

МЗТА
mzta.ru

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"МОСКОВСКИЙ ЗАВОД ТЕПЛОВОЙ АВТОМАТИКИ"

Регулятор микропроцессорный МИНИТЕРМ 400.04

Техническое описание и инструкция по эксплуатации
гЕ 3.222.098-15 ТО



2000 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Комплекс приборов МИНИТЕРМ 400	3
2. Назначение и основные функции регулятора	5
3. Технические данные	6
4. Устройство и работа регулятора	8
4.1 Конструкция и установка на щите	8
4.2 Функциональная схема	9
5. Порядок работы оператора	12
5.1 Режимы управления. Уровни доступа к информации	12
5.2 Работа в режиме автоматического управления	12
5.3 Режим ручного (дистанционного) управления (режим 1.0)	15
5.4 Работа на втором оперативном уровне	16
5.5 Работа в программном режиме	18
6. Порядок работы наладчика	23
6.1 Включение регулятора	23
6.2 Переход на уровень наладчика	23
6.3 Переключение заголовков списков параметров	25
6.4 Просмотр и установка значений параметров	25
6.5 Установка основных признаков регулятора	26
6.6 Статическая настройка	26
6.7 Динамическая настройка	30
6.8 Автоматизированная оптимальная настройка динамических параметров	32
6.9 Настройка программного задатчика	35
6.10 Установка параметров «заводской настройки»	35
7. Диагностика отказов	37
8. Схемы подключения. Указания по монтажу внешних соединений	38
8.1 Подключение датчиков постоянного тока	38
8.2 Подключение потенциометрических датчиков	39
8.3 Дифференциальное подключение двух датчиков	39
8.4 Подключение внешних ключей к дискретным входам q1, q2	40
8.5 Подключение цепей интерфейсной связи	40
8.6 Подключение цепей питания, импульсного и дискретных выходов	41
8.7 Подключение цепей аналогового выхода	42
8.8 Примеры схем подключения регулятора	42

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, 400.04** - 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; 400.24, 400.25** - для работы с термометрами сопротивления;
- ◆ **МИНИТЕРМ 400.30; 400.31; 400.34** - для работы с термопарами.

Все модификации отличаются программой, "защитой" в ПЗУ соответствующего регулятора, а также некоторыми аппаратными особенностями.

Модификация регулятора	Наличие дополнительных программных и аппаратных узлов		
	Программный задатчик	Таймер - календарь	Электрически программируемое ПЗУ
400.00	нет	нет	нет
400.04	есть	нет	есть
400.20	нет	нет	нет
400.21	есть	нет	нет
400.22	нет	есть	нет
400.24	есть	нет	есть
400.25	нет	есть	есть
400.30	нет	нет	нет
400.31	есть	нет	нет
400.34	есть	нет	есть

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 преобразование 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, факс (095) 365-24-75.

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 ; котлоагрегатов и систем теплоснабжения; водо- и воздухоподогревателей; климатических камер и кондиционеров; установок для переработки пластмасс; агрегатов для пастеризации молока и выпечки хлебобулочных изделий, а также многих других процессов и установок.

Регулятор **МИНИТЕРМ 400.04** (в дальнейшем регулятор) работает с *датчиками постоянного тока и напряжения*, а также с *потенциометрическими датчиками*.

Основные функции:

- ПИД, ПИ, ПД, П, двухпозиционное регулирование с импульсным или аналоговым выходным сигналом;
- формирование программного задания в виде произвольной кусочно – линейной функции (*до 24 участков*) и логическое управление программным задатчиком (*стоп, пуск, сброс*);
- коррекция задания по четырем дополнительным сигналам (в частности, для регулирования соотношения двух и более параметров);
- возможность использования аналогового выхода в качестве сигнала, линейно зависящего от регулируемого параметра;
- защита от обрыва цепи датчика;
- 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, в том числе регулируемого параметра и задания, по выбору потребителя либо в процентах, либо непосредственно в натуральных физических единицах.

Регуляторы могут использоваться как средство измерения сигналов постоянного тока в качестве цифровых измерительных показывающих приборов.

3. Технические данные

3.1. Метрологические характеристики

3.1.1. Основная погрешность измерения сигналов, не более:

$\pm 0,25\%$ - для сигналов 0-50 мВ;

$\pm 0,5\%$ - для сигналов 0-5 мА; 0-20 мА; 4-20 мА; 0-10 В при условии подстройки индикации регулируемого параметра в *натуральных физических единицах* (см. п. 6.6.1)

3.1.2. Разрешающая способность измерения сигналов не хуже **0,02 %**

3.1.3. Погрешность установки задания **0,01%**

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

3.2. Типы и количество подключаемых датчиков:

шесть датчиков 0-50 мВ; 0-10 В; 0-5 мА; 0(4)-20 мА постоянного тока.

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**, входящие в комплект поставки.
2. Вместо датчиков постоянного тока могут подключаться до трех потенциометрических датчиков с сопротивлением до 2,2 кОм.

3.3. 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 (**48 В**; **0,15 А**) либо сигнал **0; 24 В** постоянного тока.

3.4. 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.

3.5. 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.

3.6. 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.

3.7. Резервное питание

Защита введенной наладчиком информации при отключении питания осуществляется литиевым сухим элементом **BR-2032H (3 В)**.

3.8. Интерфейсная связь

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

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

3.9. Габаритные размеры: 48 х 96 х 161 мм.

3.10. Масса: не более 0,6 кг.

3.11. 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

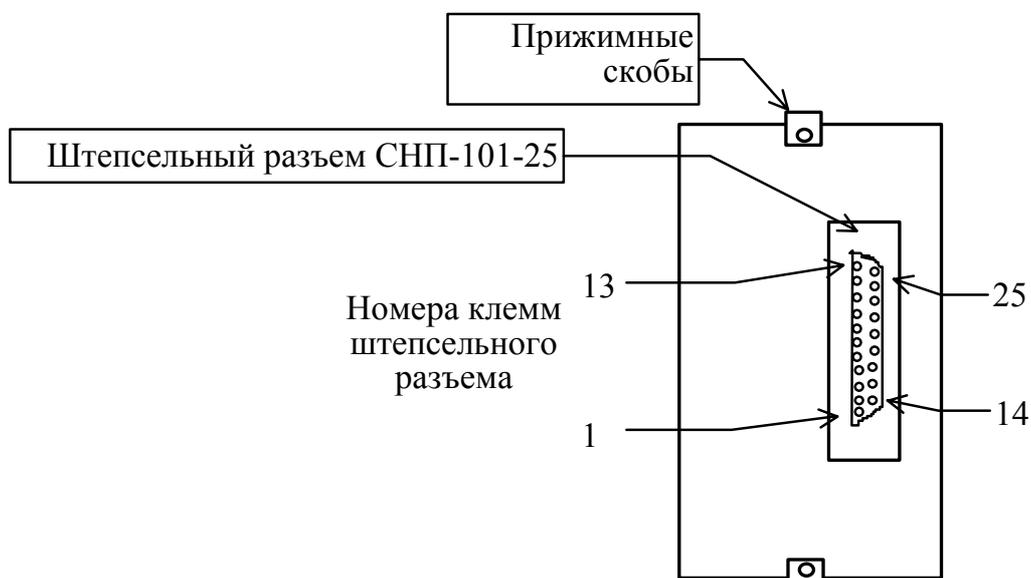
Конструктивно регулятор представляет собой шасси, вставляемое в пластмассовый корпус. Шасси содержит две печатные платы, скрепленные между собой стойками, лицевую панель и штепсельный разъем (25 клемм), распаянный на одной из печатных плат и предназначенный для подключения внешних цепей.

На лицевой панели расположены:



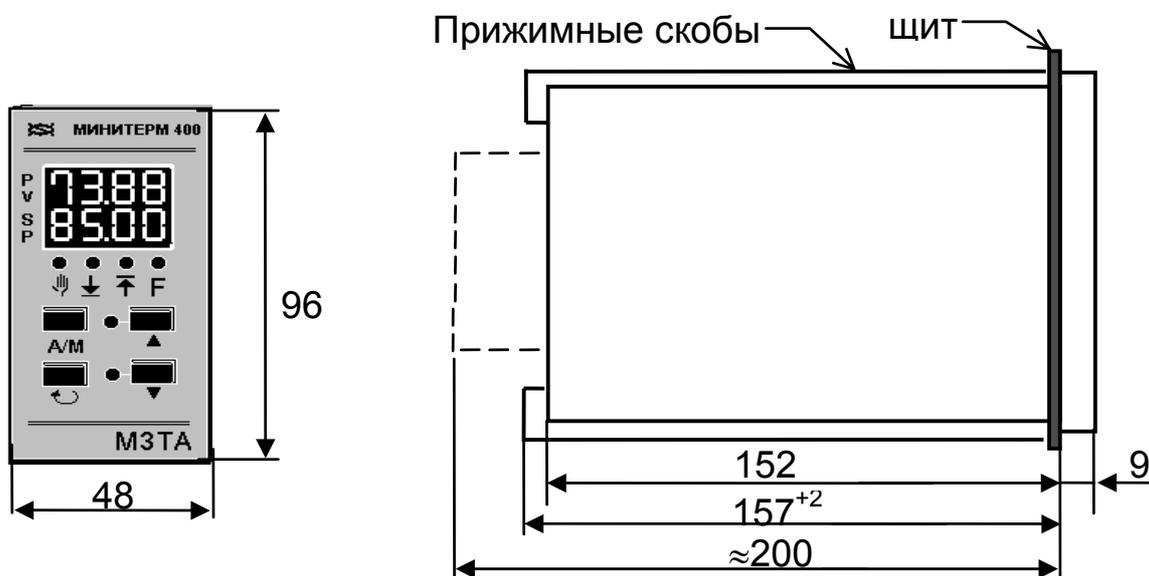
На задней стенке корпуса имеется отверстие для штепсельного разъема.

Вид сзади:

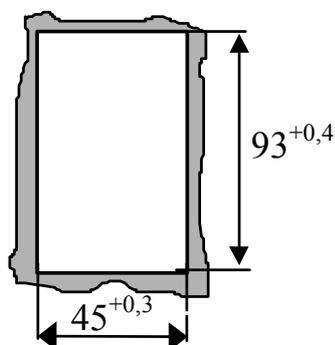


Монтаж - щитовой утопленный на вертикальной панели. **Крепление регулятора к щиту** - с помощью прижимных скоб, надеваемых на корпус сверху и снизу и крепящихся к задней стенке корпуса с помощью винтов. Толщина щита: 1-5 мм.

