

# ЦИФРОВОЕ ТЕМПЕРАТУРНОЕ РЕЛЕ

## ТР-101

(НЕЗАВИСИМЫЕ КАНАЛЫ)

### 1 Назначение

Цифровое температурное реле ТР-101 предназначено для измерения и контроля температуры устройства по четырем независимым датчикам, подключаемым по двух- или трехпроводной схеме, с последующим отображением температуры на дисплее. Может быть использовано в различных отраслях промышленности, коммунального и сельского хозяйства.

Прибор позволяет осуществлять следующие функции:

- измерение температуры по четырем независимым каналам с помощью стандартных датчиков;
- регулирование температуры по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону, с выходным ключевым элементом (реле);
- двухпозиционное регулирование температуры;
- отображение текущего измеряемого значения температуры на встроенном светодиодном цифровом индикаторе;
- передачу компьютеру значения измеренных температур контролируемых датчиков по стандартному протоколу Modbus RTU;
- определение обрыва или замыкания линий подключенных датчиков;
- цифровую фильтрацию и коррекцию измеряемой температуры;
- программирование кнопками на лицевой панели и через ПК;
- сохранение настроек при отключении питания;
- защита настроек от несанкционированных изменений.

ТР-101 имеет универсальное питание и может использовать любое напряжение от 24 до 260В, независимо от полярности.

В качестве датчиков температуры ТР-101 может использовать следующие типы:

Таблица 1

Тип ТС	Номинальное значение сопротивления при 0 °С, R0, Ом	Условное обозначение номинальной статической характеристики преобразования (НСХ)		Диапазон измеряемых температур °С	
		в народном хозяйстве	международное		
Платина			<b>W100 = 1,3850</b>	<b>W100 = 1,3910</b>	
	50	50П	Pt50	Pt'50	-50...+200
	100	100П	Pt100	Pt'100	-50...+200
	500	500П	Pt500	Pt'500	-50...+200
	1000	1000П	Pt1000	Pt'1000	-50...+200
Медь			<b>W100 = 1,4260</b>	<b>W100 = 1,4280</b>	
	50	50М	Cu50	Cu'50	-50...+200
	100	100М	Cu100	Cu'100	-50...+200
Никель			<b>W100 = 1,6170</b>		
	100	100Н	Ni100		-50...+180
	120	120Н	Ni120		-50...+180
	500	500Н	Ni500		-50...+180
	1000	1000Н	Ni1000		-50...+180
Другие			<b>W100 = 2,0805</b>	<b>W100 = 2,0805</b>	
	990 при 25°С	807 при 0°С	PTC1000	EKS111	-50...+100

*W100 – отношение сопротивления датчика при 100°С к сопротивлению при 0°С ( $W100 = R100 / R0$ )*

## 2 Технические характеристики и условия эксплуатации

2.1 Основные технические характеристики указаны в таблице 2.

Таблица 2

Напряжение питания, В	24 – 260 AC/DC			
Рекомендованный предохранитель для защиты прибора, А	1			
Тип датчиков, используемых для измерения температуры	Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000, Cu50, Cu100, Ni100, Ni120, Ni500, Ni1000, PTC1000			
Количество подключаемых датчиков, шт.	1 – 4			
Схема подключения датчиков	2 / 3 проводная			
Длина провода датчика в зависимости от схемы включения, м:	2-х проводная до 5 3-х проводная до 100			
Количество выходных реле, шт.	4			
Время хранения данных, лет, не менее	10			
Погрешность измерения температуры, не более °С	± 2			
Диапазон измеряемых температур, °С	от минус 50 до +200			
Тест выходных реле	есть			
RS-485 MODBUS RTU	есть			
ПИД – регулирование с ключевым элементом (реле)	есть			
Двухпозиционное регулирование	есть			
Время измерения канала, сек.	≤ 0,6			
Степень защиты:	- корпуса			IP30
	- клеммника			IP20
Климатическое исполнение	У3.1			
Потребляемая мощность (под нагрузкой), ВА, не более	4,0			
Масса, кг, не более	0,370			
Габаритные размеры, мм	90 x 139 x 63			
Характеристика выходных контактов				
Cos φ	Макс. ток при U~250В	Макс. мощн.	Макс. напр.~	Макс. ток при Uпост=30В
1,0	10 А	4000 ВА	440 В	3 А
Коммутационный ресурс выходных контактов:				
- электрический ресурс 10А 250В AC, раз, не менее				100 тыс.
- электрический ресурс 10А 24В DC, раз, не менее				100 тыс.
Монтаж на стандартную DIN-рейку 35мм				
Положение в пространстве произвольное				

2.2 Прибор предназначен для эксплуатации в следующих условиях:

- температура окружающей среды от минус 35 до +55 °С;
- температура хранения от минус 45 до +70 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность воздуха (при температуре 35 °С) 30...80%.

### 3 Устройство и принцип действия

#### 3.1 Устройство TP-101.

Соответствие начертания символов на цифровом индикаторе буквам латинского алфавита приведено на рисунке 3.



Рисунок 3 Соответствие начертания символов на цифровом индикаторе буквам латинского алфавита.

#### 3.1.1 Конструкция.

Прибор конструктивно выполнен в пластмассовом корпусе (9 модулей типа S), предназначенном для крепления на DIN-рейку. Эскиз корпуса с габаритными и установочными размерами приведен на рисунке 3.1.

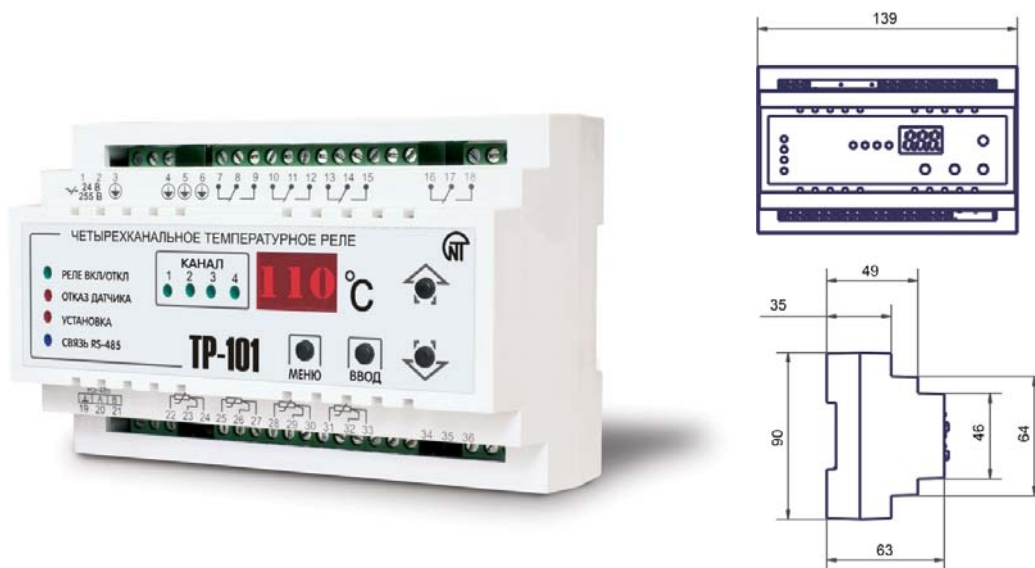


Рисунок 3.1 Габаритные размеры прибора

#### 3.1.2 Индикация и управление.

На рисунке 3.2 приведен внешний вид лицевой панели прибора TP-101

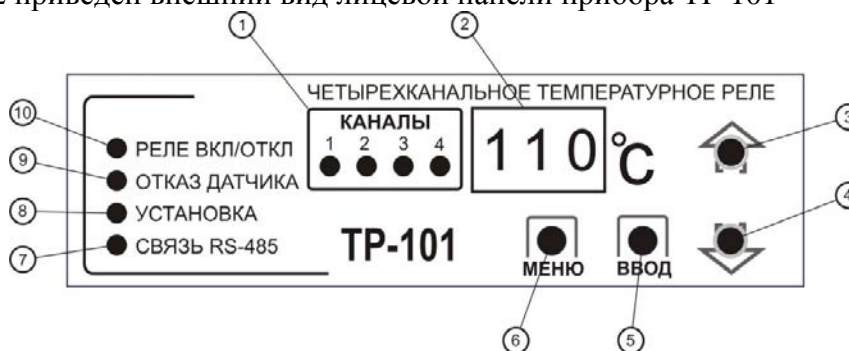







Рисунок 3.2 Лицевая панель TP-101

- 1 – индикатор номера текущего канала отображения;
- 2 – семисегментный цифровой индикатор;
- 3 – кнопка вверх;
- 4 – кнопка вниз;
- 5 – кнопка ввода, используется в режиме программирования прибора;
- 6 – кнопка входа в режим просмотра и программирования прибора;
- 7 – индикатор включения и активности связи по RS-485;
- 8 – индикатор включения режима программирования параметров;
- 9 – индикатор отказа датчиков;
- 10 – индикатор включения (отключения) реле;

Управление прибором осуществляется следующим образом:

- для переключения между каналами используются кнопки  .
- для входа в режим просмотра параметров - кнопка .
- для входа в режим изменения параметров - нажать и удерживать в течение 7сек. кнопку , при этом должен загореться индикатор “установка” (рисунок 3.2 поз.8).
- для сохранения измененного значения – кнопка .
- при отсутствии нажатий любой из кнопок в течение 20сек., TP-101 отобразит надпись E H E (в течение 1 сек.), и перейдет в исходное состояние.

