

ТРМ12



## Измеритель ПИД-регулятор



109456, Москва,  
1-й Вешняковский пр., д.2  
тел.: (095) 174-82-82  
171-09-21

руководство  
по эксплуатации

Р. № 113  
Зак. № 179



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Назначение .....	7
2. Технические характеристики и условия эксплуатации .....	8
3. Устройство и работа прибора .....	13
3.1. Принцип действия .....	13
3.2. Устройство прибора .....	31
4. Меры безопасности .....	33
5. Монтаж прибора на объекте и подготовка к работе .....	34
5.1. Монтаж прибора .....	34
5.2. Монтаж внешних связей .....	36
5.3. Подключение прибора .....	38
6. Режимы работы и настройки прибора .....	40
6.1. Общие указания .....	40
6.2. Режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ .....	40
6.3. Автонастройка .....	42
6.4. Режим РАБОТА .....	43
7. Техническое обслуживание .....	47
7.1. Общие указания .....	47
7.2. Поверка прибора .....	47
7.3. Юстировка прибора .....	47
8. Маркировка .....	48

9. Упаковка .....	48
10. Хранение .....	49
11. Транспортирование .....	49
Приложение А. Габаритные чертежи .....	50
Приложение Б. Программируемые параметры .....	54
Приложение В. Подключение входных термопреобразователей сопротивления по двухпроводной схеме .....	58
Приложение Г. Схемы подключения .....	60
Приложение Д. Ручная настройка .....	64
Приложение Е. Юстировка .....	71
Приложение Ж. Список возможных неисправностей и способы их устранения .....	79
Лист регистрации изменений .....	85

Настоящее Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, технической эксплуатацией и обслуживанием микропроцессорных измерителей-регуляторов типа ТРМ12 (в дальнейшем по тексту именуемых «прибор»).

Настоящее Руководство по эксплуатации распространяется на приборы всех модификации, изготовленных согласно ТУ 4211-002-46526536-00.

Приборы ТРМ12 изготавливаются в различных модификациях, отличающихся друг от друга диапазоном напряжений питания, конструктивным исполнением, классом точности, типом подключаемых к их входам датчиков температуры или электрических сигналов и типом встроенных выходных устройств.

Информация о модификации прибора зашифрована в коде следующим образом:



Код модификации расшифровывается следующим образом:

**Диапазон напряжений питания:**

- А** – питание прибора 187...242 В 50 Гц переменного тока;  
**Б** – питание прибора 90...245 В постоянного или переменного тока;  
Имеется встроенный источник питания 27 В для питания нормирующих преобразователей датчиков с выходным унифицированным сигналом тока или напряжения.

**Конструктивное исполнение:**

- Н** – корпус настенного крепления с размерами 130×105×65 мм и степенью защиты корпуса IP44 (*прил. А*);  
**Щ1** – корпус щитового крепления с размерами 96×96×70 мм и степенью защиты со стороны передней панели IP54;  
**Щ2** – корпус щитового крепления с размерами 96×48×100 мм и степенью защиты со стороны передней панели IP20.  
**Д** – корпус для крепления на DIN-рейку с размерами 88×72×54 мм и степенью защиты со стороны лицевой панели IP20.

**Примечание.** Приборы в корпусе Д выпускают только с диапазоном напряжений питания «А».

**Тип входного датчика или сигнала:**

- ТС** – термопреобразователь сопротивления медный ТСМ с номинальной статической характеристикой (НСХ) 50М и  $W_{100} = 1,426$ ;  
– термопреобразователь сопротивления медный ТСМ с НСХ 50М и  $W_{100} = 1,428$ ;  
– термопреобразователь сопротивления платиновый ТСП с НСХ 50П и  $W_{100} = 1,385$  (Pt100);  
– термопреобразователь сопротивления платиновый ТСП с НСХ 50П и  $W_{100} = 1,391$ ;  
– термопреобразователь сопротивления медный ТСМ гр. 23;

4

- термопреобразователь сопротивления медный ТСМ с НСХ 100М и  $W_{100} = 1,426$ ;  
– термопреобразователь сопротивления медный ТСМ с НСХ 100М и  $W_{100} = 1,428$ ;  
– термопреобразователь сопротивления платиновый ТСП с НСХ 100П и  $W_{100} = 1,385$ ;  
– термопреобразователь сопротивления платиновый ТСП с НСХ 100П и  $W_{100} = 1,391$ .

Здесь  $W_{100}$  – отношение сопротивления датчика при 100 °С к его сопротивлению при 0 °С.

**Примечания**

1. НСХ термопреобразователей сопротивления ТСМ и ТСП соответствует ГОСТ Р 6651-94.
2. НСХ термопреобразователя сопротивления ТСМ гр. 23 соответствует ГОСТ 6651-78.

**ТПП(S)** – термомпара ТПП ("платина–платина/родий") с НСХ ПП (S);

**ТПП(R)** – термомпара ТПП ("платина–платина/родий") с НСХ ПП (R)

**ТПП** – термомпара ТПП («платина/платина–родий») с НСХ ПП (S);

– термомпара ТПП («платина/платина–родий») с НСХ ПП (R);

**ТП1** – термомпара ТХК («хромель/копель») с НСХ ХК (L);

– термомпара ТХА («хромель/алюмель») с НСХ ХА (K);

**ТП2** – термомпара ТНН («никросил/нисил») с НСХ НН (N);

– термомпара ТЖК («железо/константан») с НСХ ЖК (J) ;

**АТ** – унифицированный сигнал постоянного тока 0...20 мА;

– унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА;

– унифицированный сигнал постоянного тока 0...5 мА;

**АН** – унифицированный сигнал постоянного напряжения 0...1 В.

**Примечания**

1. НСХ термомпары соответствует ГОСТ Р 8.585.

2. Источники унифицированного сигнала соответствуют ГОСТ 26.011.

5

#### Тип встроенных выходных устройств (ВУ):

- Р** – реле электромагнитные
- К** – транзисторные оптопары структуры *n-p-n*-типа;
- С** – симисторные оптопары.

Приборы модификации ТРМ12Х-Х.ТС.Х, ТРМ12Х-Х.АТ.Х, ТРМ12Х-Х.АН.Х могут выпускаться класса точности 0,25 или 0,5. Модификации ТРМ12Х-Х.ТП1.Х, ТРМ12Х-Х.ТП2.Х, ТРМ12Х-Х.ТПП(С).Х, ТРМ12Х-Х.ТПП(R).Х выпускаются только класса точности 0,5. При заказе приборов класса точности 0,25 после его полного условного обозначения добавляется запись "Класс точности 0,25", для приборов класса точности 0,5 дополнительная запись не производится.

Пример записи приборов при их заказе и в документации другой продукции, где они могут быть применены:

#### **Прибор ТРМ12А-Н.ТС.К, класс точности 0,25**

При этом изготовлению и поставке подлежит одноканальный измеритель-регулятор типа ТРМ12 в корпусе настенного крепления, предназначенный для работы с термопреобразователями сопротивления, имеющий на выходе для управления исполнительными устройствами транзисторные оптопары. Класс точности измерителя - 0,25. Диапазон напряжений питания 187...242 В 50 Гц.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Микропроцессорный программируемый измеритель-регулятор типа ТРМ12 совместно с входным датчиком (термопреобразователем или унифицированным источником сигнала) предназначен для контроля и управления различными технологическими производственными процессами, где требуется повышенная точность поддержания значения измеряемого параметра.

Прибор ТРМ12 позволяет осуществлять следующие функции:

- измерение температуры и других физических величин (давления, влажности, расхода, уровня и т.п.) с помощью стандартных датчиков (см. модификации прибора);
- отображение текущего измерения на встроенном светодиодном цифровом индикаторе;
- управление электроприводом запорно-регулирующего (КЗР) или трехходового клапана без учета его положения;
- регулирование измеряемой величины по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону в системе "нагреватель-холодильник";
- автоматическое определение коэффициентов ПИД-регулятора (автонастройка).

Параметры измерения и регулирования задаются пользователем и сохраняются при отключении питания в энергонезависимой памяти прибора.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1. Технические характеристики прибора приведены в табл. 1 – 5.

Таблица 1

### Питание

Параметр	Тип прибора	
	ТРМ12А	ТРМ12Б
Напряжение питания	220В 50 Гц (допустимое отклонение: -15...+10%)	90...245 В переменного (частотой 47...63 Гц) тока, 110...370 В постоянного тока
Потребляемая мощность, не более	6 ВА	
Напряжение встроенного источника питания, В (только для нормирующих преобразователей датчиков с выходным унифицированным сигналом тока или напряжения)	27	24
Максимально допустимый ток встроенного источника питания, мА	100 мА	

8

Таблица 2  
**Диапазон измерений и разрешающая способность для датчиков разных типов**

Тип датчика	Диапазон измерения	Разрешающая способность
ТСМ с НСХ 50М и 100М	-50...+200 °С	0,1
ТСП с НСХ 50П и 100П	-199...+650 °С	0,1 <sup>1</sup>
ТХК(Л)	-50...+750 °С	0,1
ТХА(К)	-50...+1300 °С	1
ТПП(С)	0...+1600 °С	1
ТПП(Р)	0...+1600 °С	1
ТНН(Н)	-50...+1300 °С	1
ТЖК(Ж)	-50...+900 °С	0,1
Источник тока 0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА	0...100 %	0,1 %
Источник напряжения 0...1 В	0...100 %	0,1 %

<sup>1</sup> В диапазоне – 199... – 100 °С разрешающая способность прибора равна 1 °С.  
<sup>2</sup> Кроме модификаций приборов, работающих с термопарами.

9

Таблица 3

**Входные характеристики**

Параметр	Значение
Входное сопротивление прибора для унифицированного сигнала: тока 0...20 мА, 4...20 мА, 0...5 мА напряжения 0...1 В	100 Ом ± 0,5 % не менее 100 кОм
Время опроса входного датчика, не более	1,5 с
Предел допустимой основной приведенной погрешности измерения входной величины (без учета погрешности датчика)	0,25 % <sup>1</sup> или ±0,5 % в зависимости от класса точности прибора
<sup>1</sup> Только для модификации ТРМ12Х-Х.ТС.Х	

10

Таблица 4

**Встроенные выходные устройства**

Параметр	Значение
Максимальный ток, коммутируемый контактами реле	1 (8) А при напряжении 220 В 50 Гц и $\cos \varphi > 0,4$
Максимальный ток нагрузки транзисторной оптопары	200 мА при напряжении 50 В постоянного тока
Максимальный ток нагрузки оптосимистора	50 мА при напряжении до 250 В (в импульсном режиме частотой 50 Гц с длительностью импульса не более 5 мс – до 1 А)

Таблица 5

**Параметры корпусов**

Тип корпуса	настенный	щитовой Щ1	щитовой Щ2	DIN-реечный Д
Степень защиты корпуса	IP44	IP54 <sup>1</sup>	IP20 <sup>1</sup>	IP20 <sup>1</sup>
Габаритные размеры корпуса, мм	130×105×65	96×96×70	96×48×100	88×72×54
<sup>1</sup> Состороны передней панели				

11

2.2. Прибор соответствует группе климатического исполнения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в следующих условиях окружающей среды:

Температура воздуха, окружающего корпус прибора	+1...+50°C
Атмосферное давление	86...107 кПа
Относительная влажность воздуха (при температуре +35°C)	30...80%

12

### 3. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА

#### 3.1. Принцип действия

Функциональная схема прибора приведена на рис. 1. Прибор состоит из:

- входа для подключения первичных преобразователей (датчиков);
- блока обработки данных, предназначенного для цифровой фильтрации, коррекции и масштабирования входной величины;
- регулятора;
- двух выходных устройств (ВУ1 и ВУ2);
- индикатора.

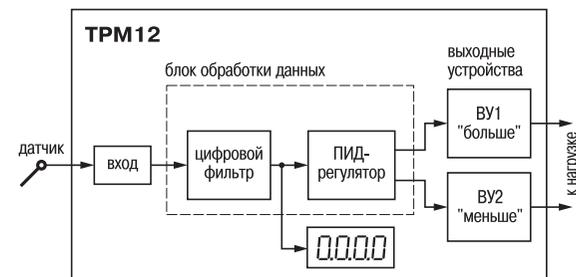


Рис. 1

13

### 3.1.1. Входы

Прибор может иметь несколько модификаций входов, к которым могут подключаться датчики различных типов (табл. 6).