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_A , X_B , X_E , X_F , X_G , X_H). Аналоговые входные сигналы преобразуются в цифровую форму аналогово-цифровым преобразователем (АЦП) в их цифровые эквиваленты соответственно А, В, Е, F, G, H.

Устройство содержит также 3 источника тока для питания потенциометрических датчиков.

Вход X_A воспринимает сигнал датчика, измеряющего регулируемый параметр. На входы X_b , X_e , X_F , X_G могут быть поданы корректирующие сигналы. Ко входу X_h может подключаться датчик положения исполнительного механизма, в том числе потенциометрический.

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 ($П$) преобразует сигнал X_A для индикации регулируемого параметра (A) на дисплее в *процентах* либо в *натуральных физических единицах* (*ф.е.*). Кроме того, блок $П$ вычисляет **общее задание P** в % (*ф.е.*):

$$P = P + (c1 * b + c2 * e + c3 * F + c4 * G) * K_{ф.е.}$$

где P , % (*ф.е.*) - сигнал задатчика;

b, e, F, G % - сигналы на входах X_b, X_e, X_F, X_G соответственно;

$c1, c2, c3, c4$ - масштабные коэффициенты;

$K_{ф.е.}$ - коэффициент пересчета процентов в натуральные физические единицы (см. п.6.6.1).

Затем вычисляется **рассогласование** в %: $E = \frac{A - P}{K_{ф.е.}}$, которое

фильтруется фильтром Φ .

Входной сигнал h приводится на любом участке от h_{\sim} до h_{\sim} к диапазону **0-100 %** и выводится на дисплей в виде переменной h . (например, для индикации положения регулирующего органа). При этом:

$$h = \frac{h - h_{\sim}}{h_{\sim} - h} * 100\%$$

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

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 $C.Pid$, $t.int$, 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 $Y1$ ($Y2$) 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 $Y1$ ($Y2$) и периодически высвечивает на дисплее код вида неисправности.

Показанные на рис. 1 параметры настройки всех программных блоков вводятся наладчиком в списках **SPeC**, **St At**, **Cont** (см. раздел 6). Символы, обозначающие параметры, показаны рядом со стрелками, указывающими к какому программному блоку на рис.1 они относятся. Признак **ANAL** вводится наладчиком в списке **t YPe**.

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 изменяет регулируемый параметр по программе, задаваемый *программным задатчиком* (см. п. 5.5);
- ◆ 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 - технологу 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*, управляет *программным задатчиком*, 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.

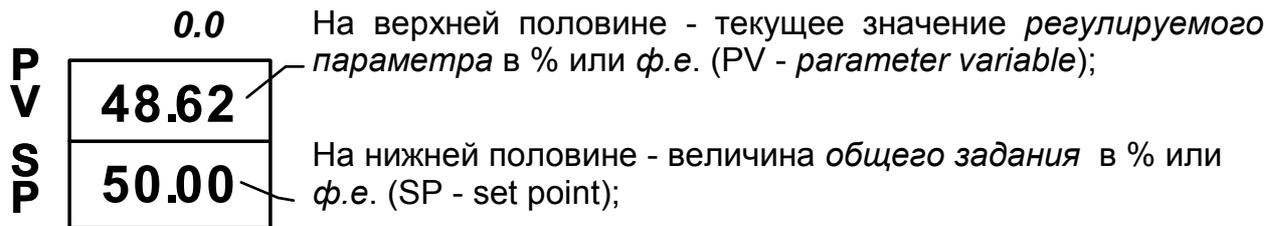
5.2 Работа в режиме автоматического управления

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 48,62; задание 50.00.

Состояние светодиодов:

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

"o M" - признак ручного управления – *погашен* (в состоянии программного режима «*стоп*» - *мигает*);

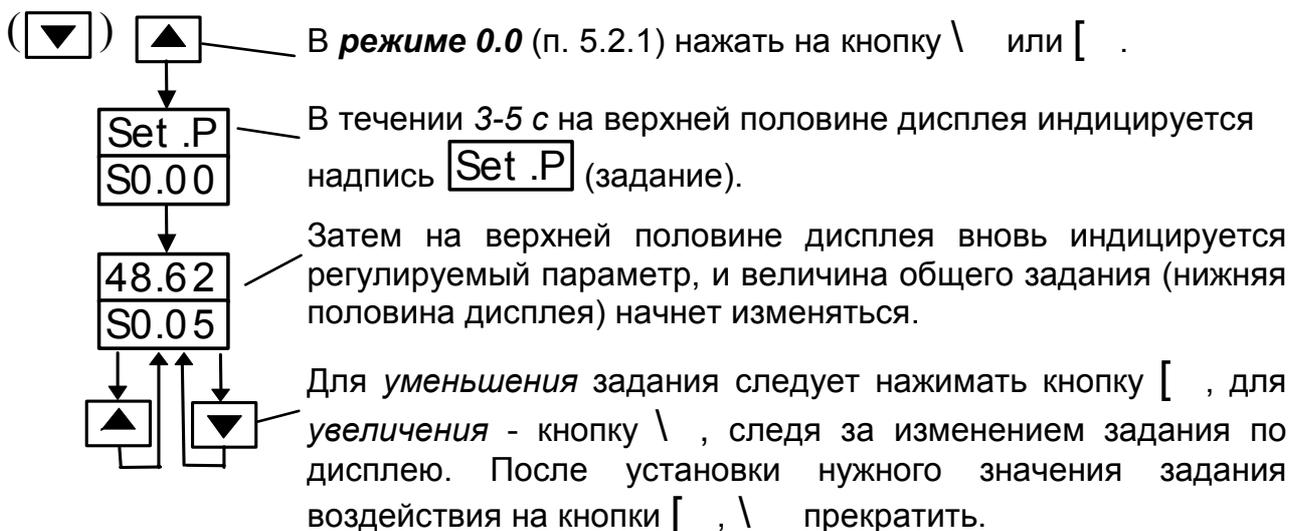
"o X" } показывают *направление действия регулятора* (X- в сторону
 "o Z" } увеличения параметра, Z- в сторону уменьшения параметра)

"o : " } сигнализируют *отклонения параметра от задания*, превышающие установленные (допустимые) пределы

"o ; " } (: - *верхний допуск*, ; - *нижний допуск*).

5.2.2. Изменение задания

Изменение задания вручную возможно только *при отключенном программном задатчике* (в списке t YPe признак PrG=OFF).



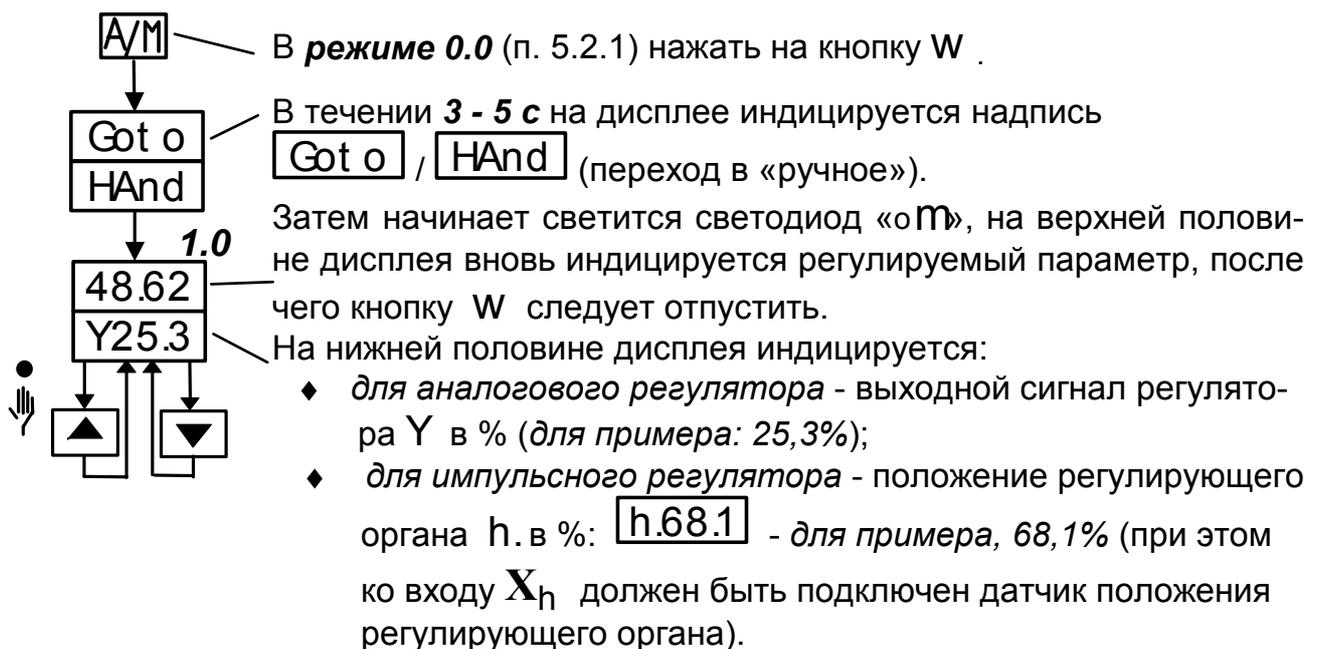
Надпись **Set .P** будет вновь индицироваться, если перерыв между нажатиями на кнопки [, \ превысит 30 с.

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

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 (кроме случаев переполнения разрядов дисплея);
- ◆ скорость изменения величины (например, задания или выхода регулятора) увеличивается в зависимости от длительности нажатия; для точной установки следует пользоваться короткими нажатиями с отпуском.

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 степенью своего воздействия на выходы регулятора оператор следит по изменению величин Y (h .) на нижней половине дисплея.