## 3.2 Принцип действия и обработка входного сигнала.

### 3.2.1 Принцип действия.

В процессе работы TP-101 производит опрос входных датчиков, вычисляя по полученным данным текущее значение температуры, отображает ее на цифровом индикаторе и выдает сигналы управления на реле соответствующего канала.

### 3.2.2 Обработка входного сигнала.

Сигнал, полученный с датчика, преобразуется в цифровое значение температуры.

Для устранения начальной погрешности преобразования входных сигналов и погрешностей, вносимых соединительными проводами, измеренное прибором значение может быть откорректировано. В TP-101 есть два типа коррекции, позволяющих осуществлять сдвиг или наклон характеристики на заданную величину, независимо для каждого входа.

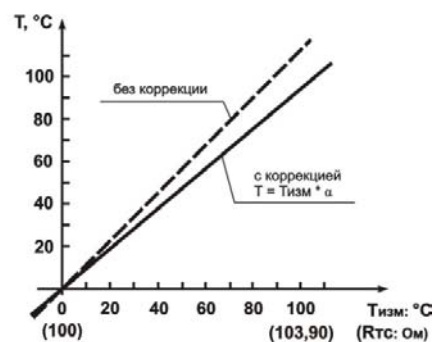
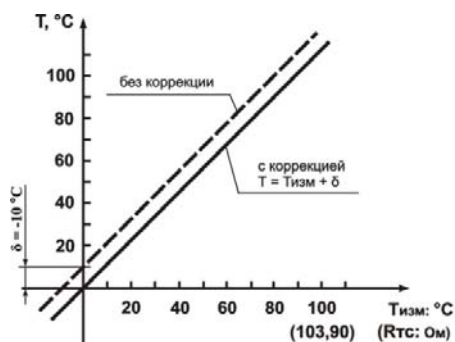
### 3.2.3 Коррекция измерений.

3.2.3.1 Для компенсации погрешностей  $\Delta R = (R_0 - R_{0,TC})$ , вносимых сопротивлением подводящих проводов  $R_{TC}$ , к каждому измеренному значению температуры  $T_{изм}$  прибавляется заданное пользователем значение  $\delta$ . На рисунке 3.3 приведен пример сдвига характеристики для датчика Pt100.

Программируемые параметры  $S_{H1}, S_{H2}, S_{H3}, S_{H4}$ .

3.2.3.2 Для компенсации погрешностей датчиков при отклонении значения  $W_{100}$  от номинального каждое измеренное значение параметра  $T_{изм}$  умножается на заданный пользователем поправочный коэффициент  $\alpha$ . Коэффициент задается в пределах от 0,50 до 2,00. На рисунке 3.4 приведен пример изменения наклона характеристики для датчика Pt100.

Программируемые параметры  $S_{U1}, S_{U2}, S_{U3}, S_{U4}$ .



### 3.2.4 Цифровой фильтр.

Для улучшения эксплуатационных качеств, входных сигналов, в приборе используются цифровые фильтры, позволяющие уменьшить влияние случайных помех на измерение температуры.

Программируемые параметры:

- полоса цифрового фильтра  $F_{b1}, F_{b2}, F_{b3}, F_{b4}$ ;
- постоянная времени цифрового фильтра  $F_{t1}, F_{t2}, F_{t3}, F_{t4}$ .

*Для каждого входа фильтры настраиваются независимо.*

3.2.4.1 Полоса цифрового фильтра позволяет защитить измерительный тракт от единичных помех и

задается в °С. Если измеренное значение  $T_{изм}$  отличается от предыдущего  $T_{изм-1}$  на величину, большую, чем значение параметра  $F_b$ , то прибор присваивает ему значение равное  $(T_{изм} + F_b)$  (рисунок 3.5). Таким образом, характеристика сглаживается.

Как видно из рисунка 3.5, малая ширина полосы фильтра приводит к замедлению реакции прибора на быстрое изменение температуры. Поэтому при низком уровне помех или при работе с быстроменяющимися температурами рекомендуется увеличить значение параметра или отключить действие полосы фильтра, установив в параметре  $F_b 1$  ( $F_b 2$ ,  $F_b 3$ ,  $F_b 4$ ) значение 0. При работе в условиях сильных помех для устранения их влияния на работу прибора необходимо уменьшить значение параметра.

3.2.4.2 Цифровой фильтр устраняет шумовые составляющие сигнала, осуществляя его экспоненциальное сглаживание. Основной характеристикой экспоненциального фильтра является  $\tau_f$  – постоянная времени цифрового фильтра, параметр  $F_{\tau 1}$  ( $F_{\tau 2}$ ,  $F_{\tau 3}$ ,  $F_{\tau 4}$ ) – интервал, в течение которого температура достигает 63,2% измеренного значения  $T_{изм}$  (рисунок 3.6).

Уменьшение значения  $\tau_f$  приводит к более быстрой реакции прибора на скачкообразные изменения температуры, но снижает его помехозащищенность. Увеличение  $\tau_f$  повышает инерционность прибора, шумы при этом значительно подавлены.

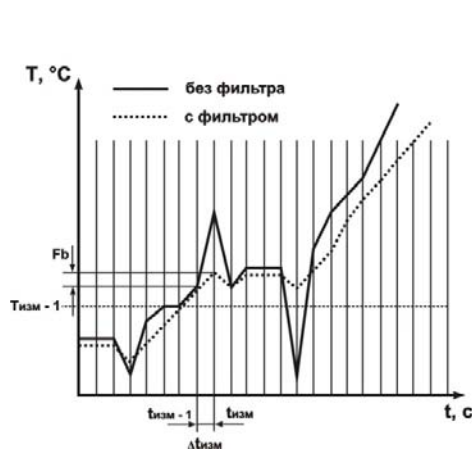


Рисунок 3.5

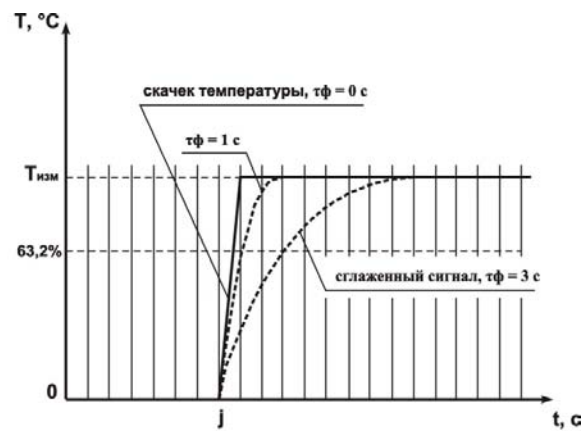


Рисунок 3.6

### 3.2.5 Двухпозиционный регулятор (двухпозиционное регулирование).

Прибор в режиме двухпозиционного регулирования работает по одному из двух типов логики (рисунок 3.7):

- Логика №1 (нагреватель) применяется для управления работой нагревателя (например, ТЭНа) или сигнализации о том, что значение текущей температуры  $T_{тек}$  меньше уставки  $T_{уст}$ . При этом выходное реле первоначально включается при значениях  $T_{тек} < T_{уст} - HS$ , выключается при  $T_{тек} > T_{уст}$  и вновь включается при  $T_{тек} < T_{уст} - HS$ , осуществляя тем самым двухпозиционное регулирование по уставке  $T_{уст}$  с гистерезисом  $HS$ .
- Логика №2 (охладитель) применяется для управления работой охладителя (например, вентилятора) или сигнализации о превышении значения уставки  $T_{уст}$ . При этом выходное реле первоначально включается при значениях  $T_{тек} > T_{уст} + HS$ , выключается при  $T_{тек} < T_{уст}$  и вновь включается при  $T_{тек} > T_{уст} + HS$ . При использовании в качестве охладителя компрессора настоятельно рекомендуется устанавливать значение  $HS$  таким, чтоб обеспечить нормальное (минимальное) время отключения компрессора, не приводящее к поломке оборудования.

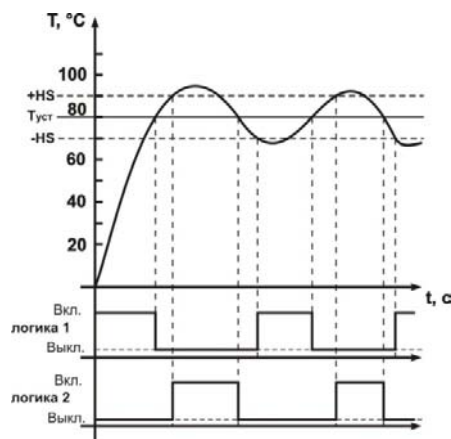


Рисунок 3.7 Диаграмма срабатывания выходных реле в режиме двухпозиционного регулирования.

