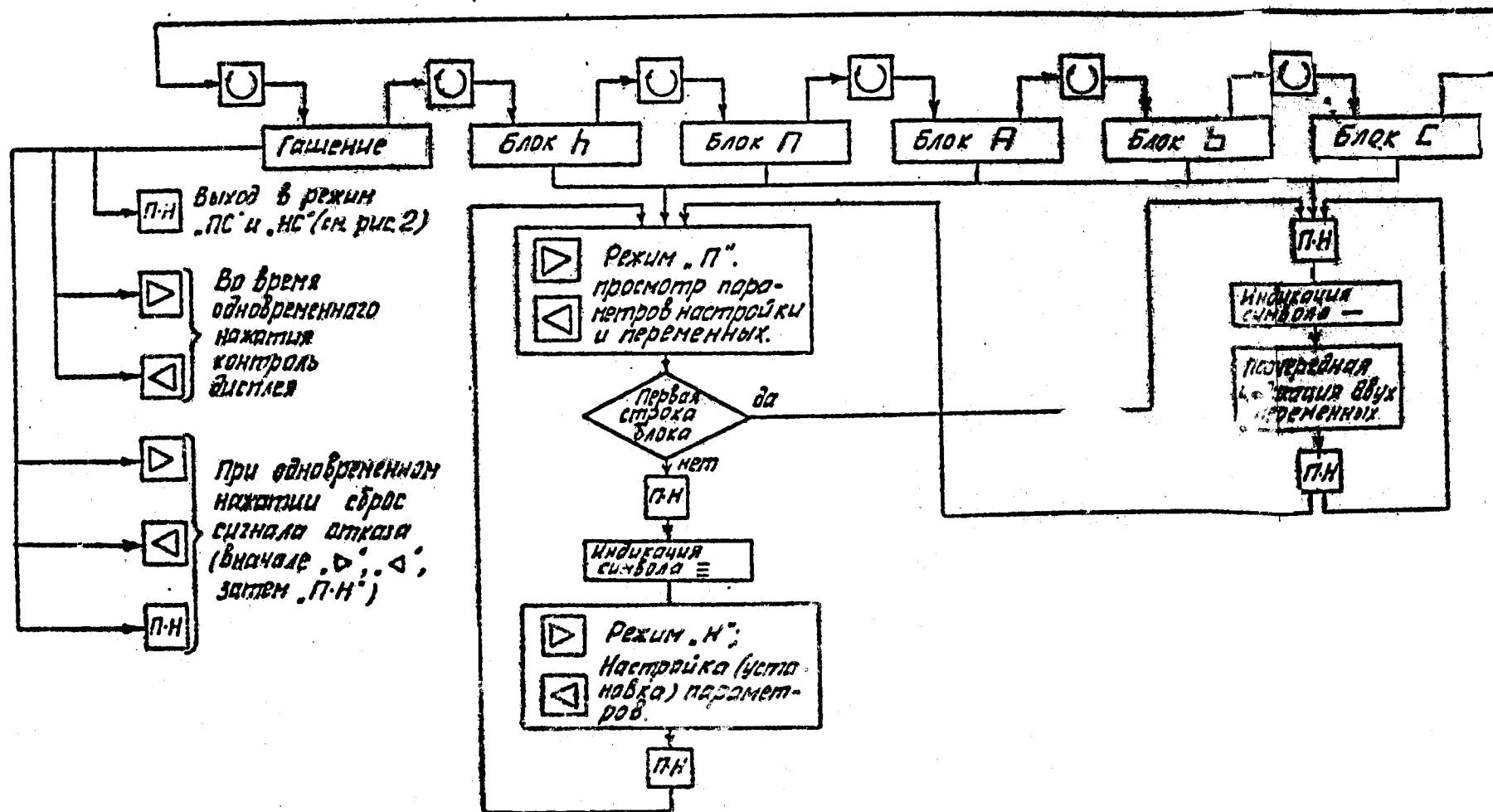
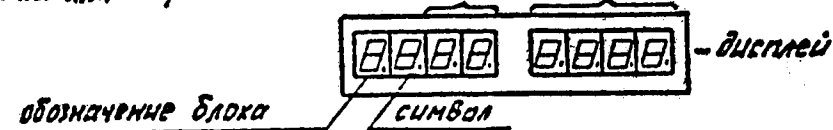
РИСУНКИ

- Рис. I.1. Габаритные и установочные размеры регулятора ПРОТЕРМ 100
- Рис. I.2. Габаритные и установочные размеры усилителя мощности У10-15
- Рис. I.3. Габаритные и установочные размеры устройств ВП05, ВП20, ВП10
- Рис. I.4. Конструкция блока регулятора
- Рис. I.5. Конструкция усилителя мощности У10-15
- Рис. I.6. Функциональная схема регулятора
- Рис. I.7. Схема подключения регулятора
- Рис. I.8. Схема проверки регулятора
- Рис. I.9. Схема электрическая принципиальная устройств ВП05, ВП20, ВП10.

Диаграмма управления цифровым дисплеем.
Режимы просмотра (.П") и настройки (.Н") параметров и переменных.

Распределение разрядов дисплея:

параметр настройки или переменная: обозначение величины



Приложение I.I

Примечание к рис. I

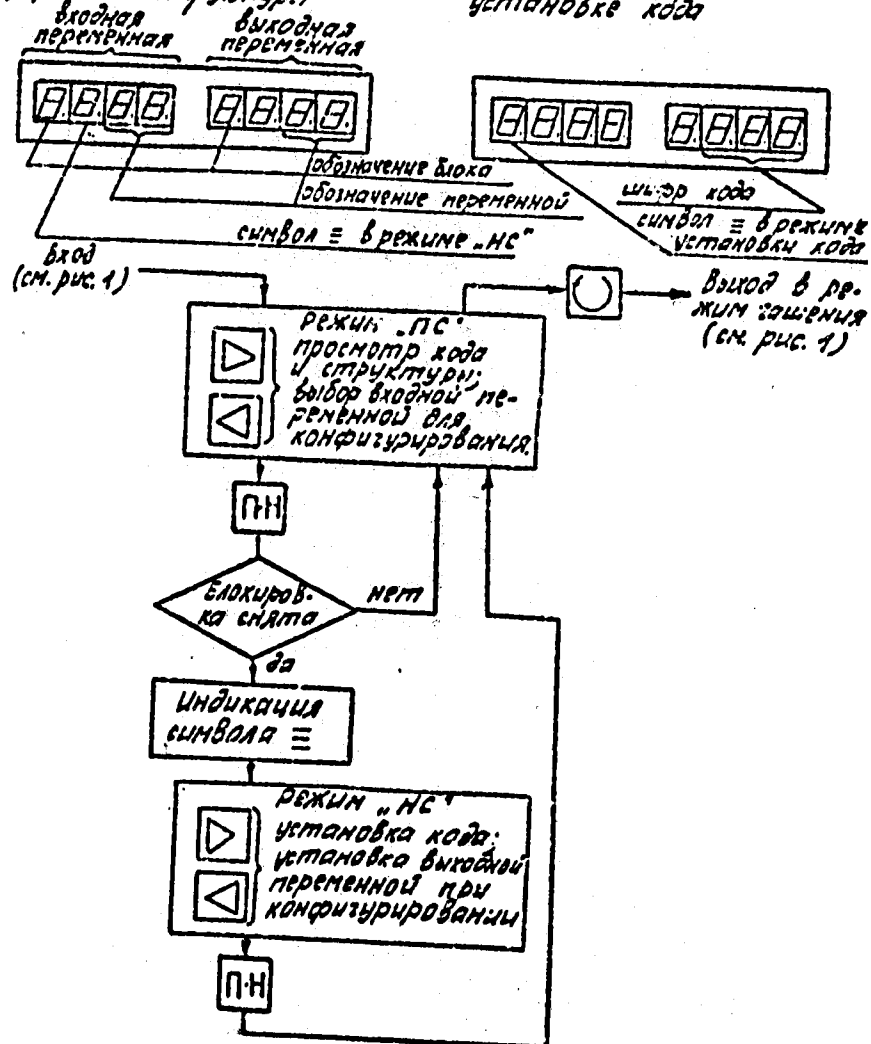
1. В режиме "П" индикация символа " Ξ " отсутствует.
2. Для вызова индикации символа " Ξ " в первый раз требуется нажатие органа "П-Н" в течение 4...6 с.
 3. Последовательная индикация двух переменных осуществляется:
 - для блоков регулирования A, B, C : входного сигнала $U_L(\sigma_A)$ рассогласования E ;
 - для блока программатора П: времени до конца участка программы E и номера участка U ;
 - для блока дополнительных функциональных узлов H : входа P и выхода U преобразователя сигнала для ЦАП.
 4. В режиме "Н" возможно воздействие на переменную E в блоках A, B, C . при этом происходит соответствующее изменение входной переменной P . Эта возможность осуществляется при условии, что входная переменная P не соединена с какой-либо выходной переменной, т.е. является независимо устанавливаемым параметром (см. примечание 3 к рис. 2 настоящего приложения).
 5. Для кода $0**$ обозначение блока высвечивается без десятичной точки, для остальных кодов - с десятичной точкой.

Диаграмма управления цифровым дисплеем.
Режимы просмотра кода и структуры („ПС“).
Установки кода и конфигурирования структуры („НС“).

Распределение разрядов дисплея:

— при просмотре и конфигурировании структуры:

— при просмотре и установке кода



Примечание к рис. 2

1. В режиме "ПС" индикация символа " = " отсутствует.
2. Блокировка снимается в режиме просмотра кода путем нажатия органа "ПН" в течение 4... 6 с до кратковременной индикации символа " = ".
3. Если входная переменная является независимо устанавливаемым параметром, в разрядах выходной переменной при конфигурировании должны быть установлены символы "----".
4. При входе в режим "НС" останавливается функционирование регулятора и выбатывается дискретный выходной сигнал "Отказ".

Код, определяющий вид сигнала на основных входах, схему подключения основных входов и выходов к каналам регулирования и вид выходного импульсного сигнала



Шифр вида сигнала на основных входах	Шифр схемы подключения основных входов и выходов к каналам регулирования	Шифр вида выходных импульсных сигналов
0-сигнал 0-10 мВ индикация в %	0-основные входы объединены и подключены к каналу А; основные выходы подключены к каналу А	0-фазово-модулированный импульсный сигнал
1-сигнал ПТЗр ПР(В) индикация в °С	1-основные входы объединены и подключены к каналу А; основные выходы подключены к каналам А, В, С соответственно	1-шиотно-модулированный импульсный сигнал
2-то же, но гр. ПП(С)		
3-то же, но гр. ВР(А)		
4-то же, но гр. ХА(К)	2-основные входы и основные выходы подключены к каналам А, В, С соответственно	
5-то же, но гр. ХК(Л)	3-то же, что шифр 2, но с дифференциальным подключением сигналов X_B, X_C относительно X_A	

Примечания: 1. При установке кодов 3**, 4**, 5**, где * - любой возможный шифр, дополнительно снимается замыкатель со соответствующих гнезд. При выпуске регулятора с предприятия - изготовителя указанные гнезда закоммутированы замыкателем.
2. Для кода 0** за сигнал 100% на основном входе принят сигнал 10 мВ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.3
Таблица 1
ПЕРЕЧЕНЬ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ И ПЕРЕМЕННЫХ БЛОКОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ А, В, С.