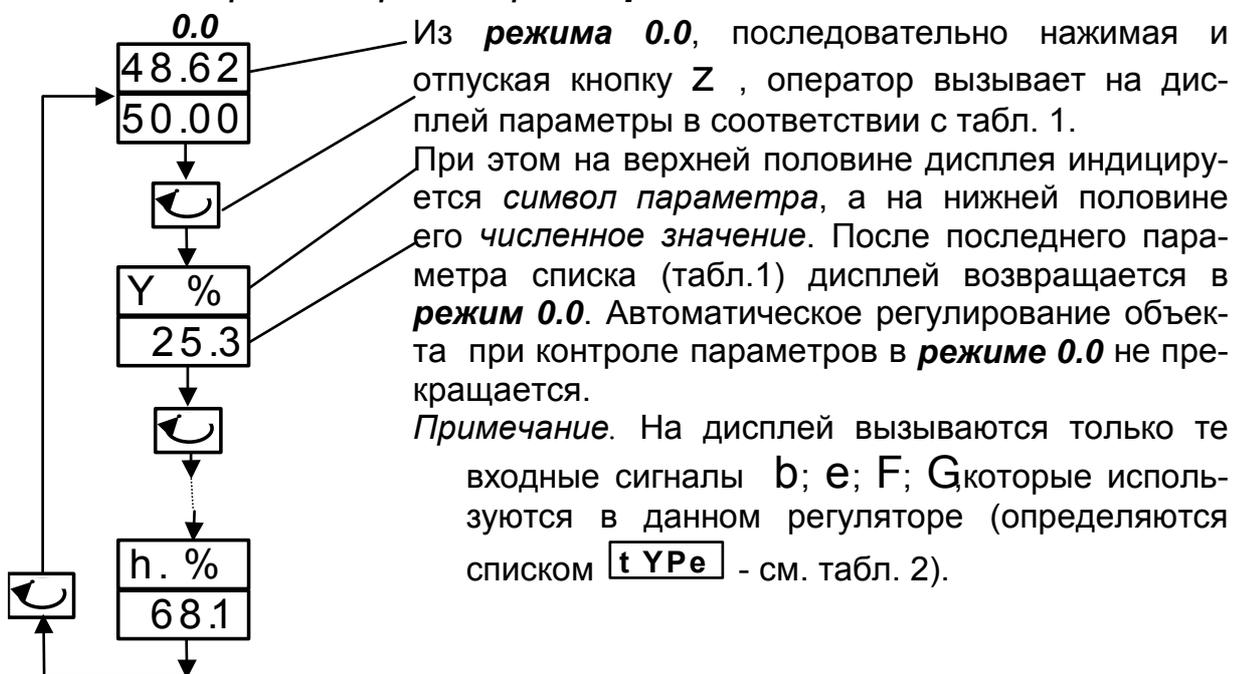
Примечания.

1. Для *импульсного регулятора* при нажатии на кнопки [, \ начинают светиться светодиоды соответственно "o Z " , "o X ".
2. при использовании *программного задатчика* (в списке t YPe признак PrG=ON) ручное управление возможно: до пуска программы; после окончания программы; в программном режиме «стоп» (см. п. 5.5).

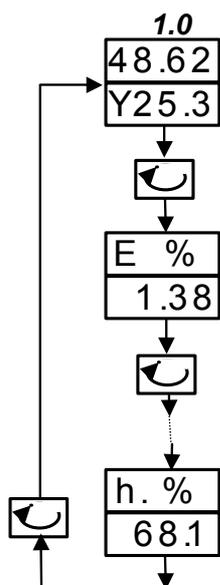
Для возврата в **режим 0.0** следует кратковременно нажать и отпустить кнопку W. Светодиод «o M» при этом гаснет.

5.4 Работа на втором оперативном уровне

5.4.1. Контроль параметров в режиме 0.0

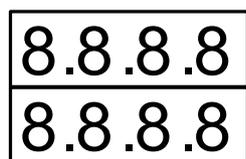


5.4.2. Контроль параметров в режиме "ручное" (1.0)



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 в **режиме 1.0** в нижней части дисплея индицируется положение регулирующего органа $h.$, первым параметром списка является аналоговый выход Y , последним выходной сигнал G (см. табл.1). Относительно особенностей вызова входных сигналов b ; e ; F ; G - 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 режиме:

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 $t.E_{сп}$ (параметр в секундах, устанавливаемый наладчиком в списке **SPEC** - см. табл. 3). После нажатия на любую кнопку дисплей возвращается в нормальный режим свечения на время $t.E_{сп}$. При $t.E_{сп}=0$ экономный режим дисплея *отсутствует*.

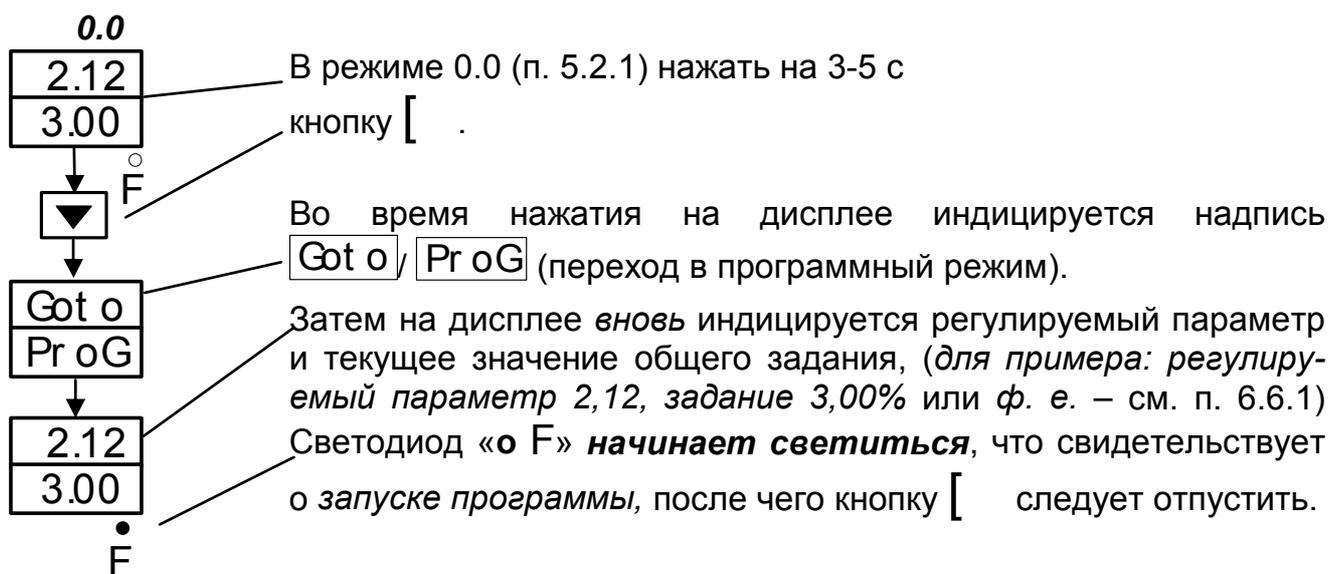
5.5 Работа в программном режиме

5.5.1. Регулятор может работать в двух режимах автоматического управления :

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

Ниже рассматривается работа регулятора в программном режиме.

5.5.2. Пуск программы

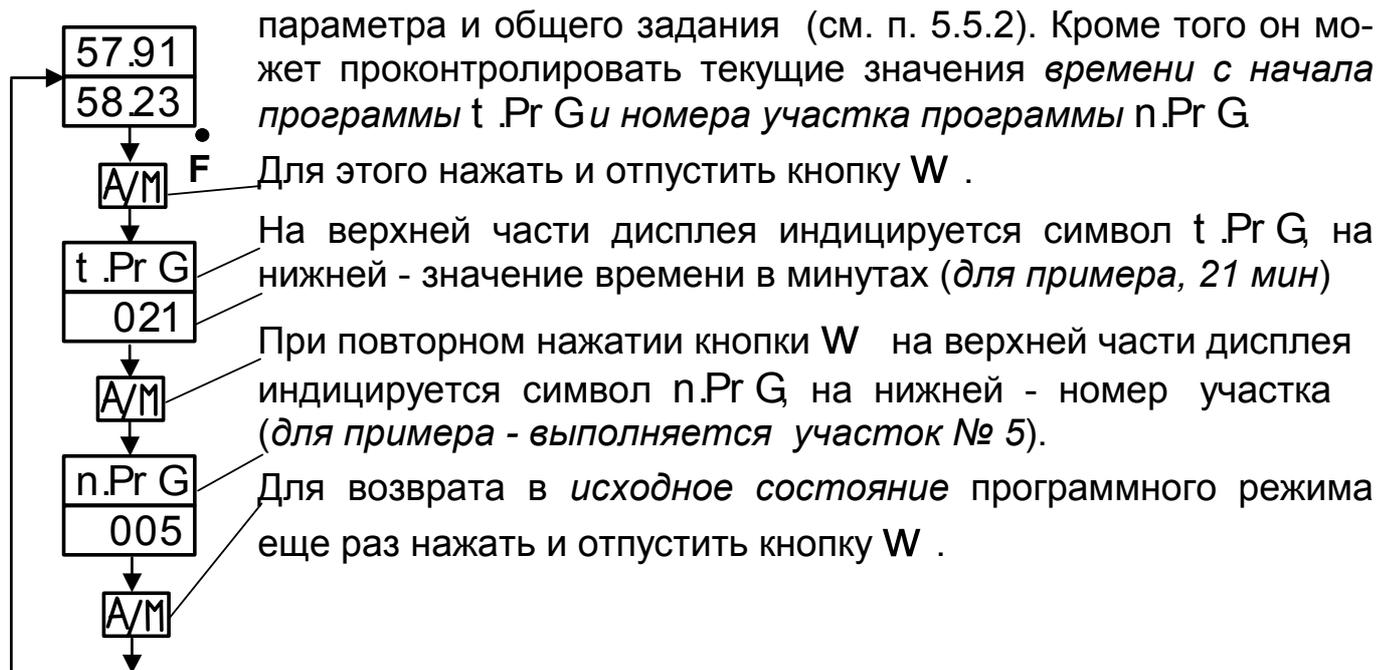


Примечания:

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

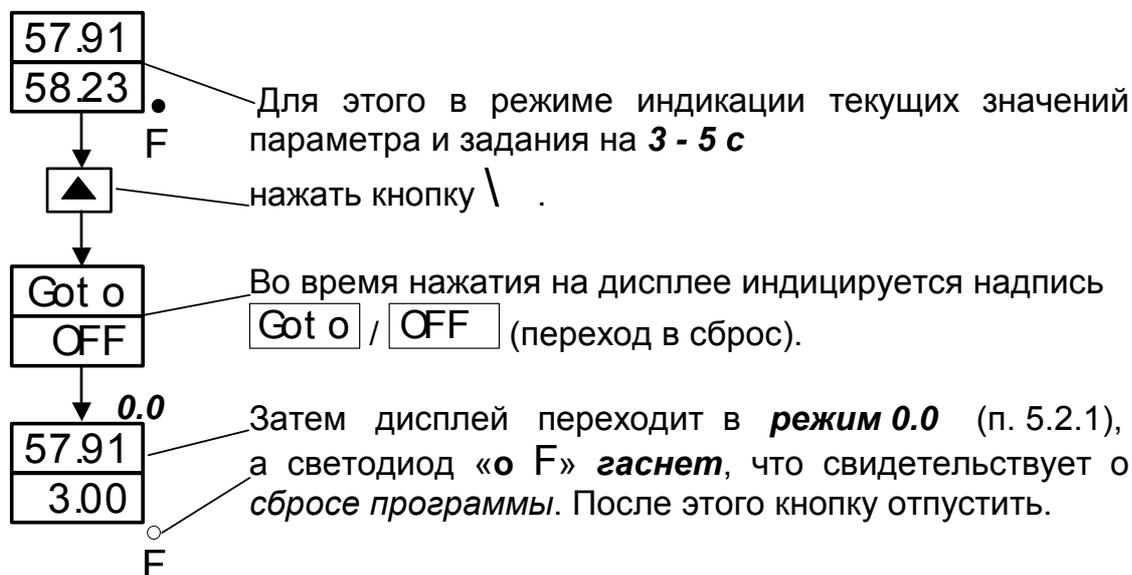
После полного выполнения программы светодиод «о **F**» **гаснет**. Дисплей *автоматически* переходит в **режим 0.0** (п. 5.2.1), независимо от того, какой параметр индицируется на нем в момент окончания программы.