Программируемые параметры:

$T_{уст}$  – уставка температуры  $SP.1$  ( $SP.2, SP.3, SP.4$ );

HS – гистерезис  $HS.1$  ( $HS.2, HS.3, HS.4$ );

$r.t.1$  ( $r.t.2, r.t.3, r.t.4$ ) – логика работы выходного реле.

### 3.2.6 ПИД – регулятор (пропорционально-интегрально-дифференциальное регулирование).

#### 3.2.6.1 Общие принципы ПИД-регулирования.

Регулятор вырабатывает “управляющий” сигнал  $Y_i$ , действие которого направлено на уменьшение отклонения  $E_i$ :

$$Y_i = \frac{1}{X_p} \left( E_i + \frac{1}{T_i} \sum_{i=0}^n E_i * \Delta t_{изм} + \tau_d * \frac{\Delta E_i}{\Delta t_{изм}} \right) * 100\%$$

где:

$X_p$  – полоса пропорциональности (программируемый параметр -  $P$ );

$E_i$  – разность между заданным  $T_{уст}$  и текущим  $T_{тек}$  значением температуры, или рассогласование;

$\tau_d$  – постоянная времени дифференцирования (программируемый параметр “дифференциальная постоянная ПИД-регулятора” -  $d$ );

$\Delta E_i$  – разность между двумя соседними измерениями  $E_i$  и  $E_{i-1}$ ;

$\Delta t_{изм}$  – время между двумя соседними измерениями  $T_{тек}$  и  $T_{тек-1}$ ;

$T_i$  – постоянная времени интегрирования (программируемый параметр “интегральная постоянная ПИД-регулятора” -  $i$ );

$\sum_{i=1}^n E_i * \Delta t_{изм}$  - накопленная сумма рассогласований.

Для эффективной работы ПИД-регулятора необходимо установить правильные для конкретного объекта регулирования значения коэффициентов  $X_p$ ,  $\tau_d$  и  $T_i$ .

Программируемые параметры:

$[X_p] - P.1$  ( $P.2, P.3, P.4$ );  $[\tau_d] - d.1$  ( $d.2, d.3, d.4$ );  $[T_i] - i.1$  ( $i.2, i.3, i.4$ ).

**Внимание!** В некоторых случаях ПИД-регулирование является избыточным или недопустимым. В таких случаях выставив коэффициент  $T_i = 0$  или  $\tau_d = 0$  можно получить соответственно ПД или ПИ регулятор.

#### 3.2.6.2 Пропорциональный регулятор

Пропорциональный регулятор является основным, где задание температуры прямо пропорционально ошибке. Если используется только пропорциональный регулятор, то в системе всегда будет ошибка. Низкие значения пропорционального коэффициента регулятора приводят к нестабильности и колебаниям в системе, а слишком высокие приводят к «вялости» системы.

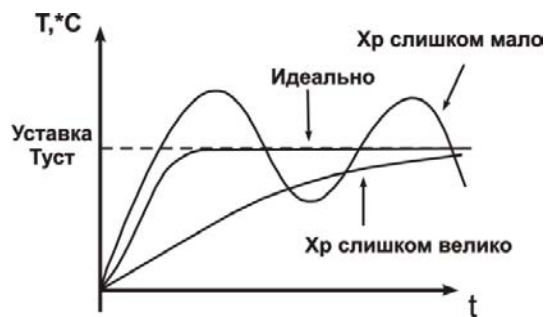


Рисунок 3.8 График работы пропорционального регулятора

### 3.2.6.3 Интегральный регулятор

Интегральный регулятор используется для исключения ошибки. Температура будет расти до момента исключения ошибки (или уменьшаться при отрицательной ошибке). Малые значения интегральной составляющей значительно влияют на работу регулятора в целом. Если установлено слишком высокое значение – система промахнется, и будет работать с перерегулированием.

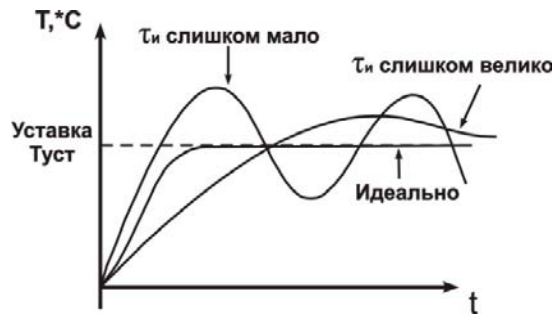


Рисунок 3.9 График работы интегрального регулятора.

### 3.2.6.4 Дифференциальный регулятор

Дифференциальный регулятор, оценивая скорость изменения ошибки, используется для увеличения быстродействия системы. Он и повышает быстродействие регулятора в целом. Однако с повышением быстродействия регулятора также увеличивается и его перерегулирование, что приводит к нестабильности системы. В большинстве случаев, дифференциальная составляющая устанавливается нулевой или близкой к некоторому очень низкому значению для предотвращения этого.

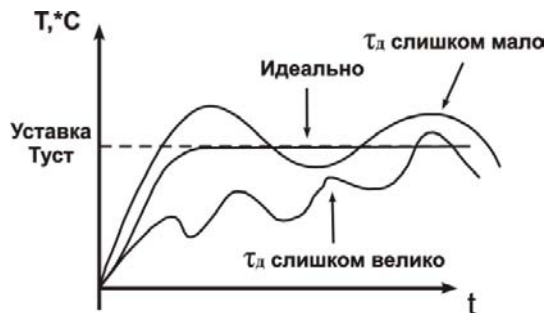


Рисунок 3.10 График работы дифференциального регулятора.

### 3.2.6.5 Методы ПИД-регулирования.

При регулировании выбирают один из методов управления: “нагреватель” или “охладитель”.

“Нагреватель” – значение выходного сигнала регулятора уменьшается с увеличением контролируемой температуры.

“Охладитель” – значение выходного сигнала регулятора увеличивается с увеличением контролируемой температуры.

Программируемые параметры:  $r \in 1$  ( $r \in 2, r \in 3, r \in 4$ ).

**Внимание!** Не рекомендуется использование ПИД-регулирования в режиме охладителя для компрессора, в связи с отсутствием контроля минимального времени отключения компрессора, что может повлечь за собой поломку оборудования.

### 3.2.6.6 Работа в режиме ПИД – регулятора с выходным ключевым элементом (ШИМ).

Управляющий сигнал с ПИД – регулятора ( $Y_i$ ) преобразуется в последовательность импульсов (рисунок 3.11) согласно следующей формуле:

$$D = T_{сл} * \frac{Y_i}{100\%}$$

где:

$D$  – длительность импульса (сек.)  $L_1, L_2, L_3, L_4$ ;

$T_{сл}$  – период следования импульсов (мин.)  $t_1, t_2, t_3, t_4$ ;

$Y_i$  – управляющий сигнал ПИД-регулятора (%).

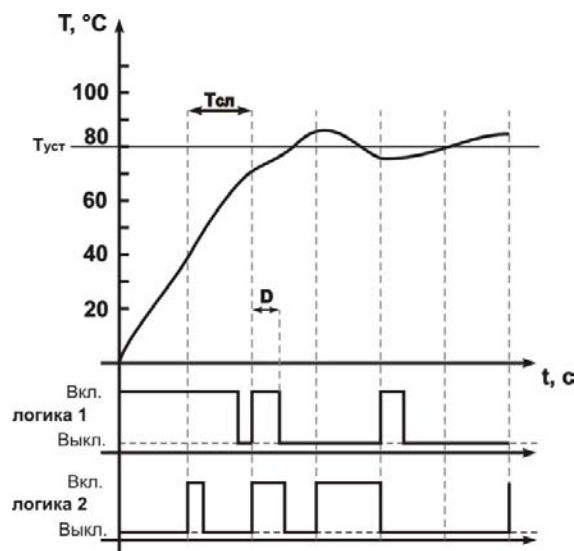


Рисунок 3.11 Диаграмма срабатывания выходных реле в режиме ПИД-регулирования.

**Внимание!** Малое значение  $T_{сл}$  приводит к частым коммутациям и быстрому износу силовых контактов реле, а большое значение – к ухудшению качества регулирования.

### 3.2.7 Интерфейс связи RS-485

Использование интерфейса связи описано в Приложении А.

## 4 Техническое обслуживание и меры безопасности

### 4.1 Меры безопасности

На открытых контактах клеммника прибора при эксплуатации присутствует напряжение величиной до 250 В, опасное для человеческой жизни. Любые подключения к прибору и работы по его техническому обслуживанию производить только при отключенном питании прибора и исполнительных механизмов.

Не допускается попадание влаги на контакты выходного разъема и внутренние электроэлементы прибора. Запрещается использование прибора в агрессивных средах с содержанием в атмосфере кислот, щелочей, масел и т. п.

Подключение, регулировка и техническое обслуживание прибора должны производиться только квалифицированными специалистами, изучившими настоящее руководство по эксплуатации.

