

МЗТА
mzta.ru

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"МОСКОВСКИЙ ЗАВОД ТЕПЛОЙ АВТОМАТИКИ"

Регулятор микропроцессорный МИНИТЕРМ 400.20; 400.21; 400.22

Техническое описание и инструкция по эксплуатации
гЕ 3.222.098-01 ТО



2000г

СО ДЕРЖАНИЕ

<i>1. Комплекс приборов МИНИТЕРМ 400</i>	<i>3</i>
<i>2. Назначение и основные функции регулятора</i>	<i>5</i>
<i>3. Технические данные</i>	<i>6</i>
<i>4. Устройство и работа регулятора</i>	<i>9</i>
4.1 Конструкция и установка на щите	9
4.2 Функциональная схема	10
<i>5. Порядок работы оператора</i>	<i>14</i>
<i>6. Порядок работы наладчика</i>	<i>25</i>
<i>7. Диагностика отказов</i>	<i>35</i>
<i>8. Схемы подключения. Указания по монтажу внешних соединений</i>	<i>37</i>

1. Комплекс приборов МИНИТЕРМ 400

Комплекс приборов МИНИТЕРМ 400 представляет собой группу локальных средств автоматизации разнообразных технологических объектов и отличается простотой применения при достаточно высокой точности регулирования и широких функциональных возможностях.

В состав **комплекса** входят **регуляторы**:

- **МИНИТЕРМ 400.00** - для работы с датчиками 0-5 мА; 0(4)-20 мА; 0-10 В; 0-50 мВ постоянного тока;
- **МИНИТЕРМ 400.20; 400.21; 400.22** - для работы с термометрами сопротивления;
- **МИНИТЕРМ 400.30; 400.31** - для работы с термопарами.

Все модификации отличаются только программой, "защитой" в ПЗУ соответствующего регулятора.

По заказу потребителя регулятор может комплектоваться любым из **усилителей мощности**, имеющихся в составе комплекса:

- **У300; У330; У330.Р2** - тиристорным реверсивным усилителем для управления однофазными электродвигателями;
- **У24** - тиристорным реверсивным усилителем для управления трехфазными электродвигателями;
- **У13Н** - тиристорным усилителем мощности переменного тока для управления электронагревателями.

Каждый из усилителей **обеспечивает питание регулятора** напряжением 24В постоянного тока.

Если усилитель не применяется, для питания регуляторов может использоваться один из **групповых источников питания серии П300**:

- **П300.2** - для питания **двух** регуляторов;
- **П300.4** - для питания **четырёх** регуляторов;
- **П300.Р2** - для питания **двух** регуляторов и содержащий **два встроенных реле**;
- **П300.Р3** - для питания одного регулятора и содержащий **три встроенных реле**.

Комплекс обеспечивает **цифровую интерфейсную связь** кольца, содержащего до 16 регуляторов, с ЭВМ верхнего уровня управления (например, с персональным компьютером) по протоколу **RS 232 C ("Стык С2")**. Для увеличения дальности передачи информации в составе **комплекса** имеется **преобразователь И300**, обеспечивающий преобразо-

вание сигнала **RS 232 C** в сигнал по протоколу **ИРПС** ("токовая петля").

По каналу интерфейсной связи возможен вывод на ЭВМ всех входов и параметров настройки регулятора, а также изменение задания и других параметров по командам с ЭВМ.

Научно-техническое предприятие (НТП) **"ПРОТАР"** при ОАО "МЗТА" **поставляет по договорам:**

- ◆ регуляторы с другими алгоритмами функционирования применительно к задачам заказчика (при неизменной конструктивной базе);
- ◆ пользовательские программы для персонального компьютера, обеспечивающие организацию интерфейсной связи с кольцом регуляторов МИНИТЕРМ 400 и отображение всей информации в удобной для пользователя форме;
- ◆ протокол обмена и адресную карту ОЗУ регулятора для разработки пользователем собственных программ для компьютера;
- ◆ специальные программы для персонального компьютера по требованиям заказчика.

 НТП "ПРОТАР" : (095) 367-90-36.

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

2. Назначение и основные функции регулятора

Регуляторы **МИНИТЕРМ 400** предназначены для автоматического регулирования технологических параметров самых разнообразных установок : печей и сушильных камер ; водо- и воздухоподогревателей; климатических камер и кондиционеров; установок для переработки пластмасс; агрегатов для пастеризации молока и выпечки хлебобулочных изделий; котлоагрегатов и систем теплоснабжения, а также многих других процессов и установок.

Регуляторы **МИНИТЕРМ 400.20; МИНИТЕРМ 400.21; МИНИТЕРМ 400.22** (в дальнейшем регуляторы) работают непосредственно с *термометрами сопротивления*. Имеется возможность подключения вместо одного или двух термометров сопротивления дополнительных *датчиков постоянного тока и напряжения, а также потенциометрических (реостатных) датчиков*.

Основные функции:

- ◆ ПИД, ПИ, ПД, П, двухпозиционное регулирование с импульсным или аналоговым выходным сигналом;
- ◆ возможность использования аналогового выхода в качестве сигнала, линейно зависящего от регулируемого параметра;
- ◆ защита от обрыва цепи датчика (например, термометра сопротивления);
- ◆ сигнализация верхнего и нижнего предельных отклонений регулируемого параметра от заданного значения;
- ◆ автоматизированная настройка динамических параметров регулятора;
- ◆ цифровая интерфейсная связь с верхним уровнем управления;
- ◆ цифровая индикация параметров процесса и самого регулятора;
- ◆ для регулятора **МИНИТЕРМ 400.21** - формирование программного задания в виде произвольной кусочно - линейной функции времени (*до 10 участков*) и логическое управление программным задатчиком (*стоп, пуск, сброс*);
- ◆ для регулятора **МИНИТЕРМ 400.22** – коррекция задания по сигналам энергонезависимого таймера – календаря.

Регуляторы могут использоваться как средство измерения температуры в качестве цифровых измерительных показывающих приборов.

3. Технические данные

3.1. Метрологические характеристики

3.1.1. Основная погрешность измерения сигналов, не более:

$\pm 0,4\%$ - для сигналов термометров сопротивления (по отношению к номинальному диапазону изменения температуры, указанному в табл. 1).

3.1.2. Разрешающая способность измерения сигналов не хуже:

0,1 °С - для сигналов термометров сопротивления;

0,02% - для сигналов 0-50 мВ; 0-10 В; 0-5 мА; 0(4)-20 мА.

3.1.3. Погрешность установки задания 0,1°С.

3.1.4. Статическая погрешность регулирования не более $\pm 0,3\%$

3.2. Типы и количество подключаемых датчиков (по выбору):

- три термометра сопротивления (из них два градуировок 100П; 100М и один градуировки 50П; 50М);
- два термометра сопротивления градуировок 50П; 50М; 100П; 100М и два датчика постоянного тока 0-50 мВ; 0-10 В; 0-5 мА; 0(4)-20 мА;
- один термометр сопротивления градуировки 50П; 50М; 100П; 100М и четыре датчика постоянного тока 0-50 мВ; 0-10 В; 0-5 мА; 0(4)-20 мА;

Примечания:

1. Сигналы 0-50 мВ подаются на входы регулятора непосредственно, сигналы 0-10 В; 0-5 мА; 0(4)-20 мА - через устройства соответственно **ВП10М**; **ВП05М**; **ВП20М**, поставляемых по заказу потребителя.
2. Вместо датчиков постоянного тока могут подключаться потенциометрические датчики с сопротивлением до 2,2 кОм (при двух термометрах сопротивления – один, при одном термометре сопротивления – два).
3. По особому заказу могут поставляться регуляторы для работы с термометрами сопротивления других градуировок.

3.3 Дискретные входы (*только для МИНИТЕРМ 400.21*)

Два входа, рассчитанных на подключение внешних "сухих" ключей (транзисторных или контактных).

Назначение входов: логическое управление программным задатчиком (*стоп, пуск, сброс*).

Параметры внешних "сухих" ключей:

- коммутирующая способность **от 5 до 15 В; минимальный ток не более 1 мА;**
- падение напряжения на замкнутом ключе **не более 0,3 В;**
- ток разомкнутого ключа **не более 0,05 мА.**

3.4. Импульсный выход

Один импульсный выход регулятора по трехпроводной схеме для управления пусковым устройством исполнительного механизма (для регулятора с импульсным выходом).

Вид и параметры выходного сигнала:

"сухие" транзисторные ключи (**45 В; 0,15 А**) либо сигнал **0; 24 В** постоянного тока.

3.5. Дискретные выходы

Два дискретных выхода для сигнализации верхнего и нижнего предельных отклонений регулируемого параметра от задания.

Один дискретный выход для сигнализации отказа.

Вид и параметры дискретных выходных сигналов:

те же, что у импульсного выходного сигнала.

Примечание. Суммарная нагрузка на импульсный и дискретные выходные сигналы **0; 24 В** при питании регулятора от усилителей мощности и групповых источников питания, перечисленных в разделе 1, **не менее 160 Ом.**

3.6. Аналоговый выход

Один выход (по выбору): 0-10 В либо *0-5 мА* постоянного тока
(*0-20 мА* либо *4-20 мА* - по спецзаказу).

Назначение:

- ◆ для регулятора с импульсным выходом - для подключения внешнего регистратора регулируемого параметра;
- ◆ для регулятора с аналоговым выходом - в качестве выходного сигнала регулятора.

3.7. Питание

24±6 В постоянного тока при амплитуде переменной составляющей **не более 1,5 В**.

Потребляемая мощность **не более 3,6 Вт**.

Подается от внешнего источника, в частности, от усилителей мощности **У300, У330, У330.Р2, У24, У13Н** либо от группового источника питания серии **П300**, работающих в комплекте с регулятором.

3.8. Резервное питание.

Защита введенной наладчиком информации при отключении питания осуществляется литиевым сухим элементом **CR-2032 (3,2 В)**

3.9. Интерфейсная связь.

Тип интерфейса: **Стык С2 (RS 232 С)**.

Количество регуляторов в кольце интерфейсной связи (не считая ЭВМ): **до 16**.

3.10. Габаритные размеры: 48 x 96 x 161 мм.

3.11. Масса: не более 0,6 кг

3.12. Условия эксплуатации

Регуляторы рассчитаны на эксплуатацию в закрытых взрыво- и пожаробезопасных помещениях при отсутствии в окружающем воздухе агрессивных паров и газов.

- ◆ температура воздуха **от 5 до 50 °С**;
- ◆ относительная влажность **не более 80%**;
- ◆ атмосферное давление **от 86 до 106,7 кПа**;
- ◆ вибрация **не более 0,1 мм** при частоте **не более 25 Гц**.

4. Устройство и работа регулятора

4.1 Конструкция и установка на щите

Конструктивно регулятор представляет собой шасси, вставляемое в пластмассовый корпус. Шасси содержит две печатные платы, скрепленные между собой стойками, лицевую панель и штепсельный разъем (25 клемм), распаянный на одной из печатных плат и предназначенный для подключения внешних соединений.

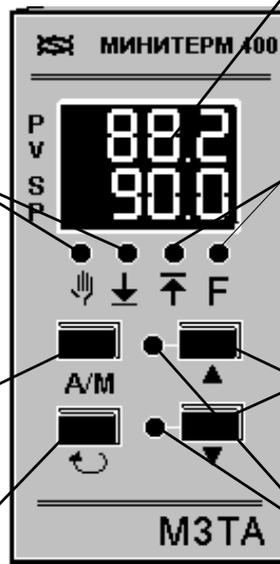
На лицевой панели расположены:

Светодиоды:

«» -индикатор ручного управления;
«» -индикатор нижнего предельного отклонения (недогрева)

Кнопка переключения «автомат»- «ручное» и обратно

Кнопка вызова параметров списка оператора



8-ми разрядный дисплей (PV -регулируемый параметр; SP -задание)

Светодиоды:

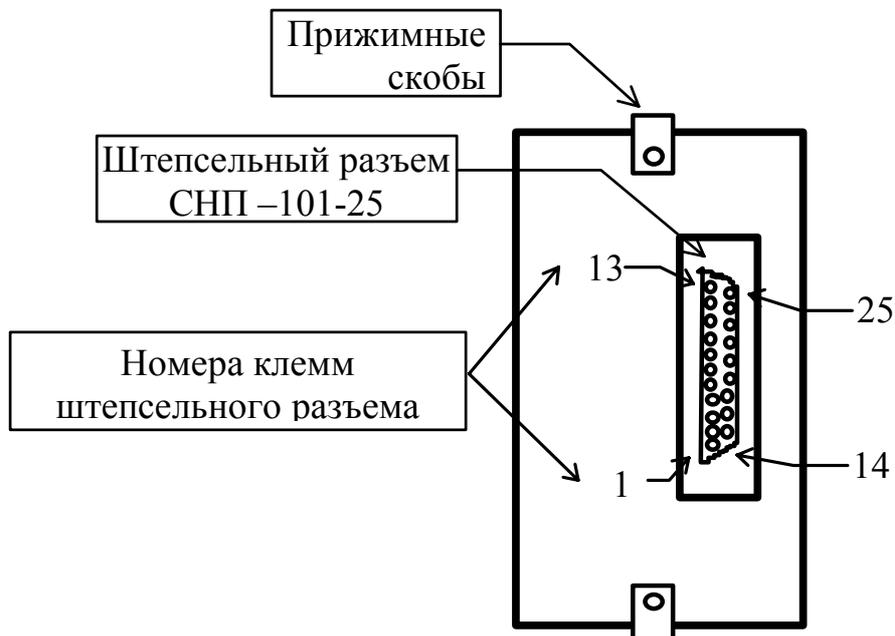
«» - индикатор верхнего предельного отклонения (перегрева);
«F» - индикатор автонастройки и программного режима..

Кнопки изменения выхода в режиме «ручное» или изменения задания в режиме «автомат»

«» -индикатор выхода «больше»;
«» -индикатор выхода «меньше»

На задней стенке корпуса имеется отверстие для штепсельного разъема.

Вид сзади:

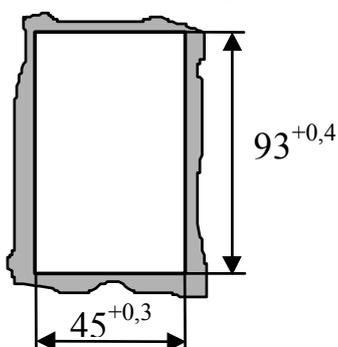


Монтаж - щитовой утопленный на вертикальной панели. **Крепление регулятора к щиту** - с помощью прижимных скоб, надеваемых на корпус сверху и снизу и крепящихся к задней стенке корпуса с помощью винтов. Толщина щита: 1-5 мм.

Габаритно - присоединительные размеры:



Разметка отверстия под крепление регулятора:



4.2 Функциональная схема

Функциональная схема регулятора показана на рис. 1.

Аппаратное устройство ввода информации воспринимает **6** аналоговых входных сигналов (**X_А**, **X_Б**, **X_В**, **X_Г**, **X_Д**, **X_Е**). Аналоговые входные сигналы преобразуются в цифровую форму аналогово-цифровым преобразователем (**АЦП**) в их цифровые эквиваленты соответственно **А**, **Б**, **В**, **Г**, **Д**, **Е**. **МИНИТЕРМ 400.21** воспринимает также **2** дискретных входных сигнала (**q1** и **q2**).

Устройство содержит также *три источника тока* для питания термометров сопротивления **ТС1**, **ТС2**, **ТС3**. При использовании только одного или двух термометров сопротивления к источникам тока могут подключаться соответственно два или один потенциометрический датчик.

Входы **X_а**, **X_е** воспринимают сигнал термометра сопротивления **ТС1**, измеряющего регулируемую температуру. Ко входам **X_б**, **X_г** и **X_ф**, **X_н** подключаются термометры сопротивления соответственно **ТС2** и **ТС3**, сигналы которых являются корректирующими. Все термометры сопротивления подключаются по трехпроводной схеме.

Если **ТС3** не используется, на вход **X_ф** может быть подан корректирующий сигнал постоянного тока, а ко входу **X_н** подключен датчик положения регулирующего органа, том числе потенциометрический (реостатный).

Если не используется также и **ТС2**, то на вход **X_б** может быть подан корректирующий сигнал постоянного тока, а на вход **X_г** – сигнал постоянного тока с целью его измерения.

Аппаратное устройство вывода информации содержит 5 "сухих" транзисторных ключей, управляющих импульсным выходом (**Z1**, **Z2**) и дискретными выходами (**Z3**, **Z4**, **Z0**), цифро-аналоговый преобразователь (**ЦАП**), преобразователь аналогового сигнала напряжения (**У1**) в токовый сигнал (**У2**), средства ввода и вывода информации по цифровому интерфейсному каналу (*прием - передача*).

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

Цифровое вычислительное устройство содержит однокристалльную микро-ЭВМ, оперативное и постоянное запоминающие устройства, элементы для передачи и обработки информации. Эти аппаратные средства реализуют программным путем показанные на рис. 1 функциональные блоки.

Преобразователь входных сигналов (**П**) при использовании *трех* термометров сопротивления преобразует их сигналы в *градусы Цельсия* в соответствии с выбранном типом **ТС** для индикации на дисплее *регулируемой температуры* (сигнал **ТС1**) и корректирующих сигналов **b** $^{\circ}$ C (сигнал **ТС2**), **C** $^{\circ}$ C (сигнал **ТС3**). Кроме того, блок **П** вычисляет *общее задание* **P**. в $^{\circ}$ C:

$$P. = P + c1 * b + c2 * C,$$

где $P, ^\circ\text{C}$ - сигнал ручного или программного задатчика;
 $b; C, ^\circ\text{C}$ - температуры, измеряемые **ТС2** и **ТС3**;
 $c1, c2$ - масштабные коэффициенты.