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

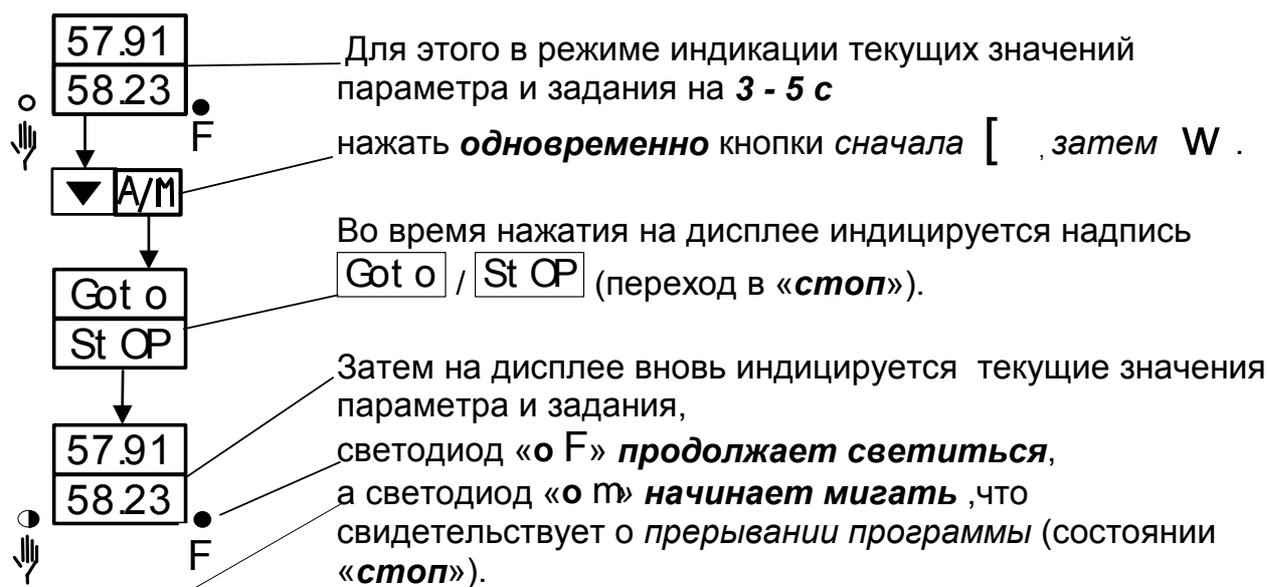
При необходимости программа может быть **сброшена в исходное состояние**.



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»)

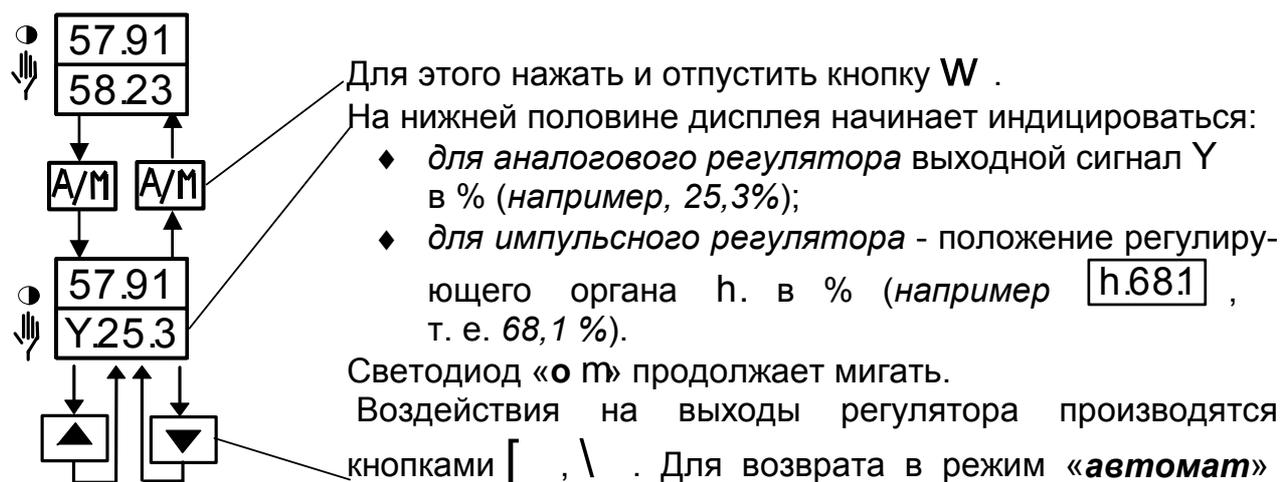
При необходимости программа может быть **прервана с сохранением текущих значений программного задания и времени**.



После этого кнопки [**W**] 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 **W**, 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 «**o M**» гаснет, «**o 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

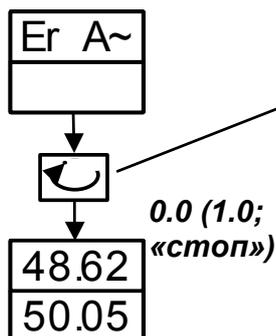
6.1 Включение регулятора

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;
- ⇒ **программный режим** (см. 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 ми-

гающем режиме **код вида неисправности** (например ) , необходимо устранить неисправность, пользуясь указаниями раздела 7.

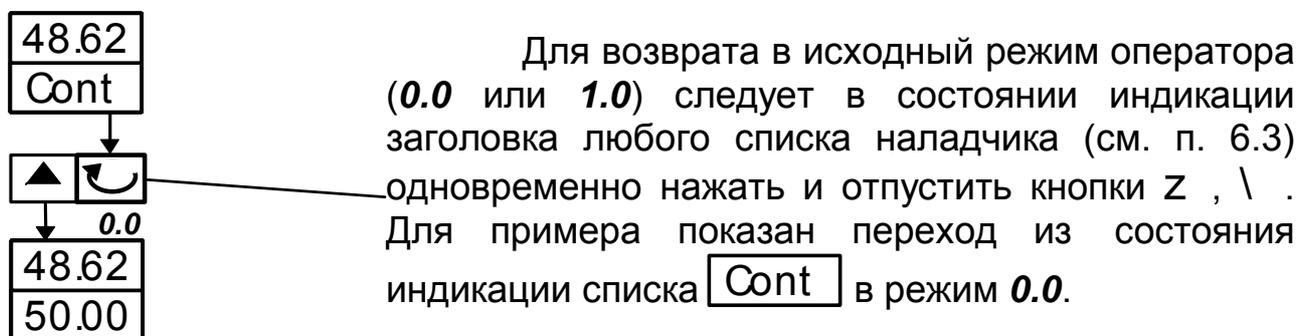
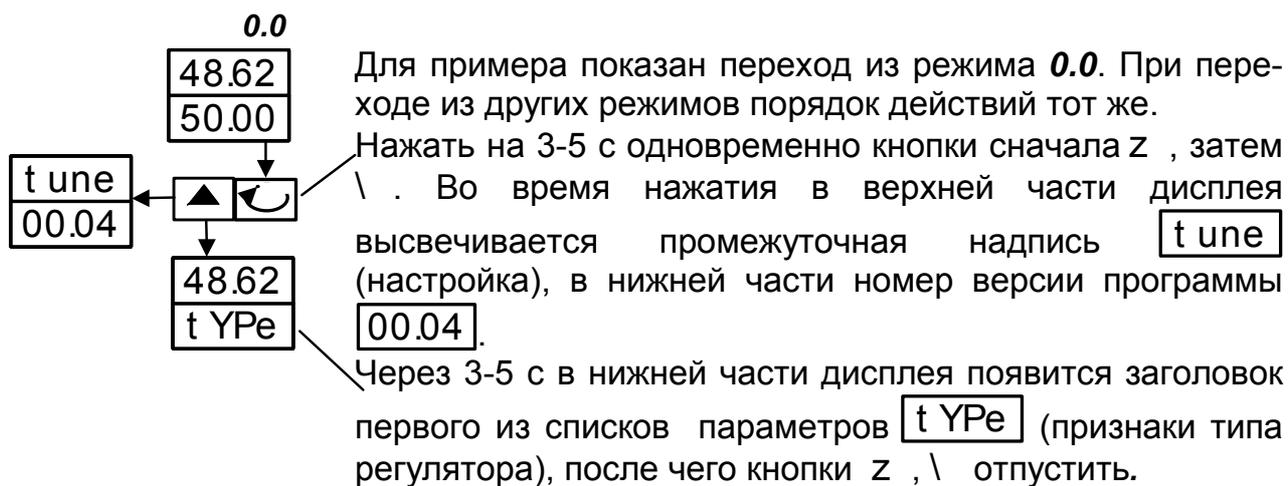


Для снятия индикации ошибки нажать и отпустить кнопку Z , после чего дисплей переходит в тот режим, в котором он был в момент включения (**0.0 ; 1.0** или «стоп»).

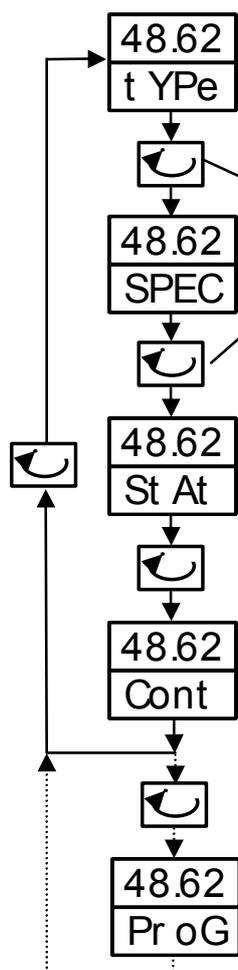
6.2 Переход на уровень наладчика

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**".