### 4.2 Порядок технического обслуживания

Рекомендуемая периодичность технического обслуживания – каждые шесть месяцев.

Техническое обслуживание состоит из визуального осмотра, в ходе которого проверяется надежность подсоединения проводов к клеммам прибора, отсутствие сколов и трещин на его корпусе.

При выполнении технического обслуживания прибора соблюдать меры безопасности, изложенные в п.4.1.



## 5 Подключение прибора

### 5.1 Монтаж внешних связей.

#### 5.1.1 Общие указания.

Подготовить кабели для соединения прибора с датчиками, исполнительными механизмами и внешними устройствами, а также с источником питания. Для обеспечения надежности электрических соединений рекомендуется использовать кабели с медными многопроволочными жилами, концы которых перед подключением следует тщательно зачистить и облудить. Зачистку жил кабеля следует выполнять с таким расчетом, чтобы их оголенные концы после подключения к прибору не выступали за пределы клеммника. Сечение кабеля не должно превышать 2,5 мм<sup>2</sup>.

#### 5.1.2 Указания по монтажу для уменьшения электромагнитных помех.

При прокладке линий “прибор - датчик”, следует выделить их в самостоятельную трассу (или несколько трасс). Трассы располагают отдельно от силовых кабелей, а также от кабелей, создающих высокочастотные и импульсные помехи.

**Внимание!** Трассы следует планировать таким образом, чтобы длина сигнальных линий была минимальной.

#### 5.1.3 Указания по монтажу для уменьшения помех, возникающих в питающей сети.

Подключение прибора следует производить к сетевому фидеру 220В 50Гц, 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 1А.

### 5.2 Подключение прибора.

Подключение прибора производится по схеме (рисунок 5.1), соблюдая изложенную ниже последовательность действий.

А) произвести подключение прибора к источнику питания и исполнительным механизмам;

Б) подключить линии связи “прибор – датчик” к входам прибора.

**Внимание!** Клеммные соединители прибора, предназначенные для подключения сети питания и внешнего силового оборудования, рассчитаны на максимальное напряжение 250 В. Во избежание электрического пробоя изоляции подключение к контактам прибора источников напряжения выше указанного запрещается.

### 5.3 Подключение датчиков (ТС).

В приборах ТР-101 используется трехпроводная схема подключения ТС (термопреобразователи сопротивления). К одному из выводов ТС подсоединяются два провода, а третий подключается к другому выводу ТС (см. рисунок 5.1). Такая схема при соблюдении условий равенства сопротивлений всех трех проводов позволяет скомпенсировать их влияние на измерение температуры.

Термопреобразователи сопротивления могут подключаться к прибору и по двухпроводной схеме, но при этом отсутствует компенсация сопротивления соединительных проводов и поэтому может наблюдаться некоторая зависимость показаний прибора от колебаний температуры проводов.

#### 5.3.1 Подключение датчиков (ТС) по двухпроводной схеме.

5.3.1.1 Подключение ТС (термопреобразователей сопротивления) с прибором по двухпроводной схеме производится в случае невозможности использования трехпроводной схемы, например при установке ТР-101 на объектах, оборудованных ранее проложенными двухпроводными монтажными трассами.

5.3.1.2 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 действия:

- Перед началом работы установить перемычку между контактами 23 и 24 ((26 и 27), (29 и 30), (32 и 33)) клеммника прибора, а двухпроводную линию подключить непосредственно к контактам 22 и 23 ((25 и 26), (28 и 29), (31 и 32)).

- 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).
- Установить на магазине значение, равное сопротивлению ТС при температуре 0 °С (50, 100, 500, 1000 Ом, в зависимости от типа датчика).
- Подать на прибор питание и через 20 – 30 сек по показаниям цифрового индикатора определить величину отклонения температуры от 0 °С.
- Установить значение параметра  $5Н1$  (5Н2,5Н3,5Н4), равное по величине отклонению температуры, но взятое с противоположным знаком.
- Проверить правильность заданного значения, для чего, не изменяя значения сопротивления на магазине, дождаться пока прибор перейдет в режим измерения температуры и убедиться, что при этом его показания равны  $0\pm 1$  °С.
- Отключить питание прибора, отсоединить линию связи от магазина сопротивлений и подключить ее к ТС.
- После выполнения указанных действий прибор готов к дальнейшей работе.

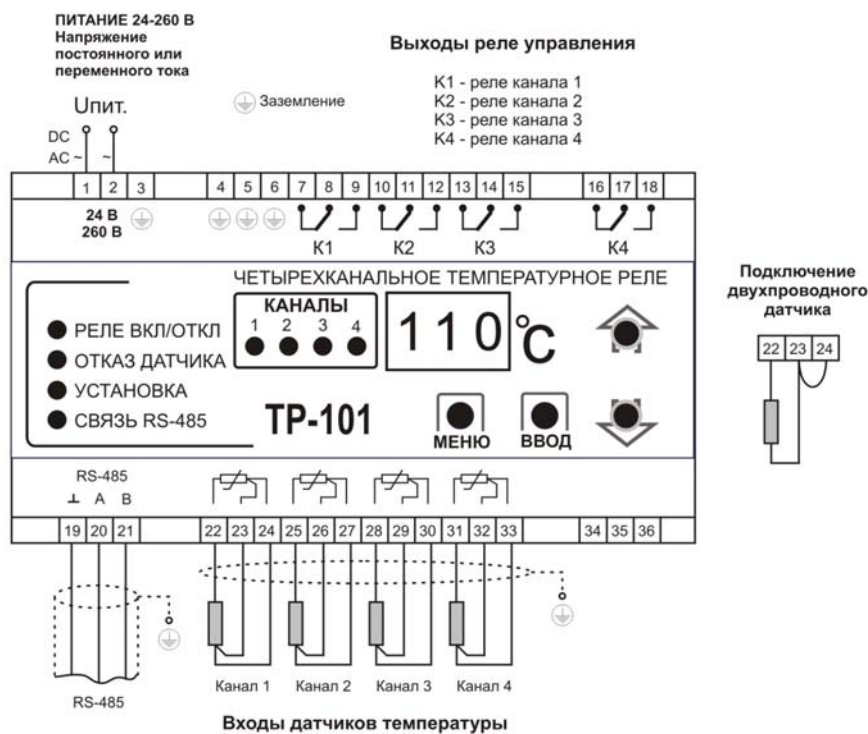


Рисунок 5.1 Схема подключения ТР-101

**Внимание!** Во избежание влияния помех на измерительную часть прибора, линии связи “прибор - датчик” в обязательном порядке должны быть:

- изготовлены из экранированного кабеля типа витая пара (тройка);
- сечением не менее 0,5мм<sup>2</sup>;
- прочно присоединены к клеммам прибора;
- маршрут соединения кабелей должен быть отделен от кабелей высокого напряжения и от кабелей, питающих индуктивную нагрузку;

## 6 Использование TP-101

### 6.1 Общие сведения.

6.1.1 При включении питания прибора засвечиваются все индикаторы на 2 секунды. После этого на цифровом индикаторе отображается измеренная температура канала 1. С интервалом в 4 секунды прибор поочередно выводит измеренную температуру включенных каналов.

6.1.2 При наличии неисправностей прибор выводит на цифровой индикатор код ошибки (таблица 6.1).

Таблица 6.1

НЕИСПРАВНОСТЬ	ПРИМЕЧАНИЕ
Ошибка параметра	TP-101 вместо ошибочного параметра загружает заводскую установку, при этом на дисплей выводится надпись $E r P$ и TP-101 продолжает нормальное функционирование.
Отказ EEPROM	Все реле выключаются, и на дисплей выводится надпись $E E P$
Замыкание любого датчика	Выключается реле соответствующего канала, индикатор “отказ датчика” начинает мигать. На дисплей выводится надпись $F c c$
Обрыв любого датчика	Выключается реле соответствующего канала, индикатор “отказ датчика” начинает мигать. На дисплей выводится надпись $F o c$

### 6.2 Тестирование выходных реле.

В приборе предусмотрено тестирование как всех реле вместе, так и каждого реле по отдельности, для этого необходимо:

- в режиме изменения параметров установить значение параметра  $t 5 t$  в соответствии с таблицей 7.1 и нажать кнопку **ВВОД**, при этом на дисплее отобразится надпись  $o F F$  (означающая, что тестируемые реле находятся в нормально разомкнутом (выключенном) состоянии), отключатся все светодиодные индикаторы.
- однократным нажатием кнопки **ВВОД** меняется состояние тестируемых реле:
  - $o F F$  - реле находятся в нормально разомкнутом (выключенном) состоянии;
  - $o n$  - реле находятся в нормально замкнутом (включенном) состоянии.

Для перехода обратно в меню нажать – кнопку **МЕНЮ**. При отсутствии нажатия любой из кнопок в течение 20сек., TP-101 перейдет в исходное состояние.

## 7 Программирование

### 7.1. Общие сведения.

**Внимание!** Во время пребывания в режиме программирования прибор не осуществляет регулирование, а выходные реле нагрузки переводятся в состояние ОТКЛЮЧЕНО.