Код типа датчика устанавливается пользователем при программировании согласно табл. 6 и *прил. Б*. Процедура установки параметров описана в п. 6.2.

Таблица 6

Тип входа	Датчик	
	Тип	Код
ТС	ТСМ 100MW <sub>100</sub> =1,426	00
	ТСМ 50MW <sub>100</sub> =1,426	01
	ТСП 100ПW <sub>100</sub> =1,385	02
	ТСП 100ПW <sub>100</sub> =1,391	03
	ТСП 50ПW <sub>100</sub> =1,385	07
	ТСП 50ПW <sub>100</sub> =1,391	08
	ТСМ 50MW <sub>100</sub> =1,428	09
	ТСМ 100MW <sub>100</sub> =1,428	14
	ТСМ гр. 23	15
ТП1	ТХК(L)	04
	ТХА(K)	05
ТП2	ТНН(N)	19
	ТЖК(J)	20
ТПП(S)	ТПП(S)	17
ТПП(R)	ТПП(R)	18
АТ	Униф. ток 4...20 мА	10
	Униф. ток 0...20 мА	11
	Униф. ток 0...5 мА	12
АН	Униф. напряж. 0...1 В	13

14

#### 3.1.1.1. Подключение термопреобразователей сопротивления

Работа термопреобразователей сопротивления основана на температурной зависимости электрического сопротивления металлов. Датчик, как правило, выполнен в виде катушки из тонкой медной или платиновой проволоки на каркасе из изоляционного материала, заключенной в защитную гильзу. Термопреобразователи сопротивления характеризуются двумя параметрами:  $R_0$  – сопротивление датчика при 0 °С и  $W_{100}$  – отношение сопротивления датчика при 100 °С к его сопротивлению при 0 °С.

В приборах ТРМ12 используется трехпроводная схема подключения термопреобразователей сопротивления. К одному из выводов  $R_t$  подсоединяются два провода, а третий подключается к другому выводу  $R_t$  (см. рис. 2). Такая схема при соблюдении условий равенства сопротивлений всех трех проводов позволяет скомпенсировать их влияние на измерение температуры.

Термопреобразователи сопротивления могут подключаться к прибору с использованием двухпроводной схемы подключения, но при этом отсутствует компенсация сопротивления соединительных проводов и поэтому будет наблюдаться некоторая зависимость показаний прибора от колебаний температуры проводов. В случае использования двухпроводной схемы необходимо при подготовке прибора к работе выполнить действия, указанные в *прил. В*.

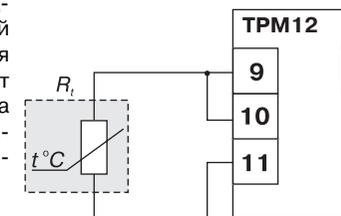


Рис. 2

15

### 3.1.1.2. Подключение термоэлектрических преобразователей

Термоэлектрический преобразователь (термопара) состоит из двух соединенных на одном из концов проводников, изготовленных из металлов, обладающих разными термоэлектрическими свойствами. Соединенные концы, называемые рабочим спаем, опускают в измеряемую среду, а свободные концы термопары (*холодный спай*) подключают ко входу ТРМ12 (клеммы 10 и 11) (рис. 3). Если температуры «рабочего» и «холодного спаев» различны, то термопара выработывает термоЭДС, которая и подается на измеритель.

Поскольку термоЭДС зависит от разности температур двух спаев термопары, то для получения корректных показаний необходимо знать температуру «холодного спаев», чтобы скомпенсировать эту разницу в дальнейших вычислениях.

В модификациях приборов, предназначенных для работы с термопарами, предусмотрена схема автоматической компенсации температуры свободных концов термопары. Датчиком температуры «холодного спаев» служит полупроводниковый диод, установленный рядом с присоединительным клеммником.

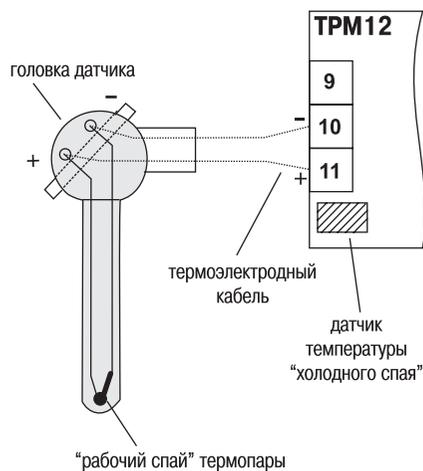


Рис. 3

Подключение термопар к прибору должно производиться с помощью специальных компенсационных (термоэлектродных) проводов, изготовленных из тех же самых материалов, что и термопара. Допускается также использовать провода из металлов с термоэлектрическими характеристиками, которые в диапазоне температур 0...100 °С аналогичны характеристикам материалов электродов термопары. При соединении компенсационных проводов с термопарой и прибором необходимо соблюдать полярность. При нарушении указанных условий могут иметь место значительные погрешности при измерении.

Во избежание влияния помех на измерительную часть прибора линию связи прибора с датчиком рекомендуется экранировать. В качестве экрана может быть использована заземленная стальная труба.

### 3.1.1.3. Подключение датчиков, имеющих нормирующий преобразователь с унифицированным выходным сигналом тока или напряжения

Многие датчики различных физических величин оснащены нормирующими измерительными преобразователями. Нормирующие преобразователи преобразуют сигналы с первичных преобразователей (термопар, термопреобразователей сопротивления, манометров, расходомеров и др.) в унифицированный сигнал постоянного тока или постоянного напряжения.

Диапазон выходного тока (напряжения) нормирующего преобразователя пропорционален значению физической величины, измеряемой датчиком, и соответствует рабочему диапазону датчика, указанному в его технических характеристиках.

Для работы нормирующих преобразователей используется дополнительный внешний источник питания постоянного тока. Такой гальванически изолированный от схемы прибора источник имеется в модификациях приборов ТРМ12Х-Х.АТ.Х, ТРМ12Х-Х.АН.Х. На рис. 4 показана двухпроводная схема подключения датчика с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА к прибору со встроенным источником питания, а на рис. 5 – схема подключения датчиков 0...5 мА, 0...20 мА, 0...1 В по трехпроводной линии.

Нагрузкой для нормирующего преобразователя является прецизионный резистор с сопротивлением  $R_{\text{вх}} = 100 \text{ Ом} \pm 0,5 \%$ .

Схемы подключения датчиков приведены в прил. Г.



Рис. 4

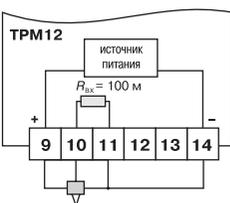


Рис. 5

### 3.1.2. Обработка входного сигнала

Сигнал, полученный с датчика, преобразуется в цифровое значение измеряемой величины (температуры, давления, расхода и т.д.).

При работе с датчиками, формирующими на выходе унифицированный сигнал тока или напряжения (модификации АТ и АН), можно произвольно задавать шкалу измерения. Для этого устанавливаются следующие параметры работы прибора: «нижняя» и «верхняя» границы шкалы измерения» и «положение десятичной точки» (см. прил. Б).

Параметр «нижняя граница шкалы измерения» определяет, какое значение измеряемой величины будет выводиться на индикатор при минимальном уровне сигнала с датчика (например, 4 мА для датчика с выходным сигналом тока 4...20 мА).

Параметр «верхняя граница шкалы измерения» определяет, какое значение измеряемой величины будет выводиться на индикатор при максимальном уровне сигнала с датчика (например, 20 мА для датчика с выходным сигналом тока 4...20 мА или 1 В для датчика с выходным сигналом напряжения 0...1 В).

Параметр «положение десятичной точки» определяет количество знаков после запятой, которое будет выводиться на индикатор.

#### 3.1.2.1. Коррекция измерений

Преобразованные значения могут быть откорректированы пользователем с целью устранения начальной погрешности преобразования входных датчиков. Эти погрешности выявляются после проведения метрологических испытаний и устраняются путем ввода корректирующего значения  $\delta$ , устанавливаемого в параметре «сдвиг характеристики» (см. прил. Б). К каждому вычисленному значению измеренной величины  $T_{\text{изм}}$  прибавляется значение этого параметра, и тогда на индикатор выводится значение  $T_r$ .

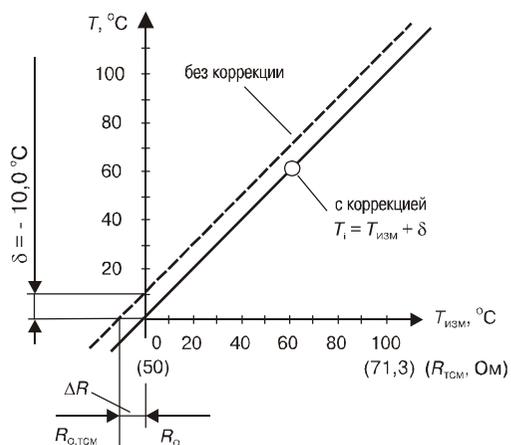


Рис. 6

Коррекция «сдвиг характеристики» используется для компенсации погрешностей, вносимых сопротивлением подводящих проводов (при подключении термопреобразователей сопротивления по двухпроводной схеме) (см. *прил. В*), а также при отклонении у термопреобразователя сопротивления значения  $R_0$  от стандартного. Пример коррекции «сдвига характеристики» из-за отклонения значения  $R_0$  показан для датчика ТСМ 50 (рис. 6).

**Примечание.** Для термопреобразователей сопротивления типа ТСП на коррекцию «сдвига характеристики» оказывает влияние нелинейность НСХ датчика, вследствие чего значение  $\delta$  может оказаться неточным. Тогда необходимо ввести уточненное значение параметра.

### 3.1.2.2. Цифровая фильтрация измерений

Для улучшения эксплуатационных качеств прибора в блок обработки данных введен цифровой фильтр, позволяющий уменьшить влияние случайных помех на измерение контролируемых величин.

Работа фильтра описывается параметром «глубина цифрового фильтра»  $N$  (см. *прил. Б*), определяющим количество последних  $N$  измерений, для которых прибор вычисляет среднее арифметическое. Полученная величина поступает на вход регулятора.

Вид переходных характеристик для разных  $N$  показан на рис. 7. При значении параметра равном 0 или 1, фильтр выключен. Уменьшение значения  $N$  приводит к более быстрой реакции прибора на скачкообразные изменения контролируемой величины, но снижает помехозащищенность измерительного тракта. Увеличение значения  $N$  приводит к улучшению помехозащищенности, но вместе с этим повышает инерционность прибора.

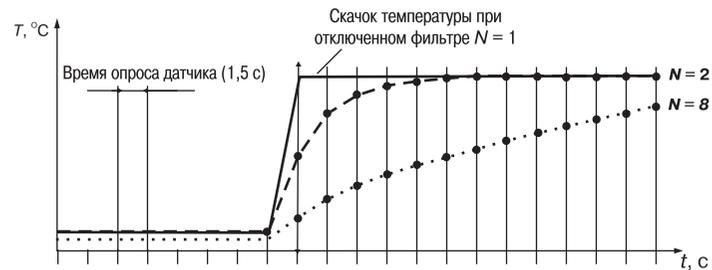


Рис. 7

### 3.1.3. Регулятор

Регулятор ТРМ12 работает в одном из двух режимов:

- ПИ-регулятор для управления задвижками и трехходовыми клапанами;
- ПИД-регулятор системы "нагреватель-холодильник".

#### 3.1.3.1. ПИ-регулятор для управления задвижками и трехходовыми клапанами

Устройство типа "задвижка" имеет электрический привод, две пары контактов для управления направлением ее вращения. Это устройство управляется только импульсными сигналами.

При подаче управляющих импульсов на первую пару контактов задвижка перемещается в одну сторону, например, открывается, при подаче импульсов на вторую – закрывается.