При использовании **двух** термометров сопротивления (**ТС1**, **ТС2**) вместо температуры $C, ^\circ\text{C}$ индицируются сигналы $F., \%$ и $h., \%$ на входах X_F, X_h , а общее задание вычисляется по формуле:

$$P. = P + c1 * b + c2 * F.,$$

где $b, ^\circ\text{C}$ - температура, измеряемая **ТС2**;

$F., \%$ - приведенный сигнал на входе X_F (см. ниже).

При использовании **одного** термометра сопротивления **ТС1** вместо температуры $C, ^\circ\text{C}$ индицируются те же сигналы $F., \%$ и $h., \%$, а вместо температуры $b, ^\circ\text{C}$ – сигналы $b, \%$ и $G, \%$ на входах X_b, X_G . При этом общее задание вычисляется по формуле:

$$P. = P + c1 * b + c2 * F.,$$

где $b, F., \%$ - сигнал на входе X_b , и приведенный сигнал на входе X_F .

Если **ТС3** не используется, то сигналы F, h на входах X_F, X_h на участках от $F_-; h_-$ до $F_~; h_~$ приводятся нормирующим блоком **Н** к диапазону **0-100%** и выводятся на дисплей в виде переменных $F.; h. :$

$$F. = \frac{F - F_-}{F_~ - F_-} * 100\%; h. = \frac{h - h_-}{h_~ - h_-} * 100\%.$$

Переменная $h.$ обычно используется для индикации положения регулирующего органа.

Ручной задатчик и программный задатчик формируют сигнал задания P при работе регулятора соответственно в *режиме стабилизации параметра* и в *программном режиме*.

Примечания.

1. Программный задатчик имеется только в модификации **МИНИТЕРМ 400.21**.
2. В модификации **МИНИТЕРМ 400.22** общее задание $P.$ дополнительно корректируется по сигналам от энергонезависимого *таймера – календаря* (см. приложение к ТО для указанной модификации).

Блок формирования закона регулирования (**ПДД'**) реализует **ПИД-закон** совместно с исполнительным механизмом (при использовании импульсного выхода) или совместно с интегратором **И** (при использовании аналогового выхода).

Блок автонастройки позволяет перевести замкнутую систему регулирования в режим автоколебаний с ограниченной амплитудой, производит на основе анализа установившихся автоколебаний расчет оптимальных значений параметров настройки регулятора C, P, I, D ; t_{int} , устанавливает полученные значения в блок **ПДД'** и переводит систему регулирования в режим нормальной работы.

Широтно-импульсный модулятор (**ШИМ**) преобразует выходной сигнал блока **ПДД'** в импульсы, управляющие ключами импульсного выхода **Z1, Z2**.

Аналоговые выходные сигналы **У1 (У2)** для регулятора с импульсным выходом могут использоваться для вывода на самопишущий прибор информации о величине регулируемого параметра - см. раздел 6.

Программные компараторы сравнивают величину отклонения **E** с уставками верхнего (**E⁻**) и нижнего (**E₋**) предельных отклонений, воздействуют на ключи дискретных выходов соответственно **Z3** и **Z4**. Ключ **Z3** замыкается, если **E > E⁻**; ключ **Z4** замыкается, если **E < E₋**.

Блок диагностики отказов анализирует неисправности регулятора и при их наличии размыкает ключ дискретного выхода **Z0**, запрещает функционирование выходов **Z1, Z2**, "замораживает" для аналогового регулятора выход **У1 (У2)** и периодически высвечивает на дисплее код вида неисправности (см. раздел 7).

Показанные на рис. 1 параметры настройки всех программных блоков вводятся наладчиком в списках **SPEC**, **SEtE**, **Cont** (см. раздел 6). Символы, обозначающие параметры, показаны рядом со стрелками, указывающими к какому программному блоку на рис.1 они относятся. Признаки **PGL**; **APAL** вводится наладчиком в списке **TYPE** (признак **PGL** имеется только в **МИНИТЕРМ 400.21**).

5. Порядок работы оператора

5.1 Режимы управления. Уровни доступа к информации

5.1.1. Регулятор осуществляет один из двух режимов управления объектом:

- режим **автоматического управления** (в дальнейшем - режим **«автомат»**), когда регулируемый параметр автоматически поддерживается на уровне задания, величина которого устанавливается оператором *вручную* (см.п.5.2.2), либо (только для **МИНИТЕРМ 400.21**) изменяет регулируемый параметр по программе, задаваемый *программным задатчиком*;
- режим **ручного (дистанционного) управления** (в дальнейшем режим **«ручное»**), когда воздействие на объект осуществляется оператором *вручную* с помощью кнопок на лицевой панели регулятора (см. п. 5.3).

5.1.2. Для наибольшего удобства использования регулятора в нем предусмотрены **три уровня доступа** к показаниям на цифровом индикаторе (дисплее) и их изменению. *Оператор-технолог* в основном пользуется **первым уровнем** и иногда переходит на **второй**. **Третий уровень** доступа предназначен для *наладчика*.

На **первом оперативном уровне** оператору - технологю процесса нужно знать назначение кнопок, светодиодных индикаторов и цифрового дисплея, указанное в п.4.1. При этом оператор контролирует величину *регулируемого параметра*, контролирует и при необходимости изменяет величину *задания*, может перейти в режим "ручное" и воздействовать на объект *вручную*.

На **втором оперативном уровне** оператор может проконтролировать некоторые переменные (параметры), проверить исправность цифровых индикаторов дисплея.

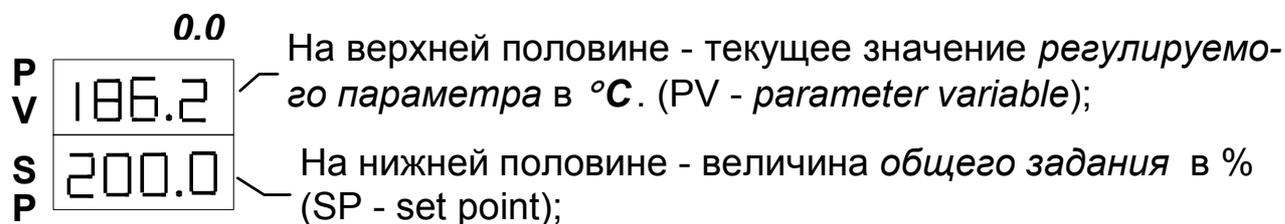
5.2 Работа в режиме автоматического управления

Внешние цепи подключаются к регулятору согласно рекомендациям раздела 8. При первом включении регулятора перед началом работы оператора регулятор должен пройти настройку параметров согласно рекомендациям раздела 6.

5.2.1. Контроль регулируемого параметра и задания (режим 0.0)

Режим "**автомат**" с индикацией текущих значений регулируемого параметра и задания является *основным режимом* регулятора (условное обозначение: **режим 0.0**)

При этом на дисплее индицируется:



Для примера: регулируемый параметр 186,2 °С; задание 200,0 °С.

Состояние светодиодов:

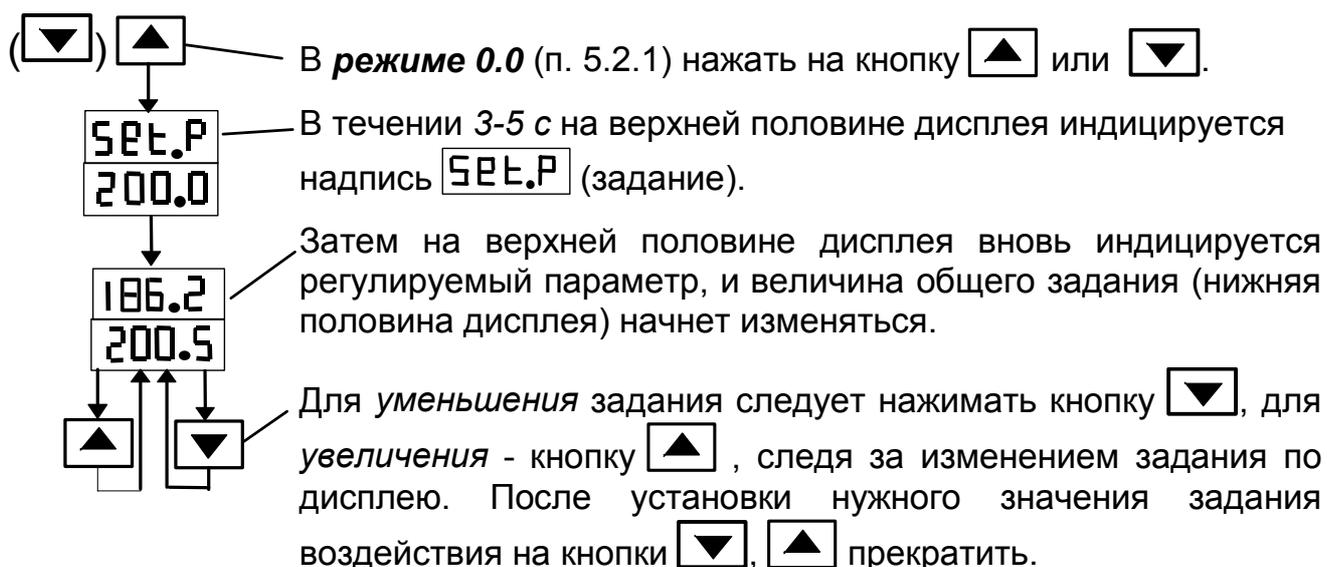
" ° F " - признак режима автонастройки или программного режима (пп. 5.5; 6.8)- *погашен* (для **МИНИТЕРМ 400.21** во время выполнения программы - *светится*),

" ° M " - признак ручного управления - *погашен* (для **МИНИТЕРМ 400.21** в состоянии программного режима «**стоп**» - *мигает*),

" ○ ▲ " } показывают *направление действия регулятора* (▲ - в сторону
 " ○ ▼ " } увеличения параметра, ▼ - в сторону уменьшения параметра)

" ○ I " } сигнализируют *отклонения параметра от задания*,
 " ○ II " } превышающие установленные (допустимые) пределы
 (I - *перегрев*, II - *недогрев*).

5.2.2. Изменение задания



Надпись  будет вновь индицироваться, если перерыв между нажатиями на кнопки ,  превысит 30 с.

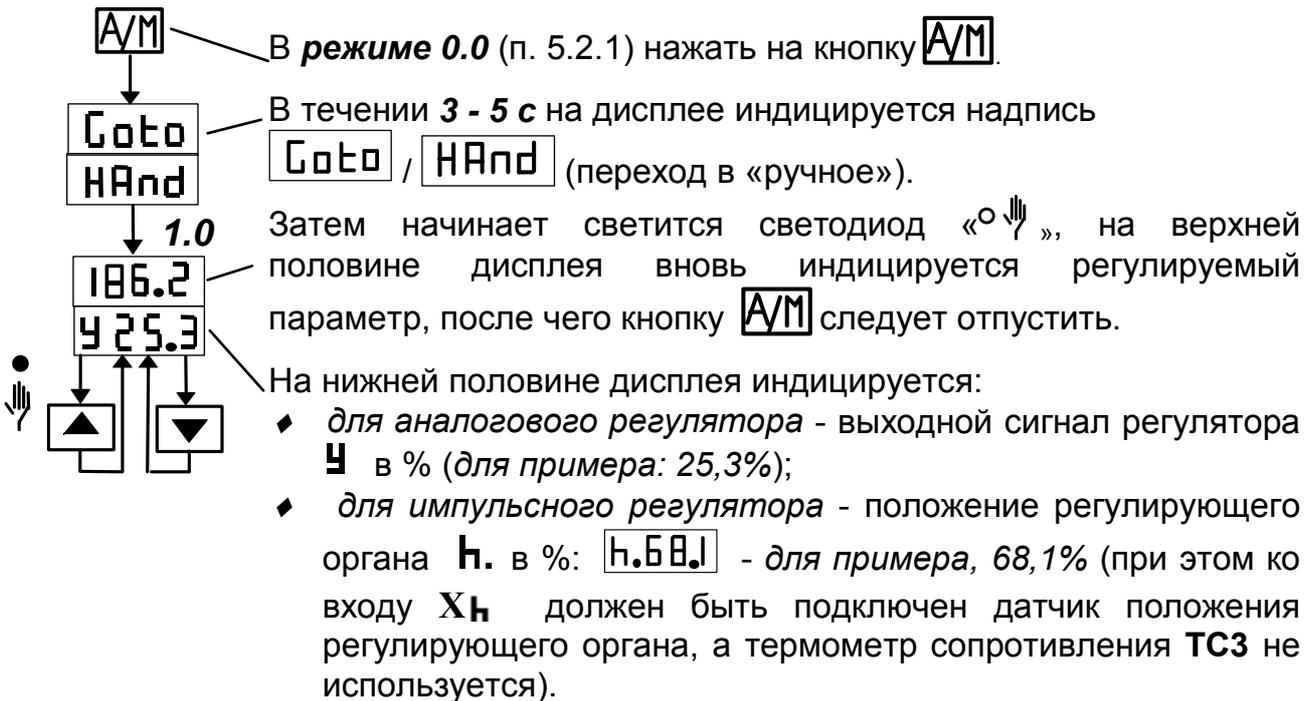
Автоматическое регулирование объекта в процессе изменения задания *не прекращается*.

Для **МИНИТЕРМ 400.21** изменение задания вручную возможно только при отключенном программном задатчике (в списке  признак $PrG = 0FF$)

Примечание. Следует иметь в виду:

- каждое нажатие любой кнопки фиксируется высвечиванием десятичной точки в последнем разряде нижней половины дисплея, что позволяет контролировать, нажата ли кнопка; если эта точка светится при ненажатых кнопках, то это свидетельствует о "залипании" одной из них;
- скорость изменения величины (например, задания или выхода регулятора) увеличивается в зависимости от длительности нажатия; для точной установки следует пользоваться короткими нажатиями с отпусканием.

5.3. Режим ручного (дистанционного) управления (режим 1.0)



В режиме "ручное" оператор вручную воздействует на выходы регулятора, нажимая на кнопки:

-  - чтобы уменьшить регулируемый параметр,
-  - чтобы увеличить регулируемый параметр.

За степень своего воздействия на выходы регулятора оператор следит по изменению величин **У** (**h.**) на нижней половине дисплея.

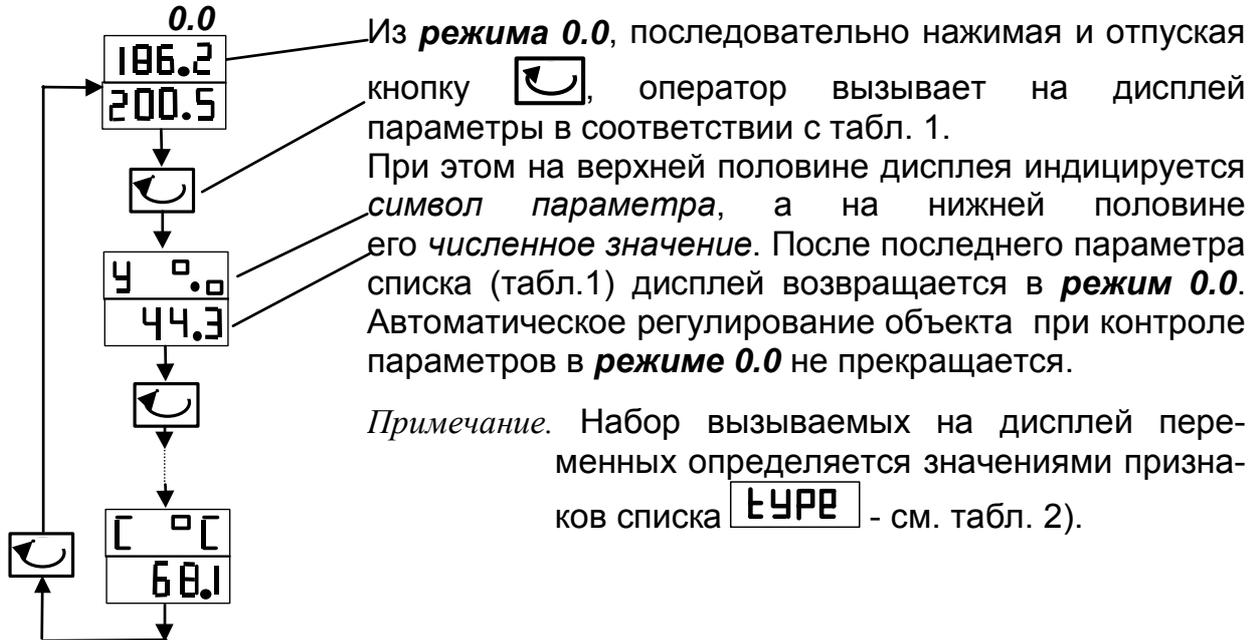
Примечания.

1. Если в импульсном регуляторе **ТСЗ** используется (в списке **TCPE** in.C = 00; APAL = OFF) то в режиме «ручное» на нижней половине дисплея индицируется величина общего задания. В этом случае следует использовать внешний индикатор положения регулирующего органа.
2. Для импульсного регулятора при нажатии на кнопки ,  начинают светиться светодиоды соответственно "" , "".
3. Для **МИНИТЕРМ 400.21** при использовании программного задатчика (в списке **TCPE** признак PGL = 00) ручное управление возможно: до пуска программы; после окончания программы; в режиме программы «стоп» (см. п. 5.5.6).