Обозначение	Назначение	Характеристика	Размерность	Дискретность	Диапазон индикации		Примечание
					Мин.	Макс.	
АГ	Входной сигнал (А, В, С соответственно)	переменный	°С	0,1	0	1800	код 1**
					0	1500	код 2**
					0	2500	код 3**
					-200	1300	код 4**
					-200	650	код 5**
ВВ	Суммарное задание	переменный	%	0,005	-40,96	163,8	код 0** (расчетный диапазон) для кода А** где А - 0
					-1999	3276	
УВ			°С	0,1	-163,8	163,8	для кода В**
РВ	Корректирующий сигнал	вход	%	0,005	см. УВ		для переменных и входов указаний выходного диапазона индикации без учета реального диапазона на изменении этих величин
					1/256	-127,9	
ГВ	Масштабный коэффициент при Р ₀	параметр			см. УВ		
РГ	Составляющая задания	вход			см. УВ		
Р.Г	Составляющая задания	вход			см. УВ		

Обозначение	Назначение	Характеристика	Размерность	Дискретность	Диапазон индикации		Примечание
					мин.	макс.	
E	Распределение	переменная			см. 5/5		
Ea	Постоянная дешифрования	параметр	с	0,32	0	9999	
E1	Коэффициент пропорциональности	параметр	% °C	0,005	-163,8	163,8	код 1** где n ≠ 0
E2	Постоянная интегрирования	параметр	-	0,1	-1999	3276	код 1**
E3	Постоянная дифференцирования	параметр	с	0,32	0	9999	при E1 > 9999 отключение "И"
E4	Период ШИМ	параметр	с	0,32	0	9999	код ** 1
E5	Вход преобразователя мощности	переменная	%	0,005	-163,8	163,8	код ** 0
E6	Ограничение "мин" U	параметр	с	0,32	0	9999	код ** 1
E7	Ограничение "макс" U	параметр	%	0,005	-163,8	163,8	
E8	Выход регулятора	перемен.	%	0,005	-163,8	163,8	

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.3

Таблица 2

ПЕРЕЧЕНЬ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ И ПЕРЕМЕННЫХ БЛОКА ПРОГРАММАТОРА

Обозначение	Назначение	Характеристика	Размерность	Дискретность	Диапазон индикации		Примечание
					мин.	макс.	
E	Время до конца участка	переменная					
E	Время выполнения программы	переменная					
E1	Время окончания участка 1	параметр	с	0,32	0	3276	при E = 1
E2	Время окончания участка 2	параметр	мин	0,1	0	3276	при E = 2
E3	Время окончания участка 3	параметр	час	0,1	0	3276	при E = 3
E4	Время окончания участка 4	параметр					
E5	Время окончания участка 5	параметр					
E6	Время окончания участка 6	параметр					
E7	Время окончания участка 7	параметр					
E8	Время окончания участка 8	параметр	-	1	0	3	при E = 0 - сброс (E = 0)
E9	Масштаб времени	параметр	-	1	0	9	
E10	Номер участка программы	переменная					
E11	Выход из участка 1	параметр					
E12	Выход в конце участка 1	параметр					
E13	Выход в конце участка 2	параметр					
E14	Выход в конце участка 3	параметр	°C	0,1	1999	3276	код 1** где n ≠ 0
E15	Выход в конце участка 4	параметр	%	0,005	-163,8	163,8	код 0**
E16	Выход в конце участка 5	параметр					

Обозначение	Назначение	Характеристика	Размерность	Дискретность	Диапазон индикации		Примечание
					мин.	макс.	
P ₁	Вход переключателя	вход		см. вход P ₁			
P ₀	Вход переключателя	вход		см. вход P ₁			
У ₀	Выход переключателя	перемен.		см. выход P ₁			
Q ₁	Дискретный вход 1	перемен.	-	1	0,000	1,000	
Q ₂	Дискретный вход 2	перемен.	-	1	0,000	1,000	
Q ₃	Дискретный вход 3	перемен.	-	1	0,000	1,000	
I ₁	Компаратор 1, вход неинверт.	вход		см. вход P ₁			
I ₂	Компаратор 1, вход инверт.	вход.		см. вход P ₁			
P ₁	Компаратор 1, зона возврата	параметр		см. вход P ₁			
P ₂	Компаратор 1, выход	перемен.	-	1	0,000	1,000	
P ₃	Компаратор 2, вход неинверт.	вход		см. вход P ₁			
P ₄	Компаратор 2, вход инверт.	вход		см. вход P ₁			
P ₅	Компаратор 2, зона возврата	параметр		см. вход P ₁			
P ₆	Компаратор 2, выход	перемен.	-	1	0,000	1,000	
E ₁	Компаратор 3, вход неинверт.	вход		см. вход P ₁			
E ₂	Компаратор 3, вход инверт.	вход		см. вход P ₁			
E ₃	Компаратор 3, зона возврата	параметр		см. вход P ₁			
E ₄	Компаратор 3, выход	перемен.	-	1	0,000	1,000	
U ₁	Компаратор 4, вход неинверт.	вход		см. вход P ₁			
U ₂	Компаратор 4, вход инверт.	вход		см. вход P ₁			
U ₃	Компаратор 4, зона возврата	параметр		см. вход P ₁			
U ₄	Компаратор 4, выход	перемен.	-	1	0,000	1,000	
A	Входной сигнал	перемен.	°	0,005	0,000	163,8	Измеренное значение

Обозначение	Назначение	Характеристика	Размерность	Дискретность	Диапазон индикации		Примечание
					мин.	макс.	
Q	Входной сигнал	переменная	%	0,005	-163,8	163,8	в % без учета линеаризации характеристик и компенсации э.д.с. холодильных сплавов
L	Входной сигнал	переменная	%	0,005	-163,8	163,8	
M	Входной сигнал	переменная	%	0,005	-163,8	163,8	
P	Входной сигнал	переменная	%	0,005	-163,8	163,8	
°C	Температура холодильных сплавов	переменная	°C	0,1	0	127,9	

Обозначение	Назначение	Характеристика	Размерность	Дискретность	Диапазон индикации	Примечание
У6	Выход в конце участка Б	параметр	0С	0,1	мин. -1999 макс. 3276	код 0-1 где 0-0
У7	Выход в конце участка Г	параметр	%	0,005	-163,8 163,8	код 0-1 где 0-0
У8	Выход в конце участка Д	параметр				
У	Выход преобразователя	переменная				

