

## Основные технические характеристики

ТУ У 33.2-14242882-004: 2011 "Приборы измерительные и регулирующие ТЭРА..."

Серия универсальных измерителей, регуляторов, контроллеров, счетчиков, тахометров, предназначенных для широкого применения в области автоматизации техпроцессов. Позволяет измерять и контролировать различные физические и логические величины (температуру, влажность, давление, ток, напряжение, количество, степень открытия/закрытия, наличие/отсутствие, включено-выключено и т.д.), управлять различными исполнительными устройствами (вентиляторами, двигателями, насосами, ТЭНами, клапанами и т.д.) по заданному закону регулирования, времени или программе. В приборах возможна реализация различных математических функций, аварийных сигнализаций, разных типов индикации и питания, связи с компьютером или работа в составе сети.

### Типы применяемых корпусов для преобразователей, измерителей, регуляторов, контроллеров:



**Корпус А**

передняя панель 48x48 мм  
глубина 91 мм  
IP 54 по передней панели  
вырез в щите 45,2x45,2 мм



**Корпус Б**

передняя панель 96x96 мм  
глубина 28 мм  
IP 54 по передней панели  
вырез в щите 91,4x91,4 мм



**Корпус С1**

передняя панель 96x96 мм  
глубина 75 мм  
IP 54 по передней панели  
вырез в щите 92,2x92,2 мм



**Корпус Д**

передняя панель 96x96 мм  
глубина 50 мм  
IP 54 по передней панели  
вырез в щите 91,4x91,4 мм



**Корпус Е**

передняя панель 96x96 мм  
глубина 96 мм  
IP 54 по передней панели  
вырез в щите 92,2x92,2 мм



**Корпус 2А**

передняя панель 192x96 мм  
глубина 50 мм  
IP 54 по передней панели  
вырез в щите 182,8x91,4



**Корпус С**

передняя панель 96x96 мм  
глубина 69 мм  
IP 54 по передней панели  
вырез в щите 92,2x92,2 мм



**Корпус В4**

передняя панель 160x45 мм  
габариты 160x90x58 мм  
IP 54 по передней панели  
устанавливается на DIN рейку



**Корпус В1**

передняя панель 52x45 мм  
габариты 52x90x58 мм  
степень защиты корпуса IP 20  
устанавливается на DIN рейку 35 мм



**Корпус В21**

передняя панель 70x45 мм  
габариты 70x89x58 мм  
степень защиты корпуса IP 20  
устанавливается на DIN рейку 35 мм



**Корпус В31**

передняя панель 105x45 мм  
габариты 105x89x58 мм  
степень защиты корпуса IP 20  
устанавливается на DIN рейку 35 мм



**Корпус В41**

передняя панель 157x45 мм  
габариты 157x89x58 мм  
степень защиты корпуса IP 20  
устанавливается на DIN рейку 35 мм



**Корпус Z65**

габариты 64x40x30 мм  
степень защиты корпуса IP 52



**Корпус Z56**

габариты 88x63x42 мм  
степень защиты корпуса IP 52



**Корпус Z57**

габариты 117x77x55 мм  
степень защиты корпуса IP 52



**Корпус Z59**

передняя панель 157x114x58 мм  
степень защиты корпуса IP 52

## Типы входных устройств (типы входов):

### ❖ Термосопротивление (код - ТС):

Тип датчика	Наименование датчика	НСХ ( $W_{100} = R_0/R_{100}$ )	Диапазон, °С
ТСМ	Термопреобразователь сопротивления медный	50М (1,4280)	-50...180
		100М (1,4280)	
		53М гр. 23 (1,4260)	
ТСП	Термопреобразователь сопротивления платиновый	46П гр. 21 (1,3910)	-50...650 (к. А, Б) -200...650 (к. С1, Д, 2А, Е)
		Pt100 (1,3850)	
		50П (1,3910)	
		100П (1,3910)	

### ❖ Термосопротивление (код - ПТ):

Тип датчика	Наименование датчика	НСХ ( $W_{100} = R_0/R_{100}$ )	Диапазон, °С
ТСП	Термопреобразователь сопротивления платиновый	Pt500, Pt1000 (1,3850)	-50...650 (к.Б) -200...650 (к. С1, Д, Е)

### ❖ Термопара (код -ТП):

Тип датчика	Наименование датчика	НСХ	Диапазон, °С
ТМКн	Термопара медь-константановая	тип Т	-50...350
ТХК	Термопара хромель-копелевая	тип L	-50...650
ТЖК	Термопара железо-константановая	тип J	-50...750
ТХКн	Термопара хромель-константановая	тип E	-50...700
ТХА	Термопара хромель-алюмелевая	тип K	-50...1300
ТНН	Термопара никросил-нисилловая	тип N	
ТПП	Термопара платинародий-платиновая	тип S	0...1450
ТПП	Термопара платинародий-платиновая	тип R	
ТПР	Термопара платинародий-родиевая	тип B	600...1700

### ❖ Универсальный ТС/ТП (код - УН):

К данному типу входа могут быть подключены все типы термосопротивлений и термопар, приведенных выше, кроме ПТ.