Возможен также переход на *уровень наладчика* из **программного режима** (в том числе из состояния «стоп»).



6.3 Переключение заголовков списков параметров



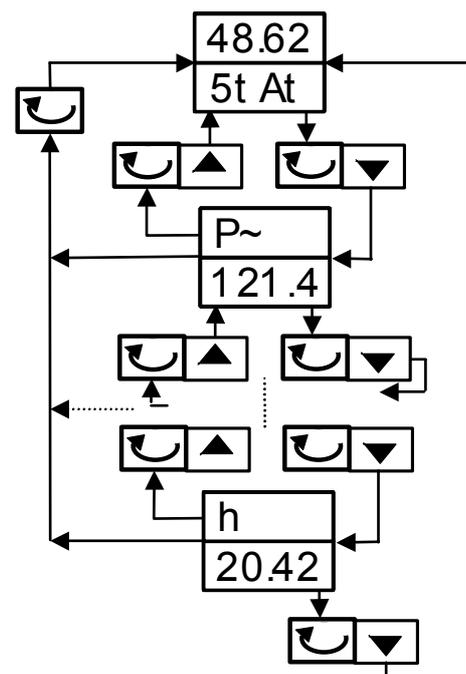
После перехода на уровень наладчика (к списку **t YPe**) переход от заголовка одного из списков параметров к заголовкам других списков производится последовательным кратковременным нажатием и отпусканием кнопки Z .

При этом на нижнюю часть дисплея последовательно вызываются заголовки списков **SPEC** (специальные параметры), **St At** (статические параметры), **Cont** (динамические параметры), после чего вновь вызывается заголовок списка **t YPe**.

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

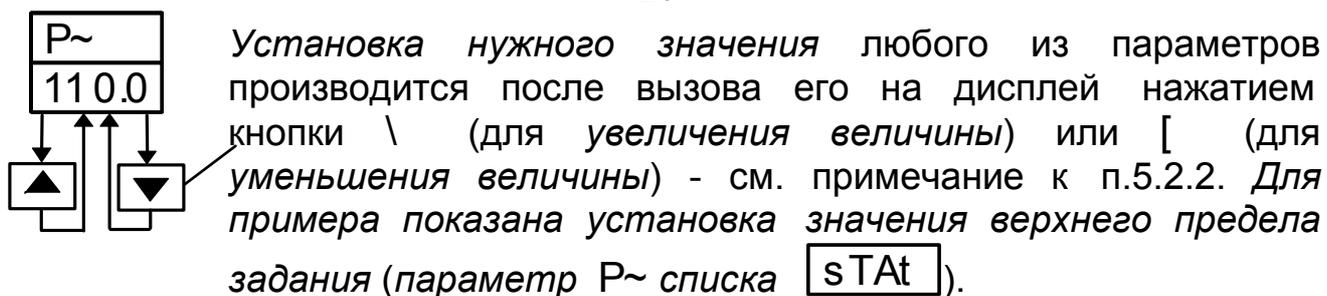
Примечание: при установке в списке **t YPe** Pr G=ON после списка **Cont** вызывается список **Pr oG** (параметры программного задатчика).

6.4 Просмотр и установка значений параметров



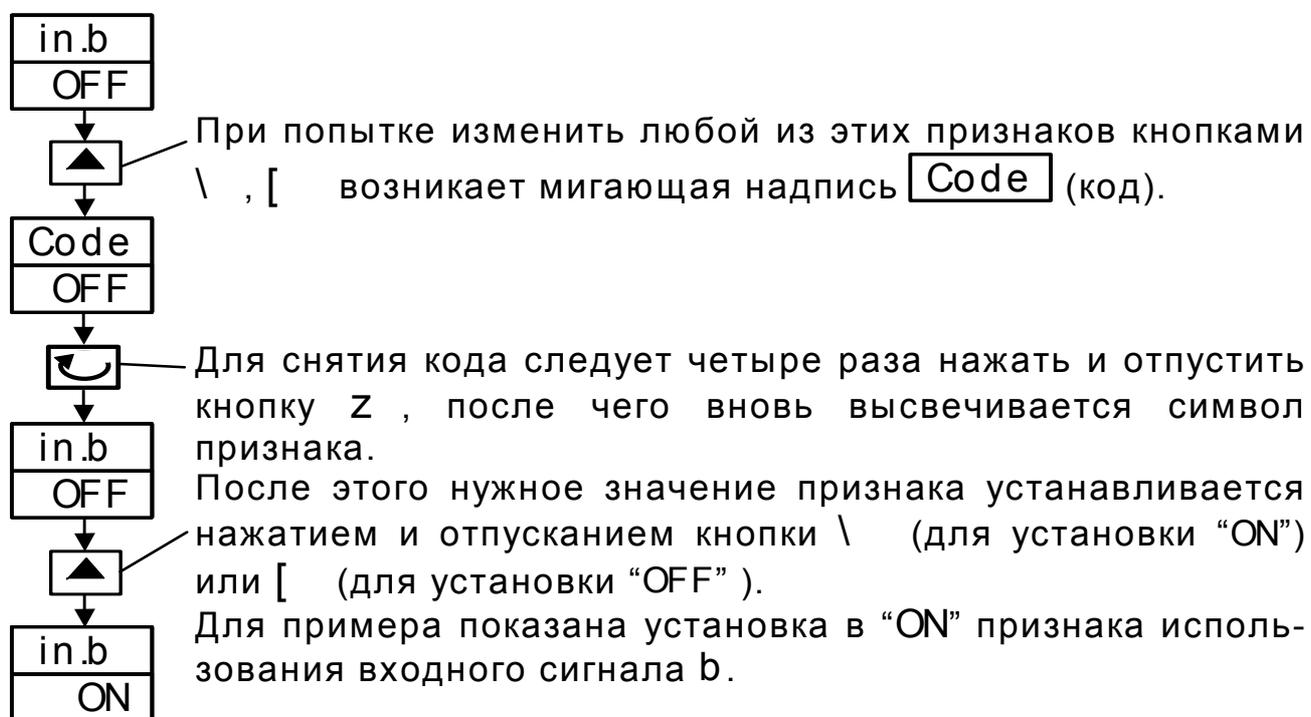
Для вызова на дисплей любого параметра следует сначала вызвать *заголовок списка*, в который он входит (см. табл. 2 - 6), а затем последовательно нажимая и отпуская *одновременно* кнопки Z , [, вызвать нужный параметр. Для возвращения к предыдущим параметрам нажимаются и отпускаются *одновременно* кнопки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

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.



6.5 Установка основных признаков регулятора

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



6.6 Статическая настройка

6.6.1. Выбор единиц регулируемого параметра и задания

Настройка на индикацию в физических единицах.

В регуляторе предусмотрена возможность цифровой индикации регулируемого параметра и параметров задатчика как в *процентах*, так и в *натуральных физических единицах* данного параметра (метрах, Паскалях, атмосферах, единицах расхода и т.д.)

Перевод величин, выраженных в процентах, в величины, выраженные в физических единицах (ф.е.), производится регулятором по формуле:

$$N_{\text{ф.е.}} = K_{\text{ф.е.}} * N\% + A_0$$

где $N_{\text{ф.е.}}$ - значение параметра в *физических единицах*;

$N\%$ - значение того же параметра в *процентах*;

$$K_{\text{ф.е.}} = \frac{A_{100} - A_0}{100} - \text{коэффициент пересчета};$$

A_{100} - величина регулируемого параметра в *физических единицах*, соответствующая *максимальному* сигналу датчика;

A_0 - величина регулируемого параметра в *физических единицах*, соответствующая *нулевому* сигналу датчика.

Параметры A_{100} , A_0 устанавливаются наладчиком в списке **SPEC** (табл.3), исходя из характеристики используемого датчика.

Дополнительно наладчик устанавливает в списке **SPEC** параметр $dA = 0; 1; 2; 3$, определяющий количество знаков после десятичной точки при индикации параметров в *физических единицах*. Конкретная величина dA определяется возможным диапазоном изменения регулируемого параметра и задания в *физических единицах* согласно нижеприведенной таблице.

Наименование списка и параметра	Значение параметра dA	Дискретность, $\phi.e.$	Диапазон изменения, $\phi.e.$	
			мин	макс
Списки оператора, регулируемый параметр (режим 0.0; 1.0)	0	1	-1999	9999
Список оператора, задание общее (режим 0.0)	1	0,1	-1999	3276
Список SPEC параметры: A_{100} , A_0 .	2	0,01	-199,9	327,6
Список St At , параметры: P_{\sim} , $P_{_}$, $P_{.}$.	3	0,001	-19,99	32,76

Примечание. В таблице указан максимально возможный диапазон изменения параметров. Реальный диапазон определяется формулами:

$$\text{мин} = -163,8 * K_{\text{ф.е.}} + A_0 ; \text{макс} = 163,8 * K_{\text{ф.е.}} + A_0$$

(при условии, что произведение, а также результирующая величина не превышает величин соответственно **мин** и **макс**, указанных в таблице).

Настройка на индикацию в процентах

Если необходимо индицировать регулируемый параметр и параметры задатчика в *процентах*, то следует установить: $dA = 2$; $A_{100} = 100$; $A_0 = 0$.

В этом случае дискретность и диапазоны изменения параметров будут соответствовать табл. 1, 3, 4, 6 для размерности в %.

Настройка для датчика 4 - 20 мА

Если для регулируемого параметра (X_A) используется датчик **4 - 20 мА**, для которого нижней предел сигнала не равен нулю, то настройка имеет некоторые особенности.

а) *Индикация в процентах*

Для индикации параметров в *процентах* при использовании датчика **4 - 20 мА** установить:

$$dA = 2; A_0 = -25; A_{100} = 100.$$

Коэффициент пересчета $K_{ф.е.} = 1,25$.

б) *Индикация в физических единицах*

Для индикации параметров в *физических единицах* при использовании датчика **4 - 20 мА** установить:

A_{100} - равным значению регулируемого параметра в *ф.е.* при сигнале датчика **20 мА**;

$$A_0 = 1,25 * A_4 - 0,25 * A_{100}$$

где A_4 - значение регулируемого параметра в *ф.е.* при сигнале датчика **4 мА**.

dA - выбирается, исходя из требуемого диапазона изменения параметров в *ф.е.*, как указано выше.

Примеры расчета параметров для индикации в физических единицах

Пример 1. Пусть для регулятора уровня изменению сигнала датчика *от 0 до 5 мА* соответствует изменение уровня *от 0,5 до 2,5 м*.