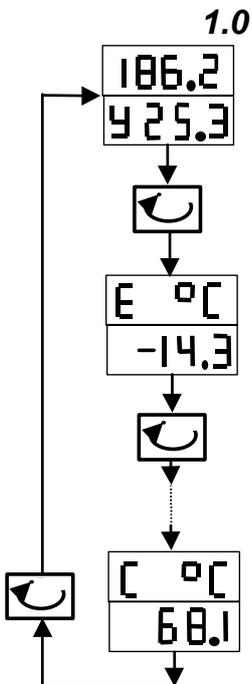
Для возврата в режим 0.0 следует кратковременно нажать и отпустить кнопку **AM**. Светодиод «» при этом гаснет.

5.4. Работа на втором оперативном уровне

5.4.1. Контроль параметров в режиме 0.0

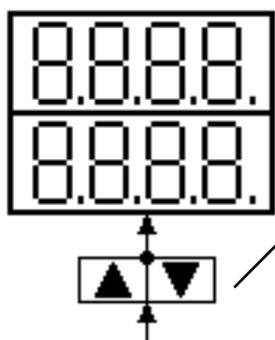


5.4.2. Контроль параметров в режиме "ручное" (1.0)



Аналогично оператор может контролировать параметры согласно табл. 1 в **режиме «ручное» (1.0)**. Порядок вызова параметров и их индикации тот же, что в **режиме 0.0**. Пример приведен для аналогового регулятора. Для импульсного регулятора см. примечание 1 к п. 5.3. Относительно набора вызываемых переменных - см. примечание к п.5.4.1. При контроле параметров в **режиме 1.0** кнопки , , на выход регулятора не воздействуют. Для ручного управления выходом регулятора необходимо вернуться в исходное состояние **режима 1.0**.

5.4.3. Проверка дисплея



При *одновременном непрерывном* нажатии на кнопки  ,  на дисплее *периодически* высвечиваются все разряды и десятичные точки, а в промежутках дисплей полностью гаснет, кроме точки в последнем разряде нижней части дисплея:



из любого режима индикации

Если в первом случае какой-либо разряд или десятичная точка *не светится*, а во втором - наоборот, *светится*, то это говорит о неисправности соответствующего индикатора или схемы управления им.

Примечание. Проверку дисплея рекомендуется производить в режимах: **0.0** или **1.0**.

5.4.4. Экономный режим дисплея

В регуляторе предусмотрена возможность автоматического перехода дисплея в режим экономного свечения, когда яркость цифровых индикаторов уменьшается до минимума.

Переход происходит в том случае, если оператор не воздействовал ни на одну кнопку в течении времени, превышающем $t_{\text{ЕСП}}$ (параметр в секундах, устанавливаемый наладчиком в списке **SPEC** - см. табл. 3). После нажатия на любую кнопку дисплей возвращается в нормальный режим свечения на время $t_{\text{ЕСП}}$. При $t_{\text{ЕСП}}=0$ экономный режим дисплея *отсутствует*.

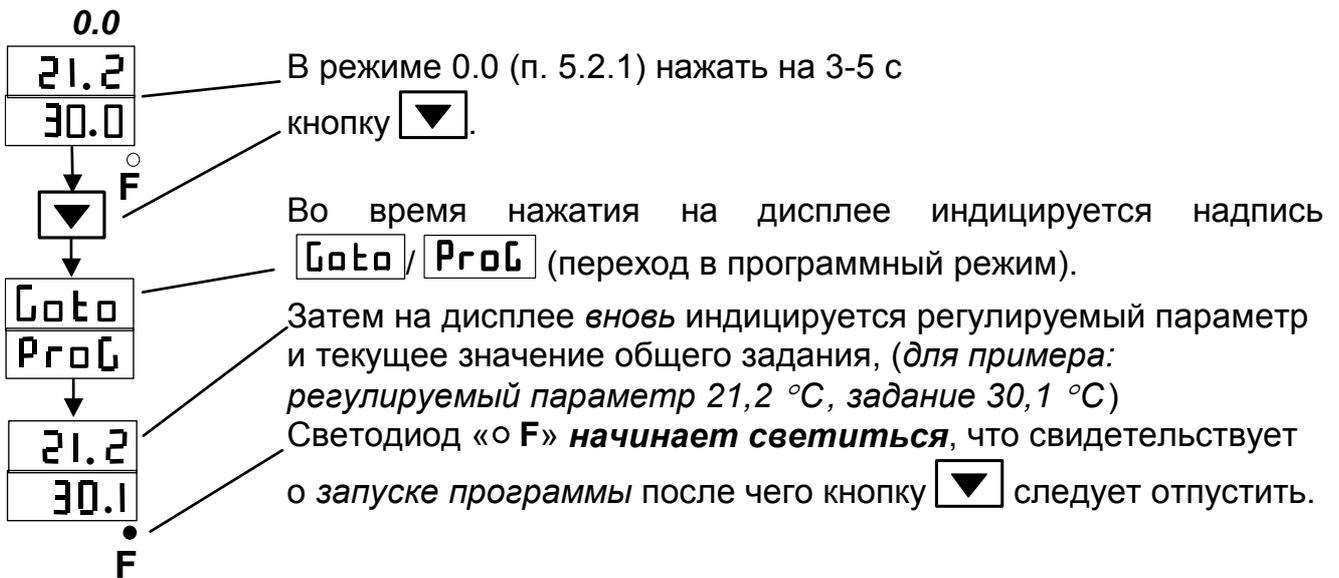
5.5. Работа в программном режиме (только для МИНИТЕРМ 400.21)

5.5.1. Регулятор **МИНИТЕРМ 400.21** может работать в двух режимах автоматического управления :

- в режиме *стабилизации регулируемого параметра*, когда задание устанавливается оператором *вручную* (см. п. 5.2.2); реализуется при установке в списке **TYPE** **PG = OFF**;
- в *программном режиме*, когда задание изменяется автоматически по заданной программе; реализуется при установке в списке **TYPE** **PG = П**.

Ниже рассматривается работа регулятора в программном режиме.

5.5.2. Пуск программы

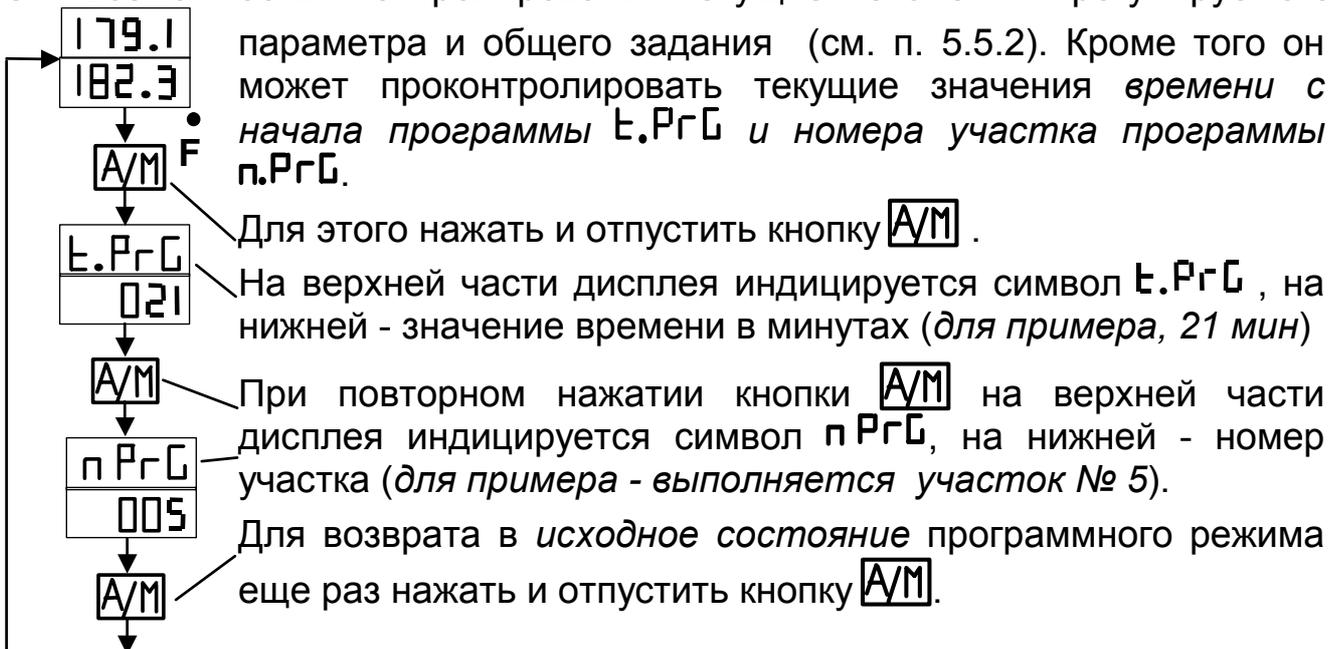


Примечания:

1. Светодиод «**o F**» светится все время, пока программа выполняется; **гаснет**, если программа окончена или сброшена (см. ниже).
2. Состояние остальных светодиодов соответствует п.5.2.1 ТО.
3. При перерывах питания после включения напряжения программный режим сохраняется и продолжается с прерванной точки.

5.5.3. Контроль параметров программного режима

В исходном состоянии дисплея при программном режиме оператор имеет возможность контролировать текущие значения регулируемого



Из *исходного состояния* программного режима можно перейти на *второй оперативный уровень* и проконтролировать параметры *списка оператора* согласно табл. 1. Порядок действий см. п. 5.4.1.

Примечание. Из исходного состояния программного режима можно также перейти на *третий оперативный уровень*, проконтролировать списки наладчика и изменить их параметры (см. раздел 6)

5.5.4. Нормальное окончание программы

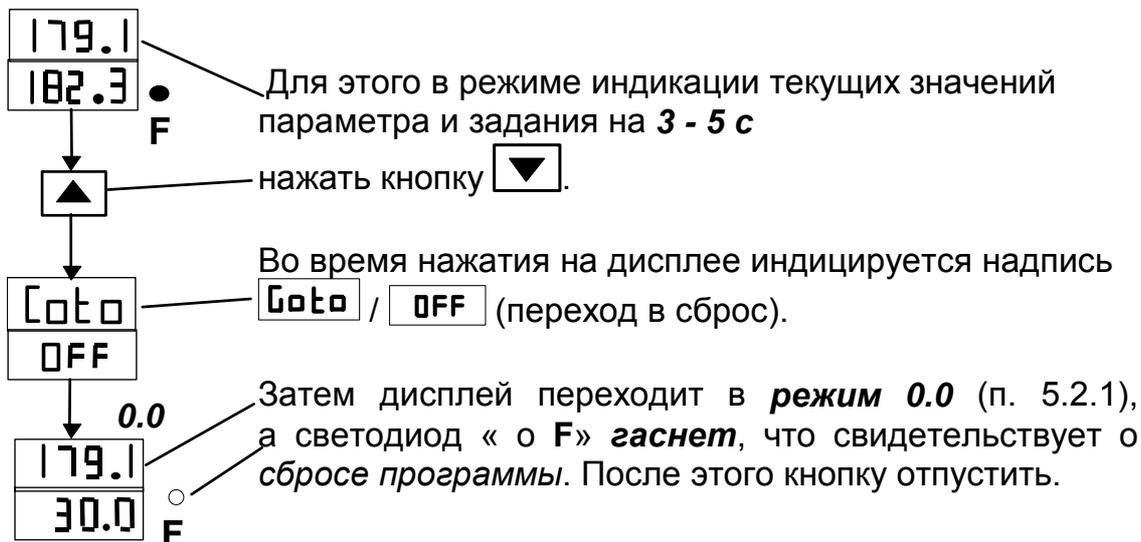
После полного выполнения программы светодиод «оF» *гаснет*. Дисплей *автоматически* переходит в *режим 0.0* (п. 5.2.1), независимо от того, какой параметр индицируется на нем в момент окончания программы.

Далее регулятор работает в режиме стабилизации параметра с *конечным значением* задания по программе.

При повторном *пуске* программы (п. 5.5.2) задание *автоматически* сбрасывается в *исходное значение* и далее изменяется в соответствии с программой.

5.5.5 Сброс программы

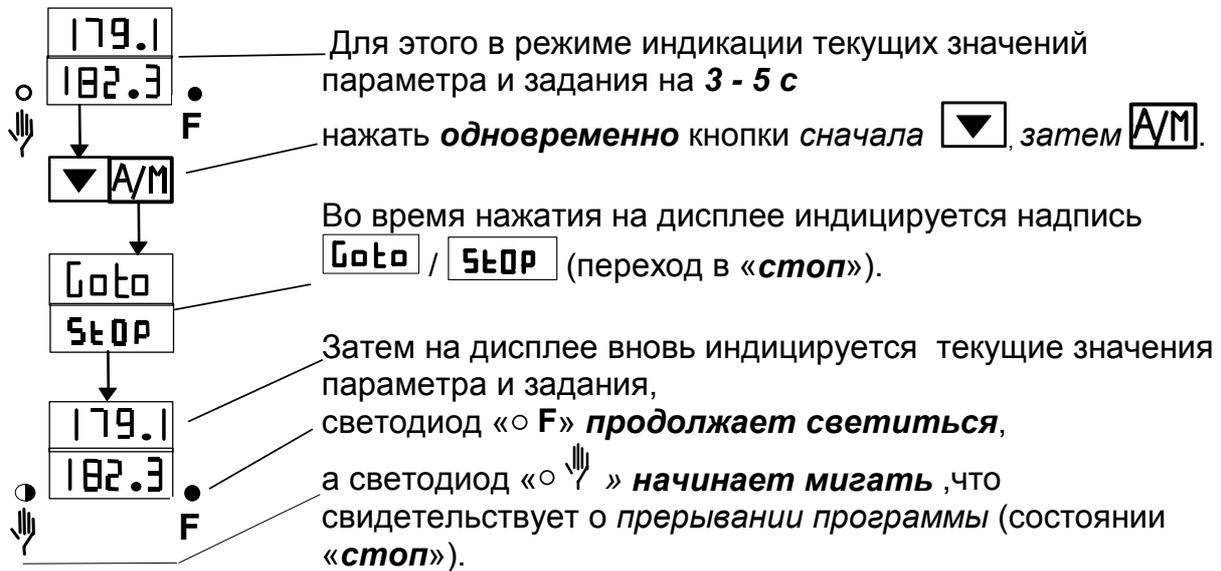
При необходимости программа может быть *сброшена в исходное состояние*.



Далее регулятор работает в режиме *стабилизации* параметра с *исходным значением* задания по программе. Повторный пуск производится согласно п. 5.5.2.

5.5.6. Прерывание программы («стоп»)

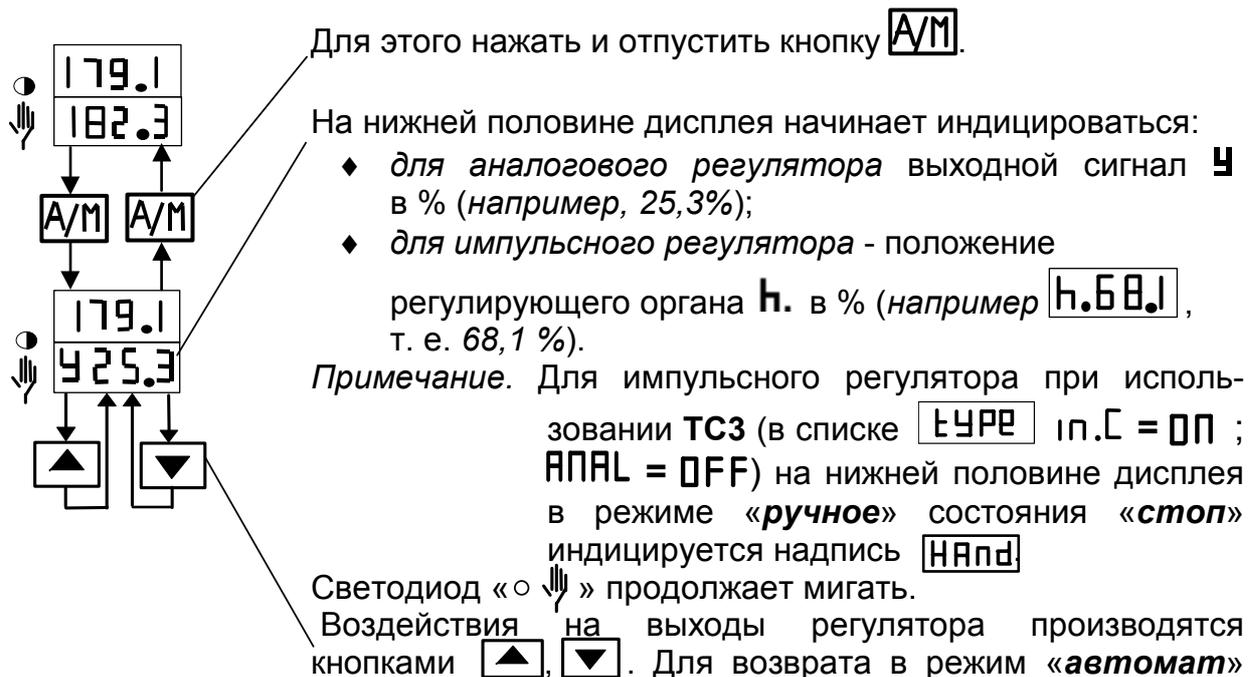
При необходимости программа может быть **прервана** с сохранением текущих значений программного задания и времени.