ПЕРЕЧЕНЬ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ И ПЕРЕМЕННЫХ ВХОДА

Обозначение	Назначение	Характеристика	Размерность	Дискретность	Диапазон индикации	Примечание
Р	Вход преобразователя	вход	%	0,005	мин. -163,8 макс. 163,8	Для переменных
Рс	Системное	параметр	%	0,005	-163,8 163,8	и входных указаний
Сс	Коэффициент передачи	параметр	-	1/256	-127,9 127,9	возможный диапазон индикации без учета реального
У	Ограничение "мин" У	параметр	%	0,005	-163,8 163,8	учета реального
У'	Ограничение "макс" У	параметр	%	0,005	-163,8 163,8	диапазона изменения
У	Выход преобразователя - вход ЦАП	переменная	%	0,005	-163,8 163,8	в этих величинах
С	Коэффициент подстройки	параметр		1/256	-127,9 127,9	При $L_{00} < 0$
Р1	Вход множителя 1	вход	0С	0,1	-1999 3276	компенсация отклонения
С1	Масштабный коэффициент	вход	%	0,005	-163,8 163,8	цена
У1	Выход множителя 1	переменная	-	1/256	-127,9 127,9	Для кода 0-1 где 0-0
Р2	Вход множителя 2	вход	-	1/256	-127,9 127,9	Для кода 0-1 где 0-0
С2	Масштабный коэффициент	вход	-	1/256	-127,9 127,9	Для кода 0-1 где 0-0
У2	Выход множителя 2	переменная	-	1/256	-127,9 127,9	Для кода 0-1 где 0-0
П	Приращение за 0,32 с	параметр	см. вход Р1	см. вход Р1	см. вход Р1	Для кода 0-1 где 0-0
У'	Выход интегратора	переменная	см. вход Р1	см. вход Р1	см. вход Р1	Для кода 0-1 где 0-0

№ п/п	Проявление неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
1	2	3	4
1.	Нарушение изоляции между цепью питания и корпусом	Нарушение изоляции между первичной и экранной обмотками трансформатора Т1 источника питания ME II	Заменить трансформатор
2.	Нарушение изоляции между входными и выходными цепями	Нарушение изоляции между печатными проводниками на плате модуля МА 20, нарушение изоляции между обмотками трансформаторов модуля МА 20	Промывка печатной платы. Замена трансформаторов
3.	Отсутствие индикации на цифровом дисплее режимов работы и параметров	Неисправность модулей МС 20, МД II	Проверить соответствие питания, проверить шины адреса, шины выборки ИМС
4.	Отсутствие индикации на цифровом дисплее входных сигналов	Неисправность модуля МА 20, цепей аналого-цифрового преобразования модуля МС 20, обрыв печатных проводников или проводников соединительного устройства	Проверить соответствие питания модуля МА 20 Проверить преобразователь напряжения в частоту, модуль МА 20, ИМС, модуль МС 20 и примыкающие цепи
5.	При нажатии органа управления цифрового дисплея индицируются восемь символов "P"	Неисправность органов управления цифровым дисплеем	Заменить неисправную кнопку
6.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.6"	Неисправность ПЗУ модуля МС 20, обрыв печатных проводников	Проверить ИМС ПЗУ ДД8, ДД12 модуля МС 20 путем замены на заведомо годные (обращая внимание на маркировку микросхем), проверить цепи питания этих ИМС и другие связанные с ними цепи
7.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.7"	Отсутствие или неисправность батарей резервного питания модуля МА20, оперативной памяти программ модуля МС 20, обрыв печатных проводников	Проверить напряжение на батареях резервного питания в соответствии с п. 9.1.10 Проверить ИМС ДД14, ДД16 модуля МС 20 (путем замены на заведомо годные и связанные с ними цепи)

№ п/п	Проявление неисправности	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
1	2	3	4	5
8.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки E.6	Неверно сконфигурирован прибор, неисправность оперативной памяти программ модуля MC 20	Проверить конфигурацию прибора в соответствии с п. 6.1.3 ТО Сконфигурировать прибор в соответствии с разделом 6 ТО. Проверить ИМС ДД14, ДД16 модуля MC 20 (путем замены на заведомо годные) и связанные с ними цепи	
9.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.5"	Неисправность ОЗУ модуля MC 20, отсутствие инициализации прибора	Проверить напряжение на выходе батареи резервного питания в соответствии с п.9.1.1 ТО Инициализировать прибор в соответствии с указаниями раздела 6 ТО. Проверить ИМС ДД14, ДД15 модуля MC 20 (путем замены на заведомо годные) и связанные с ними цепи	
10.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.4"	Время выполнения программы превышает допустимую величину	Проверить ИМС ПЗУ ДД3, ДД12 модуля MC путем замены на заведомо годные (обращая внимания на маркировку ИМС)	
11.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.3"	Обрыв преобразователя термоэлектрического, неверно установлен код прибора, отказ модуля MA 20	Проверить входные цепи, код прибора; проверить работу преобразователя напряжения в частоту, цепи формирования U_2 модуля MA 20	
12.	На цифровом дисплее прибора индицируется код ошибки "E.1"	Обрыв линии преобразователя термоэлектрического, неверно установлен код прибора	Проверить входные цепи, код прибора	

П Е Р Е Ч Е Н Ъ

РЕКОМЕНДУЕМОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И
СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ

- Вольтметр постоянного тока (PV1, PV2).
Класс точности не ниже 0,025. Шкалы от 0-10 мВ до
0-10 В (например, Ц 1516).
- Вольтметр постоянного тока (PV4, PV6).
Класс точности не ниже 1,5. Шкала 0-30 В (например, Ц 4353)
- Вольтметр переменного тока (PV5)
Класс точности не ниже 2,5. Шкала 0-100 мВ
(например, ВЗ-38)
- Вольтметр переменного тока (PV7)
Класс точности не ниже 1,5. Шкала 0-250 В
(например, Э 365)
- Вольтметр переменного тока (PV8)
Класс точности не ниже 2,5. Шкала 0-60 В
(например, Ц 4353)
- Вольтметр переменного тока (PV9)
Класс точности не ниже 1,5. Шкала 0-500 В.
(например, Э 378)
- Миллиамперметр постоянного тока (РА1)
Класс точности не ниже 1,5. Шкала 0-15 мА
(например, Ц 4353)
- Миллиамперметр переменного тока (РА2)
Класс точности не ниже 1,5. Шкала 0-100 мА
(например, Э 365)
- Секундомер (РТ 1, РТ2)
Цена деления не более 0,01 с (например, СТИ-1)