Прибор ТРМ12 управляет задвижкой без учета ее положения. Средняя скорость перемещения задвижки  $v_{cp}$ , необходимая для конкретного процесса вычисления, определяется по формуле:

$$H_{cpi} = \frac{1}{X_p} \cdot \left( \Delta E_i + \frac{1}{\Phi_i} \cdot E_i \right),$$

- где  $X_p$  – полоса пропорциональности;  
 $E_i$  – разность между заданным  $T_{уст}$  и текущим  $T_i$  значением измеряемой величины, или рассогласование;  
 $\Delta E_i$  – разность между двумя соседними измерениями  $E_i$ ;

$\tau_{и}$  – постоянная времени интегрирования.

Вычисленная величина  $v_{cp}$  преобразуется в относительную длительность импульсов  $D$  на соответствующей паре контактов:

$$D = \left| H_{cp} \right| \cdot T_{cl},$$

- где  $D$  – длительность импульсов;  
 $T_{cl}$  – период следования импульсов.

#### 3.1.3.2. ПИД-регулятор для системы "нагреватель-холодильник"

Используется, если для регулирования применяются два исполнительных устройства: "нагреватель" и "холодильник".

На выходе регулятора вырабатывается выходной (управляющий) сигнал  $Y$ , действие которого направлено на уменьшение рассогласования текущего значения контролируемой величины от заданного:

$$Y_i = \frac{1}{X_p} \left( E_i + \phi_d \frac{\Delta E_i}{\Delta t_{изм}} + \frac{1}{\phi_i} \sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{изм} \right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

- где  $X_p$  – полоса пропорциональности;  
 $E_i$  – разность между заданным  $T_{уст}$  и текущим  $T_i$  значением измеряемой величины, или рассогласование;  
 $\tau_d$  – постоянная времени дифференцирования;  
 $\Delta E_i$  – разность между двумя соседними рассогласованиями  $E_i$  и  $E_{i-1}$ ;

$\Delta t_{\text{изм}} = 1,5 \text{ с}$  – время между двумя соседними измерениями  $T_i$  и  $T_{i-1}$ ;  
 $\tau_{\text{и}}$  – постоянная времени интегрирования;

$\sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{\text{изм}}$  – накопленная сумма рассогласований.

Из формулы (1) видно, что при ПИД-регулировании сигнал управления зависит от:

1)  $E_i$  – разницы между текущим значением измеряемой величины  $T_i$  и заданным значением параметра  $T_{\text{уст}}$ .

отношение  $\frac{E_i}{X_p}$  называется *пропорциональной составляющей* выходного сигнала;

2) скорости изменения параметра  $\frac{\Delta E_i}{\Delta t_{\text{изм}}}$ , которая позволяет улучшить качество пере-

ходного процесса; выражение  $\frac{1}{X_p} \phi_d \frac{\Delta E_i}{\Delta t_{\text{изм}}}$  называется *дифференциальной составляющей* выходного сигнала.

3) накопленной ошибки регулирования  $\sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{\text{изм}}$ , которая позволяет добиться

максимально быстрого достижения температуры уставки; выражение  $\frac{1}{X_p} \frac{1}{\phi} \sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{\text{изм}}$

называется *интегральной составляющей* выходного сигнала;

Для эффективной работы ПИД-регулятора необходимо установить правильные для конкретного объекта регулирования значения коэффициентов ПИД-регулятора  $X_p$ ,  $\tau_d$  и  $\tau_{\text{и}}$ , которые пользователь может определить либо в режиме АВТОНАСТРОЙКА (см. разд. 6.3), либо ручной настройкой по методике, изложенной в *прил. Д*.

Для импульсного управления выходной сигнал преобразуется в последовательность управляющих импульсов с периодом следования  $T_{\text{сл}}$  и длительностью каждого импульса  $D$ , которая определяется по формуле:

$$D = Y_i \frac{T_{\text{сл}}}{100 \%}$$

В обоих режимах работы регулятора импульсы выдаются на ВУ1 "больше" при  $Y > 0$  или  $v_{\text{ср}} > 0$ , на ВУ2 "меньше" – при  $Y < 0$  или  $v_{\text{ср}} < 0$ .

Тип выходного устройства (тип управления) необходимо указать в параметре «Тип выходного сигнала» (см. *прил. Б*).

Для электромагнитных реле этот параметр задают равным 0, для бесконтактных ключей (тириستоров, твердотельных реле) – 1. Минимальные значения длительности приведены в табл. 7.

Таблица 7

Тип выходного сигнала		$D_{\min}$ , мс
Устройство	Значение параметра	
Э/м реле	0	200
Бесконтактные ключи	1	6

Значение параметра «Период следования импульса» ( $T_{\text{сл}}$ ) влияет на частоту выходного сигнала ПИД-регулятора. Для более эффективной работы ПИД-регулятор должен иметь мгновенную реакцию на изменения регулируемой величины, т.е. частота выходного сигнала должна быть приблизительно равной частоте опроса входного датчика. Поэтому следует устанавливать значение  $T_{\text{сл}}$ , равным 1...2 с, что возможно только при использовании электронных ключей (тиристоров, симисторов). Увеличение периода следования управляющих импульсов позволяет при использовании в качестве исполнительного устройства электромагнитного реле или пускателя удлинить срок службы силовых контактов, но может ухудшить качество регулирования.

### 3.1.3.3. Тип исполнительного устройства регулятора

3.1.3.3.1. Задвижка может работать в контуре нагрева или охлаждения. Поэтому необходимо задать “тип исполнительного устройства”: нагреватель или холодильник (см. прил. Б и рис. 18 на стр. 43).

*Нагревателем* условно называют устройство, при включении которого увеличивается значение измеряемого параметра. *Холодильником* называют устройство, при включении которого уменьшается значение измеряемого параметра.

3.1.3.3.2. Для исключения излишних срабатываний регулятора при небольшом значении рассогласования  $E_i$  для вычисления значений  $Y_i$  по формуле (1) используется уточненное значение  $E_p$ , вычисленное в соответствии с условиями:

$$\begin{aligned} \text{если } |E_i| < X_d, & \quad \text{то } E_p = 0; \\ \text{если } E_i > X_d, & \quad \text{то } E_p = E_i - X_d; \\ \text{если } E_i < -X_d, & \quad \text{то } E_p = E_i + X_d \end{aligned}$$

где  $X_d$  – зона чувствительности (рис. 8).

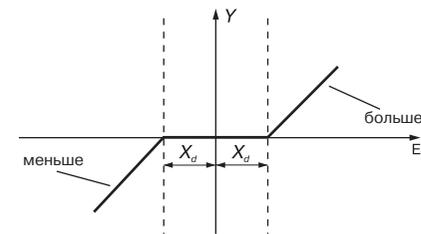


Рис. 8

Значение зоны нечувствительности задается в параметре «зона нечувствительности» (см. прил. Б и рис. 18 на стр. 43).

3.1.3.3.3. Выходной сигнал  $Y_{\text{вых}}$  может быть ограничен некоторой заданной величиной  $Y_{\text{огр}}$ , устанавливаемой в параметре «ограничение максимального выходного сигнала» (см. прил. Б). Если выходной сигнал регулятора  $Y_i$  превышает заданную величину, то на исполнительное устройство выдается сигнал  $Y_{\text{вых}} = Y_{\text{огр}}$  (см. рис. 9).

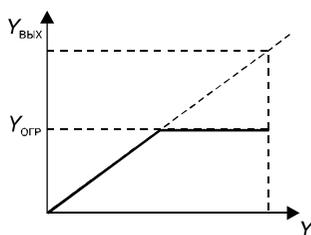


Рис. 9

### 3.1.4. Выходные устройства

3.1.4.1. В стандартном исполнении в TPM12 устанавливаются два выходных устройства одного и того же типа: электромагнитные реле, транзисторные или симисторные оптопары. Выходные устройства используются для управления (включения/выключения) нагрузкой либо непосредственно, либо через более мощные управляющие элементы, такие как пускатели, твердотельные реле, тиристоры или симисторы.

Транзисторная оптопара и оптосимистор имеют гальваническую развязку от схемы прибора.

Транзисторная оптопара применяется, как правило, для управления низковольтным реле (до 50 В). Схема включения приведена на рис. 10. Во избежания выхода из строя транзистора из-за большого тока самоиндукции параллельно обмотке реле P1 необходимо устанавливать диод VD1, рассчитанный на напряжение 100 В и ток 1 А.

Оптосимистор включается в цепь управления мощного симистора через ограничивающий резистор R1 по схеме, показанной на рис. 11. Значение сопротивления резистора определя-

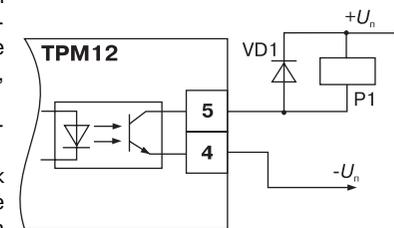


Рис. 10

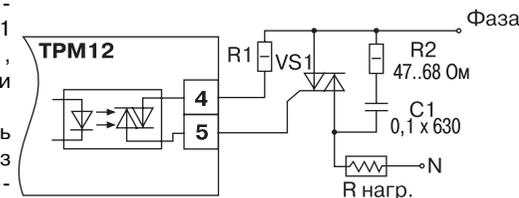


Рис. 11

ет величину тока управления симистора. Оптосимистор может также управлять парой встречно-параллельно включенных тиристоров VS1 и VS2 (рис. 12). Для предотвращения пробоя тиристоров из-за высоковольтных скачков напряжения в сети к их выводам рекомендуется подключать фильтрующую RC-цепочку (R2C1).

Оптосимистор имеет встроенное устройство перехода через ноль и поэтому обеспечивает полное открытие подключаемых тиристоров без применения дополнительных устройств.

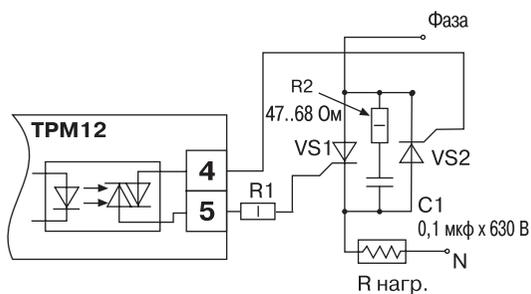


Рис. 12

## 3.2. Устройство прибора

### 3.2.1. Конструкция

3.2.1.1. Прибор изготавливают в пластмассовых корпусах четырех типов, предназначенных для щитового или настенного крепления (см. *прил. А*).

3.2.1.2. Все элементы прибора размещены на двух печатных платах. На лицевой панели расположены клавиатура управления прибором, цифровой индикатор и светодиоды, на задней силовая и измерительная части, а также присоединительный клеммник.

3.2.1.3. Для установки прибора в щит в комплекте прилагаются крепежные элементы.

3.2.1.4. Клеммник для подсоединения внешних связей (датчиков, выходных цепей и питания) у приборов щитового крепления находится на задней стенке. В приборах настенного крепления клеммник расположен под верхней крышкой. В отверстиях подвода внешних связей установлены резиновые уплотнители.

В приборах ТРМ12-Д на 3,4 контакты выходного разъема выведено напряжение встроенного источника питания 27 В.

### 3.2.2. Индикация и управление

3.2.2.1. На лицевой панели расположены элементы управления и индикации (рис. 13) для корпусов:

- настенного (Н) и щитового (Щ1) крепления, рис. 13, а;
- щитового (Щ2) крепления, рис. 13, б;
- DIN-реечного (Д) крепления, рис. 13, в.

3.2.2.2. Четырехразрядный цифровой индикатор предназначен для отображения значений измеряемых величин и программируемых параметров прибора.

3.2.2.3. Восемь светодиодов красного свечения сигнализируют о различных режимах работы:

- светодиоды "К1" и "К2" – о включении ВУ "больше" и "меньше" соответственно;
- светодиоды "Т", "τ<sub>и</sub>", "τ<sub>д</sub>", "Х<sub>р</sub>", "С1", "С2" засвечиваются в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ и сигнализируют о том, какой параметр выбран для установки (см. п. 6.2).

3.2.2.4. Кнопка  предназначена для входа в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ, а также для записи установленных значений в энергонезависимую память прибора.

3.2.2.5. Кнопка  предназначена для изменения значения программируемого параметра.

3.2.2.6. Кнопка  предназначена для выбора изменяемого разряда параметра.