Выбираем: $dA = 3$; $A_{100} = 2,5$; $A_0 = 0,5$.

$$\text{Вычисляем: } K_{ф.е.} = \frac{2,5 - 0,5}{100} = 0,02;$$

$$\text{мин} = -163,8 * 0,02 + 0,5 = -2,776 \text{ м};$$

$$\text{макс} = 163,8 * 0,02 + 0,5 = 3,776 \text{ м}.$$

Таким образом, рабочий диапазон индикации регулируемого параметра на дисплее будет **от 0,5 до 2,5 м** с дискретностью **0,001 м**, возможный диапазон изменения задания **от -2,776 до 3,776 м**.

Пример 2. Пусть изменению сигнала датчика **от 4 до 20 мА** соответствует изменение перепада давления **от 0 до 1600 кг/м²**.

Выбираем: $dA = 1$; $A_{100} = 1600$; $A_4 = 0$.

Вычисляем: $A_0 = 1,25 * 0 - 0,25 * 1600 = -400$;

$$K_{ф.е.} = \frac{1600+400}{100} = 20$$

мин = -1999 (с учетом ограничения согласно таблице)

макс = $163,8 * 20 - 400 = 3276 - 400 = 2876$

6.6.2. Установка статических параметров

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

В случае использования корректирующих сигналов b ; e ; F ; G устанавливаются масштабные коэффициенты c_1 , c_2 , c_3 , c_4 определяющие степень влияния корректирующих сигналов на *общее задание*.

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

При работе *импульсного регулятора* (в списке **t YPe** $ANAL = OFF$) к выходу Y_1 (Y_2) может быть подключен самописец со входом **0-10 В (0-5 мА)**. При этом сигнал, подаваемый на самописец, в процентах от полного диапазона равен:

$$Y = Y_0 + c.Y * A,$$

где **A** - регулируемый параметр в %,

Y_0 ; $c.Y$ - смещение и крутизна преобразования, устанавливаемые в списке **SPEC**.

Если регулятор используется в программном режиме, в списке **SPEC** устанавливается параметр $n.PrG$, определяющий требуемое количество участков программы.

Кроме того в списке **SPEC** устанавливается время перехода дисплея в экономный режим $t.Ecn$ (см. п. 5.4.4). Остальные статические параметры устанавливаются в списке **St At** (см. табл. 4). Это величины ограничений возможного изменения задания оператором (P_{\sim} , $P_{_}$), ус-

тавки срабатывания сигнализаторов допустимых рассогласований (E_{\sim} , E_{-}), а также их зоны возврата (\sim) и ($-$).

Примечание. При установке параметров E_{\sim} , E_{-} , \sim , ($-$), а также $c1$, $c2$, $c3$, $c4$ необходимо учитывать величину коэффициента $K_{ф.е.}$ (см. пп. 4.2, 6.6.1).

При использовании *аналогового регулятора* (в списке t YPe) ANAL = ON) его выходной сигнал Y может быть ограничен снизу и сверху параметрами соответственно Y_{-} ; Y_{\sim} .

Если задействован датчик положения регулирующего органа (вход X_h), необходимо привести его показания к **100 - процентному диапазону**. Для этого устанавливаются: $h_{-} = h_{мин}$; $h_{\sim} = h_{макс}$, где $h_{мин}$, $h_{макс}$ - 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 $\pm 2\%$ в крайних точках.

6.7 Динамическая настройка

6.7.1. Динамическая настройка регулятора (список Cont, 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 ($C.Pid$; $t.int$; $diFF$) в списке Cont устанавливаются:

- ◆ постоянная фильтра $FLtr$ (определяется уровнем пульсаций регулируемого параметра);
- ◆ зона нечувствительности a (при рассогласовании $|E| < a / 2$ регулятор на изменение регулируемого параметра не реагирует).

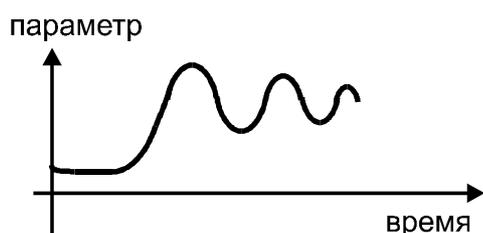
Для *импульсного регулятора* (в списке t YPe) ANAL = OFF) дополнительно устанавливаются:

- ◆ время сервомотора $t.Ser$ (время хода исполнительного механизма от полностью закрытого до полностью открытого состояния регулирующего органа);
- ◆ минимальная длительность выходных импульсов PULS.

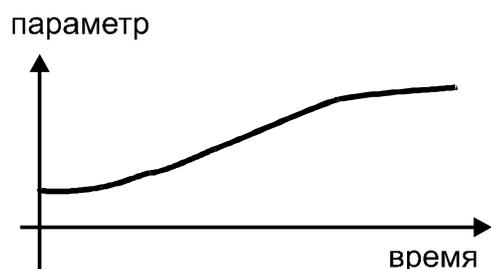
6.7.2. Ориентировочную предварительную динамическую настройку регулятора наладчик может произвести по виду переходных процессов в замкнутой системе регулирования, наблюдая изменение регули-

руемого параметра во времени (по внешним приборам или по дисплею регулятора).

Для этого следует выполнить процедуру установки параметров «заводской настройки» (см. п. 6.10), установить в списке t YPe признак ANAL в нужное состояние, перевести регулятор в **режим 0.0** (п.5.2.1) и дождаться, чтобы регулируемый параметр вышел на уровень задания (рассогласование не более 1-3%). После этого изменить задание на 5 -10 % сначала в одну, а затем в другую сторону (п.5.2.2).



← Если переходный процесс имеет ярко выраженный колебательный характер с малым затуханием, следует *уменьшить* C.Pid и *увеличить* t.int. Изменять параметры следует в 1,2 – 1,5 раза, после чего вновь наблюдать переходные процессы и принять решение о необходимости нового изменения настроек.



← 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. Динамическая настройка производится при отключенном программном задатчике (в списке t YPe PrG= OFF).

6.8 Автоматизированная оптимальная настройка динамических параметров

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

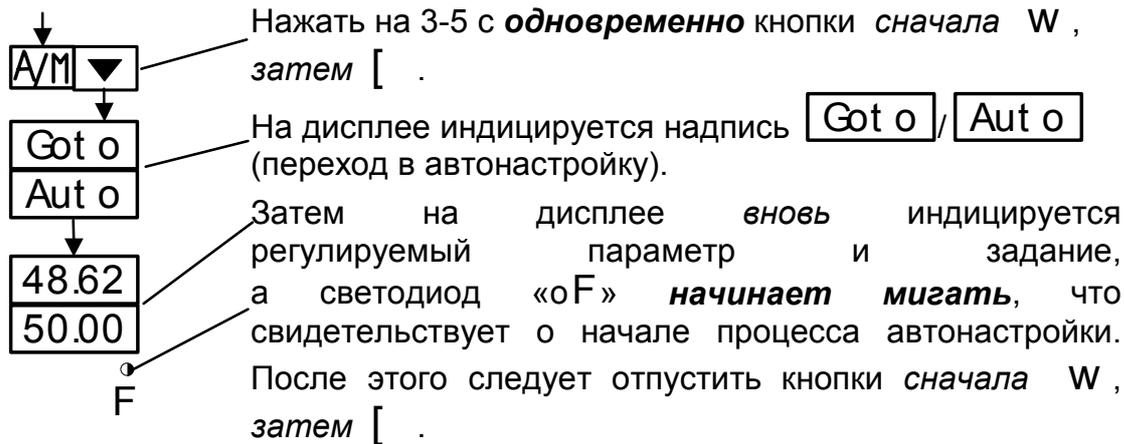
- ◆ регулятор должен работать в режиме автоматического управления (п. 5.2), причем задание должно быть установлено примерно в середине используемого диапазона регулируемого параметра объекта;
- ◆ программный задатчик должен быть отключен (в списке t YPe PrG= OFF);
- ◆ если используются корректирующие сигналы X_b , X_e , X_F , X_G , то их влияние должно быть исключено путем установки в списке t YPe признаков $in.b = in.e = in.F = in.G = OFF$;
- ◆ выход Y аналогового регулятора или исполнительный механизм и регулирующий орган импульсного регулятора должны работать по возможности в своем рабочем диапазоне (без достижения ограниченной 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 E не более $\pm 3 - 5 \%$).

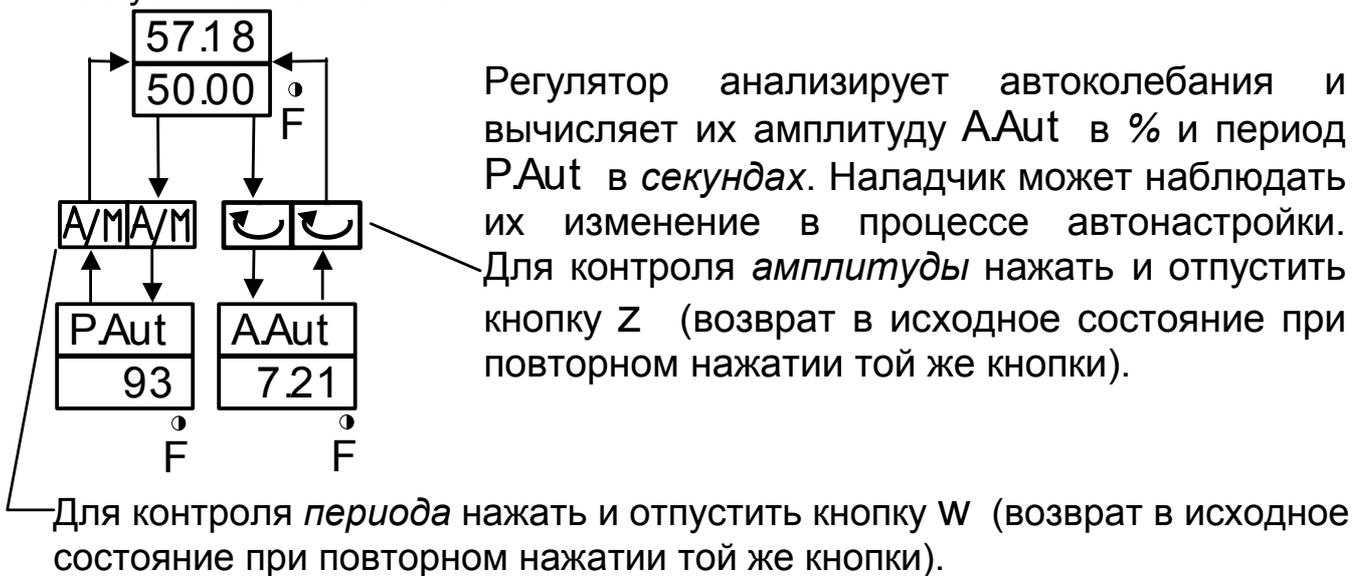
Исходя из опыта эксплуатации подобных систем, установить ориентировочные данные динамической настройки. Если никаких данных нет, рекомендуется выполнить процедуру установки параметров «заводской настройки» (см. п. 6.10).:

Дополнительно в списке t YPe установить признак ANAL в нужное состояние. Для импульсного регулятора установить t.5er 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 $A.E=$.