### ❖ Психрометрический (аспирационный) - (код - ПС):

К данному типу входа могут быть подключены два термосопротивления (сухой-мокрый термометры), для измерения относительной влажности воздуха психрометрическим или аспирационным методом.

### ❖ Термистор (код - ТР):

Тип датчика	Наименование датчика	НСХ	Диапазон, °С
ТСТ	Термистор	тип 10k NTC 633 (640)	-40...200 (-40...150)

### ❖ Аналоговый токовый 0...5 мА, 4...20мА, 0...20мА (код - АТ):

К данному типу входа могут быть подключены все типы датчиков, имеющих унифицированный токовый сигнал 4...20 мА, 0...20, 0...5 мА. Питание датчиков в приборах в корпусах А и Д от внешнего источника питания, в корпусе Б от встроенного источника +12В DC в приборе (максимальная длина линии до 10 м), в приборах в корпусе Е - от встроенного источника +24В DC (максимальная длина линии до 150-200 м).

### ❖ Аналоговый напряжение 2...10В, 0...10В (код - АН):

К данному типу входа могут быть подключены все типы датчиков, имеющих унифицированный сигнал по напряжению 0...10В, 2...10В. Длина подключаемой линии для всех приборов не должна превышать 50м.

### ❖ Внешний ключ (код - СК):

К данному типу входа могут быть подключены датчики или устройства, имеющие "сухой контакт": внешние кнопки, выключатели, герконы, реле и т.д. Длина подключаемой линии для всех приборов не должна превышать 50м.

### ❖ Импульсный по напряжению (код - НП):

К данному типу входа могут быть подключены датчики, имеющие выходной дискретный сигнал. Логическим нулем считается напряжение в диапазоне 0,0...0,7 В DC, логической единицей - напряжение в диапазоне 2,5 В...12 В DC.

### ❖ Резистивный (код - РЗ):

К данному типу входа могут быть подключены резистивные задатчики или резистивный концевик для обратной связи с устройством

### ❖ Последовательный цифровой интерфейс I<sup>2</sup>C (код - EM):

К данному типу входа могут быть подключены датчики с выходным интерфейсом I<sup>2</sup>C, например, преобразователи влажности и температуры воздуха ДВТ с НСХ SHT. Длина подключаемой линии не должна превышать 15 м.

### ❖ Индуктивный (код - ПВ):

К данному типу входа могут быть подключены манометры, дифманометры, вакуумметры с выходом -10...10 мГн или 0...10 мГн. Длина подключаемой линии не должна превышать 15 м.

### ❖ Кондуктометрический (код - ДУ):

К данному типу входа могут быть подключены кондуктометрические датчики уровня жидкости (для электропроводимых жидкостей).

**Классы точности:**

Код входа	Классы точности в зависимости от типа корпуса:							
	A	B	B1	B4	C1	Δ	2Δ	E
УН (ТС), ПТ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2
УН (ТП)	0,5	0,5	—	—	0,5	0,5	0,5	0,5
ТР	—	1,0	1,0	1,0	—	1,0	—	—
АТ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5
АН	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5

**Быстродействие канала (время опроса):**

Код входа	Время опроса из расчета на один канал в зависимости от типа корпуса, с:							
	A	B	B1	B4	C1	Δ	2Δ	E
УН (ТС), ПТ	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2
УН (ТП)	0,25	0,25	—	—	0,2	0,4	0,2	0,2
ТР	—	0,25	0,25	0,25	—	0,25	—	—
АТ	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2
АН	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2

Полученные результаты опроса подвергаются процедуре математической обработки. Продолжительность ее зависит от вводимого пользователем коэффициента фильтрации. При коэффициенте 1 матобработка не производится. При коэффициенте менее или равно 5 производится только усреднение результатов опроса продолжительностью  $3 \times \text{коэффициент фильтрации} \times \text{время опроса} \times \text{кол-во каналов}$  (коэффициент менее или равен 5 возможен только в приборах в корпусах С, С1, Δ и 2Δ). При коэффициенте более 5 производится адаптивная фильтрация с последующим усреднением продолжительностью  $5 \times \text{коэффициент фильтрации} \times \text{время опроса} \times \text{кол-во каналов}$ .