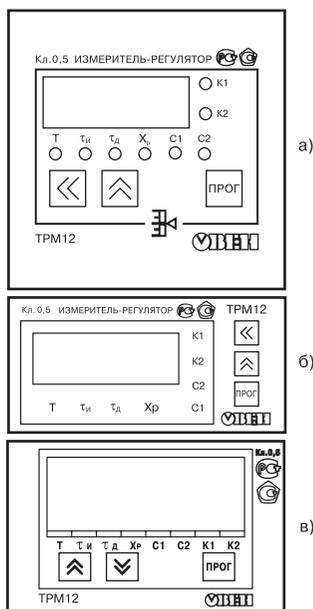


Рис. 13

## 4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. По способу защиты от поражения электрическим током прибор соответствует классу 0 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

4.2. При эксплуатации, техническом обслуживании и поверке необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3. 019-80, "Правил эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей".

4.3. При эксплуатации и техническом обслуживании необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, "Правил эксплуатации электроустановок потребителей", "Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей".

4.4. На открытых контактах клеммника прибора при эксплуатации присутствует напряжение величиной до 250 В, опасное для человеческой жизни.

4.5. Любые подключения к прибору и работы по его техническому обслуживанию производить только при отключенном питании прибора и исполнительных механизмов.

**ВНИМАНИЕ!** В связи с наличием на клеммнике опасного для жизни напряжения приборы, изготовленные в корпусах щитового крепления (модификации TRM12X-Щ1.X.X и TRM12X-Щ2.X.X), должны устанавливаться в щитах управления, доступных только квалифицированным специалистам.

## 5. МОНТАЖ ПРИБОРА НА ОБЪЕКТЕ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

### 5.1. Монтаж прибора

5.1.1. Подготовить на щите управления место для установки прибора в соответствии с *прил. А*.

5.1.2. Установить прибор на щите управления, используя для его крепления монтажные элементы, входящие в комплект поставки прибора.

#### Установка приборов настенного крепления

1. Закрепить кронштейн тремя винтами М4 на поверхности, предназначенной для установки прибора (см. *прил. А* и рис. 14, а).

**Примечание.** Винты для крепления кронштейна не входят в комплект поставки.

2. Зацепить крепежный уголок на задней стенке прибора за верхнюю кромку кронштейна (рис. 14, б).

3. Прикрепить прибор к кронштейну винтом М4 х 35 из комплекта поставки (рис. 14, в).

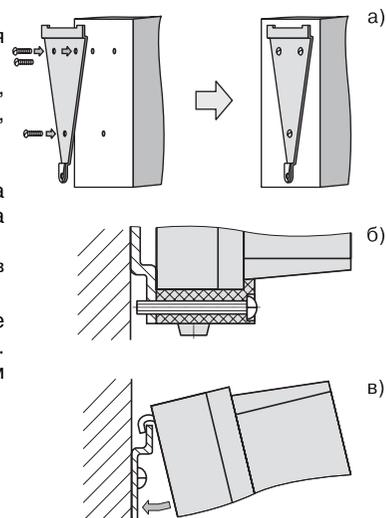


Рис. 14

#### Установка приборов щитового крепления

1. Вставить прибор в специально подготовленное отверстие на лицевой панели щита (см. *прил. А* и рис. 15, а).

2. Вставить фиксаторы из комплекта поставки в отверстия на боковых стенках прибора (рис. 15, б).

3. С усилием завернуть винты М4 х 35 в отверстиях каждого фиксатора так, чтобы прибор был плотно прижат к лицевой панели щита.

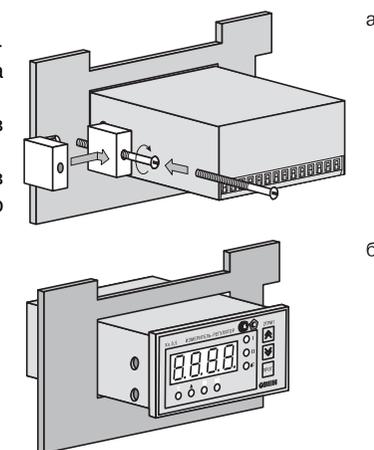


Рис. 15

## 5.2. Монтаж внешних связей

### 5.2.1. Общие требования

5.2.1.1. Подключение прибора следует производить к сетевому фидеру 220 В 50 Гц, не связанному непосредственно с питанием мощного силового оборудования. Во внешней цепи рекомендуется установить выключатель питания, обеспечивающий отключение прибора от сети и плавкие предохранители на ток 0,5 А.

5.2.1.2. Схемы подключения датчиков к приборам различных модификаций приведены в *прил. Г*. Параметры линии соединения прибора с датчиком приведены в табл. 8.

5.2.1.3. Встроенный в ТРМ12 источник постоянного напряжения 24 В (27 В) следует использовать для питания активных датчиков с аналоговым выходом (п. 3.1.1.3)

### 5.2.2. Указания по монтажу

5.2.2.1. Подготовить кабели для соединения прибора с датчиками, исполнительными механизмами и внешними устройствами, а также с источником питания 220 В 50 Гц.

Для обеспечения надежности электрических соединений рекомендуется использовать кабели с медными многопроволочными жилами, концы которых перед подключением следует тщательно зачистить и облудить. Зачистку жил кабелей необходимо выполнять с таким расчетом, чтобы их оголенные концы после подключения к прибору не выступали за пределы клеммника. Сечение жил кабелей не должно превышать 1 мм<sup>2</sup>.

5.2.2.2. При прокладке кабелей следует выделить линии связи, соединяющие прибор с датчиками в самостоятельную трассу (или несколько трасс), располагая ее (или их) отдельно от силовых кабелей, а также от кабелей, создающих высокочастотные и импульсные помехи.

Таблица 8

Тип датчика	Длина линии	Сопротивление линии	Исполнение линии
Термопреобразователь сопротивления	не более 100 м	не более 15,0 Ом	Трехпроводная, провода равной длины и сечения
Термопара	не более 20 м	не более 100 Ом	Термоэлектродный кабель (компенсационный)
Унифицированный сигнал постоянного тока	не более 100 м	не более 100 Ом	Двухпроводная
Унифицированный сигнал постоянного напряжения	не более 100 м	не более 5,0 Ом	Двухпроводная

Для защиты входных устройств ТРМ12 от влияния промышленных электромагнитных помех линии связи прибора с датчиками следует экранировать. В качестве экранов могут быть использованы как специальные кабели с экранирующими оплетками, так и заземленные стальные трубы подходящего диаметра.

Экраны кабелей следует подключить к заземленному контакту в щите управления.

Соединение общей точки схемы прибора с заземленными частями объекта запрещается.

### 5.3. Подключение прибора

5.3.1. Подключение прибора к сети питания и исполнительных устройств управления производится по схемам, приведенным в *прил. Г*, соблюдая изложенную ниже последовательность действий:

- 1) произвести подключение прибора к исполнительным механизмам и внешним устройствам, а также к источнику питания;
- 2) подключить линии связи “прибор – датчики” к первичным преобразователям;
- 3) подключить линии связи “прибор – датчики” к входам прибора.

#### **ВНИМАНИЕ!**

1. Клеммные соединители прибора, предназначенные для подключения сети питания и внешнего силового оборудования, рассчитаны на максимальное напряжение 250 В. Во избежание электрического пробоя или перекрытия изоляции подключение к контактам прибора источников напряжения выше указанного запрещается. Например, при работе в составе трехфазной сети 380/220 В недопустимо подключение к соответствующим контактам из группы 1...8 разных фаз напряжения питания.

2. Для защиты входных цепей прибора от возможного пробоя зарядами статического электричества накопленного на линиях связи “прибор – датчики” перед подключением к клеммнику прибора их жилы следует на 1...2 с соединить с винтом заземления щита.

3. Рабочий спай термопары должен быть электрически изолирован от внешнего оборудования!

5.3.2. После подключения всех необходимых связей подать на прибор питание. На цифровом индикаторе примерно на 3 с в двух левых разрядах появится код датчика, установленный по умолчанию и зависящий от модификации, а в двух правых – две единицы,

означающие, что защита от изменения параметров регулирования не установлена, после чего прибор перейдет в режим РАБОТА. При исправности датчиков и линии связи на цифровом индикаторе отобразится текущее значение измеряемой величины. Если после подачи питания на индикаторе появились прочерки, или показания прибора не соответствуют реальным значениям измеряемых величин, проверьте исправность датчика и целостность линии связи, а также правильность их подключения.

**ВНИМАНИЕ!** При проверке исправности датчика и линии связи необходимо отключить прибор от сети питания. Во избежание выхода прибора из строя при “прозвонке” связей используйте измерительные устройства с напряжением питания, не превышающим 4,5 В, при более высоких напряжениях питания этих устройств отключение датчика от прибора обязательно.

## 6. РЕЖИМЫ НАСТРОЙКИ И РАБОТЫ ПРИБОРА

### 6.1. Общие указания

6.1.1. Прибор может функционировать в одном из режимов: РАБОТА, ПРОГРАММИРОВАНИЕ, АВТОНАСТРОЙКА.

6.1.2. При включении питания прибор автоматически входит в режим РАБОТА. До начала эксплуатации необходимо:

- установить параметры работы прибора в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ (см. разд. 6.2);
- если прибор используется как ПИД-регулятор, провести АВТОНАСТРОЙКУ (см. разд. 6.3.);
- проверить точность регулирования, переключив прибор в режим РАБОТА (разд. 6.4). Если результаты проверки точности не устраивают, определить коэффициенты ПИД-регулятора с помощью ручной настройки (*прил. Д*).

### 6.2. Режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ

6.2.1. Режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ предназначен для задания и записи в энергонезависимую память прибора требуемых при эксплуатации параметров измерения и регулирования. Заданные значения параметров сохраняются в памяти прибора при выключении питания. Если в течение 20 с в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ не производятся операции с кнопками, прибор автоматически возвращается в режим РАБОТА.

**ВНИМАНИЕ!** На время работы прибора в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ прекращается изменение выходного сигнала ПИД-регулятора, работающего в системе "нагреватель-холодильник", при управлении задвижками выходные устройства отключаются.

6.2.2. В приборе предусмотрены два уровня программирования. На первом уровне осуществляется просмотр и изменение значений параметров регулирования (группа 1): уставки регулятора Т и коэффициентов ПИД-регулятора:  $X_p$ ,  $\tau_i$  и  $\tau_d$ . Вход на первый уровень программирования осуществляется кратковременным (около 1 с) нажатием на кнопку 

Последовательность работы с прибором при программировании на первом уровне приведена на рис. 16, а допустимые значения параметров в *прил. Б*.

6.2.3. На втором уровне программирования осуществляется просмотр и необходимое изменение параметров работы прибора. Эти параметры разделены на две группы, доступ к этим параметрам осуществляется только через коды:

- для 2-й группы параметров код доступа 0107;
- для 3-й группы параметров код доступа 0108.

Вход на второй уровень программирования осуществляется из первого уровня нажатием и удерживанием кнопки  более 6 с до появления на индикаторе горизонтальных прочерков. Последовательность процедур программирования прибора на втором уровне для обеих групп параметров приведены на рис. 17 и 18.

6.2.4. Для защиты параметров регулирования от несанкционированного изменения в приборе заложена функция блокировки изменений. При установленном запрете остается возможность просмотра ранее заданных значений этих параметров.

### 6.3. Автонастройка

#### ВНИМАНИЕ!

Режим АВТОНАСТРОЙКА работает только для ПИД-регулятора при управлении системой "нагреватель-холодильник" (п. 3.1.3.2.).

Для настройки ПИ-регулятора, работающего с задвижками, АВТОНАСТРОЙКА не работает, следует использовать методику, приведенную в *прил. Д*.

Режим АВТОНАСТРОЙКА предназначен для автоматического определения оптимальных значений коэффициентов ПИД-регулятора  $\tau_i$ ,  $\tau_d$  и  $X_p$  при работе конкретной системы. Автонастройку рекомендуется проводить при пуске и наладке системы, а также при значительном изменении характеристик объекта (загрузки печи, объема нагреваемой жидкости, мощности нагревательного элемента и т.п.).