7.1.1 Программируемые параметры задаются пользователем при программировании и сохраняются при отключении питания в энергонезависимой памяти.

Полный список программируемых параметров приведен в таблице 7.1

Таблица 7.1

АДРЕС	ПАРАМЕТР	МНЕМОНИКА	МИН./МАКС.	ЗАВОДСКАЯ УСТАНОВКА	ДЕЙСТВИЕ
dec	<b>Общие</b>				
21	Авария датчика	$A c t$	0/1	0	Состояние реле нагрузки при аварии датчика: 0 – реле нагрузки отключено; 1 – реле нагрузки включено.
	<b>Системные</b>				
22	Режим индикации	$d S P$	0/1	0	Режим работы индикации прибора: 0 – TP-101 поочередно, с интервалом 4сек, отображает температуру включенных датчиков. 1 – оператор вручную просматривает температуру датчиков.

23	Пароль	PAS**	000/999	000	000 – пароль отключен, любое другое значение активирует пароль
24	Сброс	rSt*	0/1	0	Сброс всех настроек на заводские. 0 – не выполнять сброс; 1 – сбросить все параметры на заводские.
25	Тест реле	tSt*	0/4	0	Тестирование выходных реле TP-101: 0 – тестировать все реле. 1 – тестировать реле 1; 2 – тестировать реле 2; 3 – тестировать реле 3; 4 – тестировать реле 4;
26	Версия	uEr*		52	Версия устройства
<b>RS-485</b>					
27	Включение	rSA	0/2	0	Включение/Отключение RS-485: 0 – отключено; 1 – включено; 2 – удаленное управление силовыми реле.
28	Идентификатор	rSn	1/247	1	Номер устройства (сетевой адрес)
29	Скорость	rSS	0/2	2	Скорость передачи данных: 0 – 2400 (бит/с); 1 – 4800 (бит/с). 2 – 9600 (бит/с);
30	Тайминг	rSL	0/999	0	Время задержки ответа. ( x100мкс ) Одна единица значения равна 100мкс.
<b>Канал 1</b>					
31	Вкл. канала	CH1	0/3	1	Использование канала: 0 – канал отключен; 1 – канал работает с двухпозиционным регулированием; 2 – канал работает с ПИД регулированием; 3 – автонастройка ПИД (Хр, Тн, Тл).
32	Уставка	SP1	-50/200 °C	100	Уставка температуры (Туст)
33	Гистерезис	HS1	0/50 °C	1	Гистерезис температуры (HS)
34	Реле	rEt1	0/1	0	Метод управления реле 0 – логика 1 (нагреватель); 1 – логика 2 (охладитель).
35	Пропорц. П	P1	1/999 °C	40	Полоса пропорциональности ПИД (Хр)
36	Интегр. И	I1	0/999 мин	130	Интегральная постоянная ПИД (Тн)
37	Дифф. Д	D1	0/999 мин	4	Дифференциальная постоянная ПИД (Тл)
38	Период	t1	60/999 сек	60	Период следования импульсов ШИМ (Тсл)
39	Длительность	L1	1/999 сек	1	Минимальная длительность импульса ШИМ
40	Сдвиг характеристики	SH1	-50/50 °C	0	Сдвиг характеристики датчика 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
41	Наклон характеристики	EU1	0,50/2,00	1,00	Наклон характеристики датчика (в режиме modbus - значение умножается на 100)
42	Полоса фильтра	Fb1	0/50 °C	0	Полоса цифрового фильтра 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
43	Время фильтра	Ft1	0/60 сек	2	Постоянная времени цифрового фильтра 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
44	Тип датчика	ct1	0/16	1	Тип используемого датчика: 0 – Pt50;                    8 – Ni500;                16 – PTC1000; 1 – Pt100;                 9 – Ni1000; 2 – Pt500;                10 – Pt'50; 3 – Pt1000;               11 – Pt'100; 4 – Cu50;                 12 – Pt'500; 5 – Cu100;                13 – Pt'1000; 6 – Ni100;                14 – Cu'50; 7 – Ni120;                15 – Cu'100;
<b>Канал 2</b>					

45	Вкл. канала	сН2	0/3	1	Использование канала: 0 – канал отключен; 1 – канал работает с двухпозиционным регулированием; 2 – канал работает с ПИД регулированием; 3 – автонастройка ПИД (Хр, Ти, Тл).
46	Уставка	SP2	-50/200 °С	100	Уставка температуры (Туст)
47	Гистерезис	HS2	0/50 °С	1	Гистерезис температуры (HS)
48	Реле	рL2	0/1	0	Метод управления реле 0 – логика 1 (нагреватель); 1 – логика 2 (охладитель).
49	Пропорц. П	P2	1/999 °С	40	Полоса пропорциональности ПИД (Хр)
50	Интегр. И	I2	0/999 мин	130	Интегральная постоянная ПИД (ти)
51	Дифф. Д	D2	0/999 мин	4	Дифференциальная постоянная ПИД (тл)
52	Период	t2	60/999 сек	60	Период следования импульсов ШИМ (Тсл)
53	Длительность	L2	1/999 сек	1	Минимальная длительность импульса ШИМ
54	Сдвиг характеристики	сН2	-50/50 °С	0	Сдвиг характеристики датчика 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
55	Наклон характеристики	кL2	0,50/2,00	1,00	Наклон характеристики датчика (в режиме modbus - значение умножается на 100)
56	Полоса фильтра	Fb2	0/50 °С	0	Полоса цифрового фильтра 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
57	Время фильтра	Ft2	0/60 сек	2	Постоянная времени цифрового фильтра 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
58	Тип датчика	сL2	0/16	1	Тип используемого датчика: 0 – Pt50;                    8 – Ni500;                16 – РТС1000; 1 – Pt100;                  9 – Ni1000; 2 – Pt500;                 10 – Pt'50; 3 – Pt1000;                11 – Pt'100; 4 – Cu50;                  12 – Pt'500; 5 – Cu100;                 13 – Pt'1000; 6 – Ni100;                 14 – Cu'50; 7 – Ni120;                 15 – Cu'100;
<b>Канал 3</b>					
59	Вкл. канала	сН3	0/3	1	Использование канала: 0 – канал отключен; 1 – канал работает с двухпозиционным регулированием; 2 – канал работает с ПИД регулированием; 3 – автонастройка ПИД (Хр, Ти, Тл).
60	Уставка	SP3	-50/200 °С	100	Уставка температуры (Туст)
61	Гистерезис	HS3	0/50 °С	1	Гистерезис температуры (HS)
62	Реле	рL3	0/1	0	Метод управления реле 0 – логика 1 (нагреватель); 1 – логика 2 (охладитель).
63	Пропорц. П	P3	1/999 °С	40	Полоса пропорциональности ПИД (Хр)
64	Интегр. И	I3	0/999 мин	130	Интегральная постоянная ПИД (ти)
65	Дифф. Д	D3	0/999 мин	4	Дифференциальная постоянная ПИД (тл)
66	Период	t3	60/999 сек	60	Период следования импульсов ШИМ (Тсл)
67	Длительность	L3	1/999 сек	1	Минимальная длительность импульса ШИМ
68	Сдвиг характеристики	сН3	-50/50 °С	0	Сдвиг характеристики датчика 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
69	Наклон характеристики	кL3	0,50/2,00	1,00	Наклон характеристики датчика (в режиме modbus - значение умножается на 100)
70	Полоса фильтра	Fb3	0/50 °С	0	Полоса цифрового фильтра 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
71	Время фильтра	Ft3	0/60 сек	2	Постоянная времени цифрового фильтра 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)

72	Тип датчика	с 63	0/16	1	Тип используемого датчика: 0 – Pt50; 8 – Ni500; 16 – PTC1000; 1 – Pt100; 9 – Ni1000; 2 – Pt500; 10 – Pt'50; 3 – Pt1000; 11 – Pt'100; 4 – Cu50; 12 – Pt'500; 5 – Cu100; 13 – Pt'1000; 6 – Ni100; 14 – Cu'50; 7 – Ni120; 15 – Cu'100;
<b>Канал 4</b>					
73	Вкл. канала	с Н4	0/3	1	Использование канала: 0 – канал отключен; 1 – канал работает с двухпозиционным регулированием; 2 – канал работает с ПИД регулированием; 3 – автонастройка ПИД (Хр, Ти, Тд).
74	Уставка	SP4	-50/200 °C	100	Уставка температуры (Туст)
75	Гистерезис	HS4	0/50 °C	1	Гистерезис температуры (HS)
76	Реле	р 64	0/1	0	Метод управления реле 0 – логика 1 (нагреватель); 1 – логика 2 (охладитель).
77	Пропорц. П	Р4	1/999 °C	40	Полоса пропорциональности ПИД (Хр)
78	Интегр. И	И4	0/999 мин	130	Интегральная постоянная ПИД (ти)
79	Дифф. Д	Д4	0/999 мин	4	Дифференциальная постоянная ПИД (тд)
80	Период	Т4	60/999 сек	60	Период следования импульсов ШИМ (Тсл)
81	Длительность	Л4	1/999 сек	1	Минимальная длительность импульса ШИМ
82	Сдвиг характеристики	СН4	-50/50 °C	0	Сдвиг характеристики датчика 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
83	Наклон характеристики	У4	0,50/2,00	1,00	Наклон характеристики датчика (в режиме modbus - значение умножается на 100)
84	Полоса фильтра	Ф 64	0/50 °C	0	Полоса цифрового фильтра 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
85	Время фильтра	Ф 64	0/60 сек	2	Постоянная времени цифрового фильтра 0 – запрещено. (любое другое значение включает данный режим)
86	Тип датчика	с 64	0/16	1	Тип используемого датчика: 0 – Pt50; 8 – Ni500; 16 – PTC1000; 1 – Pt100; 9 – Ni1000; 2 – Pt500; 10 – Pt'50; 3 – Pt1000; 11 – Pt'100; 4 – Cu50; 12 – Pt'500; 5 – Cu100; 13 – Pt'1000; 6 – Ni100; 14 – Cu'50; 7 – Ni120; 15 – Cu'100;

\* - параметр доступен только для чтения; \*\* - удаленный доступ к параметру запрещен.