**Характеристики соединительной линии прибора с датчиком:**

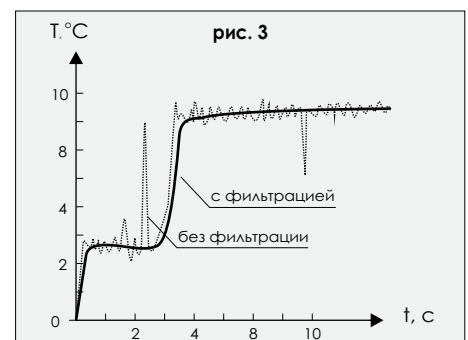
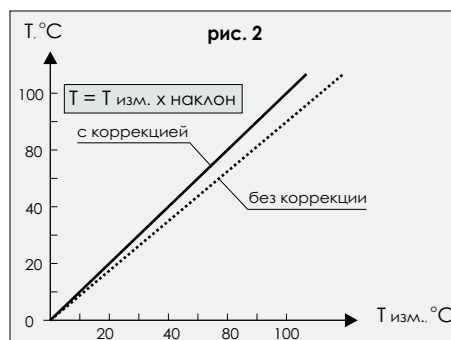
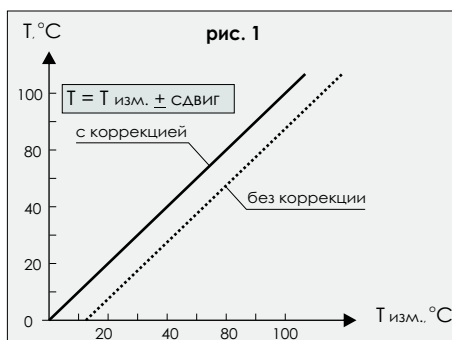
Код входа	Максимальное сопротивление линии (одного проводника), Ом	Тип линии
УН (ТС)	3,0 (к. А, Б), 20,0 (к. С1, Е, Δ, 2Δ)	Трехпроводная экранированная
УН (ТП)	25,0 (к. А, Б, С), 100,0 (С1, Δ, 2Δ, Е)	Термокомпенсационный (термопарный) экранированный кабель
ПТ	1,0	Двухпроводная экранированная
ТР	1,0	Двухпроводная экранированная
АТ	Для $U_{\text{пит}}=24\text{В DC}$ : 100,0 (к. А, Б), 250 (к. Δ, 2Δ, Е)	Двухпроводная экранированная
АН	5,0	Двухпроводная экранированная
ЕМ	1,5	Четырехпроводная экранированная

Приборы в корпусах С1, Е, Δ, 2Δ могут работать с трехпроводными барьерами искрозащиты, имеющими проходные сопротивления каналов, не превышающие 360 Ом (при этом в контроллере вводится поправка на погрешность, вносимую барьером искрозащиты, и связанную с неидентичностью проходных сопротивлений каналов).

**Базовые функции входных устройств:**

Базовые программные функции входных устройств присутствуют в каждом измерителе-регуляторе вне зависимости от его модели или конфигурации, заказанной пользователем. К ним относятся:

- ❖ **компенсация погрешности датчиков** (рис. 1 и рис.2) позволяет уменьшить влияние погрешностей первичного средства измерения (датчика) и погрешностей, вносимых соединительной линией. Пользователь может сдвигать характеристику и изменять ее наклон с целью максимально приблизить ее к эталонной (стандартной).
- ❖ **программная фильтрация помех и нестабильности показаний** (рис. 3) позволяет уменьшить влияние помех, возникающих в измерительном канале и нестабильности показаний, связанных с преобразованием сигналов. Применяется специализированный алгоритм, позволяющий пользователю наблюдать стабильность показаний при их максимально возможной достоверности. При необходимости пользователь может изменить соотношение "стабильность/достоверность" вручную, изменив коэффициент фильтрации в настройках прибора.

**Дополнительные функции входных устройств:**

К дополнительным функциям входных устройств относятся специализированные алгоритмы обработки входных сигналов, которые пользователь может дополнительно задействовать в приборе в случае, если им заказаны соответствующие входы. Данные функции позволяют серьезно расширить область регулирования, сделать сам процесс регулирования более удобным и быстрым для пользователя.