После этого кнопки , отпустить. Регулятор начинает работать в режиме стабилизации параметра с тем значением задания, которое было в момент прерывания.

В состоянии «стоп» можно проконтролировать параметры *списка оператора* (см. п. 5.4.1).

В состоянии «стоп» оператор может перейти в режим **ручного управления** (п. 5.3).



повторно нажать и отпустить кнопку **AVM**, после чего на нижней половине дисплея вновь индицируется значение общего задания.

Из состояния «**стоп**» программа может быть *продолжена с прерванной точки*, при этом действия оператора соответствуют п. 5.5.2 (**пуск программы**). После повторного пуска светодиод «**о**» *гаснет*, «**о F**» - *продолжает светиться*.

Из состояния «**стоп**» программа может быть *сброшена в исходное состояние*, при этом действия оператора соответствуют п. 5.5.5 (**сброс программы**).

Примечания.

1. При перерывах питания состояние «**стоп**» сохраняется.
2. Из состояния «**стоп**» можно перейти на второй оперативный уровень и проконтролировать параметры списков наладчика как из режима «**автомат**» (см. п. 5.4.1), так и из режима «**ручное**» (см. п. 5.4.2).
3. Из состояния «**стоп**» можно перейти на третий оперативный уровень, проконтролировать списки наладчика и изменить их параметры (см. раздел 6).

5.5.7. Дистанционное управление программным режимом с помощью дискретных входных сигналов

Если в регуляторе задействованы *дискретные входы q1, q2* (см. раздел 8), то оператор может управлять программным режимом **дистанционно** с помощью замыкателей (например, кнопок или тумблеров), подключенных к этим входам. Могут использоваться замыкатели как с *самовозвратом* в разомкнутое состояние, так и с *фиксацией* замкнутого состояния. При использовании замыкателей с *самовозвратом* время нажатия на них для осуществления желаемой операции (**пуск, сброс, стоп**) должно быть **не менее 5 с**, после чего воздействие прекращается.

Порядок действий оператора при дистанционном управлении программным режимом соответствует таблице:

Наименование операции	Действие оператора
ПУСК	замкнуть вход q1
СБРОС	замкнуть вход q2
СТОП	замкнуть одновременно входы q1, q2

Примечания.

1. При использовании замыкателей с *фиксацией*:
 - ⇒ для повторного пуска после окончания программы вход **q1** разомкнуть, а затем вновь замкнуть;
 - ⇒ в состоянии “*стоп*” для продолжения программы разомкнуть вход **q2**, для сброса - разомкнуть вход **q1**.
2. При использовании замыкателей с *самовозвратом*:
 - ⇒ в состоянии “*стоп*” для продолжения программы замкнуть вход **q1**, для сброса - замкнуть вход **q2**.
3. *Продолжение или сброс программы из состояния «стоп» возможны только в режиме «автомат»* (п. 5.5.6).
4. Управление программным режимом от кнопок на лицевой панели регулятора имеет приоритет перед дистанционным управлением. Программа, запущенная с лицевой панели, не может управляться дистанционно до ее окончания или сброса. Напротив, программа, запущенная дистанционно, может управляться кнопками на лицевой панели (*стоп, переход на ручное управление, просмотр и корректировка параметров настройки, сброс*).

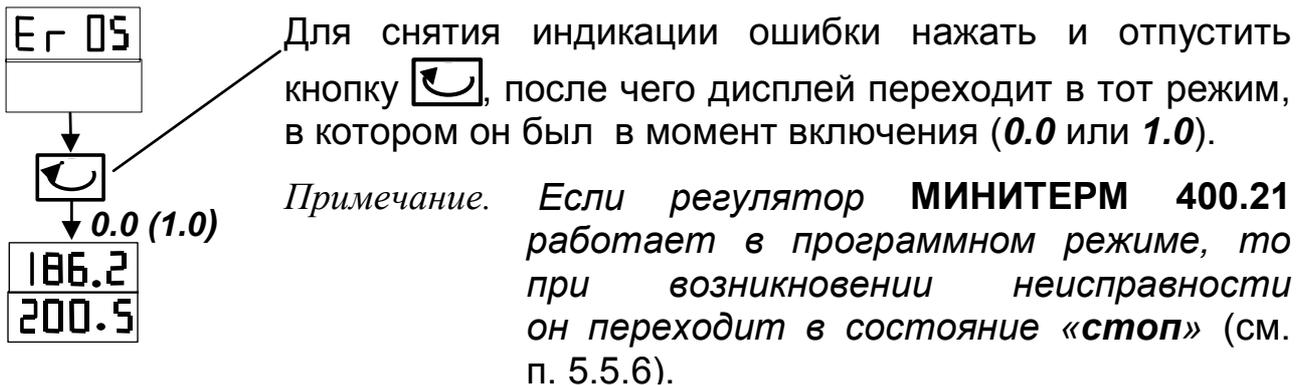
6. Порядок работы наладчика

6.1. Включение регулятора

При включении регулятора в нем устанавливается один из трех режимов:

- ⇒ режим "**ручное**" (п.5.3), если до выключения питания в нем был установлен этот режим;
- ⇒ для **МИНИТЕРМ 400.21** - **программный режим** (п. 5.5), если до выключения питания он работал в этом режиме (в том числе, состояние «**стоп**»);
- ⇒ **основной режим 0.0** (п.5.2.1), если до выключения питания регулятор работал в любом другом режиме; при выпуске с завода - изготовителя в регуляторе устанавливается **режим 0.0**.

Если при включении регулятора на дисплее индицируется в мигающем режиме **код вида неисправности** (например **Er 05**), необходимо устранить неисправность, пользуясь указаниями раздела 7.

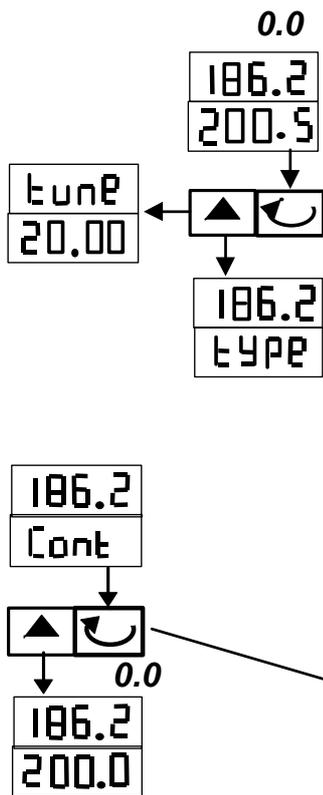


При коде **Er 05** после снятия индикации ошибки необходимо не позднее, чем через 30 с, перейти на **уровень наладчика** (п.6.2) и установить численное значение тех параметров, для которых оно отсутствует (устранить "темные места" на дисплее). Если в процессе проведения этой операции индикация ошибки возобновляется, необходимо вновь снять ее, после чего продолжить установку параметров.

6.2. Переход на уровень наладчика

Переход на **третий уровень доступа** к показаниям дисплея (**уровень наладчика**) производится либо из **основного режима 0.0**, либо из **режима "ручное" (1.0)**. При этом сохраняется соответственно режим "**автомат**" или "**ручное**".

Для **МИНИТЕРМ 400.21** возможен также переход на **уровень наладчика** из **программного режима** (в том числе из состояния «**стоп**»)



Для примера показан переход из режима **0.0**. При переходе из других режимов порядок действия тот же. Нажать на 3-5 с **одновременно** кнопки *сначала* , *затем* . Во время нажатия в верхней части дисплея высвечивается промежуточная надпись **tune** (настройка), в нижней части номер версии программы (**20.00** для МИНИТЕРМ 400.20; **21.00** для МИНИТЕРМ 400.21; **22.00** для МИНИТЕРМ 400.22).

Через 3-5 с в нижней части дисплея появится **заголовок** первого из списков параметров **tune** (*признаки типа регулятора*), после чего кнопки ,  отпустить.

Для возврата в исходный режим оператора (**0.0**; **1.0** или программный) следует в состоянии индикации **заголовка** любого списка наладчика (см. п. 6.3)

одновременно нажать и отпустить кнопки , . Для примера показан переход из состояния индикации списка **Cont** в режим **0.0**.

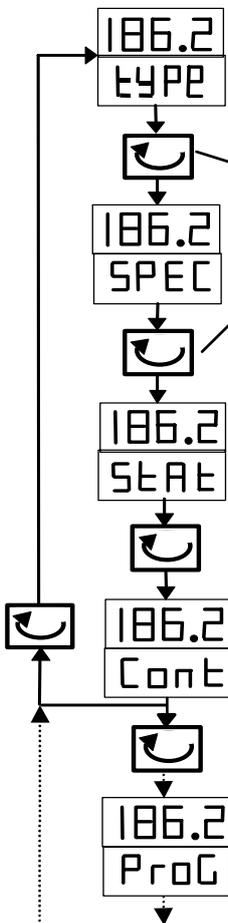
6.3 Переключение заголовков списков параметров

После перехода на *уровень наладчика* (к списку **tune**) переход от заголовка одного из списков параметров к заголовкам других списков производится последовательным кратковременным нажатием и отпусканием кнопки .

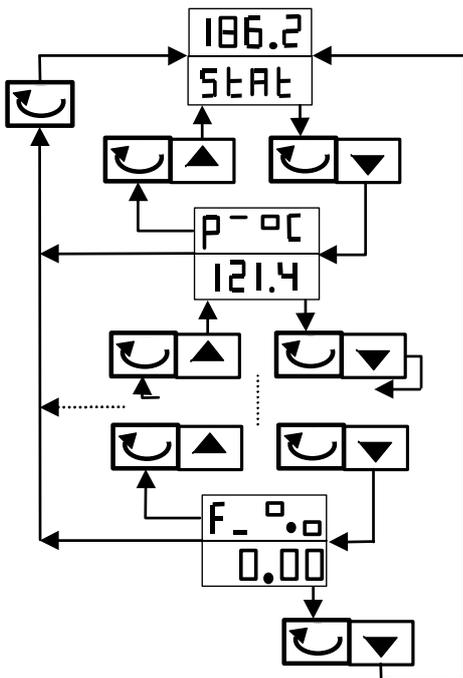
При этом на нижнюю часть дисплея последовательно вызываются заголовки списков **Spec** (*специальные параметры*), **Stat** (*статические параметры*), **Cont** (*динамические параметры*), после чего вновь вызывается заголовок списка **tune**.

Примечание: для МИНИТЕРМ 400.21 при установке в списке **tune** **PrG** = 00 после списка **Cont** вызывается список **PrG** (*параметры программного задатчика*)

В верхней части дисплея при всех заголовках индицируется *регулируемый параметр*.

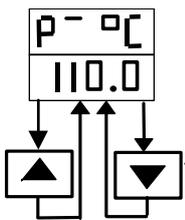


6.4. Просмотр и установка значений параметров



Для вызова на дисплей любого параметра следует сначала вызвать заголовок списка, в который он входит (см. табл. 2 - 6), а затем последовательно нажимая и отпуская **одновременно** кнопки , , вызвать нужный параметр. Для возвращения к предыдущим параметрам нажимаются и отпускаются **одновременно** кнопки , . Для возврата в заголовок списка из любой точки нажимается и отпускается кнопка .

Параметры вызываются на дисплей в той последовательности, как они перечислены в табл. 2 - 6. Для каждого параметра в верхней части дисплея индицируется его символ, а в нижней - численное значение.



Установка нужного значения любого из параметров производится после вызова его на дисплей нажатием кнопки (для увеличения величины) или (для уменьшения величины) - см. примечание к п.5.2.2. Для примера показана установка значения верхнего предела задания (параметр P⁻ списка).

6.5. Установка основных признаков регулятора

Особого внимания требует список признаков типа регулятора (табл. 2). Для защиты этого списка от случайного изменения признаков, входящих в его состав, приняты программные меры.

OFF

При попытке изменить любой из этих признаков кнопками , возникает мигающая надпись (код).

OFF

Для снятия кода следует **четыре раза** нажать и отпустить кнопку , после чего вновь высвечивается символ признака.

OFF

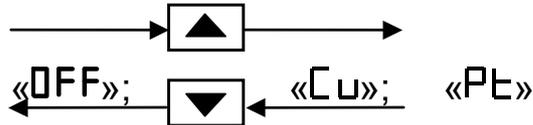
После этого нужное значение признака устанавливается нажатием и отпуском кнопки (для установки "ON") или (для установки "OFF").

ON

Для примера показана установка в "ON" признака использования аналогового регулятора.

Признак типа **ТС1** ($ip.A=Pt$) для платинового **ТС** (устанавливается кнопкой ) или ($ip.A=Cu$) для медного **ТС** (устанавливается кнопкой )

Признак типа термопары **ТС2** ($ip.b$) и **ТС3** ($ip.c$) выбирается из трех возможных состояний (см. табл. 2). Перебор производится после снятия кода кнопкой  - в прямом направлении или  - в обратном направлении:



В состоянии «OFF» данный **ТС** не используется. При $ip.b=OFF$ автоматически устанавливается $ip.c=OFF$.

6.6. Статическая настройка.

Часть статических параметров устанавливается наладчиком в списке **SPEC** (см. табл. 3).

В случае использования корректирующих сигналов (см. п. 4.2) устанавливаются масштабные коэффициенты **c1**, **c2**, определяющие степень влияния корректирующих сигналов на *общее задание*.

При использовании интерфейсной связи каждому регулятору интерфейсной цепи присваивается индивидуальный номер **PE**, а также устанавливается скорость передачи информации по интерфейсному каналу (параметр **baud**), *общая для всех регуляторов, подключенных к одному компьютеру*.

При работе *импульсного регулятора* (в списке **TYPE** **APAL = OFF**) к выходу **У1** (**У2**) может быть подключен самописец со входом **0-10 В (0-5 мА)**. При этом сигнал, подаваемый на самописец, в процентах от полного диапазона равен:

$$У = У_0 + C.У * T,$$

где **T** - регулируемая температура в **°C**,

У₀; **C.У** - смещение и крутизна преобразования, устанавливаемые в списке **SPEC**.

Кроме того в списке **SPEC** устанавливается время перехода дисплея в экономный режим **t.Esp** (см. п. 5.4.4).

Для **МИНИТЕРМ 400.21** при использовании программного задатчика (в списке **TYPE** **PrG = 00**) устанавливается также число участков программы **n.PrG**.

Остальные статические параметры устанавливаются в списке **SEAL** (см. табл. 4). Это величины ограничений возможного изменения

задания оператором (P^-, P_-), уставки срабатывания сигнализаторов допустимых рассогласований ($E^-; E_-$), а также их зоны возврата (L^+ и L_-).

При использовании *аналогового регулятора* (в списке **ЕУРЕ** АПАЛ = ОП) его выходной сигнал U может быть ограничен снизу и сверху параметрами соответственно $U_-; U^+$.

Если **ТСЗ** не используется и задействован датчик положения регулирующего органа (вход **Хн**), необходимо привести его показания к **100 - процентному диапазону**. Для этого устанавливаются: $h_- = h_{\text{мин}}$; $h^+ = h_{\text{макс}}$, где $h_{\text{мин}}$, $h_{\text{макс}}$ - значения сигнала **h** соответственно при полностью закрытом и полностью открытом регулирующем органе. После установки следует убедиться, что параметр **h**. в режимах оператора изменяется от 0 до 100 % с погрешностью не более ± 2 % в крайних точках.

Кроме того, если **ТСЗ** не используется, то имеется возможность пронормировать входной сигнал **F** для индикации на дисплее в режимах оператора параметра **F**. (см. п. 4.2). Для этого устанавливаются необходимые величины переменных $F_-; F^+$.

6.7. Динамическая настройка

6.7.1. Динамическая настройка регулятора (список **СопЕ**, табл. 5) производится по одной из общепринятых методик (см., например, В.Я. Ротач "Расчет настройки систем автоматического регулирования").

В регуляторе предусмотрена также возможность **автоматической оптимальной настройки** (см. п. 6.8).

Помимо основных параметров динамической настройки **ПИД** - регулятора ($C.Pid; E.int; dIFF$) в списке **СопЕ** устанавливаются:

- постоянная фильтра $FLtг$ (определяется уровнем пульсаций регулируемого параметра);
- зона нечувствительности δ (при рассогласовании $|E| < \delta / 2$ регулятор на изменение регулируемого параметра не реагирует).

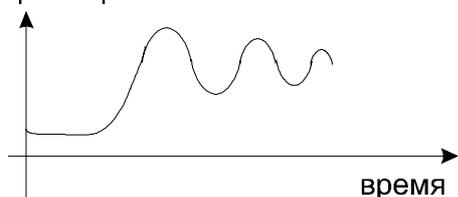
Для *импульсного регулятора* (в списке **ЕУРЕ** АПАЛ = OFF) дополнительно устанавливаются:

- время сервомотора $t.5Eг$ (время хода исполнительного механизма от полностью закрытого до полностью открытого состояния регулирующего органа);
- минимальная длительность выходных импульсов **PUL5**.

6.7.2. Ориентировочную предварительную динамическую настройку регулятора наладчик может произвести по виду переходных процессов в замкнутой системе регулирования, наблюдая изменение регулируемого параметра во времени (по внешним приборам или по дисплею регулятора).