Заводские установки коэффициентов ПИД установлены исходя из следующей характеристики объекта:

- нагрев производится от 0\*С до 100\*С;


- скорость нагрева составляет 1\*С в минуту;

- выход на номинальную температуру происходит при 70% мощности нагревателя, таким образом, запас по мощности составляет 30%.

### 7.1.2 Просмотр параметров.

Для просмотра параметров необходимо однократно нажать кнопку , на дисплее отобразится первый параметр из таблицы 7.1. Листание параметров осуществляется кнопками  , просмотр параметра – кнопка , переход обратно в меню – кнопка .





### 7.1.3 Изменение параметров.

Для изменения параметров необходимо нажать и удерживать в течение 7 секунд кнопку , при этом:




- Если был установлен пароль, введите его. Изменение значения текущего разряда – кнопки  , переход к следующему разряду – кнопка , подтверждение ввода пароля – кнопка . Отмена

ввода пароля – при отсутствии нажатий любой из кнопок в течение 20 секунд, ТР-101 перейдет в исходное состояние.

- Если введенный пароль верный, включится светодиод “Установка” (рисунок 3.2 поз.8) и на дисплее отобразится первый параметр из таблицы 7.1.
- Если введенный пароль неверный, ТР-101 вернется в исходное состояние.
- Если параметр  $PAS$  установлен в “0” проверка пароля не осуществляется. Включится светодиод “Установка” (рисунок 3.2 поз.8) и на дисплее отобразится первый параметр из таблицы 7.1.

Листание параметров кнопками  , запись параметра и переход обратно в меню – кнопка , переход обратно в меню без записи – кнопка . При отсутствии нажатий любой из кнопок в течение 20 секунд, прибор перейдет в исходное состояние.

#### 7.1.4 Восстановление заводских установок.

- В режиме изменения параметров (п.7.1.3) установить параметр  $r5t$  в 1 и нажать кнопку , при этом прибор произведет перезапуск с установленными заводскими параметрами. В данном случае пароль не сбрасывается.
- Подать напряжение питания на прибор, удерживая одновременно нажатыми кнопки  , держать их нажатыми более 2 секунд, при этом на дисплее отобразится надпись  $PAU$ , отпустить кнопки. Через 6 секунд ТР-102 произведет перезапуск с установленными заводскими параметрами, в том числе и пароль (по умолчанию пароль отключен).

### 7.2 Порядок программирования.

#### 7.2.1 Установка параметров измерительного входа.

7.2.1.1 Задать значение параметра  $ct1$  ( $ct2$ ,  $ct3$ ,  $ct4$ ) в соответствии с используемым типом датчика (таблица 1, таблица 7.1).

#### 7.2.1.2 Коррекция измерительной характеристики.

Коррекция измерений, осуществляемая прибором, описана в п.3.2.3. Коррекция измерений производится прибором после задания необходимых значений параметров  $SH$  – сдвиг измерительной характеристики датчика,  $EU$  – наклон измерительной характеристики датчика.

Параметр  $SH$  допускается изменять в пределах от -50 до +50 °С.

Параметр  $EU$  допускается изменять в пределах от 0,50 до 2,00.

#### Внимание!

1. Необходимость осуществления коррекции измерения выявляется после проведения проверки используемых датчиков и прибора.
2. При подключении термопреобразователя сопротивления по двухпроводной схеме, параметр  $SH$  задавать обязательно. Определение значения параметра  $SH$  производится по методике, приведенной в пункте 5.3.1.

#### 7.2.2 Установка параметров цифрового фильтра.

Работа цифрового фильтра описана в п.3.2.4.

Настройка цифрового фильтра измерений производится путем установки двух параметров  $Fb$  – полоса цифрового фильтра и  $Ft$  – постоянная времени цифрового фильтра.

Значение  $Ft$  допускается устанавливать в пределах от 0 до 60 сек, при  $Ft=0$  фильтрация методом экспоненциального сглаживания отсутствует.

Значение  $Fb$  устанавливается в диапазоне от 0 до 200 °С, при  $Fb=0$  “ограничение единичных помех” выключено.

#### 7.2.3 Установка параметров способа управления реле.

Для конкретной системы регулирования нужно выбрать способ управления, задав соответствующие значения параметра  $rt1$  ( $rt2$ ,  $rt3$ ,  $rt4$ ):

0 – логика 1 (нагреватель);

1 – логика 2 (охладитель).

#### 7.2.4 Установка режимов регулирования.

Прибор может работать в одном из двух режимов регулирования, двухдиапазонное или ПИД –

регулирование.

Установка требуемого режима осуществляется установкой нужного значения параметра  $cH1$  ( $cH2$ ,  $cH3$ ,  $cH4$ ):

0 – отключен;

1 – двухдиапазонное регулирование;

2 – ПИД – регулирование;

3 – Автонастройка ПИД (автоматическое определение коэффициентов ПИД см.п. 7.2.5.2)

Гистерезис двухдиапазонного регулятора  $H5$  (°C) задается в параметре  $H51$  ( $H52$ ,  $H53$ ,  $H54$ ) (п.3.2.5), параметр допускается изменять в пределах от 0 до +50 °C.

Работа двухдиапазонного и ПИД – регулятора описаны в п.3.2.5 и п.3.2.6.

## 7.2.5 Настройка ПИД-регулятора.

### 7.2.5.1 Общие принципы.

Работа ПИД-регулятора описана в п.3.2.6.

Для настройки ПИД-регулятора необходимо выполнить следующие действия.

1. Задать уставку регулятора  $SP1$  ( $SP2$ ,  $SP3$ ,  $SP4$ ).

2. Установить параметры ШИМ регулирования:

$t$  – период следования импульсов  $T_{сл}$ ;

$L$  – минимальная длительность импульса.

3. Установить параметры ПИД регулирования:

$P$  – полоса пропорциональности регулятора  $X_p$ ;

$\bar{c}$  – постоянная времени интегрирования  $\tau_{и}$ ;

$d$  – постоянная времени дифференцирования  $\tau_{д}$ .

Значение параметра  $t1$  ( $t2$ ,  $t3$ ,  $t4$ ) устанавливается в секундах от 60 до 999.

Значение параметра  $L1$  ( $L2$ ,  $L3$ ,  $L4$ ) устанавливается в секундах от 1 до 999.

Значение параметра  $P1$  ( $P2$ ,  $P3$ ,  $P4$ ) устанавливается в °C от 1 до 999.

Значение параметра  $\bar{c}1$  ( $\bar{c}2$ ,  $\bar{c}3$ ,  $\bar{c}4$ ) устанавливается в минутах от 0 до 999.

При  $\bar{c} = 0$  прибор работает как ПД-регулятор.

Значение параметра  $d1$  ( $d2$ ,  $d3$ ,  $d4$ ) устанавливается в минутах от 0 до 999.

При  $d = 0$  прибор работает как ПИ-регулятор.

При  $\bar{c} = 0$  и  $d = 0$  прибор работает как П-регулятор.

Учитывая, что в каждой конкретной системе существуют еще и непериодические внешние воздействия различного характера, все коэффициенты в приведенных формулах могут меняться для получения оптимального поведения системы в конкретных условиях. Параметры, подобранные для наилучшего поддержания температуры в установившемся режиме, могут оказаться совершенно неприемлемыми для подавления переходного процесса при внешнем воздействии или при выходе на режим. Равно как и наоборот. Кроме того, в процессе работы характеристики объекта регулирования могут значительно меняться, как при изменении режимов работы, так и со временем.

Обычно вычисленные значения требуют многократной корректировки и подбора, а изменение одного параметра влечет за собой необходимость корректировки остальных.