- ❖ **обратная связь с исполнительным устройством** (код - 02, условие - наличие токового входа (АТ), входа на напряжение (АН) или входа для резистивной обратной связи, а также соответствующего выхода у исполнительного устройства). Позволяет отслеживать текущее положение исполнительного устройства (клапана, задвижки, заслонки и т.д.), а также ее реакцию на выходной сигнал управления. Данная функция рекомендуется для ПИД-регулирования клапанами, задвижками, заслонками с ШИМ (трехточечным) управлением, а также для диагностики исправности исполнительных механизмов. Степень "открытия/закрытия" в процентах может также отображаться на индикаторе прибора.
- ❖ **исполнительное устройство "включено/выключено"** (код - 03, условие - наличие входа типа внешний ключ "сухой контакт"(СК)). Позволяет индицировать на отдельном светодиоде прибора состояние исполнительного устройства "включено" или "выключено", а также задействовать это в программной логике работы прибора.
- ❖ **"стоп/пуск" регулятора/программного таймера** (код - 04, условие - наличие входа типа внешний ключ "сухой контакт"(СК)). Позволяет запустить/остановить выполнение программы регулирования или программный таймер, задействованный в программной логике, внешним ключевым устройством (реле, пускателем, внешней кнопкой и т.д.).
- ❖ **переход к следующему шагу программы** (код - 05, условие - наличие входа типа внешний ключ "сухой контакт"(СК) и функции выхода "Регулирование по программе" ). Позволяет в регуляторе с функцией выхода "Регулирование по программе" переходить к следующему шагу программы в ручную с помощью внешнего ключевого устройства (внешней кнопки).
- ❖ **переключение ручное/автомат** (код - 06, условие - наличие входа типа внешний ключ "сухой контакт"(СК)). Позволяет изменять режим управления выходным сигналом с "ручного" на "автоматический" или обратно с помощью внешнего ключевого устройства (внешней кнопки).
- ❖ **переключение позиционный/ПИД** (код - 07, условие - наличие входа типа внешний ключ "сухой контакт"(СК)). Позволяет изменять тип регулирования с "позиционного" на "ПИД" или обратно с помощью внешнего ключевого устройства (внешней кнопки).
- ❖ **приборный архив** (код - 08). Позволяет сохранять в энергонезависимой памяти прибора текущие значения с заданным интервалом. Прибор содержит 32000 байт памяти значений. Одна запись занимает 4 x количество каналов + 4 байта. Период архивирования выбирается от 15 сек до 60 мин. Итого максимальный объем архива в часах рассчитывается по формуле:  $0,37 / (4 \times \text{количество каналов} + 4) \times \text{период архивирования в секундах}$ . Помимо текущего значения в каждой ячейке записи сохраняются текущее время, текущее значение выходной мощности (в процентах) и тип регулирования (ручной или автоматический). Просмотр значений возможен как с помощью клавиатуры прибора, так и с помощью программного обеспечения Devices System (при наличии выхода RS485, протокол T-bus) на персональном компьютере. В Devices System предусмотрен специальный модуль работы с приборами, которые содержат приборный архив, позволяющий считывать данные из приборного архива пакетами с заданным интервалом времени. Это обеспечивает 100%-ое сохранение данных вне зависимости от наличия связи с ПК в конкретный промежуток времени, а также позволяет освободить ПК от постоянного приема и записи данных в реальном времени.
- ❖ **математические функции** (код - 09) позволяют преобразовывать результаты измерений по заданной математической формуле.
- ❖ **внешний задатчик** (код - 10) позволяет осуществлять подключение внешнего задатчика для более удобного изменения заданной величины. Заданной величиной могут быть уставка регулятора или номер программы (только для регулирования по программе). К термисторным входам могут быть подключены задатчики с изменяемым сопротивлением на выходе, к входам по напряжению (току) - задатчики с соответствующим выходом.
- ❖ **выход текущего параметра на контроль** (код - 11) позволяют преобразовывать текущую измеренную величину в унифицированный сигнал 4-20 мА для ее передачи на контролируемые или дублирующие устройства: самописцы, логеры, контроллеры.

## Типы выходных устройств (типы выходов):

Выходные устройства (далее - ВУ) предназначены для инициализации и управления исполнительными устройствами или промежуточными усилительными узлами. ВУ подразделяются на следующие типы: ключевые, аналоговые и цифровые, а также на гальванически развязанные и неразвязанные по отношению к исполнительным устройствам.

К ключевым гальванически развязанным ВУ относятся:

- ❖ **электромагнитные реле** (код - ЭЗ или ЭП, рис. 1). Могут непосредственно управлять исполнительными устройствами малой и средней мощности (активными или реактивными) или промежуточными усилителями мощности (реле, пускатели). Подразделяются на два типа: реле на замыкание (код - ЭЗ) и реле на переключение (код ЭП).
- ❖ **оптосимисторы** (код - ОС, рис. 2). Могут непосредственно управлять исполнительными устройствами малой мощности (активными или реактивными) (реле, пускатели, лампы накаливания) или промежуточными усилителями мощности на основе мощных симисторов.
- ❖ **полупроводниковые оптоключи** (код - ПК, рис. 3). Могут непосредственно управлять исполнительными устройствами малой мощности (активными или реактивными) (реле, пускатели, лампы накаливания), а также использоваться в качестве ключей типа "сухой контакт" для передачи сигнала о состоянии управляющего устройства

К ключевым гальванически неразвязанным ВУ относятся:

- ❖ ВУ типа **открытый коллектор** (код - ОК, рис. 4). Могут непосредственно управлять исполнительными устройствами малой мощности (активными) (реле, пускатели постоянного тока, лампы накаливания, светодиодные индикаторы) или использоваться в качестве ключей для передачи сигнала о состоянии исполнительного устройства.
- ❖ ВУ с **активным выходом по напряжению** (код - ИВ, рис. 5). Могут непосредственно управлять исполнительными устройствами малой мощности (активными) (реле и пускатели постоянного тока, лампы накаливания, светодиодные индикаторы), а также промежуточными усилителями мощности на основе мощных симисторов (подробнее см. стр. "Симисторные усилители мощности"). Данный тип ВУ использует внутренний или внешний источник питания прибора.