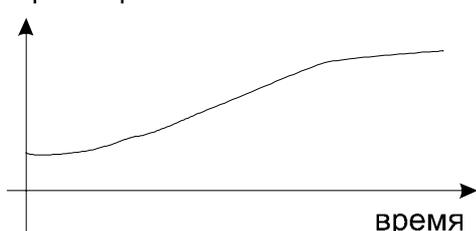
Для этого следует установить параметры динамической настройки, рекомендованные в п. 6.8.2, перевести регулятор в **режим 0.0** (п.5.2.1) и дождаться, чтобы регулируемый параметр вышел на уровень задания (рассогласование не более 1-3 °С). После этого изменить задание на 5 -10 °С сначала в одну, а затем в другую сторону (п.5.2.2).

параметр



Если переходный процесс имеет ярко выраженный колебательный характер с малым затуханием, следует *уменьшить* C_{PID} и *увеличить* t_{int} .

параметр



Если переходный процесс имеет затянутый апериодический характер, необходимо *увеличить* C_{PID} и *уменьшить* t_{int} . Для ускорения переходных процессов рекомендуется также увеличить параметр $dIFF$.

Примечание. Для **МИНИТЕРМ 400.21** динамическая настройка производится при отключенном программном задатчике (в списке $TYPE$ $PRG = OFF$).

6.8. Автоматизированная оптимальная настройка динамических параметров.

6.8.1. Для использования *алгоритма автонастройки* необходимо выполнение следующих условий:

- регулятор должен работать в режиме автоматического управления (п. 5.2), причем задание должно быть установлено примерно в середине используемого диапазона регулируемого параметра объекта;
- для **МИНИТЕРМ 400.21** программный задатчик должен быть отключен (в списке $TYPE$ $PRG = OFF$).

- если используются корректирующие сигналы от **ТС2**, **ТС3** или **ХЬ**, **ХФ**, то их влияние должно быть исключено путем установки в списке **СПЕС** параметров $c1 = c2 = 0$;
- выход **У** аналогового регулятора или исполнительный механизм и регулирующий орган импульсного регулятора должны работать по возможности в своем рабочем диапазоне (без достижения ограничений или крайних положений);
- наиболее эффективно алгоритм работает на объектах, имеющих достаточно симметричные характеристики при возмущениях в сторону увеличения и в сторону уменьшения регулируемого параметра.

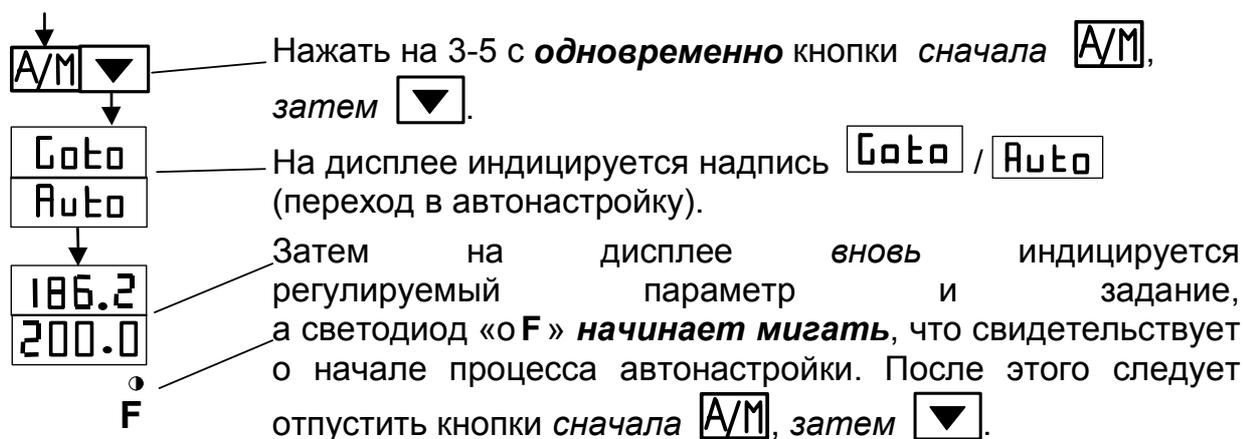
6.8.2. Перед запуском автонастройки необходимо в режиме **"ручное"** вывести объект на заданный параметр (рассогласование **Е** не более $\pm 3 - 5$ °С).

Исходя из опыта эксплуатации подобных систем, установить ориентировочные данные динамической настройки. Если никаких данных нет, рекомендуется установить в списке **Cont**:

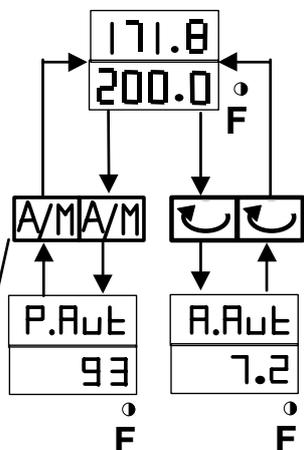
FLtг = 1-5 с; С.Pid = 0,2 - 1 % / °С; t.int = 120-300 с;
 dIFF = 0-0,15; d = 0,5 - 2 °С; PULS = 0,2-1 с;
 A.E⁻ = 20 - 30 °С; A.rEL = 10 - 15 °С.

Для импульсного регулятора установить **t.5tг** равным времени полного хода исполнительного механизма в секундах.

6.8.3. Перевести регулятор в **основной режим 0.0** (п. 5.2.1).



6.8.4. После запуска автонастройки в системе регулирования устанавливаются автоколебания регулируемого параметра с амплитудой не более установленной величины $A.E$.



Регулятор анализирует автоколебания и вычисляет их амплитуду $A.AuT$ в $^{\circ}C$ и период $P.AuT$ в секундах. Наладчик может наблюдать их изменение в процессе автонастройки.

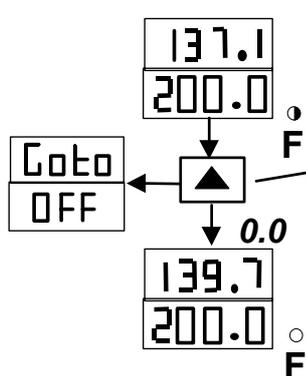
Для контроля *амплитуды* нажать и отпустить кнопку  (возврат в исходное состояние при повторном нажатии той же кнопки).

Для контроля *периода* нажать и отпустить кнопку  (возврат в исходное состояние при повторном нажатии той же кнопки).

6.8.5. На основе полученных величин $A.AuT$ и $P.AuT$ регулятор вычисляет новые значения *времени интегрирования* $t_{ин.А}$ и *коэффициента пропорциональности* $C.AuT$, которые можно проконтролировать в списке  (переход в список  и вызов параметров производится из основного режима согласно пп. 6.2; 6.3; 6.4). В том же списке можно проконтролировать *амплитуду релейного элемента* $A.rEL$, которая также автоматически изменяется в процессе автонастройки.

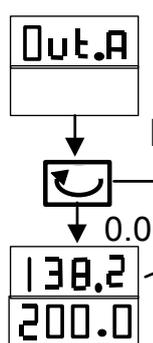
6.8.6. По завершении процесса автонастройки светодиод «**F**» *гаснет*, а регулятор начинает работать в режиме *автоматического управления* (**режим 0.0** - см. п. 5.2.1) с новыми значениями параметров $C.Pid$; $t_{инT}$, которые являются *оптимальными*. Их величины следует проконтролировать в списке  и зафиксировать для использования на аналогичных объектах.

6.8.7. Если по каким - либо причинам нужно *прервать процесс автонастройки* следует в основном режиме



на 3 - 5с нажать на кнопку . Во время нажатия на дисплее высвечивается промежуточная надпись **Go to / OFF** (выход). Через 3-5 с регулятор переходит в **режим 0.0** (п. 5.2.1), а светодиод «оF» **гаснет**, что свидетельствует о прекращении режима автонастройки.

6.8.8. Если в процессе автонастройки *превышается установленная допустимая величина амплитуды автоколебаний $A.E_{\text{н}}$* , то процесс автоматически прерывается и на дисплее индицируется мигающая надпись **Out.A** (выход по амплитуде). Одновременно размыкается ключ **Z0** (выход «отказ»), но регулирование при этом *не прекращается*.



Светодиод «оF» **гаснет**.

Для снятия мигающей надписи нажать и отпустить кнопку , после чего дисплей переходит в **режим 0.0**. Через 30 с после этого ключ **Z0** замыкается и возможен **повторный запуск** автонастройки. При этом рекомендуется *уменьшить $C.Pid$, увеличить $t.int$* , а если допустимо по технологии, то *увеличить также $A.E_{\text{н}}$* .

6.8.9. При отсутствии в системе больших возмущений и шумов процесс автонастройки занимает примерно *8-20 периодов автоколебаний*. Причиной затягивания процесса могут быть большие шумы в системе (при этом следует увеличить **FLtg**) и несимметрия импульсной характеристики исполнительного механизма (при этом следует увеличить **PULS**).

При затягивании процесса автонастройки можно произвести *ручной расчет оптимальных параметров настройки*. Для этого зафиксировать текущее значение периода автоколебаний **P.Aut**, амплитуды автоколебаний **A.Aut** (п. 6.8.4), а также установленные регулятором в процессе автонастройки в списке **Cont** величины **C.Aut** и **A.rEL** (п. 6.8.5). Оптимальные значения параметров динамической настройки вычислить по формулам:

$$C.Pid = 0,92 * C.Aut * A.rEL / A.Aut; t.int = P.Aut / 3,7.$$

После этого необходимо *прервать процесс* автонастройки (п. 6.8.7) и установить полученные значения $C.Pid$ и $t.int$ в списке \boxed{Copt} в качестве оптимальных.

6.9. Настройка программного задатчика (только для МИНИТЕРМ 400.21)

Если регулятор **МИНИТЕРМ 400.21** используется в программном режиме (в списке \boxed{tUPP} $Prg = П$), то необходимо в списке \boxed{Prg} (табл. 6) установить параметры настройки программного задатчика:

$t_1 \dots t_{10}$ - длительности участков программы;

P_0 - начальную температуру программы;

$P_1 \dots P_{10}$ - температуры в конце участков соответственно 1...10.

Примечание. Количество участков программы соответствует параметру $n.Prg$, установленному в списке \boxed{SPEC} (п. 6.6).

7. Диагностика отказов

При возникновении в регуляторе или в схеме подключения входных цепей (см. раздел 8) некоторых нарушений на дисплее в мигающем режиме высвечивается **код вида неисправности**. Одновременно размыкается нормально замкнутый ключ выхода **Z0**, размыкаются и прекращают функционирование ключи импульсного выхода **Z1**, **Z2**, для аналогового регулятора «замораживается» выход **Y1** (**Y2**). Для **МИНИТЕРМ 400.21** программный режим переходит в состояние «**стоп**». Перечень диагностируемых неисправностей приведен в таблице:

Код вида неисправности	Метод устранения
Ag~	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Проверить цепи подключения термометра сопротивления ТС1 и устранить обрыв. ◇ Проверить, не превышает ли регулируемый параметр максимально допустимый уровень (табл. 1)
bg~; Cg~	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Проверить цепи подключения термометров сопротивления соответственно ТС2, ТС3 и устранить обрыв. ◇ Проверить, не превышают ли температуры, измеряемые ТС2, ТС3 максимально допустимый уровень (табл. 1)
Ag_; bg_; Cg_	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Проверить на отсутствие замыкания термометры сопротивления соответственно ТС1, ТС2, ТС3. ◇ Проверить наличие и качество перемычек на клеммах соответственно 1-7; 2-6; 3-4.
Ertr	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Проверить установку признаков in.A, in.b, in.C, в списке ЕУРЕ, устранить «темные места», установить нужные значения признаков (табл. 2)
B~; F~; G~; h~	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Проверить цепи подключения датчиков постоянного тока ко входам соответственно Xb, Xf, Xg, Xh и устранить обрыв. ◇ Если входы Xb, Xf, Xg, Xh не используются - проверить наличие и качество перемычек на этих входах.
Er03	Снять индикацию ошибки (п.6.1), если через 30с индикация возобновится - устранить аппаратную неисправность схемы измерения и обработки входных сигналов либо обратиться к изготовителю.
Er05	Проверить установку параметров во всех списках (п.6.4), установить нужные величины (устранить «темные места»).
Er08	Снять индикацию ошибки (п.6.1), если через 30с индикация возобновится - устранить аппаратную неисправность, связанную с ПЗУ, либо обратиться к изготовителю.

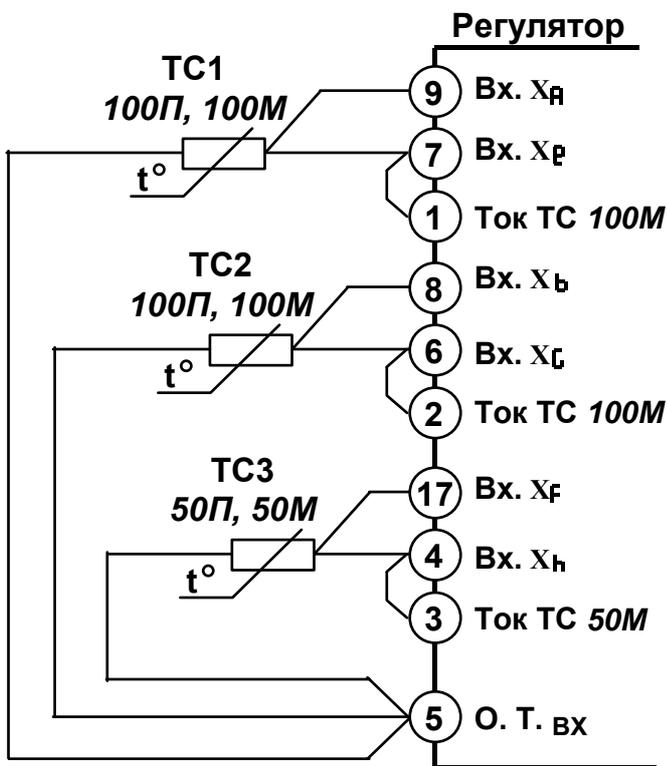
После устранения причины неисправности отказ снимается автоматически через 30с после последнего нажатия на любую кнопку *при прерванном режиме индикации ошибки* (п 6.1). После этого ключ выхода **Z0** замыкается и функционирование регулятора восстанавливается в полном объеме.

Примечание: Если при перерывах питания возникает индикация кода **Eг 05** (возникают «темные места» на дисплее), необходимо заменить литиевый элемент резервного питания (п. 3.8).

8. Схемы подключения. Указания по монтажу внешних соединений

Общая схема подключения внешних цепей к регулятору показана на рис.1. Все соединения, *кроме оговоренных особо*, выполняются медным проводом сечением *не менее* $0,35 \text{ мм}^2$. При использовании промежуточных клеммных рядов длина линий, соединяющих эти ряды с разъемом регулятора, не должна превышать $0,5 \text{ м}$.

8.1. Подключение трех термометров сопротивления



Линии связи каждого термометра сопротивления (ТС) рекомендуется выполнять свитыми проводами и при наличии помех поместить в экран, заземленный вблизи термометра.

Сопротивление каждого провода линий связи не должно превышать 10 Ом для ТС 100 Ом и 5 Ом для ТС 50 Ом . Отличие сопротивления проводов друг от друга для каждого из термометров не должно превышать $0,1 \text{ Ом}$.

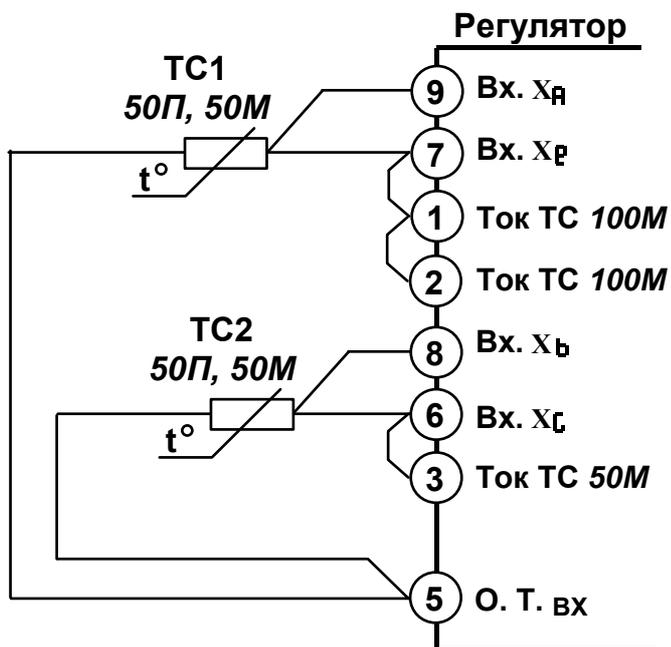
Каждый из ТС должен подключаться к общей точке входов (клемма 5) *отдельным проводом*.

Из трех ТС два должны иметь номинальное сопротивление 100 Ом и один 50 Ом . Ток в ТС 100 Ом задается от клемм 1 и 2, в ТС 50 Ом — от клеммы 3. Для примера показано использование термометров 100 Ом в качестве ТС1, ТС2 и 50 Ом — в качестве ТС3.

Переключки между токозадающими клеммами 1, 2, 3 и соответствующей клеммой входа (7, 6, 4) рекомендуется устанавливать непосредственно на штепсельном разъеме регулятора.

При использовании трех ТС в списке ЕУРЕ (табл. 2) необходимо установить: $\text{ip.b} \neq \text{OFF}$; $\text{ip.c} \neq \text{OFF}$ (см. п. 6.5).