10. Осциллограф электронный (PI) (Например, CI-83)
11. Ключи и переключатели (S4-S28)
Переходное сопротивление замкнутой контактной пары не более 0,05 Ом (например, ТП-2, П2К, П2Г)
12. Реле электромагнитные (KI)
Число контактных пар на переключение - 4, активное сопротивление обмотки не менее 200 Ом, рабочее напряжение 24 В, время срабатывания и отпускания не более 15 мс (например, РЭС-22, Р44.500.131 СИ).
13. Резистор (RI) 10 кОм $\pm$ 0,1 %, мощность 0,25 Вт, ТКС не более $0,5 \cdot 10^{-4}$ (например, С2-29В-0,25-10 кОм $\pm$ 0,1 % -I-B)
14. Резистор (R2) 988 Ом $\pm$ 0,1 %, мощность 0,25 Вт, ТКС не более $0,5 \cdot 10^{-4}$ (например, С2-29В-0,25-988 Ом $\pm$ 0,1 % -I-B)
15. Резистор (R3, R44) 10 Ом $\pm$ 0,1 %, мощность 0,25 Вт, ТКС не более $0,5 \cdot 10^{-4}$ (например, С2-29В-0,25-10 Ом $\pm$ 0,1 % -I-B)
16. Резистор (R4-R16) 20 кОм $\pm$ 5 %, мощность 0,25 Вт (например, МЛТ-0,25-20 кОм $\pm$ 5 % -А)
17. Резистор (R17-R29) 100 Ом $\pm$ 5 %, мощность 0,25 Вт (например, МЛТ-0,25-100 Ом $\pm$ 5 %)
18. Резистор (R30) 3,9 кОм $\pm$ 5 %, мощность 0,25 Вт (например, МЛТ-0,25-3,9 кОм $\pm$ 5 % А)
19. Резистор (R31) 1,8 кОм $\pm$ 5 %, мощность 0,25 Вт (например, МЛТ-0,25-1,8 кОм $\pm$ 5 % А)
20. Резистор (R32). Параллельное соединение обмотки реле KI и резистора R32 должно иметь сопротивление 180-190 Ом, мощность не менее 4 Вт (например, ПЭВ-7,5)
21. Резистор (R33) 300 Ом $\pm$ 10 %, мощность 0,25 Вт (например, МЛТ-0,25-300 Ом $\pm$ 10 % А)
22. Резистор (R34-R41) 2,2 кОм $\pm$ 10 %, мощность 0,5 Вт (например, МЛТ-0,5-2,2 кОм $\pm$ 10 % А)

И:

Резистор (R42) 20 кОм $\pm$ 10%, мощность не менее 10 Вт (например, ПЭВ-10-20 кОм $\pm$ 10%)

Резистор (R43) 10 кОм $\pm$ 10%, мощность 1 Вт (например, МЛТ-I-10 кОм $\pm$ 10%)

Конденсатор (CI) 4,7 мкФ $\pm$ 20% (например, К73-II-160В-4,7 мкФ $\pm$ 20%)

Индикатор светодиодный (HL1, HL5, HL7), цвет -красный, сила света не менее 0,9 мкд, прямой ток не более 10 мА (например, АЛ307ЕМ АА0.336.076 ТУ)

Индикатор светодиодный (HL2, HL8, HL4, HL6, HL8), цвет -зеленый, сила света не менее 0,9 мкд, прямой ток не более 10 мА (например АЛ307 ГМ АА0.336.076 ТУ)

Диоды (VD 1- VD 9), обратное напряжение до 50 В, прямой ток до 100 мА (например, КД103 Б ТТ3.362.028 ТУ)

Лампы накаливания (ЕК1, ЕК2), рабочее напряжение 220В, номинальная мощность 100 Вт.

Автотрансформатор регулировочный (TI), максимальное напряжение 250 В, ток до 2А (например, РНО250-2А).

Трансформатор понижающий (T2), коэффициент трансформации 10:1, сопротивление изоляции между обмотками не менее 40 МОм, напряжение на первичной обмотке до 420 В, ток нагрузки до 10 мА (например, ШЛ 12х25, ЭЭ10; $W_1 = (4300 \pm 5)$ витков, $\phi 0,15$; $W_2 = (430 \pm 1)$ витков, $\phi 0,15$).

Источник сигнала регулируемый (G). Диапазон сигнала от 1 до 10 В, внутреннее сопротивление не более 100 Ом, разрешающая способность регулировки не хуже 0,02 мВ, пульсация не более 0,1%, стабильность при изменении напряжения сети не более 0,05%.

Приборы для определения электрического сопротивления

изоляции. Класс точности не ниже I,5; испытательное напряжение 100; 500; 1000 В (например, Ф 4102 /I).
34. Термометр, диапазон от 15 до 25°C.

Примечания:

1. Обозначения средств измерений и электро-радио элементов соответствуют рис. I.3 приложения I.

2. Допускается использовать другие средства измерений и испытательное оборудование, обеспечивающее требуемую точность контроля характеристик, а также применение средств измерений с другими шкалами, обеспечивающими необходимую точность измерений.