К ВУ аналогового типа (могут быть как гальванически развязанными так и неразвязанными) относятся:

- ❖ **регулируемый генератор тока 4...20, 0...20, 0...5 мА**, (код - АВ, рис. 6). Могут непосредственно управлять исполнительными устройствами средней и большой мощности со стандартными входами 4...20 мА (частотные преобразователи, приводы заслонок, задвижек, клапанов и т.д.).
- ❖ **регулируемый генератор напряжения 0...10, 2...10 В** (код - АМ, рис. 7). Могут непосредственно управлять исполнительными устройствами средней и большой мощности со стандартными входами 0...10, 2...10 В (частотные преобразователи, приводы заслонок, задвижек, клапанов и т.д.).

## Характеристики ключевых и аналоговых выходных устройств

Код выхода	Выходное устройство	Параметр	Значение
ЭЗ	Э/м реле на замыкание	U / I	220 В 2 А (3А) AC/ 30В 2А DC
ЭП	Э/м реле на переключение	U / I	220 В 2 А (5А) AC/ 30В 2А DC
ОС	Оптосимистор	U / I	220 В 50 мА AC в пост. режиме, 220 В 800 мА AC в имп. режиме
ПК	Оптоключ	U / I	180 В 100 мА AC/DC
ОК	Общий коллектор	U / I	40 В 30 мА DC
ИВ	Выход по напряжению	U / I	12 В 20 мА DC
АВ	Генератор тока	I	4...20 мА, нагрузка 100...500 Ом
АМ	Генератор напряжения	U	2...10 В, нагрузка >100 кОм

К ВУ цифрового типа относится:

- ❖ **гальванически неразвязанный цифровой выход RS485** (код - RS). Используется для связи с компьютером и передачи данных в сети. Позволяет коммутировать до 64 устройств в одной сети длиной линии до 500 м с низким уровнем помех. Скорость передачи данных 9600 Кбит/с. Подробнее о построении сети RS485 см. раздел "Программное обеспечение".
- ❖ **гальванически развязанный цифровой выход RS485** (код - RG). Используется для связи с компьютером и передачи данных в сети. Позволяет коммутировать до 64 устройств в одной сети длиной линии до 500 м. Гальванически развязанная линия дает возможность исключить влияние продольных помех (как собственных, так и наведенных), возникающих в длинной линии с единой шиной заземления. Развязка также позволяет провести более эффективную экранировку линии передачи данных. Скорость передачи данных - 9600 Кбит/с. Подробнее о построении сети RS485 см. раздел "Программное обеспечение".
- ❖ цифровой **выход 10Base-T** (код - ET). Интерфейс Ethernet является самой распространенной технологией вычислительных сетей. Максимальная длина сегмента - 100 метров, скорость передачи данных - до 10 Мбит/с
- ❖ цифровой **выход USB 2.0** (код - US). Последовательный интерфейс передачи данных для периферийных устройств по четырехпроводной линии. Применяется непосредственно для обмена данных между устройством и ПК.

## Режимы работы выходных устройств:

Каждому выходному устройству регулятора в настройках прибора задается режим регулировки: "нагреватель" - с увеличением Тизм выходной сигнал уменьшается и наоборот "охладитель" - с увеличением Тизм выходной сигнал увеличивается и наоборот

## Функции выходных устройств:

- ❖ **двухпозиционное регулирование с одной уставкой** (код - Д) включает и выключает ключевое выходное устройство в зависимости от заданного значения Тз и величины гистерезиса (зоны нечувствительности) \_Т. Различают два способа двухпозиционного регулирования: с прямым гистерезисом и обратным. При двухпозиционном регулировании с прямым гистерезисом выходное устройство включается при  $T_{изм} < T_z - T$  и выключается при  $T_{изм} > T_z + T$ . При обратном гистерезисе - выходное устройство включается при  $T_{изм} > T_z + T$  и выключается при  $T_{изм} < T_z - T$ . Типичное применение - простейшие малоинерционные системы нагрева и охлаждения.
- ❖ **двухпозиционное регулирование с двумя уставками** (код - Е). Двухпозиционное регулирование на один выход с двумя уставками. Выходное устройство включается при  $T_{изм} > T_{з1}$  и выключается при  $T_{изм} < T_{з2}$ .