8.2. Подключение двух термометров сопротивления

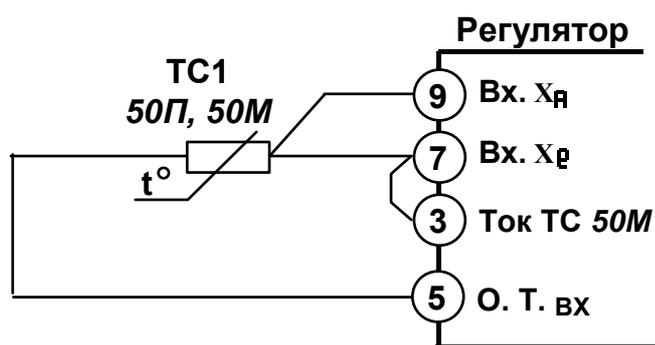


При использовании двух **ТС** в списке **ЕУРЕ** (табл. 2) необходимо установить: $in.b \neq OFF$; $in.C = OFF$ (см. п. 6.5).

Для примера показано подключение двух **ТС 50 Ом**. Любой из **ТС** или оба **ТС** могут иметь номинальное сопротивление **100 Ом**. При этом ток в **ТС 100 Ом** задается от клеммы **1** или **2** регулятора, а в **ТС 50 Ом** – от клеммы **3** регулятора.

При использовании двух **ТС** ко входам X_F и X_H могут подключаться датчики постоянного тока, в том числе один из них может быть потенциометрическим – см. п. 8.4. Если любой из входов X_F , X_H не используется, то клеммы соответственно **17** и **4** соединяются перемычкой с клеммой **5 (О.Т.ВХ)**.

8.3. Подключение одного термометра сопротивления



При использовании одного **ТС** в списке **ЕУРЕ** (табл. 2) необходимо установить: $in.b = OFF$; $in.C = OFF$ (см. п. 6.5).

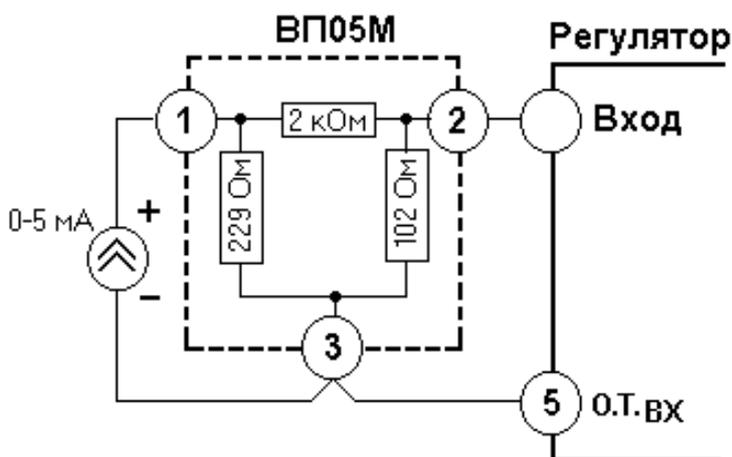
Для примера показано подключение **ТС 50 Ом**. При использовании **ТС 100 Ом** клемма **3** заменяется на клемму **1** или **2**.

При подключении одного термометра ко входам X_b , X_F , X_G , X_H могут подключаться датчики постоянного тока, в том числе два из них могут быть потенциометрическими - см. п. 8.4. Если любой из входов X_b , X_F , X_G , X_H не используются, то клеммы соответственно **8**, **17**, **6**, **4** соединяются перемычкой с клеммой **5 (О.Т.ВХ)**.

8.4. Подключение датчиков постоянного тока

Подключение датчиков постоянного тока возможно при использовании одного или двух ТС (см. пп. 8.2; 8.3).

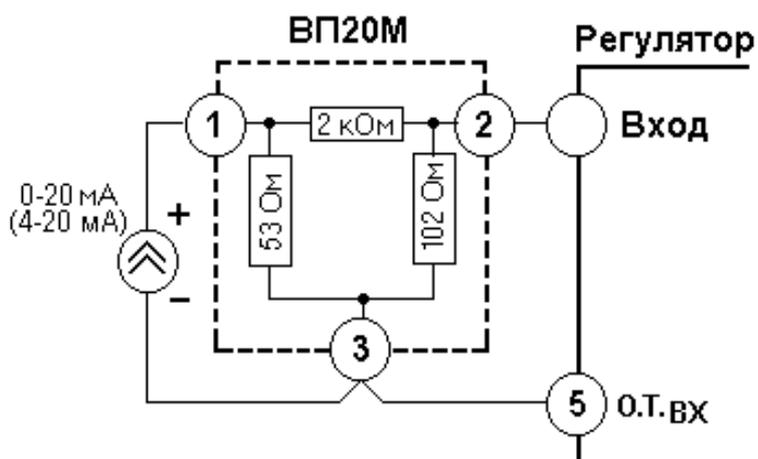
Подключение датчика 0-5 мА:



Соединения выполняются отдельным жгутом. Для повышения точности желательно, чтобы длина линий, соединяющих устройства **ВПО5М**, **ВП20М**, **ВП10М** с регулятором, не превышала **1-2 м**. Вывод «-» датчиков должен подключаться непосредственно к клеммам **3** устройств **ВПО5М**, **ВП20М**, **ВП10М**.

Сопротивление линии для датчика **0-10 В** не должно превышать **50 Ом**.

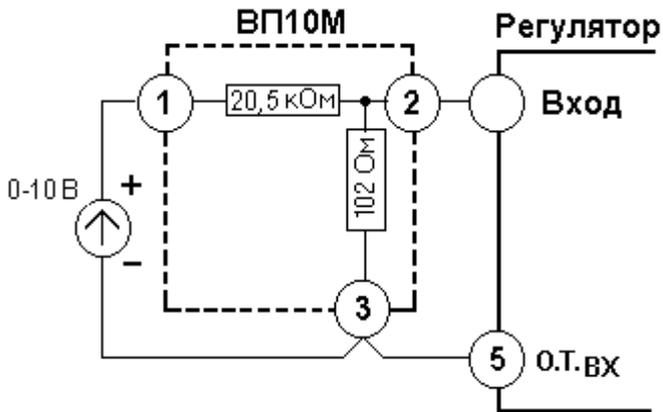
Подключение датчика 0-20 мА или 4-20 мА:



Клемма «**Вход**» соответствует таблице:

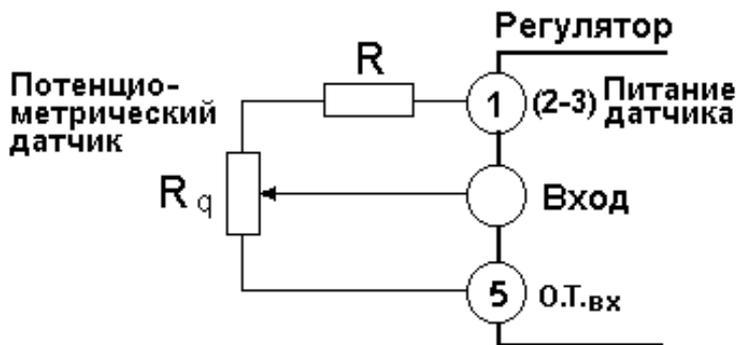
Вход	Номер клеммы
X_Б	8
X_Ф	17
X_Г	6
X_Н	4

Подключение датчика 0-10 В



Примечание. Клеммы неиспользуемых входов соединяются с клеммой 5.

Подключение потенциметрических датчиков



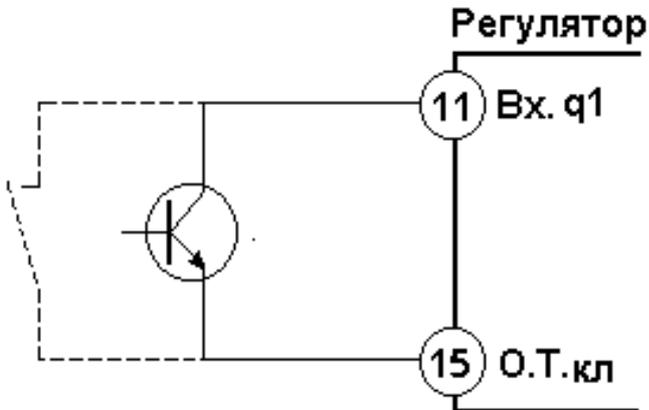
$R_q, \text{кОм}$	$R, \text{кОм}$	Питание датчика
$\leq 0,10$	0	от кл.1(2)
$> 0,10$	$200 R_q - 20$	
$\leq 0,05$	0	от кл.3
$> 0,05$	$200 R_q - 10$	

Примечания.

1. Устанавливается резистор R с отклонением от рассчитанной величины не более, чем на +20%.
2. При использовании двух ТС 50 Ом (см. п. 8.2) питание потенциметрического датчика должно обеспечиваться от внешнего источника. Резистор R рассчитывается таким образом, чтобы максимальное падение напряжения на датчике было в диапазоне 40-50 мВ.

Линии связи всех датчиков рекомендуется выполнять свитыми проводами и при наличии значительных помех помещать в металлический экран, заземленный вблизи датчика.

8.5. Подключение внешних ключей к дискретным входам q1, q2 (только для МИНИТЕРМ 400.21)

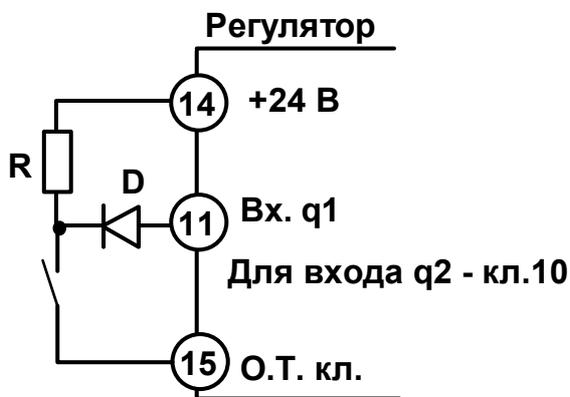


Показано подключение внешнего ключа к входу **q1**. Аналогично подключается внешний ключ к входу **q2**, при этом клемма **11** заменяется на клемму **10**.

Соединения выполняются отдельным жгутом, по возможности свитыми проводами.

В качестве "сухих" ключей могут использоваться как механические переключатели, так и транзисторные (например, микросхемы с открытым коллектором).

Приведенная схема подключения может использоваться, если допускаемый минимальный ток через внешний ключ $J_{\min} \leq 1$ мА. При $J_{\min} > 1$ мА рекомендуется схема:



$$R = \frac{24(\text{В})}{J_{\min}(\text{мА})} \text{кОм.}$$

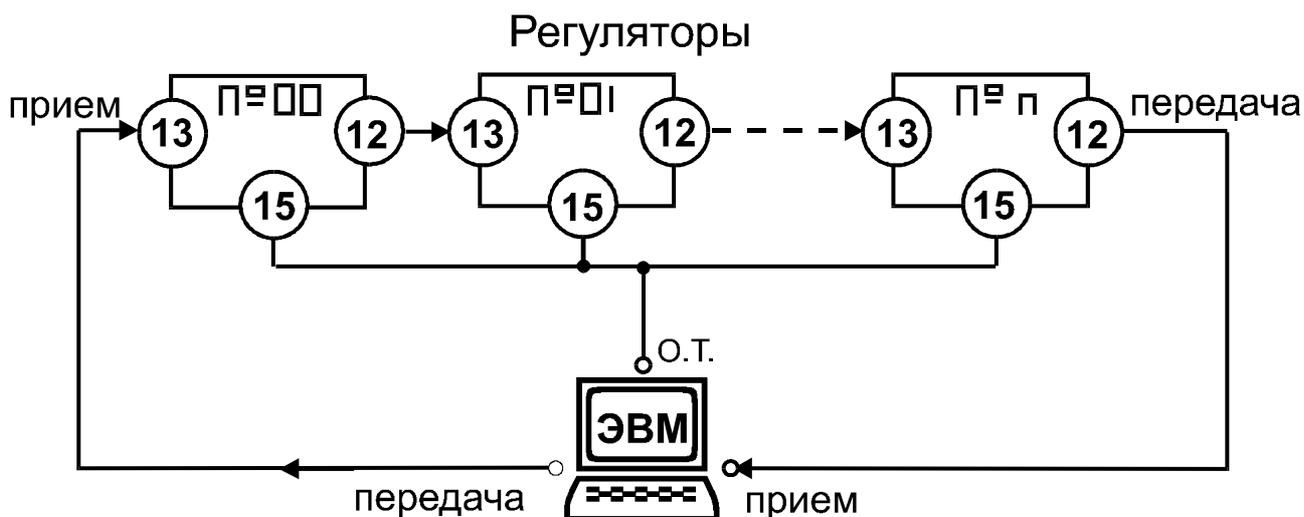
Диод **D** желательно выбрать германиевым,

$U_{\text{обр}} \geq 30$ В,

$U_{\text{пр}} \leq 0,4$ В, при $J_{\min} = 1$ мА

(например, Д9В; Д311; Д312).

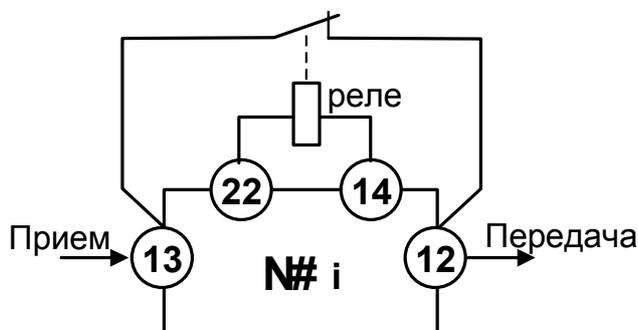
8.6. Подключение цепей интерфейсной связи



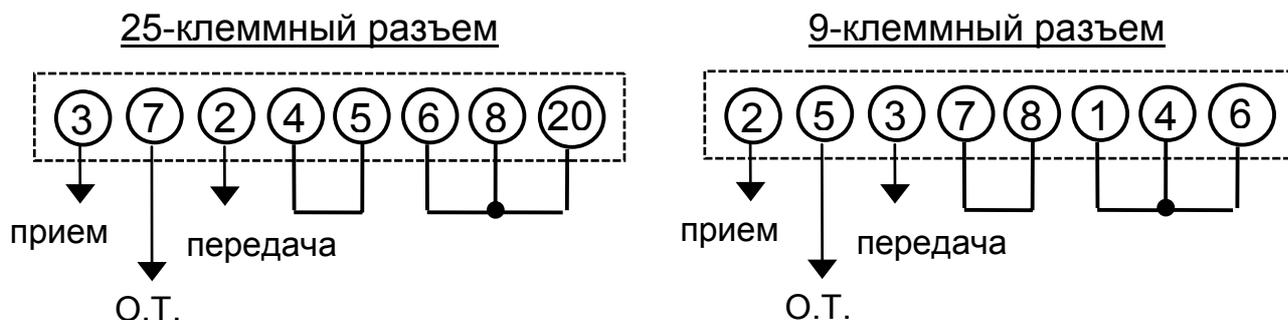
Где : П⁰00.....П⁰п - номера регулятора в интерфейсной цепи (список **СПЕС**).

Соединения выполняются свитчами проводами, длина линии между соседними приборами **не более 30м**, а при использовании преобразователя **И300 - до 2 км**.

Для защиты интерфейсной цепи от отказа любого из регуляторов рекомендуется применять реле с нормально замкнутым контактом (например, РЭС-22, РЭС-32 на 24В, $R_{обм} \geq 0,5$ кОм).

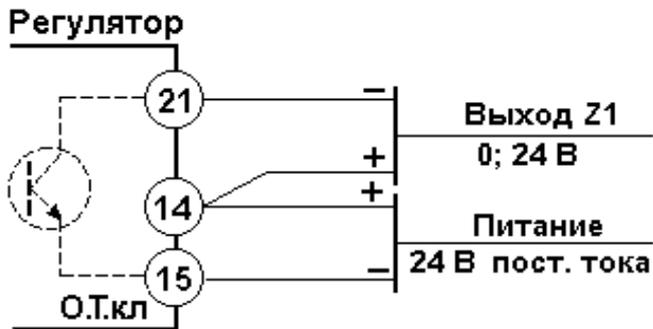


Подключение цепей интерфейсной связи к последовательному порту ЭВМ



Справки о приобретении программ для ЭВМ по тел. (095) 365-24-75, 367-90-36

8.7. Подключение цепей питания, импульсного и дискретных выходов



Примечания.

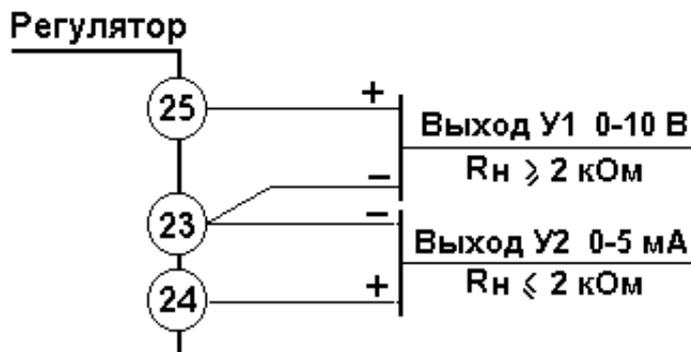
1. В регуляторе обеспечена защита от перенапряжений при работе на индуктивную нагрузку.

2. Суммарное сопротивление нагрузки см. п. 3.5.