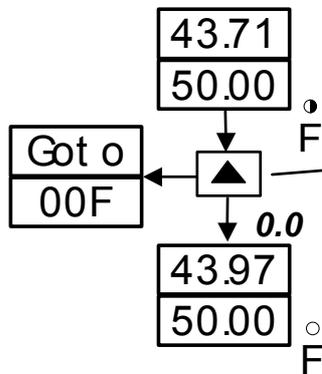


6.8.5. На основе полученных величин $A.Aut$ и $P.Aut$ регулятор вычисляет новые значения *времени интегрирования* $t.in.A$ и *коэффициента пропорциональности* $C.Aut$, которые можно проконтролировать в списке $\boxed{\text{Cont}}$ (переход в список $\boxed{\text{Cont}}$ и вызов параметров производится 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 $C.Pid$; $t.int$, которые являются **оптимальными**. Их величины следует прокон-

тролировать в списке **Cont** и зафиксировать для использования на аналогичных объектах.

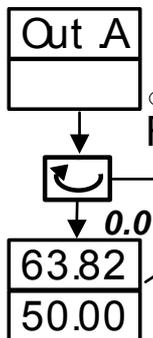
6.8.7. Если по каким - либо причинам нужно *прервать процесс автонастройки* следует в основном режиме



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

6.8.8. Если в процессе автонастройки *превышается установленная допустимая величина амплитуды автоколебаний* $A.E=$, 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 «o F» **гаснет**.

Для снятия мигающей надписи нажать и отпустить кнопку **Z** , 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 $A.E=$.

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 $FLtr$) 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 текущие значения *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 **Cont** в качестве оптимальных.

6.9 Настройка программного задатчика

Если регулятор используется в *программном режиме* (в списке **t YPe** PrG=ON), то необходимо в списке **Pr oG** (табл. 6) установить параметры настройки *программного задатчика*:

T1 ... t24 – длительности участков программы;

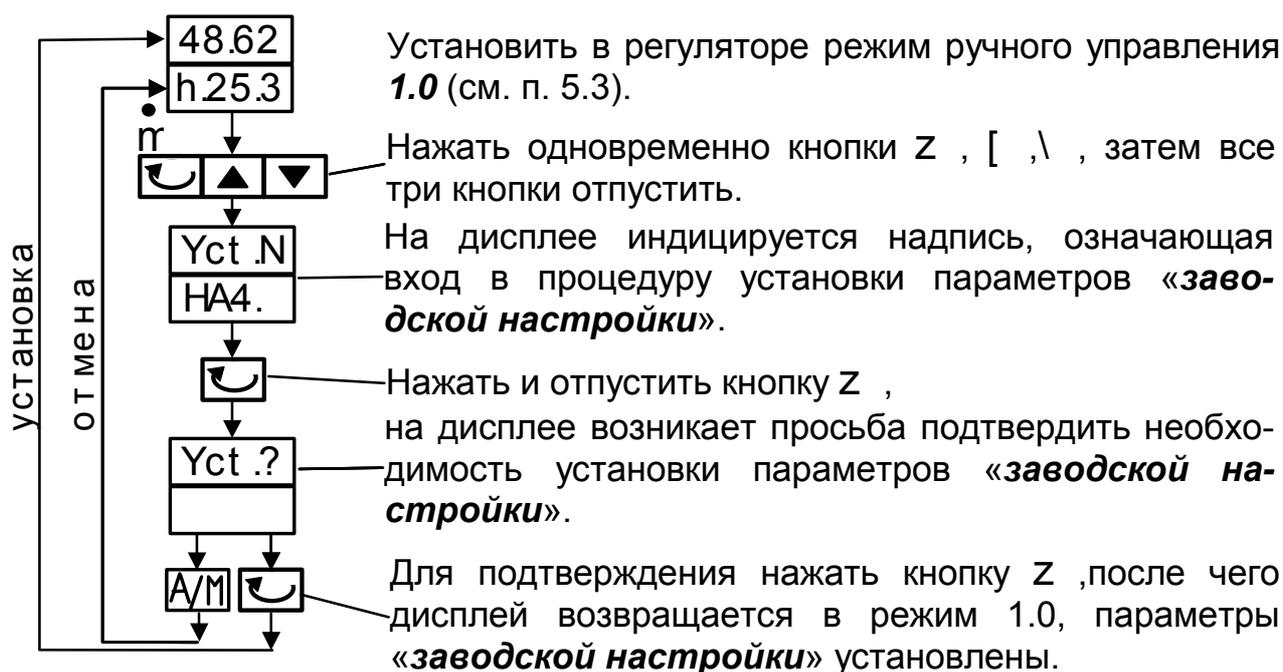
P0 – начальное значение задания;

P1 ... P24 – значения задания в конце участков соответственно 1 ... 24.

Примечание. Количество участков программы соответствует параметру n.PrG, установленному в списке **SPEC** (п. 6.6.2).

6.10 Установка параметров «заводской настройки»

Для удобства первоначальной настройки регулятора, в нем предусмотрена процедура установки параметров «*заводской настройки*».



Для отмены процедуры нажать на кнопку W, после чего дисплей возвращается в **режим 1.0**, причем сохраняются прежние значения параметров.

Величины параметров «**заводской настройки**» указаны в табл. 2...5.

Примечания.

1. *Нужное значение признака ANAL (список t YPe) устанавливается вручную.*
2. *Если регулятор используется как программный, то по окончании процедуры «заводской настройки» необходимо в списке t YPe установить PrG=ON и вручную установить параметры списка Pr oG (табл. 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), программный режим переходит в состояние «**стоп**» (п. 5.5.6).

Перечень диагностируемых неисправностей приведен в таблице:

Код вида неисправности	Метод устранения
Er A~	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Проверить цепи подключения датчика на входе X_A и устранить обрыв. ◇ Проверить, не превышает ли регулируемый параметр максимально допустимый уровень (табл. 1)
Er b~; Er e~; Er F~; Er G~; Er h~	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Если входы соответственно X_b, X_e, X_F, X_G, X_h используются - проверить цепи подключения датчиков и устранить обрыв. ◇ Если не используются - проверить наличие и качество перемычек на этих входах.
Er 03	Снять индикацию ошибки (п.6.1), если через 30с индикация возобновится - устранить аппаратную неисправность схемы измерения и обработки входных сигналов либо обратиться к изготовителю.
Er 05	Снять индикацию ошибки (п. 6.1), если через 30 с индикация возобновится – устранить неисправность электрически программируемого ПЗУ или обратиться к изготовителю.
Er 08	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.

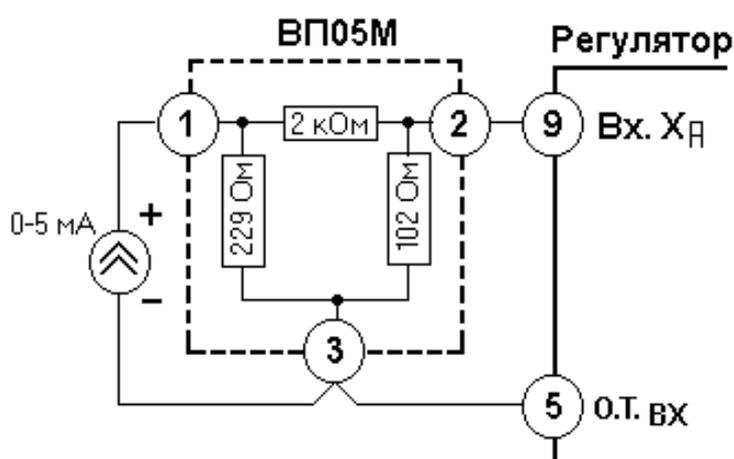
Примечание: Если при перерывах питания возникают нарушения индикации в программном режиме параметров t.PrG; n.PrG, необходимо заменить литиевый элемент резервного питания (п. 3.7).

8. Схемы подключения. Указания по монтажу внешних соединений

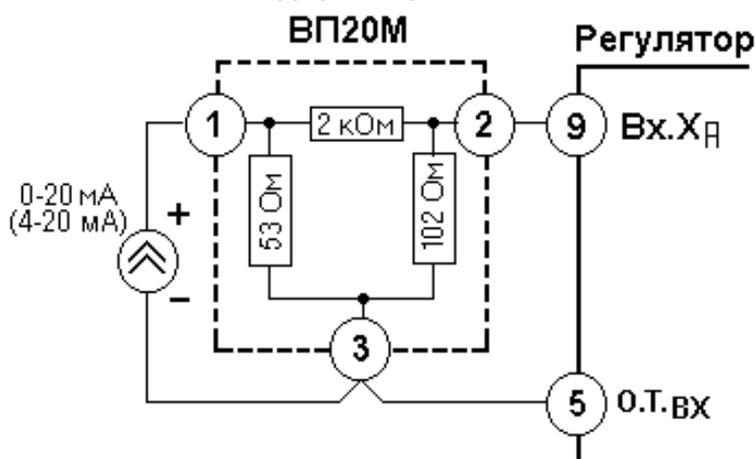
Общая схема подключения внешних цепей к регулятору показана на рис.1. Все соединения, *кроме оговоренных особо*, выполняются медным проводом сечением *не менее 0,35 мм²*. При использовании промежуточных клеммных рядов длина линий, соединяющих эти ряды с разъемом регулятора, не должна превышать *0,5 м*.