Вход в режим АВТОНАСТРОЙКА осуществляется через код доступа 8206. После набора кода и нажатия кнопки  регулятор выдает непрерывный максимальный выходной сигнал, соответствующее реле замыкается и начинают мигать светодиоды " $\tau_i$ ", " $\tau_d$ " и " $X_p$ ". Как только скорость изменения регулируемого параметра начнет уменьшаться, процесс автонастройки заканчивается, мигающая засветка светодиодов " $\tau_i$ ", " $\tau_d$ " и " $X_p$ " меняется на непрерывную, регулятор выключается и вычисляет коэффициенты ПИД-регулятора: полосу пропорциональности  $X_p$ , постоянную времени дифференцирования  $\tau_d$ , постоянную времени интегрирования  $\tau_i$ . После окончания автонастройки необходимо нажатием кнопки  перевести прибор в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ, в котором можно просмотреть и скорректировать полученные значения коэффициентов.

### 6.4. Режим РАБОТА

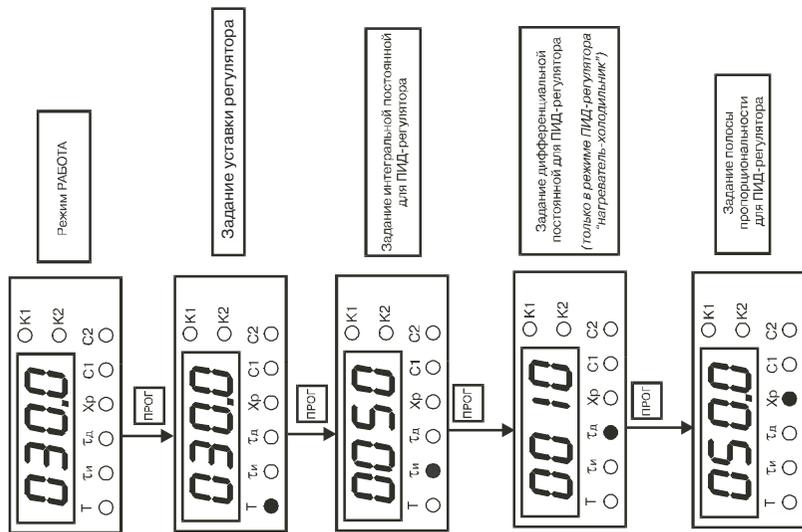
В режиме РАБОТА ТРМ12 производит опрос входного датчика, вычисляя по полученным данным текущие значения измеряемой величины, отображает их на цифровом индикаторе и выдает соответствующий сигнал на выходные устройства.

В процессе работы прибор непрерывно контролирует исправность входного датчика и в случае возникновения аварии по входу прибор сигнализирует об этом выводом на цифровой индикатор сообщения в виде горизонтальных прочерков. Выходные устройства при этом выключаются. Аварийная ситуация возникает при выходе из строя датчика (обрыв или короткое замыкание термопреобразователей сопротивления, обрыв термопары, обрыв или короткое замыкание датчика, оснащенного выходным сигналом тока 4...20 мА) или обрыве линии связи датчика с прибором.

**Примечание.** Аварийная ситуация возникает также в случае, если выходной сигнал датчика менее 3,5 мА при установленном типе входного сигнала 4...20 мА (код типа датчика 10).

В случае короткого замыкания термопары на индикаторе отображается температура "холодного спая", равная температуре клеммника прибора. В случае обрыва или замыкания датчика (или линий связи) с унифицированным выходным сигналом тока 0...5 мА, 0...20 мА или напряжения 0...1 В на индикаторе отображается значение нижней границы диапазона измерения, установленное в соответствующем параметре. После устранения неисправности работа прибора автоматически восстанавливается.

В режиме РАБОТА прибор управляет внешними исполнительными устройствами в соответствии с заданным режимом работы регулятора (пп. 3.1.3). Визуальный контроль за работой выходных устройств осуществляется оператором по светодиодам "K1" и "K2", расположенными на передней панели прибора. Засветка светодиода сигнализирует о переводе соответствующего выходного устройства в состояние "ВКЛЮЧЕНО", а погасание – в состояние "ОТКЛЮЧЕНО".



44

Рис. 16

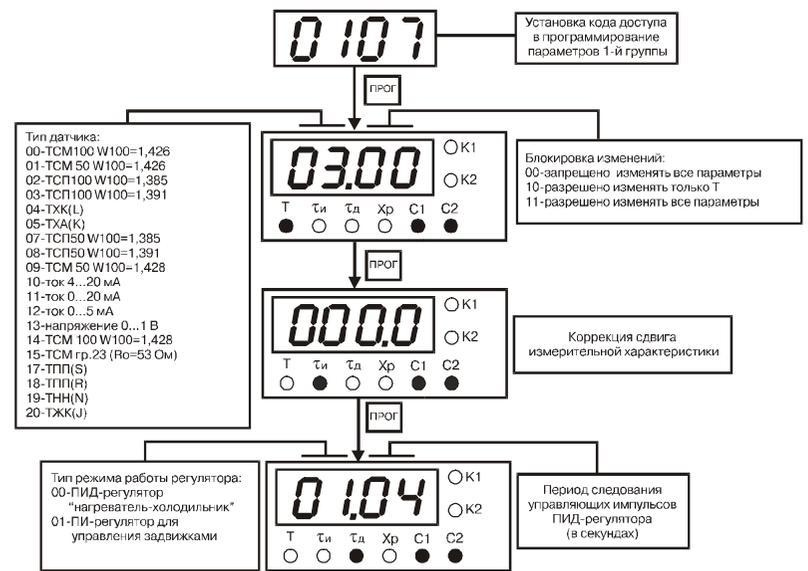


Рис. 17

45

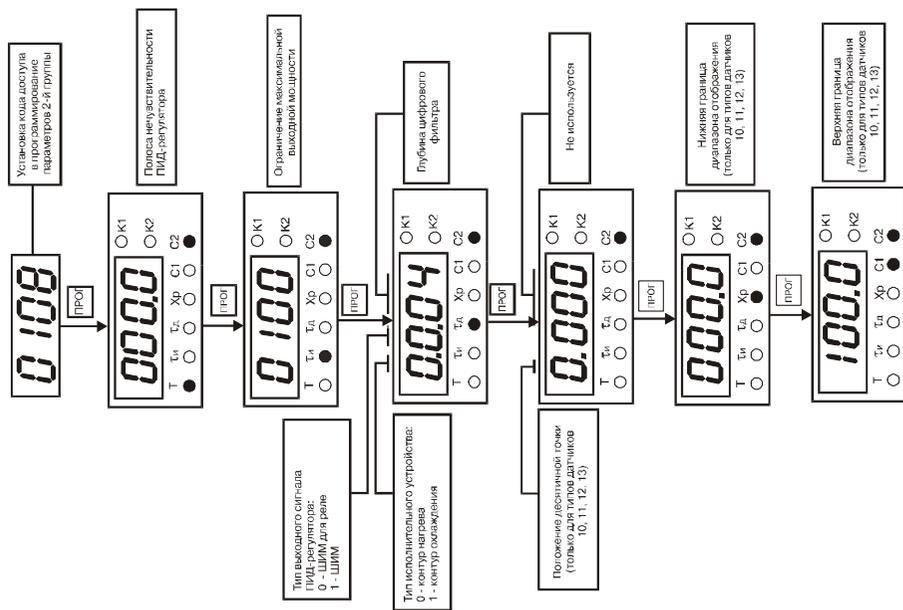


Рис. 18

## 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 7.1. Общие указания

Техническое обслуживание прибора проводится не реже одного раза в шесть месяцев и состоит в контроле крепления прибора, контроле электрических соединений, а также удалении пыли и грязи с клеммника прибора.

### 7.2. Поверка прибора

7.2.1. Поверку прибора проводят территориальные органы или ведомственная метрологическая служба потребителя, имеющая право поверки. Требования к поверке, порядок, основные этапы проведения определяются методикой КУВФ.920.380.01 МП.

7.2.2. Методика поверки поставляется по требованию заказчика.

7.2.3. Межповерочный интервал – 2 года.

### 7.3. Юстировка прибора

7.3.1. Необходимость юстировки выявляется после проведения поверки прибора согласно методике КУВФ 920.380.01 МП.

7.3.2. Порядок действий при юстировке приведен в *прил. Е*.

## **8. МАРКИРОВКА**

### 8.1. Маркировка прибора

На прибор наносятся:

- обозначение прибора в соответствии с ТУ 4211–002–46526536–00;
- класс точности;
- наименование предприятия-изготовителя;
- год изготовления;
- обозначение напряжения и частоты тока питания;
- схема подключения;
- знак утверждения типа средства измерения;
- знак соответствия требованиям ГОСТ.

## **9. УПАКОВКА**

9.1. Упаковка прибора производится по ГОСТ 9181-74 в потребительскую тару, выполненную из гофрированного картона.

9.2. Упаковка изделий при пересылке почтой по ГОСТ 9181-74.

## **10. ХРАНЕНИЕ**

10.1. Прибор хранить в закрытых отапливаемых помещениях в картонных коробках при следующих условиях:

1. Температура окружающего воздуха 0...+60°C.
2. Относительная влажность воздуха не более 95% при температуре 35°C.

Воздух помещения не должен содержать пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

## **11. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

11.1. Прибор в упаковке транспортировать при температуре от -25°C до +55°C, относительной влажности не более 98% при 35°C.

11.2. Транспортирование допускается всеми видами закрытого транспорта.

11.3. Транспортирование авиатранспортом должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

Приложение А

ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

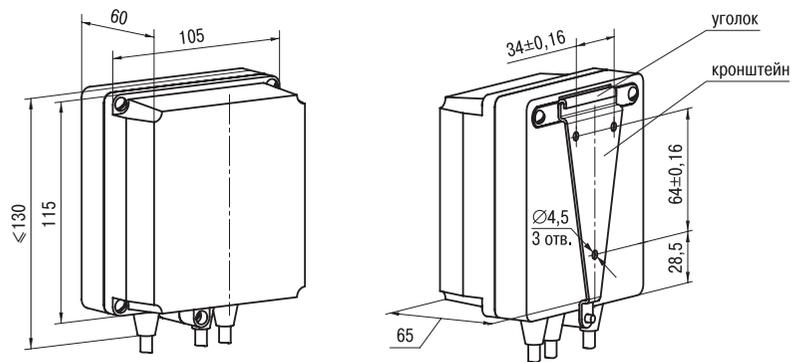


Рис. А.1. Прибор настенного крепления

Примечания

1. Рабочее положение – любое.
2. Втулки подрезать в соответствии с диаметром вводного кабеля линий связи.