### 7.2.5.2 Автоматическая настройка ПИД-регулятора.

Режим “Автонастройка ПИД” предназначен для автоматического определения начальных (приблизительных) значений коэффициентов ПИД  $\tau_{и}$ ,  $\tau_{д}$  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.).

7.2.5.2.1 Войти в режим программирования (см. раздел 7.1.3).

7.2.5.2.2 Установить значение  $SP$  ( $T_{уст}$ ) равным уставке температуры, которую в дальнейшем будет поддерживать прибор. При необходимости, установить период следования импульсов ШИМ и минимальное время импульса ШИМ, параметры  $t1$  и  $L1$  соответственно. Заводские установки  $t1=60$  сек.,  $L1=1$  сек.



7.2.5.2.3 Установить значение параметра  $cH1 = 3$  ( $cH2$ ,  $cH3$ ,  $cH4$ ). После нажатия кнопки **ВВОД**, на индикаторе отобразится мигающая надпись “P d” с соответствующим индикатором номера настраиваемого канала в течении времени 10 сек (время может меняться в зависимости от установленного времени фильтра  $Ft1$ ,  $Ft2$ ,  $Ft3$ ,  $Ft4$ ). По окончании времени регулятор выдаст непрерывный максимальный выходной сигнал и на дисплее отобразится текущая температура с точкой в младшем разряде “xxx.”. В результате чего выходное реле нагрузки будет включено до тех пор, пока не будет достигнута величина температуры равная  $SP$  ( $T_{уст}$ ). После выключения реле нагрузки (стадия I, точка B на рисунке 6.1) некоторое время температура по инерции будет продолжать увеличиваться. Как только контролируемая температура опустится ниже  $SP$  ( $T_{уст}$ ), процесс автонастройки заканчивается (точка Г рисунок 6.1), на дисплее отображается непрерывная надпись “P d”. ТР-101 вычисляет коэффициенты ПИД регулятора: полосу пропорциональности  $X_p$ , постоянную времени интегрирования  $T_{и}$ , постоянную времени дифференцирования  $T_{д}$ . После окончания автонастройки необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** перевести прибор в режим программирования, в котором можно посмотреть и скорректировать полученные значения коэффициентов.

Коэффициенты, полученные в результате “Автонастройки ПИД”, не являются оптимальными, а служат для предварительного анализа работы ПИД регулятора.

**Внимание!** Для отмены запущенного режима автонастройки, необходимо в течение 7 секунд удерживать кнопку **МЕНЮ**, в результате чего режим автонастройки будет отменен, а прибор войдет в режим программирования.

### 7.2.5.3 Ручная настройка ПИД регулятора.

Приведенный ниже метод позволяет определить приблизительные параметры настройки регулятора.

7.2.5.3.1 Войти в режим программирования (см. раздел 7.1.3).

7.2.5.3.2 При необходимости, установить период следования импульсов ШИМ и минимальное время импульса ШИМ, параметры  $t1$  и  $L1$  соответственно. Заводские установки  $t1=60$  сек.,  $L1=1$  сек.

7.2.5.3.3 Установить значения  $i$  ( $T_{и}$ ),  $d$  ( $T_{д}$ ) и  $P$  ( $X_p$ ) равными 0. Установить значение  $SP$  ( $T_{уст}$ ) равным уставке температуры, которую в дальнейшем будет поддерживать прибор. После перехода в режим регулирования (по истечении 20 секунд прибор автоматически перейдет в режим регулирования) **выходное реле нагрузки будет включено до тех пор, пока не будет достигнута температура регулирования (уставка)  $T_{уст}$**  (стадия I, точка B на рисунке 6.1).

7.2.5.3.4 Измерить  $t_0$  – время от момента включения выходных реле до момента увеличения температуры на 10% от диапазона  $T_{уст} - T_{неч}$  (стадия I, точка A на рисунке 6.1).

7.2.5.2.5 Измерить  $t_1$  – время от момента увеличения температуры на 10% (точка A на рисунке 6.1) и до момента увеличения температуры на 63% от диапазона  $T_{уст} - T_{неч}$  (точка B на рисунке 6.1).

7.2.5.3.6 Измерить максимальное значение перерегулирования между точками B и Г ( $E_{макс}$ , рисунок 6.1).

7.2.5.3.7 Установить значение  $X_p = 2 * E_{макс}$  (стадия II на рисунке 6.1). Убедиться, что при данном значении  $X_p$  не происходит достижения уставки  $T_{уст}$ . В противном случае необходимо увеличить значение  $X_p$ . Если при значении  $X_p = 2 * E_{макс}$  разница между установившейся температурой и уставкой слишком велика, то значение  $X_p$  следует уменьшить.

7.2.5.3.8 Установить значение  $T_{и} = 2,4 * t_1$ . Убедиться, что при заданном значении  $T_{и}$  не возникают колебания температуры вокруг уставки (стадия III). Для уменьшения колебаний необходимо увеличить значение  $T_{и}$ , для увеличения скорости выхода на уставку – уменьшить значение  $T_{и}$ .

7.2.5.3.9 Установить значение параметра  $T_{д}$  равным  $[0,1; 0,2; 0,3; 0,4] * t_0$ .

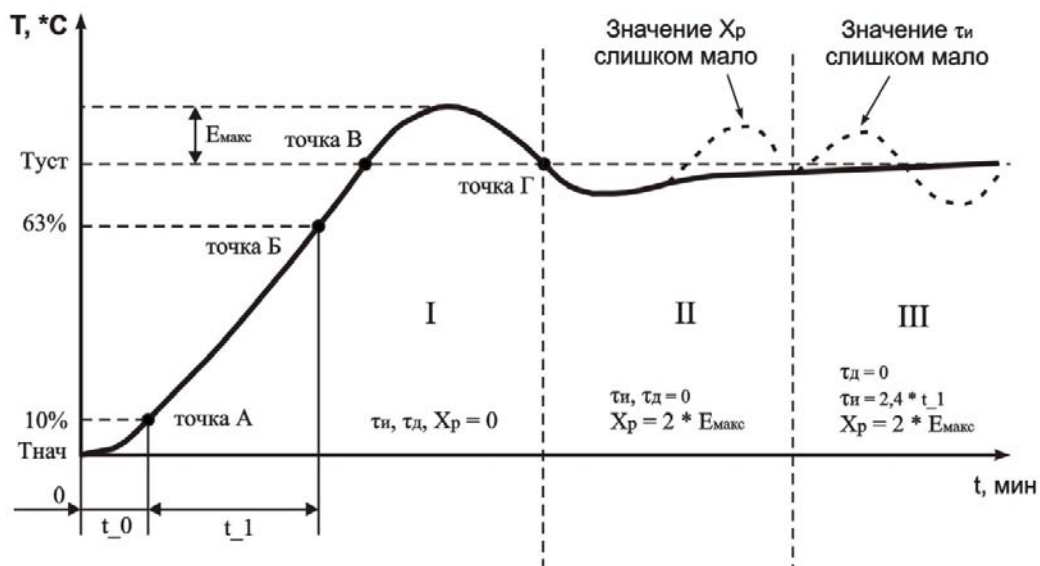


Рисунок 6.1 Ручная настройка ПИД-регулятора

## 8 Сроки службы, хранения и гарантии изготовителя

Срок службы ТР-101 10 лет. По истечении срока службы обратиться к изготовителю.

Предприятие-изготовитель гарантирует безотказную работу ТР-101 в течение 36 месяцев со дня продажи, при условии:

- правильного подключения;
- правильной эксплуатации и хранения;
- целостности пломбы ОТК изготовителя;
- целостности корпуса, отсутствии следов вскрытия, трещин, сколов, прочее.

## 9 Транспортирование

Транспортирование ТР-101 в упаковке может производиться любым видом транспорта в соответствии с требованиями и правилами перевозки, действующими на данных видах транспорта.

При транспортировании, погрузке и хранении на складе ТР-101 должен оберегаться от ударов, толчков и воздействия влаги.

## Приложение А.

### 1 Интерфейс связи RS-485

#### 1.1 Общие указания.

Интерфейс связи предназначен для включения прибора TP-101 в сеть, организованную по стандарту RS-485 (EIA-485). Использование прибора в сети RS-485 позволяет осуществлять следующие функции:

- сбор данных в системе SCADA;
- программирование прибора с помощью ПК;
- удаленное управление выходными реле каналов.

RS-485 является широко распространенным в промышленности стандартом интерфейса, обеспечивает создание сетей с количеством узлов (точек) до 247 и передачу данных на расстояние до 1200 м. При использовании повторителей количество подключенных узлов и расстояние передачи может быть увеличено.

Все приборы в сети соединяются в последовательную шину (рисунок А1). Для качественной работы приемопередатчиков и предотвращения влияния помех, линия связи должна иметь на концах согласующие резисторы сопротивлением  $R_{\text{согл}} = 120 \text{ Ом}$ , подключаемые непосредственно к клеммам прибора (см. рисунок А1).