Конфигурация функциональной структуры при проверке регулятора

	Вход		Выход		Вход		Выход	
	Переменная	Блок	Переменная	Блок	Переменная	Блок	Переменная	Блок
■	P ₀	—	— — —	h	P1	—	— — —	
h	P ₁	—	— — —	h	c1	h	q1	
h	P ₁₁	h	y	h	P2	—	— — —	
h	P ₀	h	P ₀	h	c2	h	q2	
h	P ₁	h	P ₁	h	L1	h	y1	
h	P ₁₁	h	y	h	L1	—	— — —	
h	P ₀	h	P ₀	h	L2	h	y2	
h	P ₁	h	P ₁	h	L2	—	— — —	
h	P ₁₁	h	y	h	L3	h	y _h	
h	P ₁	h	q3	h	L3	—	— — —	
h	P ₀	—	— — —	h	L4	h	y'	
h	P	h	y	h	L4	—	— — —	

ТЕСТ 1 (Продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	S2-1	Изменение сигнала G в сторону "плюс"	PV1	10±0,018	17	17	от 98,00 до 102,0	
4	S3-1	Изменение сигнала G в сторону "минус"	PV1	10±0,018	17	17	от 98,00 до 102,0	
5	S3-1	Изменение сигнала G в сторону "минус"	PV1	-10±0,0018	17	17	от -98,00 до -102,0	- 24 -
6	S2-1	Изменение сигнала G в сторону "минус"	PV1	-10±0,0018	17	17	от -98,00 до -102,0	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.2.5 1.2.6 1.2.13 1.2.14	S25-4 S25-1	Блок H, переменные Э, Ч, L, Ч, ДЧ	—	PV6 "45", Z4	0-0,2В "0"	проверка п. 1.2.13 сигналов Ч, Ч, З, З, перед испытанием с установкой исходного значения Э! блок H	
2	1.2.5 1.2.6 1.2.14	S25-1	Блок H, переменные P1, L1, Д1	—	PV6 "15", Z1	0-0,2В "0"	проверка Ф, З, З, З	- 25 -
3	1.2.5 1.2.6 1.2.14	S25-2	Блок H, переменные P2, L2, Д2	—	PV6 "25", Z2	0-0,2В "0"	Проверка Ф, З, З, З	
4	1.2.5 1.2.6 1.2.14	S25-3	Блок H, переменные P0, L3, Д3	—	PV6 "35", Z3	0-0,2В "0"	Проверка Ф, З, Ф, Л, З, З	

ТЕСТ 2 (продолжение)							
1	2	3	4	5	6	7	8
5	1.2.5 1.2.6 1.2.7 1.2.14	S25-5 S22-2 S26-1	Блоки А;П, режим, О'	S9-1	PV8, ,Z _A	0-2%, ,0', через время, не более 10с	Проверка блока А;П, сигналов Q _Δ ; Z _Δ , усилителя У10-15. Показатели PV8 и % от максималь- ного значения
6	1.2.5 1.2.6 1.2.7 1.2.14	S25-5 S22-2 S26-1	Блоки Б;П, режим, О'	S9-1 S9-0	PV8, ,Z _A	Плавное уве- личение по- казаний PV8 и сбечение ,Z _A , затем уменьшение до 0...2% (PV8), и 0' (Z _A) за время, не более 60с.	- 26 -
7	1.2.5 1.2.6 1.2.7 1.2.14	S25-5 S22-2 S26-1	Блоки Г;П, режим, О'	S9-1 S9-0	PV8, ,Z _C	то же, ин- дикатор, Z _C	то же для блока Б;П
8	1.2.5 1.2.6 1.2.7 1.2.14	S25-5 S19-1 S22-2 S26-1	Блоки А;П, режим, О'	S9-1 S9-0	P1 ЕК1, ЕК2	то же, ин- дикаторы ЕК1, ЕК2	Проверка усилит- еля У-10-15 но 380В

ТЕСТ 2 (продолжение)

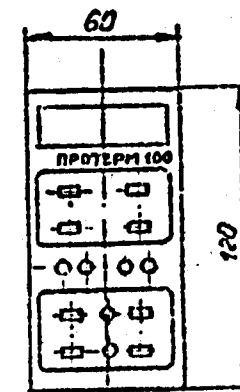
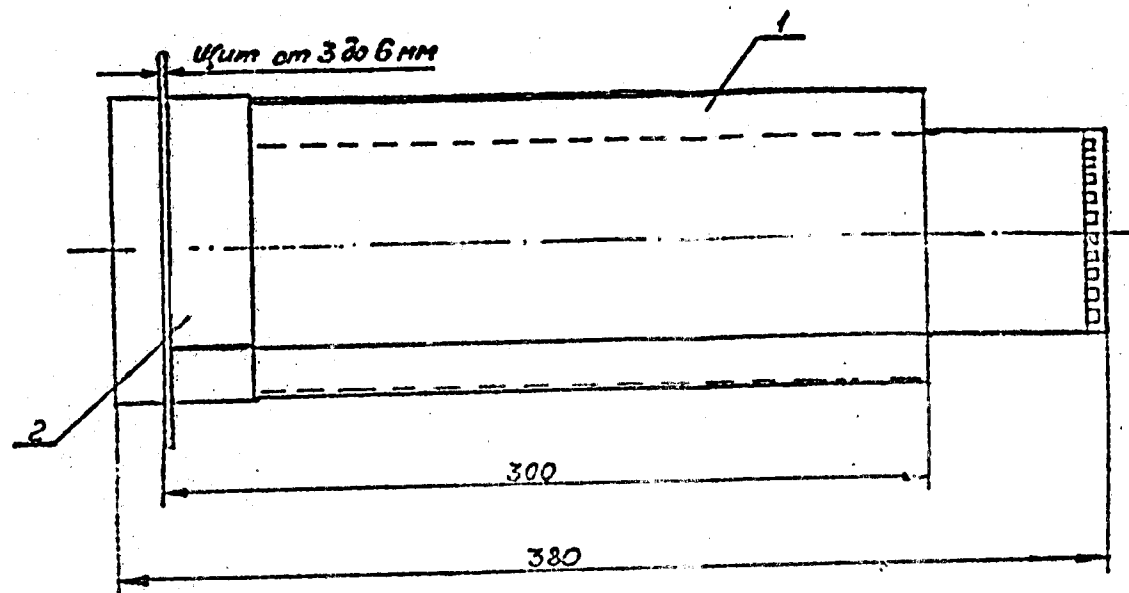
1	2	3	4	5	6	7	8
9	1.2.5 1.2.6 1.2.14	S25-5 S19-1 S22-2 S26-1 S27-1 S18-1	Блоки А;П, режим, О'	S9-1, затем S9-0	РА1 PV4	Изменение от 0±0,1мА до 5±0,5мА и обратно. Изменение от 0±0,2В до 10±1В и обратно	Проверка У1;У2
10	1.2.14	S18-2	—	—	PV4	2,8-3,4	Проверка резервно- го питания
11	1.2.14	S25-3	Режим гаше- ния и режим ,НС	—	PV6, ,Z _{отк}	20,4...26,4В ,1'	Проверка Z _{отк} , переход от фа- зового управления к ШИМ
12	1.2.5 1.2.6 1.2.14 1.2.5	S19-1 S15-5	Блок А, переменная У	Установить код, Р01'6, режим, НС Установить режим га- шения	PV6, ,Z _{отк} ,Z _{отк}	0...0,2В ,0' ,1' через время не более 15с	Код „201“ сохра- няется при вытол- нении пп 12, 13.
				У-1	У	,1' ,0'	Проверка п. 13.5; сигналов Q _Δ ; Q _Δ ; Q _{ру} ; Q _{лс} ; Q _о ; У'; ШИМ управления
				Δ-1	Дисплей, блок А, ре- жимная У	увеличение У	
				S13-1	то же	то же	
				У-1 (S14-1)	то же	уменьшение У	- 27 -