50

Продолжение прил. А

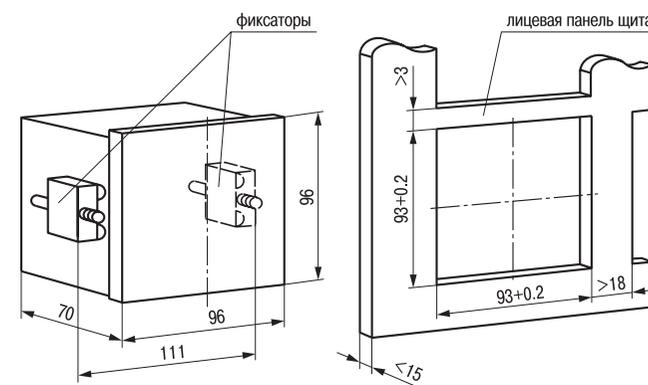


Рис. А.2. Прибор щитового крепления Щ1

51

Продолжение прил. А

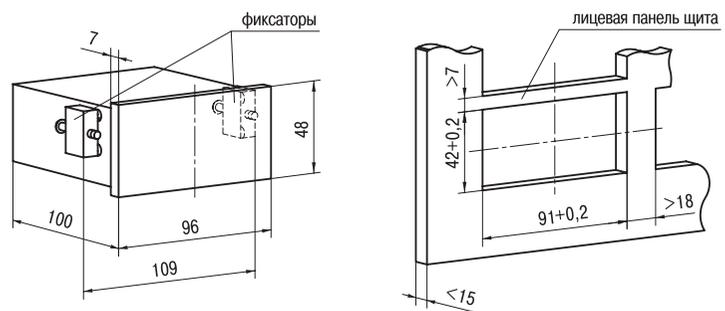


Рис. А.3. Прибор щитового крепления Щ2

52

Продолжение прил. А

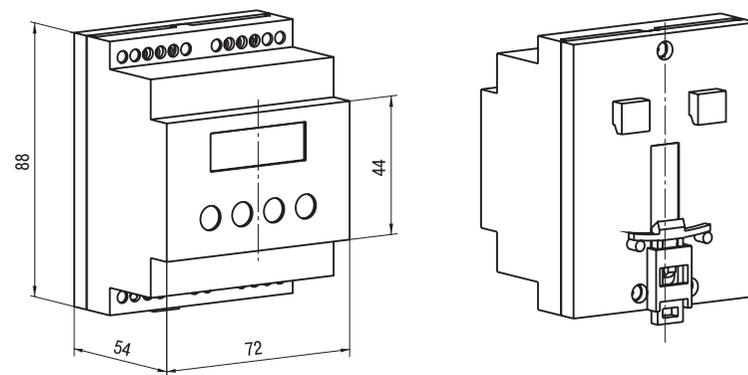


Рис. А.4. Прибор для крепления на DIN-рейку

53

Приложение Б

**ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ**

Название	Допустимые значения	Комментарии	Заводская установка	Значения пользователя
1	2	3	4	5
<b>Группа 1. Коэффициенты ПИД-регулятора</b>				
Уставка регулятора $T_{уст}$	в диапазоне измерения	[ед. изм.]	30.0	
Интегральная постоянная ПИД-регулятора $\tau_i$	0...9999	[с]	50.0	
Дифференциальная постоянная ПИД-регулятора $\tau_d$	0...9999	[с]	10.0	
Полоса пропорциональности $X_p$	0...9999	[ед. изм.]	50.0	
<b>Группа 2.</b>				
Код типа датчика	00	Тип входа	Тип датчика	01
	01			
	02			
	03			
	07			
	ТС			

Продолжение прил. Б

1	2	3	4	5
	08	ТСП50ПВ <sub>100</sub> =1,391 ТСМ50МВ <sub>100</sub> =1,428 ТСМ100МВ <sub>100</sub> =1,428 ТСМгр.23		
	09			
	14			
	15			
	04		ТП1	ТХК(L) ТХА(K)
	05			
	19	ТП2	ТНН(N) ТЖК(J)	20
	20			
	17	ТПП	ТПП(S) ТПП(R)	17
	18			
	10	АТ	Унифицированный ток 4...20мА	10
	11		Унифицированный ток 0...20мА	
	12		Унифицированный ток 0...5мА	
	13	АН	Напряжение 0...1 В	13
Параметр секретности	00	Коэффициенты ПИД-регулятора и уставку регулятора изменить нельзя		11
	01	Изменить можно только уставку регулятора $T_{уст}$		
	11	Изменить можно уставку регулятора и коэффициенты ПИД-регулятора		

Продолжение прил. Б

1	2	3	4	5
Параметр секретности	00	Коэффициенты ПИД-регулятора и уставку регулятора изменить нельзя Изменить можно только уставку регулятора $T_{уст}$ Изменить можно уставку регулятора и коэффициенты ПИД-регулятора	11	
	01			
	11			
Сдвиг характеристики	-99.9...999.9	Прибавляется к измеренному значению, [ед. изм.]	000.0	
Режим работы регулятора	00	ПИД-регулятор системы «нагреватель-холодильник» ПИ-регулятор для управления задвижками	01	
	01			
Период следования выходных импульсов	0...99	[с]	4	
<b>Группа 3.</b>				
Зона нечувствительности ПИД-регулятора	0...999.9	[ед. изм.]	0.0	

56

Продолжение прил. Б

1	2	3	4	5
Ограничение максимального выходного сигнала ПИД-регулятора	0...100	[%]	100	
Тип исполнительного устройства	0 1	Нагреватель Холодильник	0	
Тип выходного устройства	0 1	Ключевой (для реле) Ключевой (для тиристора)	0	
Глубина цифрового фильтра	0...10	При 0 и 1 фильтр выключен	4	
Положение десятичной точки	0, 1, 2, 3	Только в модификациях АТ, АН	1	
Нижняя граница диапазона измерения	-999...9999	Только в модификациях АТ, АН, [ед. изм.]	000.0	
Верхняя граница диапазона измерения	-999...9999	Только в модификациях АТ, АН, [ед. изм.]	000.0	
<b>Примечание.</b> Графа 5 таблицы заполняется пользователем при программировании прибора				

57

## Приложение В

### Подключение входных термопреобразователей сопротивления по двухпроводной схеме

П В.1. Подключение термопреобразователя с прибором по двухпроводной схеме производится в случае невозможности использования трехпроводной схемы, например при установке ТРМ10 на объектах, оборудованных ранее проложенными двухпроводными монтажными трассами.

П В.2. Следует помнить, что показания прибора будут зависеть от изменения сопротивления проводов линии связи “датчик – прибор”, происходящего под воздействием температуры окружающего воздуха. Для компенсации паразитного сопротивления проводов нужно выполнить следующие ниже действия.

1) Перед началом работы установить перемычки между контактами 9 и 10 клеммника прибора, а двухпроводную линию подключить соответственно к контактам 9 и 11.

2) Далее подключить к противоположным от прибора концам линии связи “датчик – прибор” вместо термопреобразователя магазин сопротивлений с классом точности не хуже 0,05 (например, МСР-63).

3) Установить на магазине значение, равное сопротивлению термопреобразователя при температуре 0 °С (50 или 100 Ом, в зависимости от типа датчика).

4) Подать на прибор питание и через 15 – 20 с по показаниям цифрового индикатора определить величину отклонения температуры от 0 °С,  $\delta$ .

5) Ввести в память прибора значение параметра “сдвиг характеристики”  $\delta$ , равное по величине показаниям прибора, но взятое с противоположным знаком.

6) Проверить правильность заданного значения, для чего не изменяя значения сопротивления на магазине, перевести прибор в режим измерения температуры и убедиться, что при этом его показания равны  $0 \pm 0,2$  °С.

7) Отключить питание прибора, отсоединить линию связи от магазина сопротивлений и подключить ее к термопреобразователю

8) После выполнения указанных действий прибор готов к дальнейшей работе.

Приложение Г

Схемы подключения

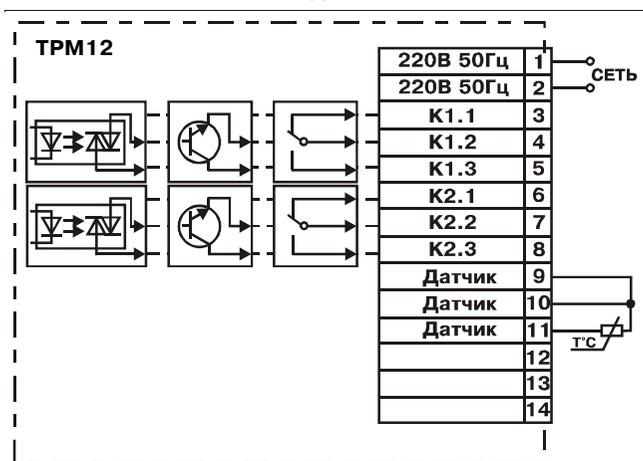


Рис. Г.1. Подключение термопреобразователей сопротивления

Продолжение прил. Г

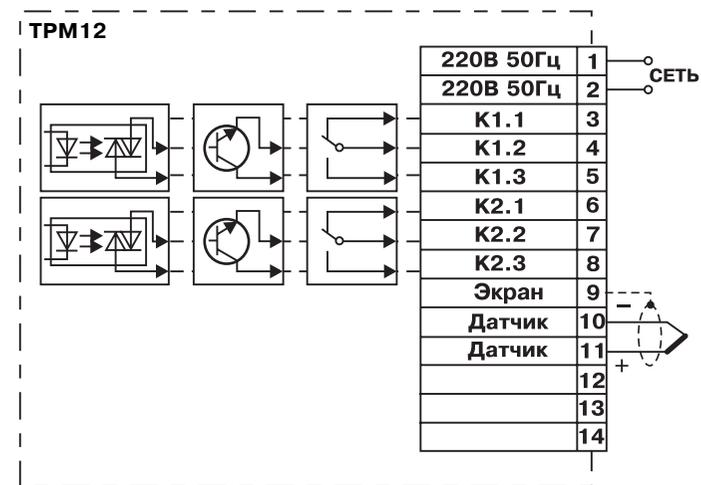


Рис. Г.2. Подключение термоэлектрических преобразователей (термопар)

Продолжение прил. Г

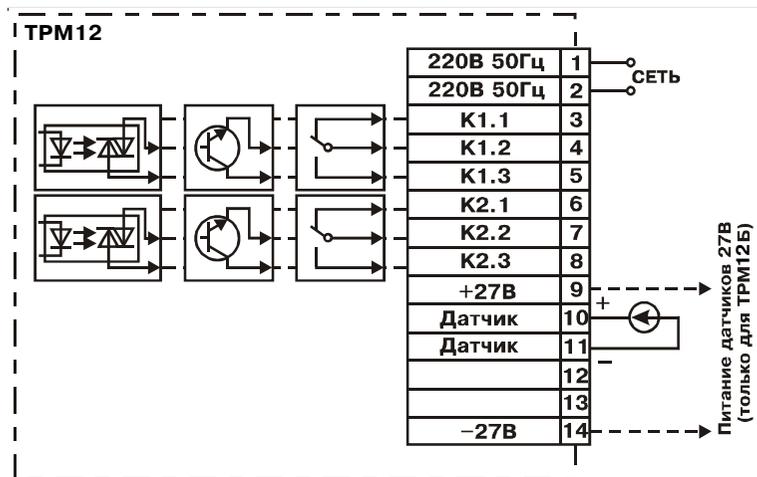


Рис. Г.3. Подключение датчиков с аналоговым выходным сигналом 0...20, 0...5 мА, 4...20 мА, 0...1В

Продолжение прил. Г

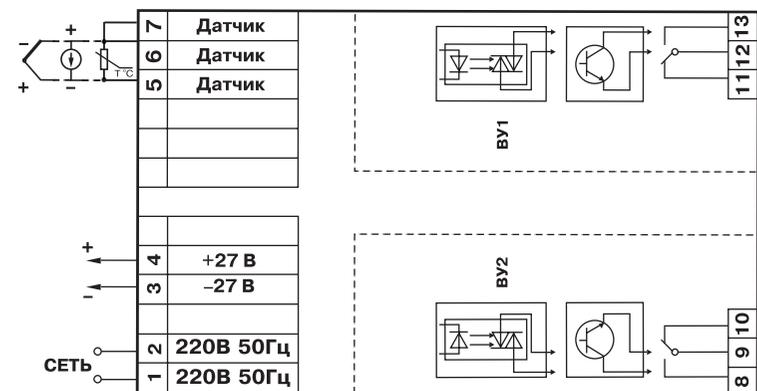


Рис. Г.4. Подключение прибора в DIN-реечном корпусе

## РУЧНАЯ НАСТРОЙКА

### Д.1. Ручная настройка ПИД-регулятора

В отдельных случаях может потребоваться ручная подстройка вычисленных в режиме АВТОНАСТРОЙКА параметров регулятора. Определить оптимальные параметры можно с помощью графика изменения регулируемой величины при выходе на уставку (рис. Д.1).

Коррекция характеристики регулируемой величины осуществляется за счет изменения: а – полосы пропорциональности ( $X_p$ ); б – постоянной времени интегрирования ( $\tau_i$ ); в – постоянной времени дифференцирования ( $\tau_d$ ).

Для определения оптимальных параметров регулятора необходимо выполнить следующие действия:

1. Включить прибор в режим работы ПИД-регулятора.
2. Построить зависимость регулируемой величины от времени.
3. Если полученная характеристика отличается от идеальной, то необходимо произвести корректировку коэффициентов ПИД-регулятора  $X_p$ ,  $\tau_i$ ,  $\tau_d$ :
  - Произвести коррекцию регулируемой величины на выходе, уменьшая или увеличивая  $X_p$  (см. п. 6.2.2 и рис. 16).
  - Если, изменяя значение  $X_p$ , не удастся получить идеальную характеристику зависимости регулируемой величины от времени, то следует изменить параметр  $\tau_i$  (рис. 1, б), выполнив действия согласно рис. 16.
  - Если и в этом случае выходная экспериментальная характеристика регулируемой величины не идеальна (рис. 1, в), изменить параметр  $\tau_d$  (см. рис. 16).