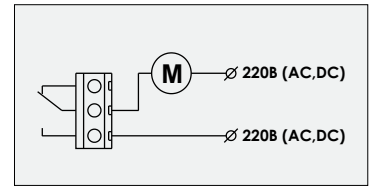


рис. 1

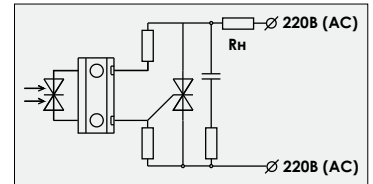


рис. 2

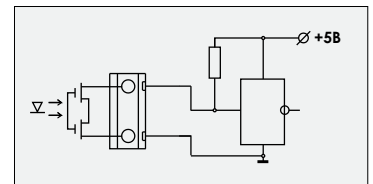


рис. 3

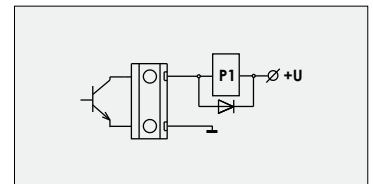


рис. 4

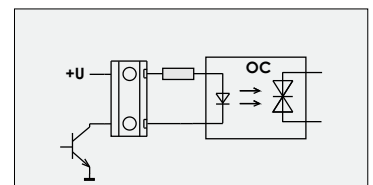


рис. 5

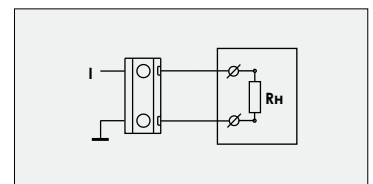


рис. 6

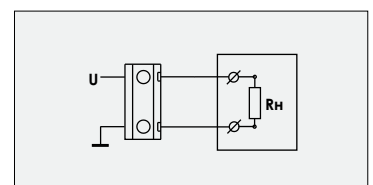


рис. 7



- ❖ **трехпозиционное регулирование** (код - P) предусматривает работу как с одним ключевым выходным устройством, так и с двумя.

Трехпозиционное регулирование **на одно выходное устройство** работает следующим образом. Пользователь задает три уровня выходной мощности единственного выходного устройства: "максимальный нагрев" (например, 100%), "номинальный нагрев" (например, 50%), "минимальный нагрев" (например, 10%). Вводятся две уставки и период ШИМ в секундах и гистерезис  $\_T$ . В этом случае когда  $T_{изм} < T_{з1}$ , выход прибора формирует максимальную мощность 100%, т.е. постоянно включен. Когда  $T_{з1} + \_T < T_{изм} < T_{з2} - \_T$ , выход прибора формирует номинальную мощность 50%, т.е. половину периода ШИМ включен, половину периода ШИМ выключен. Когда  $T_{изм} > T_{з2}$ , выход прибора формирует минимальную мощность, т.е. 10%.

Трехпозиционное регулирование **на два выходных устройства** работает следующим образом. Выходное устройство 1 является "нагревателем", а выходное устройство 2 - "охладителем". Управление осуществляется в зависимости от заданного значения  $T_з$  и величины гистерезиса  $\_T$ . Трехпозиционный регулятор включает выходное устройство 1 при  $T_{изм} < T_{з} - \_T$  и выключает его при  $T_{изм} = T_з$ , далее включает выходное устройство 2 при  $T_{изм} > T_з + \_T$  и выключает его при  $T_{изм} = T_з$ . Типичное применение - быстродействующие системы поддержания температуры.

- ❖ **двухпозиционное и трехпозиционное регулирование** (код - L). Двухпозиционное регулирование на один выход или трехпозиционное регулирование на два выхода.

- ❖ **аварийная сигнализация** (код - A) работает с ключевым выходным устройством. Используется для сигнализации о выходе контролируемой величины за заданный диапазон. Выходное устройство включается при  $T_{изм} < T_{мин}$  или  $T_{изм} > T_{макс}$  или в случае выхода за диапазон. Также можно задать длительность срабатывания выходного устройства, вне зависимости от текущего значения  $T_{изм}$ . Выходное устройство также включается в случае обрыва цепи измерительного канала. Типичное применение - системы сигнализации и контроля температуры.

- ❖ **трансляция параметра на регистратор** (код - C). Используется для аналоговых выходов (4-20 мА, 0-5 мА и пр.) для передачи параметра на регистрирующее устройство.

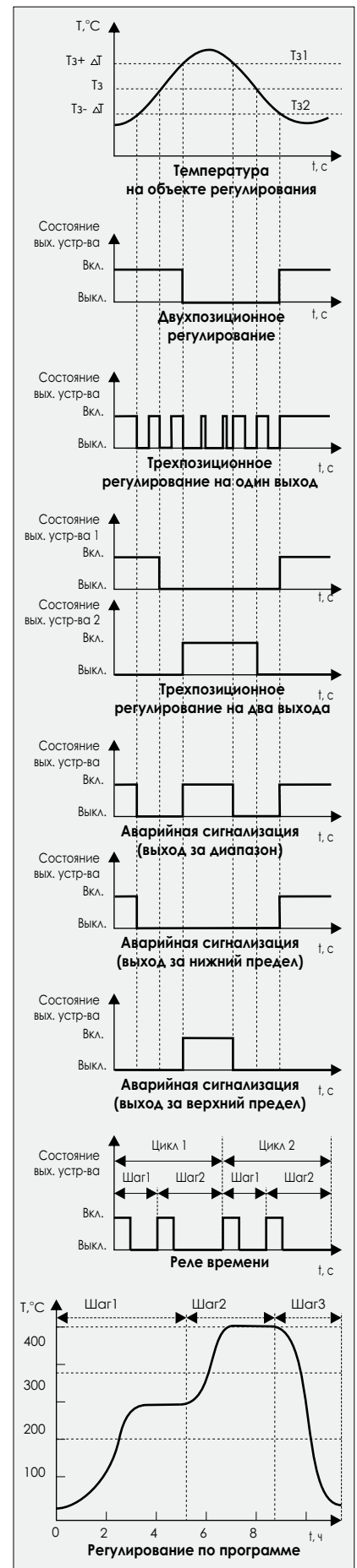
- ❖ **энергонезависимое реле времени** (код - H) управляет ключевым выходным устройством по временной зависимости. Пользователь задает длительность включения выходного устройства и длительность паузы. Каждая пара этих двух составляющих составляет шаг программы, максимальное количество которых до 10. Для всей последовательности шагов можно задать от 1 до бесконечности циклов выполнения. Старт и остановка программы может быть выполнена как вручную на клавиатуре прибора, так и по сигналу от внешнего ключа (код -СК). Типичное применение - простейшие таймеры.