ТЕСТ 2 (продолжение)

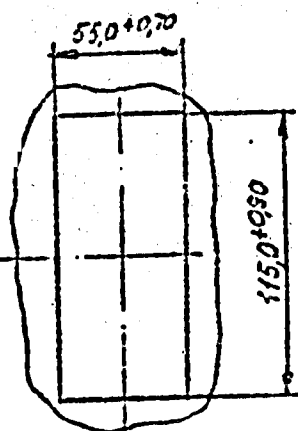
приложение 1Б

1	2	3	4	5	6	7	
				Режим Н' установить У=60,00	PV5	0...100 мВ	
					Z_A, Z_B, Z_C	Пulsированный режим	
				S23-1 и через 0-10 S24-1	P1 PT2	Импульсы Импульсы	
				При показании PT1 60±30 S24-0, затем S23-0.	PT1 PT2	60 ± 5 с 40 ± 15 с	
				S17-1	Z_A, Z_B, Z_C	0	
				S16-1	ψ	1'	
				S16-0, S15-1	0	1'	
13.	1.2.5 1.2.14	—	Блок П, переменная Е. Режим 0	S9-1	дисплей, блок П, переменн. Е	0,000	проверка q_t
				S9-0	то же	увеличение t	
				S8-1	то же	фиксация значения t	
				S8-0	то же	увеличение t	
"	—	—	—	Устанавливать			

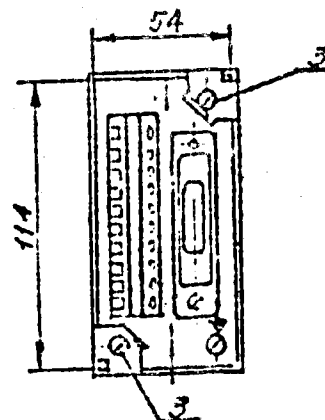
Приложение 1'



РАЗМЕТКА ОТВЕРСТИЙ
ПОД КРЕПЛЕНИЕ ПРИБОРА



Вид А



Нормальное расстояние
между осями приборов - 150 мм

Удлиняемое расстояние
между осями приборов - 70 мм

Рис. 1.1. Габаритные и установочные размеры регулятора
"ПРОТЕРМ 100"

Габаритные и установочные размеры
усилителя мощности У10-15.