Показано подключение нагрузки к выходу **Z1**. Подключение нагрузок к выходам **Z2**, **Z3**, **Z4**, **Z0** производится аналогично, при этом вместо клеммы **21** используется клемма согласно таблице:

Выход	Z2	Z3	Z4	Z0
Номер клеммы	20	19	18	22

8.8. Подключение цепей аналогового выхода



Используется любой из выходов по выбору. Неиспользуемый выход остается свободным. Допускается одновременное подключение нагрузок к выходам **Y1** и **Y2**.

8.9. Примеры схем подключения регулятора

На рис. 2-6 показаны примеры схем подключения регулятора в комплекте с усилителями **У300**, **У24**, **У13Н**, с электропневматическим позиционером и групповым источником питания серии **П300**, с групповым источником питания **П300.Р3** (с использованием внутренних реле источника).

Сечение проводов цепей нагрузок усилителей (исполнительных механизмов или нагревателей) определяется максимальным эффективным значением тока, исходя из допустимой плотности тока **не более 6 А/мм²**. Цепи нагрузок должны быть защищены автоматом питания или быстродействующими предохранителями.

Запрещается устанавливать выключатели в цепь питания регулятора (клеммы **14**, **15**). Включение – выключение питания должно производиться в цепях 220 (380)В.

Таблица 1 Списки параметров в режимах оператора

символ на дисплее	наименование	размерность	дискретность	диапазон изменения		примечание
				мин	макс	
0.0.Режим автоматического управления (индикатор « \circ » не светится)						
символ отсутствует	регулируемая температура	$^{\circ}\text{C}$	0,1	-200	270	При $\text{in.A}=\text{PE}$
				-50	200	При $\text{in.A}=\text{CU}$
символ отсутствует	задание общее	$^{\circ}\text{C}$	0,1	-1999	3276	На <i>нижней</i> половине дисплея
У	выход аналоговый	%	0,1	0	102,4	При $\text{APAL} = \text{OFF}$ дискретность 0,01 %
Е	рассогласование	$^{\circ}\text{C}$	0,1	-1999	3276	
б$^{\circ}$С	температура, измеряемая ТС2	$^{\circ}\text{C}$	0,1	-200	270	При $\text{in.б}=\text{PE}$
				-50	200	При $\text{in.б}=\text{CU}$
б$^{\circ}$.□	Входной сигнал б	%	0,01	-19	163,8	При $\text{in.б}=\text{OFF}$
С$^{\circ}$.□	Входной сигнал С	%	0,01	-19	163,8	При $\text{in.б}=\text{OFF}$
С$^{\circ}$С	температура, измеряемая ТС3	$^{\circ}\text{C}$	0,1	-200	270	При $\text{in.С}=\text{PE}$
				-50	200	При $\text{in.С}=\text{CU}$
F.	нормированный сигнал F	%	0,01	-199,9	327,6	При $\text{in.С}=\text{OFF}$
h.	нормированный сигнал h (положение регулирующего органа)	%	0,01	-199,9	327,6	При $\text{in.С}=\text{OFF}$

Примечания.

1. **Регулируемая температура** индицируется на *верхней* половине дисплея.
2. Символы параметров **У; Е; б $^{\circ}$ С; б $^{\circ}$.□; С $^{\circ}$.□; С $^{\circ}$ С; F.; h.** индицируются на *верхней* половине дисплея, а их численные значения - на *нижней* половине дисплея.
3. Признаки in.A ; in.б ; in.С ; APAL устанавливаются в списке **ЕУРЕ** (см. табл. 2).

Таблица 1 Списки параметров в режимах оператора (продолжение)

символ на дисплее	наименование	размерность	дискретность	диапазон изменения		примечание
				мин	макс	

1.0. Режим ручного управления (индикатор «» светится)

Регулятор аналоговый (в списке **ЕУРЕ** «АПЛ=ОП»)

У	выход аналоговый	%	0,1	0	102	На нижней половине дисплея
Е	рассогласование	°С	0,1	-1999	3276	
б°С	температура, измеряемая ТС2	°С	0,1	-200	270	При $in.b=Pt$
				-50	200	При $in.b=Cu$
б.о	Входной сигнал б	%	0,01	-19	163,8	При $in.b=OFF$
С.о	Входной сигнал С	%	0,01	-19	163,8	При $in.b=OFF$
С°С	температура, измеряемая ТС3	°С	0,1	-200	270	При $in.C=Pt$
				-50	200	При $in.C=Cu$
F.	нормированный сигнал F	%	0,01	-199,9	327,6	При $in.C=OFF$
h.	нормированный сигнал h (положение регулирующего органа)	%	0,01	-199,9	327,6	При $in.C=OFF$

Регулятор импульсный (в списке **ЕУРЕ** «АПЛ=OFF»)

h.	положение регулирующего органа	%	0,01	-199,9	327,6	При $in.C=OFF$
символ отсутствует	задание общее	°С	0,1	-1999	3276	При $in.C \neq OFF$
У	выход аналоговый	%	0,01	0	102,4	

Е gC; б gC; б %; G %; C gC; F. - см. список для регулятора аналогового

Примечания.

- Параметры: **У** - для аналогового регулятора, (при $in.C=OFF$) или задание общее (при $in.C \neq OFF$) – для импульсного регулятора индицируются на *нижней* половине дисплея.
- Для прочих параметров на *верхней* половине дисплея индицируются символ, на *нижней* - численное значение.
- Признаки $in.b$; $in.C$; АПЛ устанавливаются в списке **ЕУРЕ** (см. табл. 2).

Таблица 2. Список признаков типа регулятора ЕУРЕ

символ на дисплее	назначение	устанавливаемое значение	примечание
in.A	тип используемого термометра сопротивления TC1	Рt - платиновый	
		Cu - медный	
in.B	тип используемого термометра сопротивления TC2	Рt - платиновый	
		Cu - медный	
		OFF - не используется	
in.C	тип используемого термометра сопротивления TC3	Рt - платиновый	Установка in.C=Рt или in.C=Cu только при in.B≠OFF
		Cu - медный	
		OFF - не используется	
PrG	наличие программного задатчика	ON - используется	только для МИНИТЕРМ 400.21
		OFF - не используется	
APAL	тип регулятора	ON - аналоговый	
		OFF - импульсный	

Примечание.

Изменение значений признаков возможно только после снятия программной блокировки (Code).

Таблица 3. Список специальных параметров ЗРЕС

символ на дисплее	наименование	размерность	дискретность	диапазон изменения		примечание
				мин	макс	
п^е	порядковый номер регулятора в интерфейсной цепи	—	1	0	15	
п.РгС	количество участков программы	—	1	1	10	только для МИНИТЕРМ 400.21
с1	масштабный коэффициент сигнала б^оС (in.b≠OFF) или б^о.о (in.b=OFF)	—	0.01	-128	127	
с2	масштабный коэффициент сигнала С^оС (in.С≠OFF) или С^о.о (in.С=OFF)	—	0.01	-128	127	
бAud	скорость передачи информации по интерфейсному каналу	кБог	1.2	1.2	19.2	
т.Есп	время перехода дисплея в экономный режим	с	1	0	9999	при т.Есп =0 экономный режим отсутствует
С.у^о.о	коэффициент усиления при передаче регулируемого параметра на выход У	—	0.01	0	15	при АПАЛ = OFF
У^о.о	смещение выхода при передаче регулируемого параметра на выход У	%	0.1	0	102.4	при АПАЛ = OFF

Примечание. Признаки in.b; in.С; АПАЛ устанавливаются в списке **тУРЕ** (см. табл. 2).

Таблица 4. Список статических параметров 5EAE

символ на дис-плее	наименование	размер-ность	дискрет-ность	диапазон изменения		примечание
				мин	макс	
P⁻	верхний предел задания	°C	0.1	-200	270	
P₋	нижний предел задания	°C	0.1	-200	270	
P	задание	°C	0.1	-200	270	
У⁻	верхний предел выхода аналогового	%	0.1	0	102.4	
У₋	нижний предел выхода аналогового	%	0.1	0	102.4	
У	выход аналоговый	%	0.1	-327	327.6	без учета ог-раничений
E⁻	уставка сигнализации верхнего предела рассогласования	%	0.1	-1999	2500	
┌	зона возврата E⁻	%	0.1	0	100	
E₋	уставка сигнализации нижнего пре-дела рассогласования	%	0.1	-1999	2500	
└	зона возврата E₋	%	0.01	0	100	
F⁻	верхний предел сигнала F	%	0.01	-163,8	163.8	Только при in.C=OFF (список ЕУРЕ)
F	входной сигнал F	%	0.01	-19	163.8	
F₋	нижний предел сигнала F	%	0.01	-163,8	163.8	
h⁻	верхний предел сигнала h	%	0.01	-163,8	163.8	
h	входной сигнал h	%	0.01	-19	163.8	
h₋	нижний предел сигнала h	%	0.01	-163,8	163.8	

Таблица 5. Список динамических параметров Σ пл

символ на дисплее	наименование	размер- ность	дискрет- ность	диапазон изменения		примечание
				мин	макс	
$t_{5\%}$	время сервомотора	с	0,32	0	300,1	при $АПЛ = OFF$ (в списке $t_{УР}$)
FLt	постоянная фильтра	с	0,32	0	81,6	
C_{Pid}	коэффициент пропорцио- нальности	%/°C	0,01	-99,9	99,99	
t_{int}	постоянная интегрирования	с	1	2	9999	
$diff$	отношение постоянной диф- ференцирования к по- стоянной интегрирования	—	0,01	0	0,25	
d	зона нечувствительности	°C	0,1	0,1	99,9	
$PULS$	длительность импульса	с	0,1	0,1	12,8	
$A.E$	предельное рассогласование при автонастройке	°C	0,1	1	1638	
$A.rEL$	амплитуда релейного эле- мента при автонастройке	°C	0,1	0,5	1638	$A.rEL \leq A.E$
$t_{in.A}$	вычисленное значение t_{int} в процессе автонастройки	с	1	2	9999	индицируются только в про- цессе автона- стройки
C_{Aut}	вычисленное значение C_{Pid} в процессе автона- стройки	%/°C	0,1	-99,9	99,99	

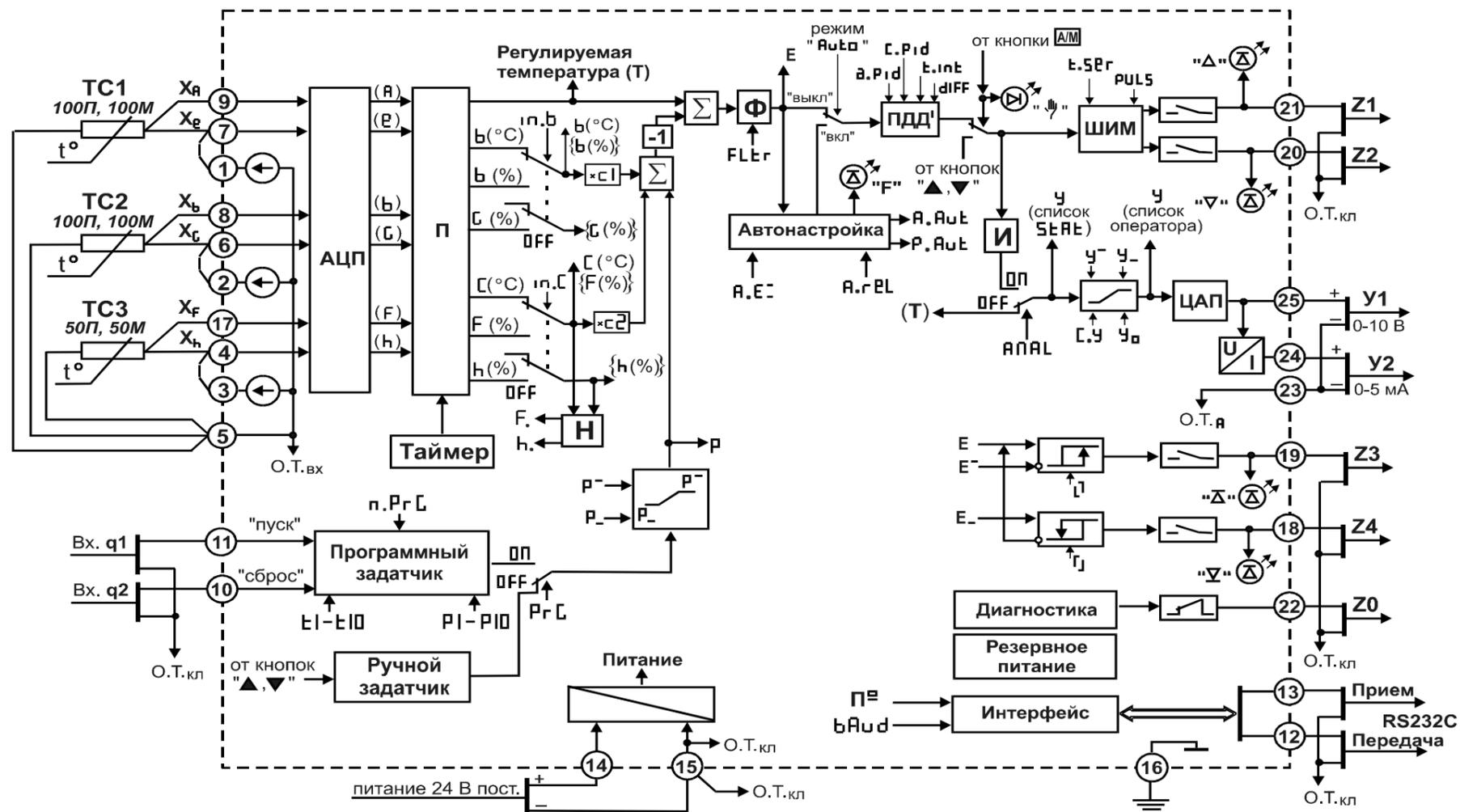
Таблица 6. **Список параметров программного задатчика РгГ**
(только для МИНИТЕРМ 400.21)

символ на дисплее	наименование	размерность	дискретность	диапазон изменения		примечание
				мин	макс	
РГ	температура в начале программы	°С	0,1	-200	270	
Р 1...Р 10	температура в конце участков соответственно 1...10	°С	0,1	-200	270	
Е 1...Е 10	длительность участка программы соответственно 1...10	мин	0,1	0,1	3276	
Е.РгГ	текущее значение времени с начала программы	мин	1	0	9999	вызываются в списке оператора после пуска программы
п РгГ	текущее значение номера участка программы	—	1	0	10	

Примечания.

1. Параметры списка **РгГ** вызываются при установке признака в списке **ЕУРЕ** РгГ = 0П.
2. Количество параметров Р 1...Р 10; Е 1...Е 10 и максимальное значение п РгГ соответствуют величине параметра п.РгГ в списке **СПЕС**.

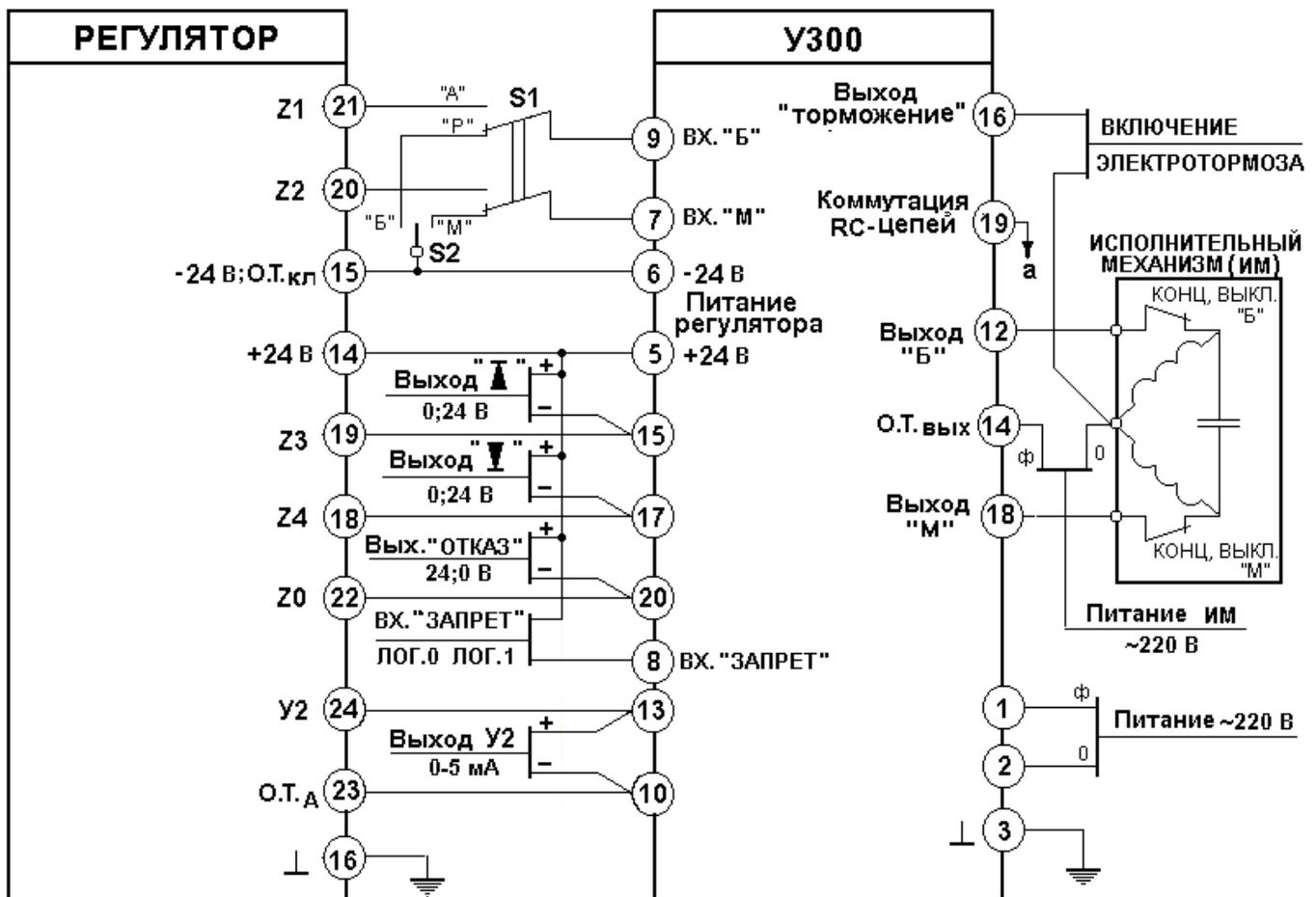
Рис. 1. Функциональная схема регулятора МИНИТЕРМ 400.20; 400.21; 400.22



Примечания.