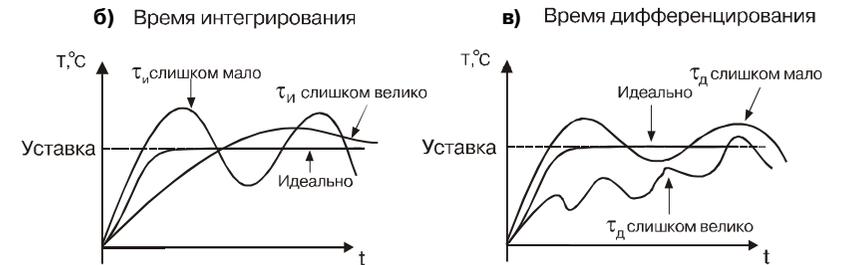
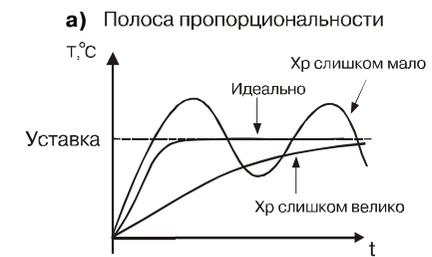


Рис. Д.1

## Д.2. Ручная настройка ПИ-регулятора для систем с быстрым установлением температуры

2.1. Настройка ПИ-регулятора производится по реакции на единичное управляющее воздействие.

2.2. Отключить питание от КЗР.

2.3. Переключить прибор в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ.

2.4. Установить значение параметра  $X_p$  равным 0.0 (см. п. 6.2.2 и рис. 16).

2.5. Перевести прибор на второй уровень программирования (см. п. 6.2.3 и рис. 17).

Установить значение периода следования импульсов  $T_{cl}$ , равное времени полного хода исполнительного механизма (задвиги)  $T_{им}$ ;  $T_{cl} = T_{им}$  (с). Если время полного хода исполнительного механизма превышает 99 с, установить  $T_{cl} = 99$  с.

2.6. Установить значение параметра «ограничение максимального выходного сигнала» (см. п. 6.2.3 и рис. 17)  $Y_{огр.макс}$  равным 50%, если  $T_{cl} = T_{им} < 99$  с или  $(T_{cl} = 99 \text{ с}) / (T_{им}) > 0.5$ . Если  $(T_{cl} = 99 \text{ с}) / (T_{им}) < 0.5$  установить  $Y_{огр.макс} = 100$  %.

2.7. Включить прибор в режиме работы ПИ-регулятора и подать единичный импульс управления исполнительным механизмом. Через 99 с отключить питание от исполнительного механизма.

2.8. Построить график характеристики изменения регулируемого параметра во времени (рис. Д.2).

2.9. На полученном графике провести прямые:

- 1) прямую 1, продолжающую линейную часть характеристики.
- 2) прямую 2, параллельную оси времени  $t$  в точке с установившейся температурой.
- 3) прямую 3, параллельную оси  $t$  в начальной точке характеристики.

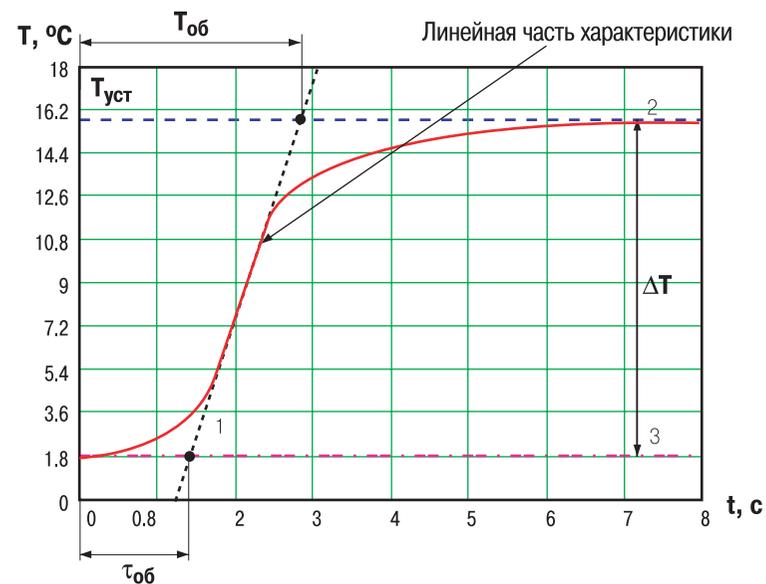


Рис. Д.2

2.10. По полученному графику (рис. Д.2) определить следующие параметры:

- $\tau_{об}$  – условное запаздывание – время от начала регулирования до точки пересечения линейной части графика с прямой 3;
- $T_{об}$  – постоянную времени объекта – время от начала регулирования до точки пересечения линейной части графика с прямой 2;
- $\Delta T$  – изменение температуры от момента окончания воздействия до установившегося режима ( $^{\circ}\text{C}$ ).

2.11. Произвести следующие вычисления:

$$\Delta M = Y_{\text{огр. макс.}} \cdot \left( \frac{T_{\text{сп}}}{T_{\text{им}}} \right) - \text{относительное перемещение исполнительного механизма};$$

$$K_{об} = \frac{\Delta T}{\Delta M} - \text{коэффициент объекта};$$

$$K_{\text{опт}} = \frac{0,5}{K_{об} \cdot (\Phi_{об} / T_{об})} - \text{оптимальный коэффициент пропорциональности регулятора};$$

$$S_{\text{им}} = \frac{100}{T_{\text{им}}} - \text{относительная скорость перемещения задвижки}.$$

Отсюда находят искомые параметры регулятора:

$$X_p = S_{\text{им}} / K_{\text{опт.}}$$

$$\tau_{\text{и}} = (3 \dots 4) \tau_{об}.$$

### Д.3. Ручная настройка ПИ-регулятора для систем, в которых не достигается установления температуры

Если в системе не удалось достичь установления температуры (рис. Д.3), настройка ПИ-регулятора производится по скорости нарастания температуры:

$$V_{об} = \left( \frac{\Delta T'}{\Delta t} \right) \cdot \frac{1}{\Delta \mu},$$

где  $\Delta T'$  – приращение температуры на любом отрезке линейной части характеристики;  
 $\Delta t$  – приращение времени, соответствующее приращению температуры.

Зная значение скорости, можно определить параметры регулятора:

$$\tau_{\text{и}} = 3,5 \cdot \tau_{об};$$

$$\frac{1}{X_p} = \frac{S_{\text{им}}}{K_{\text{опт}}} = \frac{S_{\text{им}} \cdot V_{об} \cdot \tau_{об}}{0,5}.$$

## ЮСТИРОВКА ПРИБОРОВ

### П Е.1. Общие указания

П Е.1.1. Юстировка должна производиться только квалифицированными специалистами метрологических служб при увеличении погрешности измерения входных параметров сверх установленных значений.

Перед юстировкой необходимо проверить заданное значение параметра "сдвига характеристики" и установить его равным 0,0. Перевести прибор в режим РАБОТА.

### П Е.2. Юстировка приборов модификации ТРМ12Х-Х.ТС.Х

П Е.2.1. Подключить ко входу прибора вместо датчика магазин сопротивлений типа МСР-63 или подобный ему с классом точности не хуже 0,05 по трехпроводной линии (рис. Е.1). Сопротивления проводов в линии должны быть равны друг другу и каждое не должно превышать величины 15 Ом. Установить на магазине сопротивлений  $R = 50$  Ом при использовании датчиков ТСМ50 или ТСП50 или  $R = 100$  Ом – при использовании датчиков ТСМ100 или ТСП100.

П Е.2.2. Подать питание на прибор. Через 15...20 с произвести юстировку прибора, для чего выполнить действия в порядке и последовательности, указанных на рис. Е.2.

П Е.2.3. Проверить результат юстировки. Убедиться, что значение температуры, соответствующее сопротивлению 50 или 100 Ом (в зависимости от типа датчика), равно 0,0 °С. Предел допустимой абсолютной погрешности  $\pm 0,2$  °С.

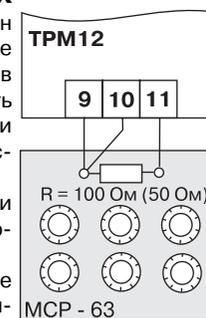


Рис. Е.1

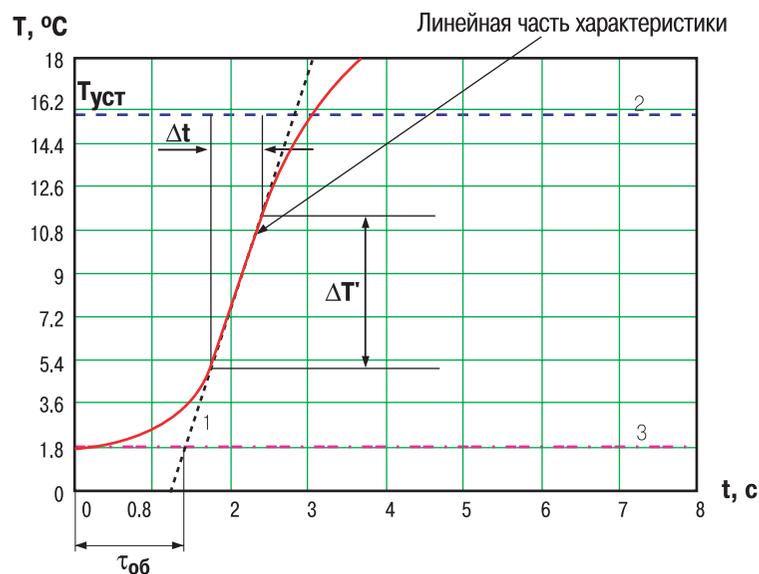


Рис. Д.3

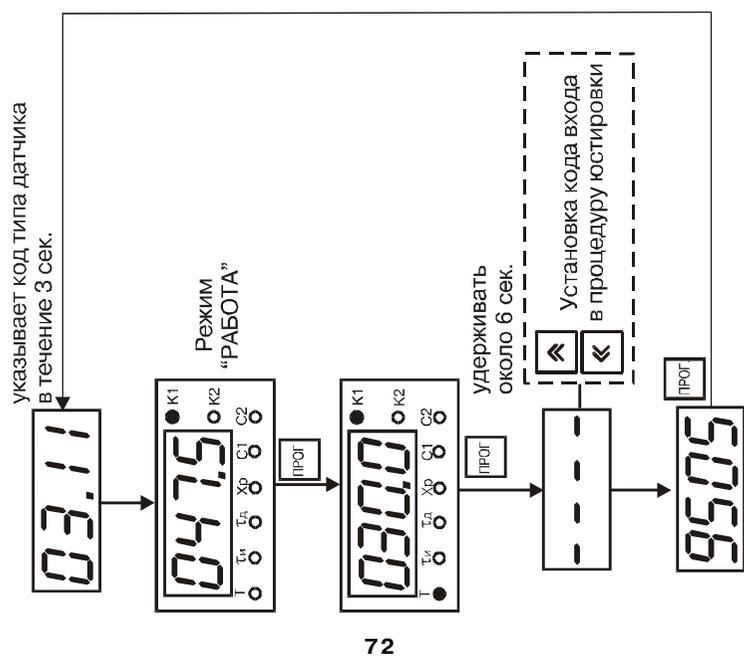


Рис. Е.2

### П Е.3. Юстировка приборов модификаций ТРМ12Х-Х.ТП1.Х, ТРМ12Х-Х.ТП2.Х, ТРМ12Х-Х.ТПП.Х

П Е.3.1. Подключить к входу прибора вместо термопары потенциометр постоянного тока ПП-63 или другой источник напряжения с классом точности 0,05, соблюдая полярность (рис. Е.3). Установить выходной сигнал на потенциометре равным 40,29 мВ или 15,00 мВ в зависимости от используемой термопары (см. таблицу ниже).