- ❖ **ПИД регулирование с самонастройкой** (код - П) работает с ключевым или аналоговым выходным устройством. Выходная мощность управляющего сигнала является суммой трех составляющих: пропорциональной, интегральной и дифференциальной. Пропорциональная составляющая прямопропорциональна ошибке регулирования, интегральная пропорциональна продолжительности времени существования ошибки, а дифференциальная пропорциональна скорости уменьшения ошибки. Расчет коэффициентов ПИД может быть выполнен как сложными методами ручного подбора, так и автоматически с помощью функции самонастройки прибора на объект регулирования. При заказе ПИД регулятора не желательно использовать электромагнитные реле в качестве выходных устройств. Наиболее правильно заказывать ПИД регуляторы с выходными устройствами типа ключевого выхода по напряжению 9...12 В (код - ИВ), а далее усиливать выходной сигнал с помощью симисторных усилителей мощности (см. раздел каталога "Усилители мощности"). Типичное применение ПИД регулирования - инерционные объекты и системы точного поддержания температуры.

- ❖ **ПИ или ПИД регулирование электроприводом клапана или заслонки** (код - К). Применяется особый алгоритм управления такими исполнительными устройствами как электроприводы клапанов или заслонок. В случае, если исполнительное устройство оснащено обратной связью (аналоговый выход 4-20мА, 2-10 В или резистивный выход до 10 КОм), применяется ПИД регулирование с самонастройкой, если не имеет, то применяется ПИ регулирование с ручной настройкой. Управление исполнительным механизмом в зависимости от типа его управления может осуществляться как аналоговым выходным устройством, так и парой ключевых выходных устройств (так называемое управление типа "больше-меньше" или "трехточечное"). Данная функция также предусматривает ручное управление положением исполнительного устройства с клавиатуры прибора.

- ❖ **одновременное регулирование на два выхода (нагреватель и охладитель) по двухпозиционному, ПИ или ПИД закону** (код - M).

- ❖ **регулирование по программе** (код - B) позволяет в пошаговом режиме изменять заданное значение в зависимости от времени или события. На каждый выходной канал в приборе может быть задействовано до 16 программ с 24 шагами каждая. В каждом шаге программы можно задать: входную величину, заданное значение входной величины, скорость и время выхода на заданное значение, длительность шага, условия перехода к следующему шагу. В каждой программе задается: время старта, количество циклов, функция выходного устройства, номера выходных устройств, условие срабатывания аварийного выключения выходных устройств. Если в программах задействовано ПИД регулирование, необходимо разово запустить самонастройку ПИД для всех заданных температур. Все настройки программ и прибора сохраняются в энергонезависимой памяти. Типичное применение регулирования по программе - технологические линии с различными температурными процессами, протекающими во времени.



## Особенности П, PI и PID регулирования:

Наличие в приборах функции выходного устройства PID регулирования (код -П или К) подразумевает возможность реализации трех типов регулирования: П-, PI- и PID регулирования.

❖ **П регулирование.** Выходная мощность прямопропорциональна ошибке регулирования. Чем больше коэффициент пропорциональности, тем меньше выходная мощность при одной и той же ошибке регулирования. Пропорциональное регулирование можно рекомендовать для малоинерционных систем с большим коэффициентом передачи. Для настройки пропорционального регулятора следует сначала установить коэффициент пропорциональности максимальным, при этом выходная мощность регулятора уменьшится до нуля. После стабилизации измеренного значения, следует установить заданное значение и постепенно уменьшать коэффициент пропорциональности, при этом ошибка регулирования будет уменьшаться. Когда в системе возникнут периодические колебания, коэффициент пропорциональности следует увеличить так, чтобы ошибка регулирования была минимальной, а периодические колебания максимально уменьшились.

❖ **PI регулирование.** Выходная мощность равна сумме пропорциональной и интегральной составляющих. Чем больше коэффициент пропорциональности, тем меньше выходная мощность при одной и той же ошибке регулирования, чем больше постоянная времени интегрирования, тем медленнее накапливается интегральная составляющая. PI регулирование обеспечивает нулевую ошибку регулирования и нечувствительно к помехам измерительного канала. Недостатком PI регулирования является медленная реакция на возмущающие воздействия. Для настройки PI регулятора следует сначала установить постоянную времени интегрирования равной нулю, а коэффициент пропорциональности - максимальным. Затем как при настройке пропорционального регулятора, уменьшением коэффициента пропорциональности нужно добиться появления в системе незатухающих колебаний. Близкое к оптимальному значение коэффициента пропорциональности будет в два раза больше того, при котором возникли колебания, а близкое к оптимальному значение постоянной времени интегрирования - на 20% меньше периода колебаний.