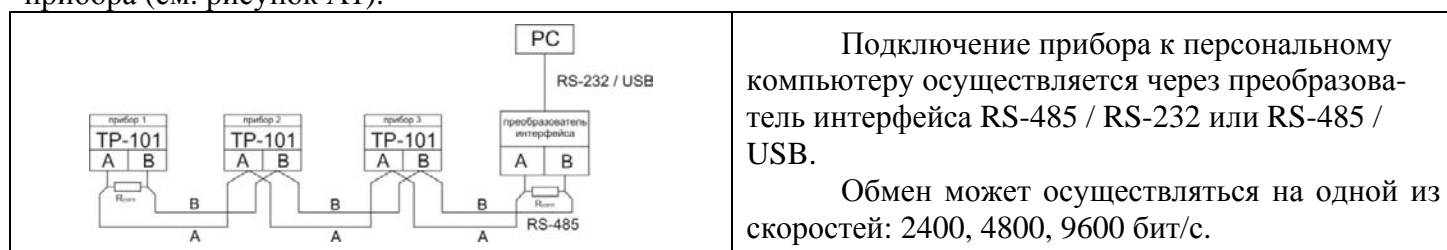


Рисунок А1 Подключение приборов в сеть RS-485.

#### 1.2 Удаленное управление силовыми реле.

При установке параметра  $r_{5A} = 2$  (таблица 7.1) прибор переводится в режим удаленного управления силовыми реле. Регистры управления указаны в таблице А2.

Если канал работает с двухпозиционным регулированием, записав в регистры управления значения 0 или 1 можно включить или отключить соответствующие реле нагрузки.

Если канал работает с ПИД регулированием, записав в регистры управления значения 0 или 100 можно управлять мощностью нагрузки, подключенной к соответствующему реле (п.3.2.6.6 ИЭ).

После включения режима “Удаленного управления силовыми реле”, TP-101 продолжает работать в обычном режиме, исключением является то, что управление силовыми реле передается удаленному оператору.

#### 1.3 Настройка обмена данными через интерфейс RS-485.

Настройка обмена данными осуществляется параметрами:

- $r_{5A}$  – задает включение (отключение) RS-485 и режим удаленного управления контактами выходных реле;
- $r_{5B}$  – базовый адрес прибора (1 ... 247);
- $r_{5C}$  – скорость обмена данными в сети (2400, 4800, 9600 бит/с);
- $r_{5D}$  – время задержки ответа пакета 0 – 99,9мс.

Прибор TP-101 имеет также следующие фиксированные параметры обмена, не отображаемые на индикаторе: Количество стоп-бит – 2; Длина слова данных – 8; Контроль четности – нет.

**Внимание!** Новые значения параметров обмена вступают в силу только после перезапуска прибора (после снятия и затем подачи питания) или перезапуска по RS-485.

#### 1.4 Обмен данными по интерфейсу RS-485.

1.4.1 Для работы по интерфейсу RS-485 следует выполнить соответствующие соединения (п. 1.1 Приложения А) и задать значения параметров сети (п. 1.3 Приложения А).

1.4.2 Для организации обмена данными в сети через интерфейс RS-485 необходим Мастер сети, основная

функция которого – инициировать обмен данными между отправителем и получателем данных. В качестве Мастера сети можно использовать ПК с подключенным преобразователем интерфейса. Прибор TP-101 может работать в режиме Slave по протоколу обмена данными: ModBus RTU.

1.4.3 ModBus – открытый сетевой протокол, разработанный фирмой Modicon. С описанием протокола можно ознакомиться на сайте [www.modbus-ida.org](http://www.modbus-ida.org).

Адреса регистров программируемых параметров приведены в таблице 7.1.

Перечень поддерживаемых функций (Modbus) приведены в таблице А1.

Дополнительные регистры и их назначение приведены в таблице А2.

Таблица А1

ФУНКЦИЯ (hex)		НАЗНАЧЕНИЕ	ПРИМЕЧАНИЕ
0x03		Получение текущего значения одного или нескольких регистров	Макс. 125
0x06		Запись одного значения в регистр	
0x08	0x00	Возврат данных запроса	Диагностика
	0x01	Рестарт опций связи	
	0x04	Установка режима “только слушать”	

Таблица А2

АДРЕС (dec)	НАИМЕНОВАНИЕ	НАЗНАЧЕНИЕ		ПРИМЕЧАНИЕ
		MSB	TP-101 – 0x0002	
0	Идентификатор устройства	MSB	TP-101 – 0x0002	ID
1		LSB	Прошивка – v50	Версия
2	Регистр состояния TP-101	bit 0	0 – нет аварии; 1 – авария (код в регистре аварии).	bit 5 – bit 15 зарезервированы
		bit 1	0 – реле канала1 отключено; 1 – реле канала1 включено.	
		bit 2	0 – реле канала2 отключено; 1 – реле канала2 включено.	
		bit 3	0 – реле канала3 отключено; 1 – реле канала3 включено.	
		bit 4	0 – реле канала4 отключено; 1 – реле канала4 включено.	
3	Регистр аварии	bit 0	0 – нет аварии; 1 – отказ EEPROM. $\overline{EEP}$	bit 10 – bit 15 зарезервированы
		bit 1	0 – нет аварии; 1 – ошибка параметра $\overline{EP}$ .	
		bit 2	0 – нет аварии; 1 – замыкание датчика 1 $\overline{FCC}$	
		bit 3	0 – нет аварии; 1 – замыкание датчика 2 $\overline{FCC}$	
		bit 4	0 – нет аварии; 1 – замыкание датчика 3 $\overline{FCC}$	
		bit 5	0 – нет аварии; 1 – замыкание датчика 4 $\overline{FCC}$	
		bit 6	0 – нет аварии; 1 – обрыв датчика 1 $\overline{FOC}$	
		bit 7	0 – нет аварии; 1 – обрыв датчика 2 $\overline{FOC}$	
		bit 8	0 – нет аварии; 1 – обрыв датчика 3 $\overline{FOC}$	
		Bit 9	0 – нет аварии; 1 – обрыв датчика 4 $\overline{FOC}$	
4	Температура датчика 1			
5	Температура датчика 2			
6	Температура датчика 3			
7	Температура датчика 4			
		при $\overline{CN} = 1$	при $\overline{CN} = 2$ (ПИД)	
8	Регистр управления реле 1	0 – реле отключено; 1 – реле включено;	0 – мощность 0%; 100 – мощность 100%;	канал 1
9	Регистр управления реле 2	0 – реле отключено; 1 – реле включено;	0 – мощность 0%; 100 – мощность 100%;	канал 2
10	Регистр управления реле 3	0 – реле отключено; 1 – реле включено;	0 – мощность 0%; 100 – мощность 100%;	канал 3

11	Регистр управления реле 4	0 – реле отключено; 1 – реле включено;	0 – мощность 0%; 100 – мощность 100%;	канал 4
12-20		Регистры с 12 по 20 зарезервированы.		всегда равны 0

## Приложение Б.

### 1. Юстировка прибора

#### 1.1 Общие указания

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

Перед юстировкой необходимо проверить заданное значение параметра  $SH1$  ( $SH2, SH3, SH4$ ) "сдвига характеристики" и установить его равным 0.

#### 1.2 Юстировка TP-101

**1.2.1** Подключить к входу прибора вместо датчика магазин сопротивлений с классом точности не хуже 0,05 (например МСР-63) по трехпроводной линии (рисунок Б.1). Сопротивления проводов в линии должны быть равны друг другу и каждое не должно превышать величины 15 Ом. Установить на магазине сопротивлений:

$R=50,00$  при использовании датчиков типа Pt50, Cu50;

$R=100,00$  при использовании датчиков типа Pt100, Cu100, Ni100;

$R=120,00$  при использовании датчиков типа Ni120;

$R=500,00$  при использовании датчиков типа Pt500, Ni500;

$R=1000,00$  при использовании датчиков типа Pt1000, Ni1000;

$R=807,00$  при использовании датчика типа PTC1000 (EKS111).

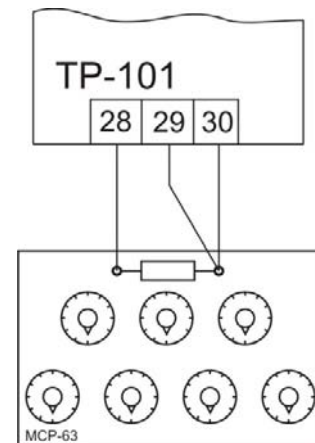


Рисунок Б.1

**1.2.2** Подать питание на TP-101. Через 20-30 секунд произвести юстировку прибора. Убедиться, что значение температуры, соответствующее сопротивлению 50, 100, 120, 500, 807, 1000 (в зависимости от типа используемого датчика), равно 0 °С. Предел допустимой абсолютной погрешности  $\pm 1$  °С.

**1.2.3** Установить значение параметра  $SH1$  ( $SH2, SH3, SH4$ ), равное по величине отклонению температуры, но взятое с противоположным знаком. Проверить правильность заданного значения, для чего, не изменяя значения сопротивления на магазине, дождаться пока прибор перейдет в режим измерения температуры и убедиться, что при этом его показания равны  $0 \pm 1$  °С.