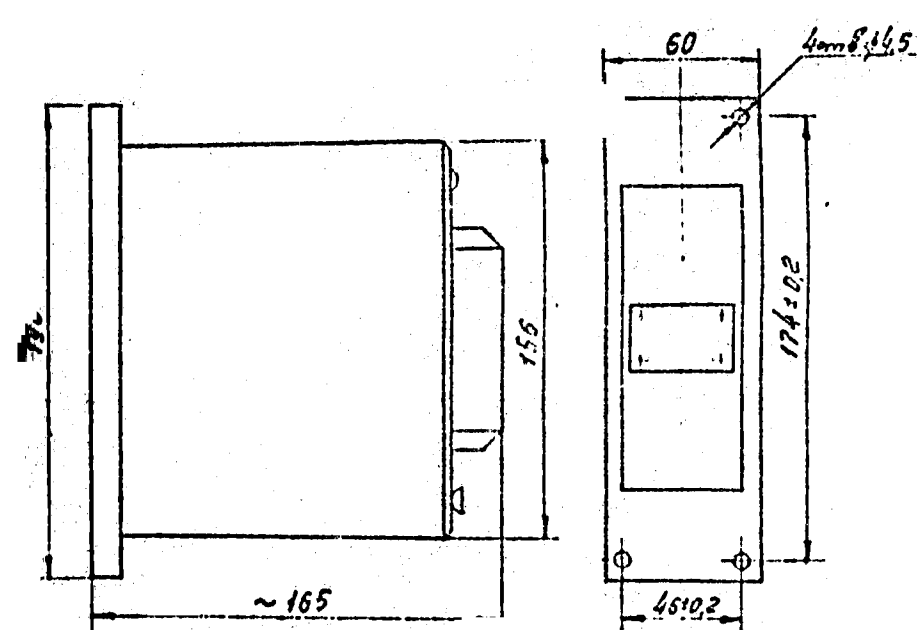
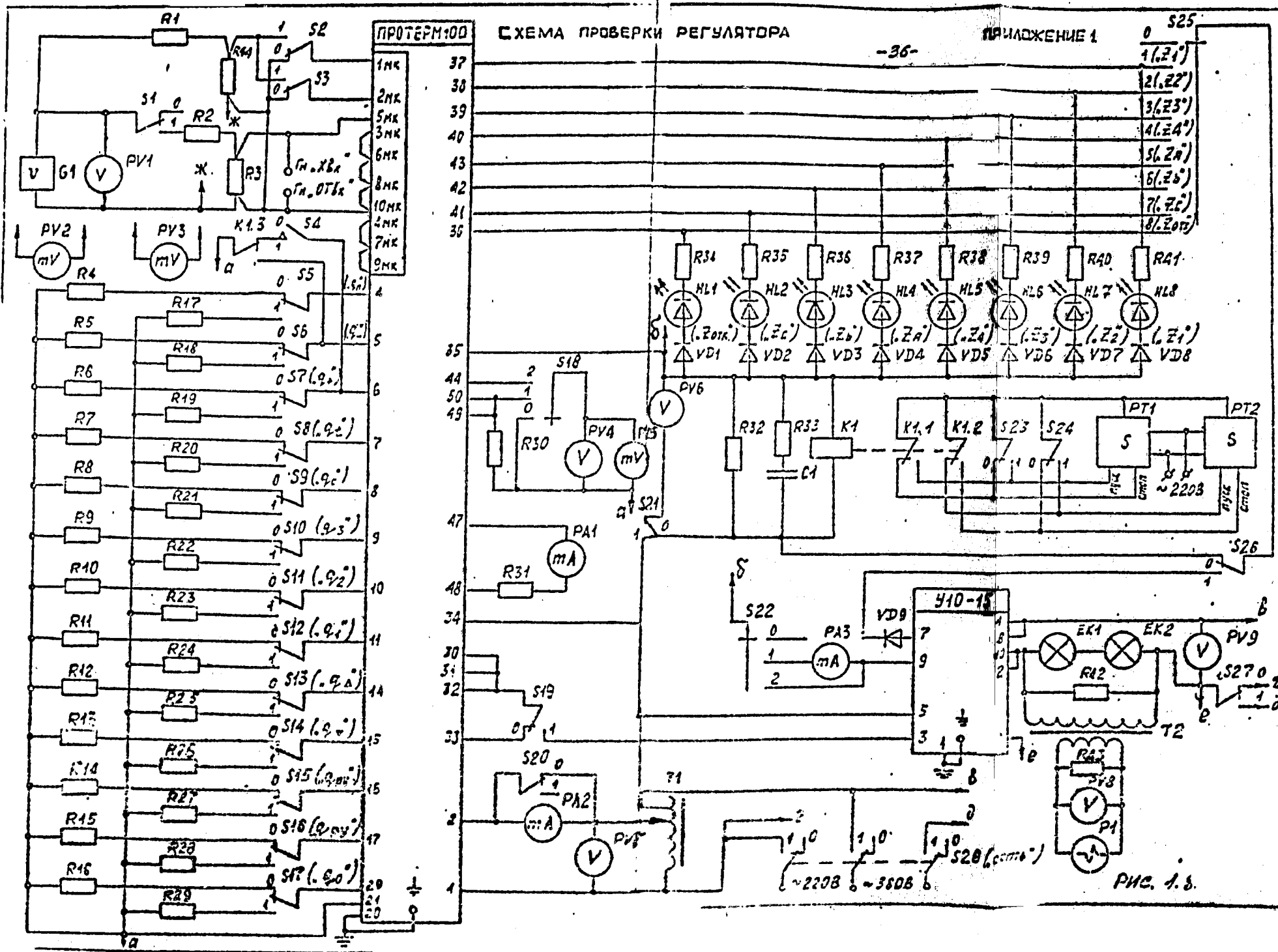


Рис. 1.2



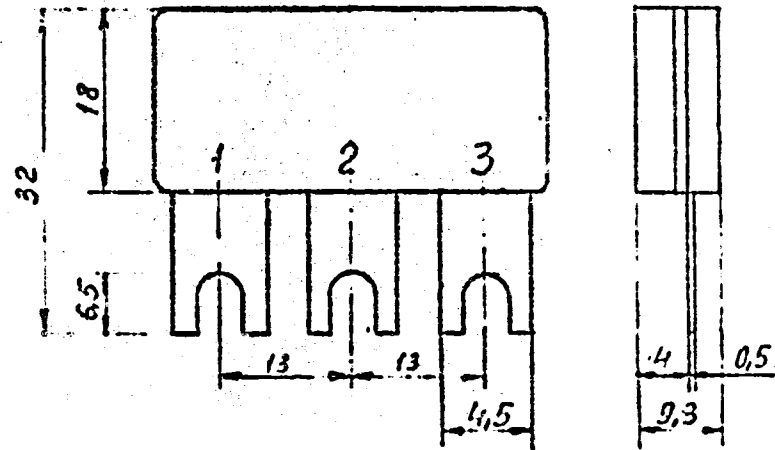
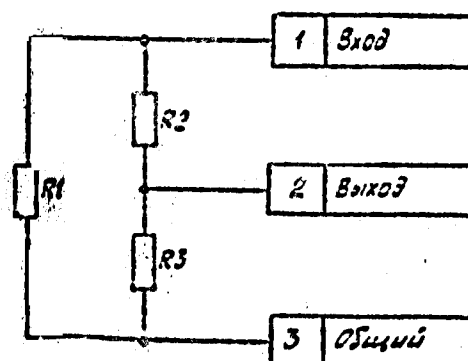


Рис.13 Габаритные и установочные
размеры устройств ВП-05; ВП-12, ВП

Таблица

Пол. обознач.	ВПО5 ГЕС. 157.029		Пол. обознач.	ВПО20 ГЕС. 157.029-01		Пол. обознач.	ВПО10 ГЕС. 157.029-02	
	Наименование	Кол.		Наименование	Кол.		Наименование	Кол.
R1	C2-293-Q125-203 Ом $\pm 0,25\%$ - 1-Б	1	R1	C2-293-Q125-5110 Ом $\pm 0,25\%$ - 1-Б	1	R1	отсутствует	
R2	C2-293-Q125-103 Ом $\pm 0,25\%$ - 1-Б	1	R2	C2-293-Q125-192 Ом $\pm 0,25\%$ - 1-Б	1	R2	C2-293-Q125-20 Ом $\pm 0,25\%$ - 1-Б	1
R3	C2-293-Q125-10 Ом $\pm 0,25\%$ - 1-Б	1	R3	C2-293-Q125-20 Ом $\pm 0,25\%$ - 1-Б	1	R3	C2-293-Q125-20 Ом $\pm 0,25\%$ - 1-Б	1



Пол. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
	Резистор C2-293 ДКО. 462. 130 Т.Ч.		
R1 R3	см. таблицу		

Рис. 1.9. Схема электрическая принципиальная устройств ВПО5, ВПО20, ВПО10.