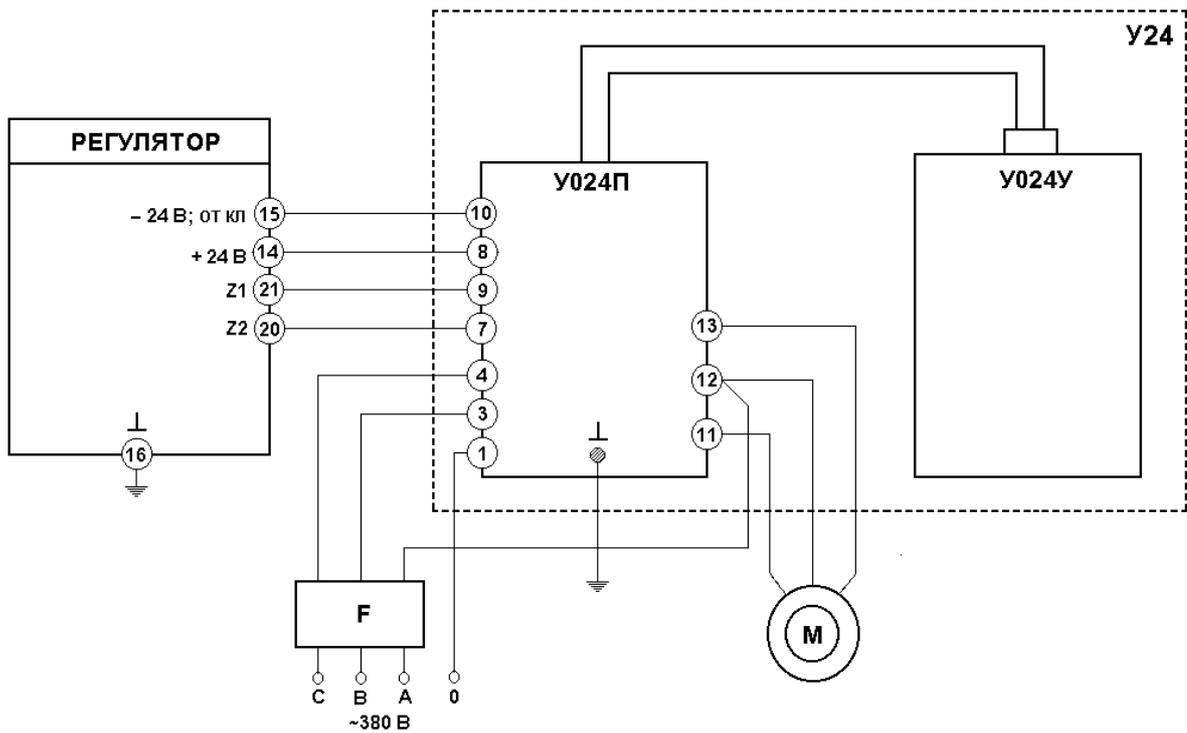
1. Программный задатчик и дискретные входы $q1$, $q2$ имеются только в МИНИТЕРМ 400.21.
2. Таймер имеется только в МИНИТЕРМ 400.22.
3. Другие варианты подключения термометров сопротивления см. раздел 8.

Рис.2. Схема подключения регулятора в комплекте с усилителем У300



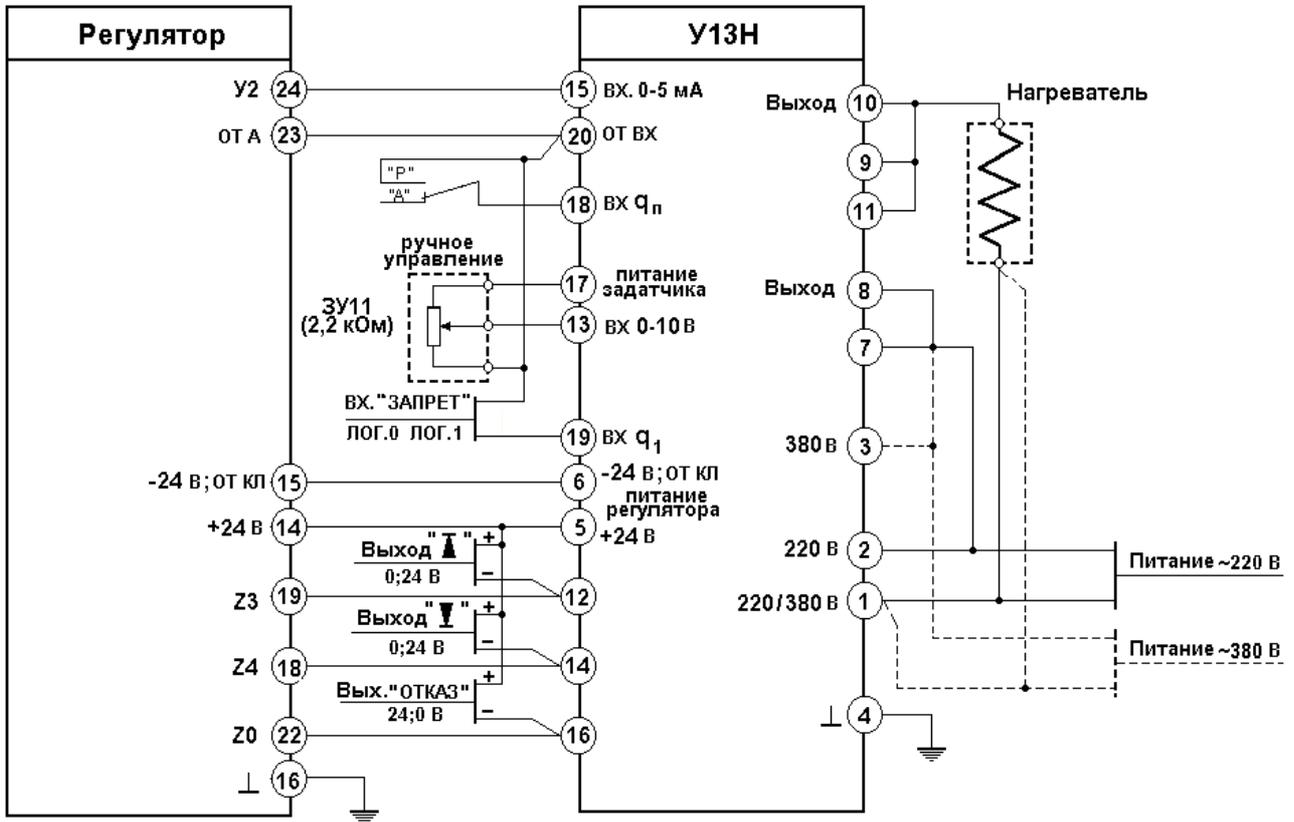
- Примечания.*
1. Подключение остальных цепей регулятора см. рис.1.
 2. Провод «а» подключается:
 - ⇒ к общей точке обмоток **ИМ** при токе **ИМ** > 0,1А;
 - ⇒ к клемме **14 У300** при токе **ИМ** < 0,1А.
 3. Если внешнее ручное управление (переключатели S1; S2) не используется, то клеммы **21, 20** регулятора соединяются напрямую с клеммами **9, 7** усилителя **У300**.
 4. Клеммы **У300: 15, 17, 20, 13, 10** - являются свободными и используются как промежуточные для подключения внешних устройств.
 5. Максимальная суммарная нагрузка на выходы "▲", "▼", "отказ" не менее 800 Ом.

Рис.3. Схема подключения регулятора с усилителем У24



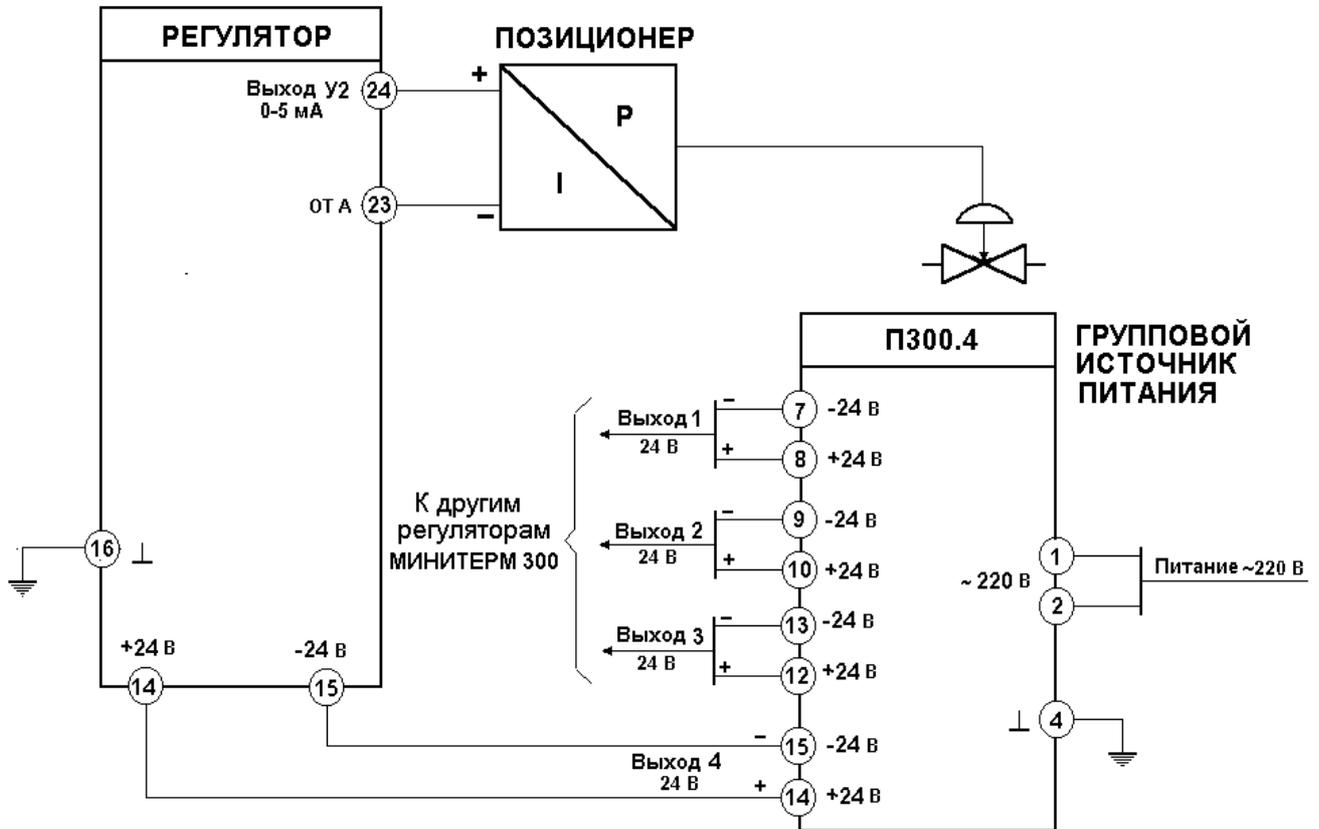
- Примечания.*
1. Подключение остальных цепей регулятора см. рис.1.
 2. **F** - автомат защиты типа АП50-3МТ.
 3. **М** - трехфазный асинхронный электродвигатель.

Рис.4. Схема подключения регулятора в комплекте с усилителем У13Н



- Примечания.*
1. Подключение остальных цепей регулятора см. рис.1.
 2. На рис. 5 показана возможность организации ручного дистанционного управления усилителем **У13Н**, независимого от регулятора. Если нет необходимости в организации такого управления, то клеммы **13, 17, 18** усилителя **У13Н** остаются свободными.
 3. Клеммы **У13Н: 12, 14, 16** - являются свободными и используются как промежуточные для подключения внешних устройств.

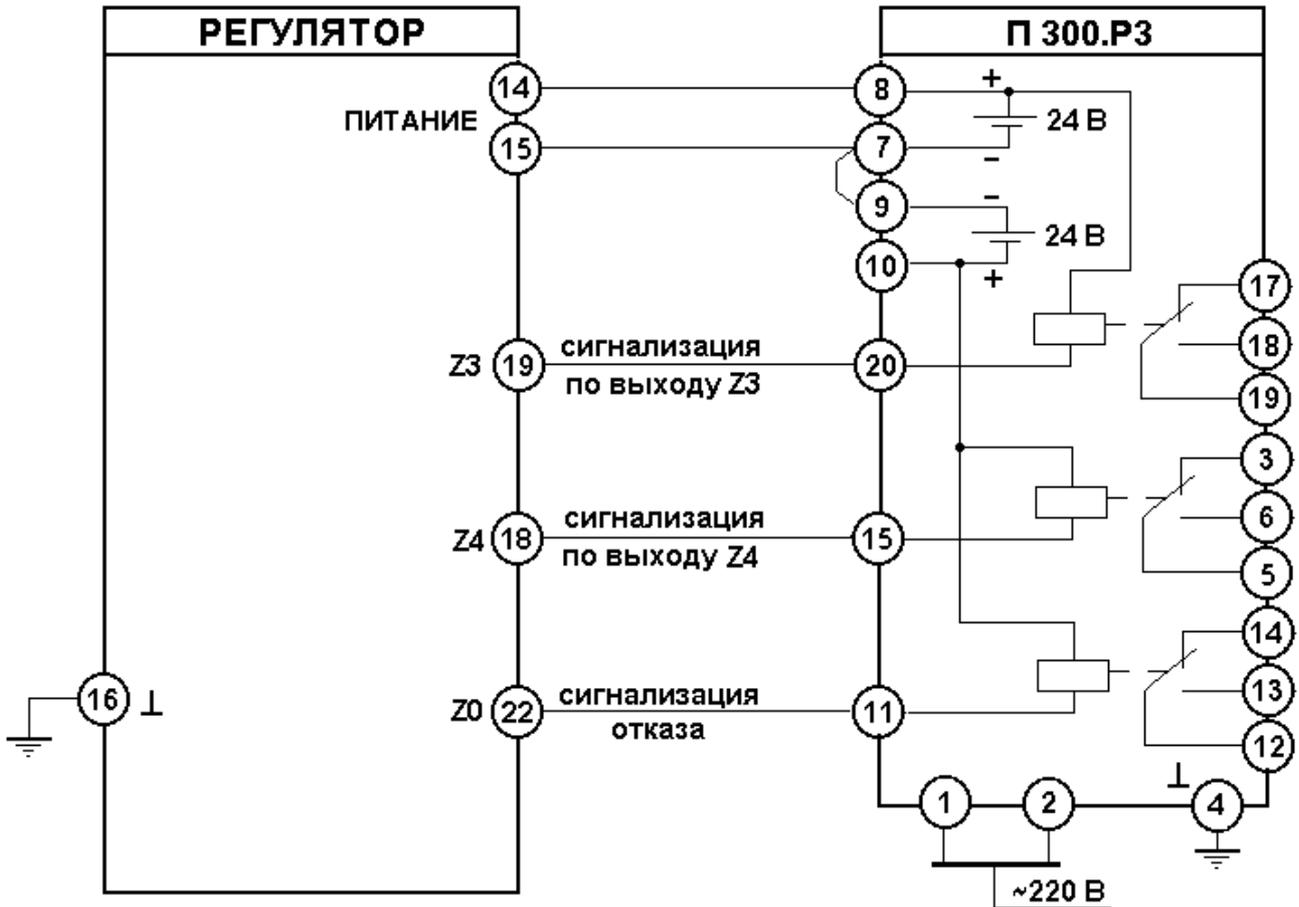
Рис. 5. Схема подключения регулятора в комплекте с электропневматическим позиционером и групповым источником питания серии П300



Примечания.

1. Подключение остальных цепей регулятора см. рис.1.
2. Схема подключения регулятора в комплекте с групповым источником питания **П300.2** аналогична, при этом последний имеет только два выхода для питания регуляторов: **Выход1** и **Выход2** (номера клемм сохраняются).

Рис.6. Пример подключения регулятора с групповым источником П300.Р3



- Примечания.* 1. Подключение остальных цепей регулятора см. рис.1 и раздел 8.
 2. Коммутирующая способность контактов внутренних реле (РП21-003):
 ⇒ до 220 В; 1,2 А переменного тока;
 ⇒ до 24 В; 2,4 А постоянного тока.

Рис. 7. Габаритные и установочные размеры устройств
ВП05М, ВП20М, ВП10М