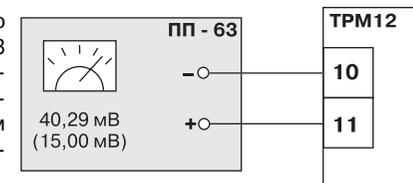


Рис. Е.3

П Е.3.2. Подать питание на прибор. Через 15...20 с произвести юстировку прибора, выполнив действия в порядке и последовательности, указанных на рис. Е.4.

П Е.3.3. Правильность проведения юстировки проверяется в режиме РАБОТА с отключенной схемой компенсации температуры свободных концов термопары. Вход в этот режим производится по коду доступа 0100 (см. рис. Е.4).

**ВНИМАНИЕ!** При выполнении работ по п. Е.3.2 и п. Е.3.4 выходное напряжение ПП-63 должно оставаться неизменным.

П Е.3.4. Убедиться, что значение температуры на цифровом индикаторе соответствует значению входного напряжения (см. таблицу).

П Е.3.5. Снять питание с прибора. Отключить от входа сигнал потенциометра и подключить вместо него концы используемой термопары, рабочий спай которой помещен в сосуд с водно-ледяной смесью (температура 0 °С).

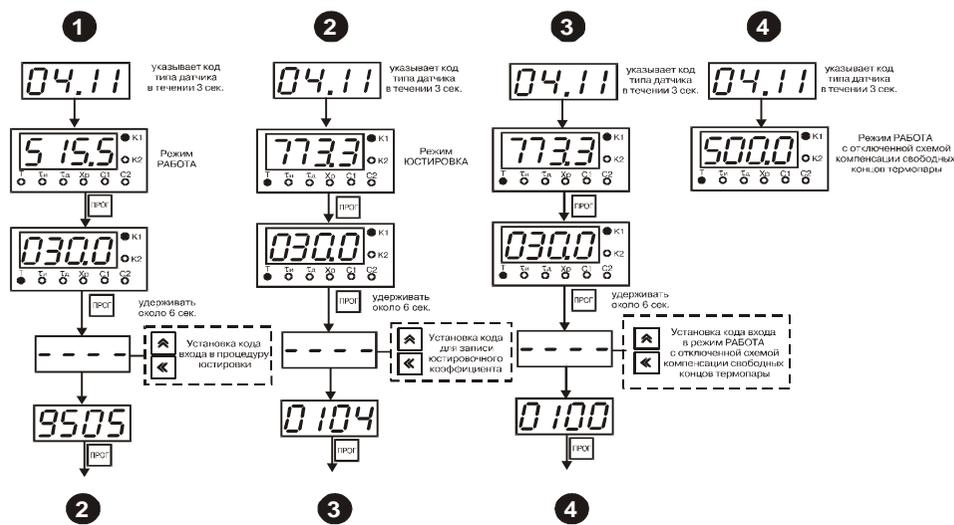


Рис. Е.4

Таблица Е.1

Используемая термопара	Код типа датчика	Величина входного напряжения, мВ	Значение температуры, °С
ТХК(L)	04	40,29	500±0,2
ТХА(K)	05	40,29	975±1
ТПП(S)	17	15,00	1452±1
ТПП(R)	18	15,00	1372±1
ТНН(N)	19	40,29	1105±1
ТЖК(J)	20	40,29	719±1

П Е.3.6. Подать питание на прибор. После прогрева прибора (примерно через 20 мин после подачи питания) произвести юстировку схемы компенсации температуры свободных концов термопары, выполнив действия в порядке и в последовательности, указанной на рис. П Е.5.

П Е.3.7. Проверить результат юстировки. Убедиться, что значение температуры рабочего спая подключенной к прибору термопары, равно 0 °С. Предел допустимой абсолютной погрешности ±0,1 °С.

#### П Е.4. Юстировка приборопстировка приборов модификаций TRM12X-X.AT.X

П Е.4.1. Подключить к входу прибора вместо датчика калибратор токов П321, соблюдая полярность (рис. Е.6). Подать питание на прибор и установить на калибраторе выходной ток

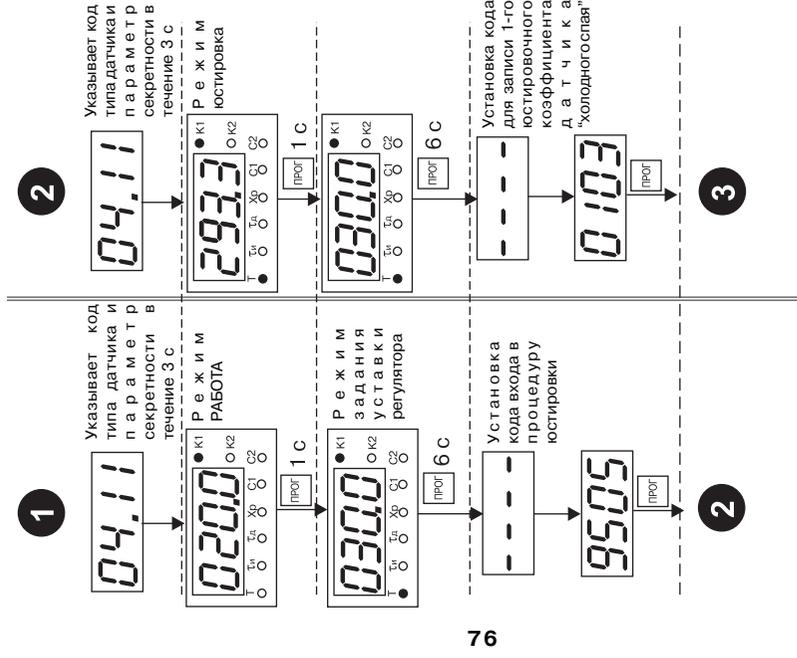
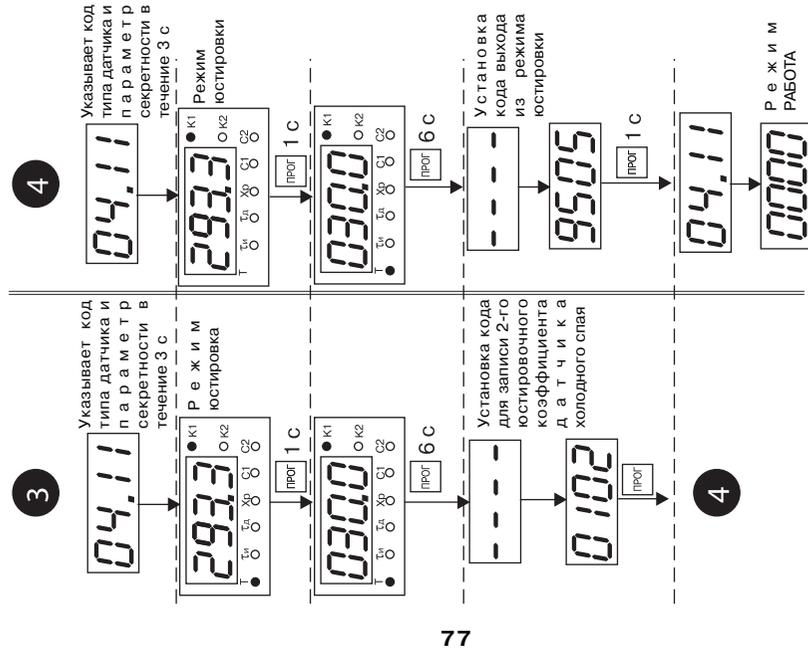


Рис. Е.5



20 мА или 5 мА, соответствующий максимальному выходному току используемого с этой модификацией прибора датчика.

П Е.4.2. Подать питание на прибор. Через 15...20 с произвести юстировку прибора, для чего выполнить действия в порядке и последовательности, указанных на рис. Е.2.

П Е.4.3. Проверить результат юстировки. Убедиться, что значение выходного сигнала датчика на цифровом индикаторе соответствуют значению параметра "Верхняя граница шкалы измерения", с допуском  $\pm 0,2\%$ .

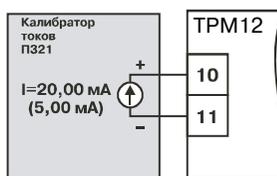


Рис. Е.6

#### П Е.5. Юстировка приборов модификаций ТРМ12Х-Х.АН.Х

П Е.5.1. Подключить к входу прибора вместо датчика калибратор напряжений ПЗ20, соблюдая полярность (рис. Е.7). Подать питание на прибор и установить на калибраторе выходное напряжение 1,00 В.

П Е.5.2. Подать питание на прибор. Через 15...20 с произвести юстировку прибора, для чего выполнить действия в порядке и последовательности, указанных на рис. Е.2.

П Е.5.3. Проверить результат юстировки: Убедиться, что значение выходного сигнала датчика на цифровом индикаторе соответствует значению параметра "Верхняя граница шкалы измерения", с допуском  $\pm 0,2\%$ .

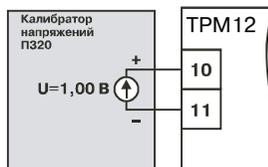


Рис. Е.7

### СПИСОК ВОЗМОЖНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Проявление	Возможная причина	Способ устранения
1	2	3
На индикаторе в режиме РАБОТА при подключенном датчике отображаются прочерки ("----")	Неисправность датчика	Замена датчика
	Обрыв или короткое замыкание линии связи "датчик-прибор"	Устранение причины неисправности
	Неверный код типа датчика	По алгоритму, приведенному на рис. 17 руководства по эксплуатации (РЭ), установить код, соответствующий используемому датчику

1	2	3
	Неверно произведено подключение по 2-х проводной схеме соединения прибора с датчиком (только для ТРМ12Х-Х.ТС.Х)	Установить перемычку между клеммами 9-10
	Неверное подключение датчика к прибору	Проверить по руководству по эксплуатации схему подключения прибора и датчиков
	Причина не выявлена согласно предыдущим пунктам	Доставить в ремонт
Значение температуры в режиме РАБОТА на индикаторе не соответствует реальной	Неверный код типа датчика	По алгоритму, приведенному на рис. 17 РЭ, установить код, соответствующий используемому датчику
	Введено неверное значение параметра "сдвиг характеристики".	По алгоритму, приведенному на рис. 17 РЭ, установить значение параметра, требуемое в Вашем случае.

80

1	2	3
		Если коррекция не нужна, установить 000.0
	Используется 2-х проводная схема соединения прибора с датчиком (только для ТРМ12Х-Х.ТС.Х)	Воспользоваться рекомендациями <i>прил.В</i> РЭ
	Действие электромагнитных помех	Экранировать линию связи датчика с прибором, <b>экран заземлить в одной точке</b>
	Причина не выявлена согласно предыдущим пунктам	Доставить в ремонт
На индикаторе при наличии токового сигнала отображаются нули (только для ТРМ12Х-Х.АТ.Х)	Неверное подключение датчика к прибору	Уточнить в РЭ схему подключения датчика

81

1	2	3
	Причина не выявлена согласно предыдущим пунктам	Доставить в ремонт
При нагреве температура уменьшается и при охлаждении увеличивается	Неверное соединение прибора с термопарой	Изменить полярность подключения термопары
	В случае, если неисправность не устранена по предыдущим пунктам	Доставить в ремонт
Не работают выходные устройства	Неверный тип исполнительного устройства	По алгоритму, приведенному на рис. 18 РЭ, установить код, соответствующий типу устройства (нагреватель или холодильник)
	Неверно задан тип выходного сигнала	По алгоритму, приведенному на рис. 18 РЭ, установить код, соответствующий выходному устройству прибора

82

1	2	3
	Причина не выявлена согласно предыдущим пунктам	Доставить в ремонт
Не происходит точного поддержания температуры (недогрев или перегрев)	Введено неоправданно большое значение зоны нечувствительности ПИД-регулятора	По алгоритму, приведенному на рис. 18 РЭ, установить параметр "зона нечувствительности" на требуемом уровне (рекомендованное значение от 0 до 1 °С)
	Установлены неверные значения коэффициентов ПИД-регулятора	Воспользоваться режимом АВТОНАСТРОЙКА или рекомендациями <i>прил. Д</i>
	Причина не выявлена согласно предыдущим пунктам.	Обратиться в сервис-службу ПО ОВЕН за консультацией, т. (095) 174-82-82

83