❖ **PID регулирование.** Выходная мощность равна сумме трех составляющих: пропорциональной, интегральной и дифференциальной. Чем больше коэффициент пропорциональности, тем меньше выходная мощность при одной и той же ошибке регулирования, чем больше постоянная времени интегрирования, тем медленнее накапливается интегральная составляющая, чем больше постоянная времени дифференцирования, тем сильнее реакция системы на возмущающее воздействие. PID-регулятор применяется в инерционных системах с относительно малым уровнем помех измерительного канала. Достоинством PID регулятора является быстрый выход на режим, точное удержание заданной температуры и быстрая реакция на возмущающие воздействия. Ручная настройка PID является крайне сложной, поэтому рекомендуется использовать функцию автонастройки.

## Автонастройка PID регулирования в приборах ЧАО "ТЭРА":

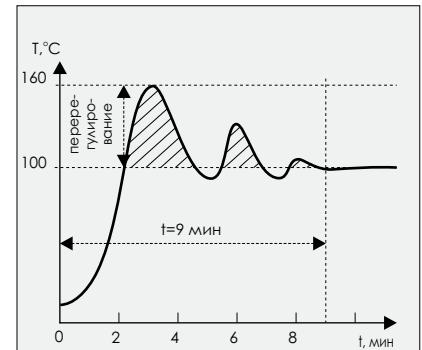
Главное, что определяет качество PID регулятора - это его способность точно и быстро выходить на заданную температуру, для чего у всех современных PID регуляторов обязательно присутствует функция автонастройки. Стандартных алгоритмов автонастройки PID не существуют, на практике каждый производитель применяет свой собственный алгоритм. Поэтому, пользователь, приобретающий один и тот же товар под названием "PID регулятор" у разных производителей, на своем объекте может получить совсем разные результаты их применения. Основными достоинствами алгоритма автонастройки в PID регуляторах ЧАО "ТЭРА" являются:

- ❖ автонастройка и выход на регулирование без перерегулирования (у стандартных PID регуляторов перерегулирование может достигать 50-70% от заданной температуры, что на некоторых объектах регулирования технологически нежелательно или вообще запрещено)
- ❖ продолжительность автонастройки в среднем в 2 раза короче, чем у других производителей (крайне важная характеристика для объектов регулирования с часто изменяемыми свойствами, особенно для инерционных объектов)

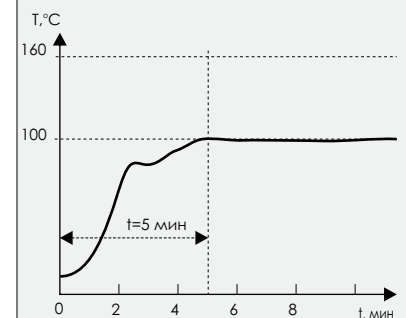
Автонастройку можно производить при любом стабильном состоянии объекта регулирования. Кроме того, чем больше разность между начальной и заданной температурой, тем точнее определяются коэффициенты PID регулятора. Все коэффициенты PID хранятся в энергонезависимой памяти прибора.

Автонастройку необходимо повторить, если:

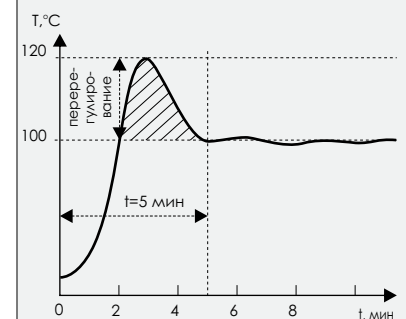
- ❖ изменилась мощность исполнительного устройства
- ❖ изменились физические свойства объекта регулирования (масса, емкость, теплообмен и т.п.)
- ❖ объект регулирования заменен другим неидентичным
- ❖ при значительном изменении заданной температуры



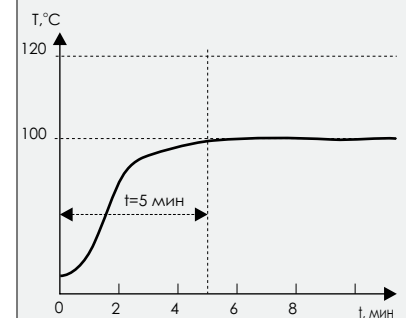
Стандартный PID регулятор (автонастройка, паяльник,  $T_z=100^\circ\text{C}$ )



PID регулятор АОЗТ "ТЭРА" (автонастройка, паяльник,  $T_z=100^\circ\text{C}$ )



Стандартный PID регулятор (регулирование, паяльник,  $T_z=100^\circ\text{C}$ )



PID регулятор АОЗТ "ТЭРА" (регулирование, паяльник,  $T_z=100^\circ\text{C}$ )