8.1 Подключение датчиков постоянного тока

Подключение датчика **0-5 мА**:



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



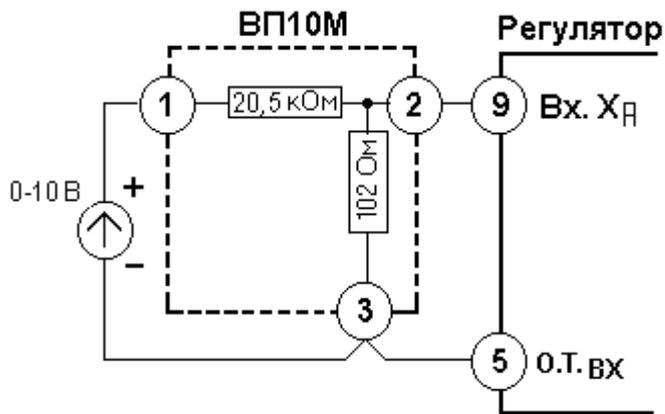
Соединения выполняются отдельным жгутом. Для повышения точности желательно, чтобы длина линий, соединяющих устройства **ВП05М**, **ВП20М**, **ВП10М** с регулятором, не превышала *1-2 м*. Вывод «-» датчиков должен подключаться непосредственно к клеммам **3** устройств **ВП05М**, **ВП20М**, **ВП10М**.

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

Аналогично подключаются датчики **0-5 мА**; **0(4)-20 мА**; **0-10 В** ко входам X_b , X_e , X_f , X_g , X_h . При этом клемма **9** меняется на клемму соответствующего входа согласно таблице:

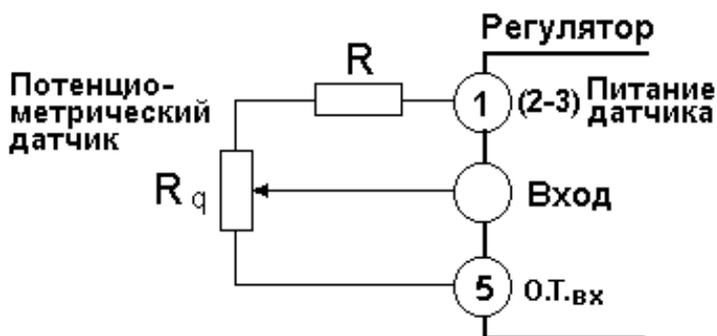
Вход	Номер клеммы
X_b	8
X_e	7
X_f	17
X_g	6
X_h	4

Подключение датчика 0-10 В



Примечание. Клеммы неиспользуемых входов соединяются перемычкой с клеммой 5.

8.2 Подключение потенциометрических датчиков

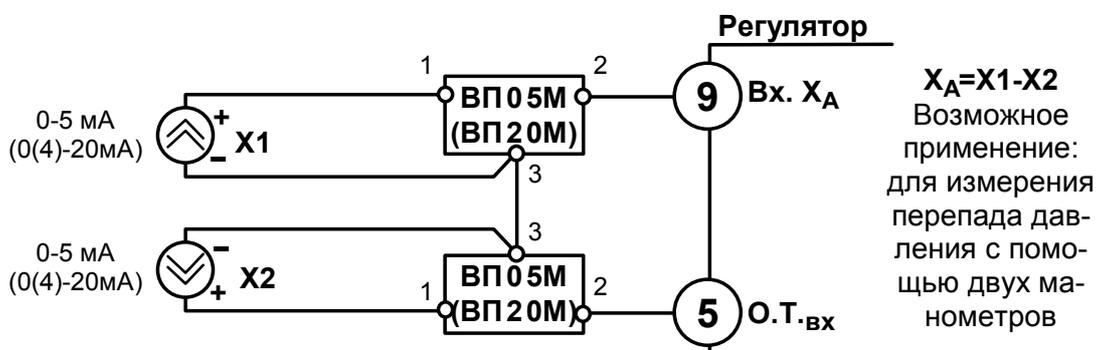


$R_q, \text{кОм}$	$R, \text{кОм}$	Питание датчика
$\leq 0,10$	0	от кл.1(2)
$> 0,10$	$200 R_q - 20$	
$\leq 0,05$	0	от кл.3
$> 0,05$	$200 R_q - 10$	

Примечание. Устанавливается резистор R с отклонением от рассчитанной величины не более, чем на +20%.

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

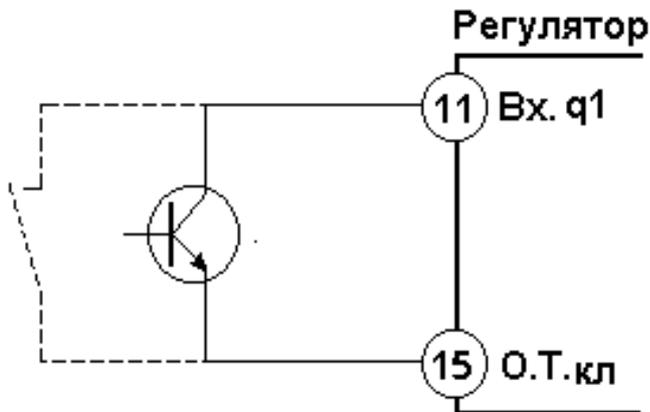
8.3 Дифференциальное подключение двух датчиков



Для датчиков 4-20 мА при этом устанавливается: $A_0 = A_4$;
 $A_{100} = 1,25 A_{20} - 0,25 A_4$,

где A_4 ; A_{20} – значение параметра в ф.е. при сигнале датчика соответственно 4 мА и 20 мА (см. п. 6.6.1)

8.4 Подключение внешних ключей к дискретным входам q1, q2

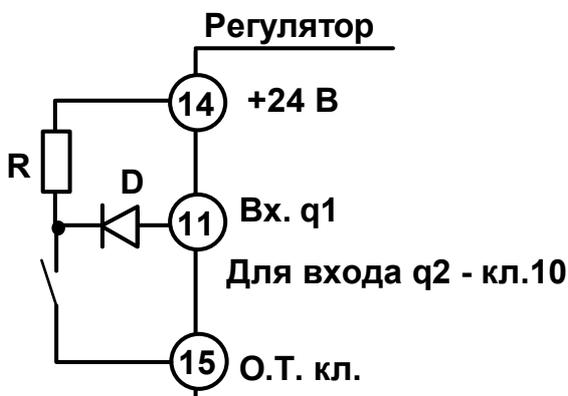


Показано подключение внешнего ключа к входу **q1**. Аналогично подключается внешний ключ к входу **q2**, при этом клемма **11** заменяется на клемму **10**.

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 $J_{\min} \leq 1 \text{ мА}$. При $J_{\min} > 1 \text{ мА}$ рекомендуется схема:



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

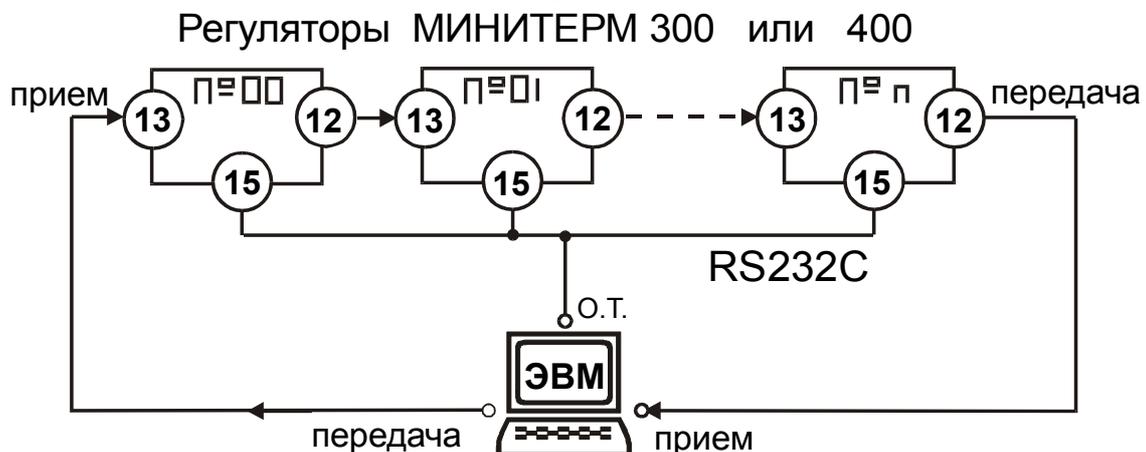
Диод **D** желательно выбрать германиевым,

$U_{\text{обр}} \geq 30 \text{ В}$,

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

(например, Д9В; Д311; Д312).

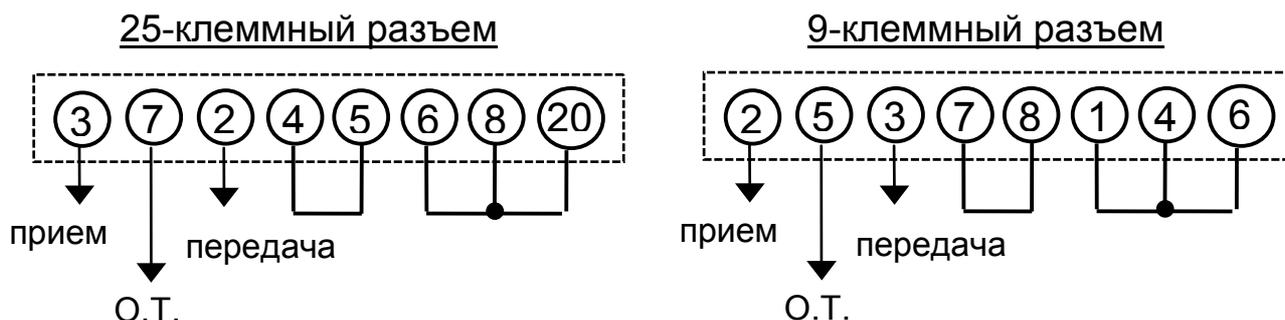
8.5 Подключение цепей интерфейсной связи



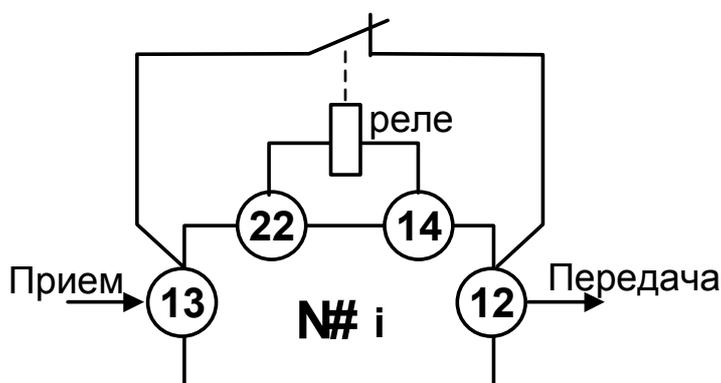
Где : N#00.....N#n - номера регуляторов в интерфейсной цепи
(список **SPEC**).

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

Подключение цепей интерфейсной связи к последовательному порту ЭВМ

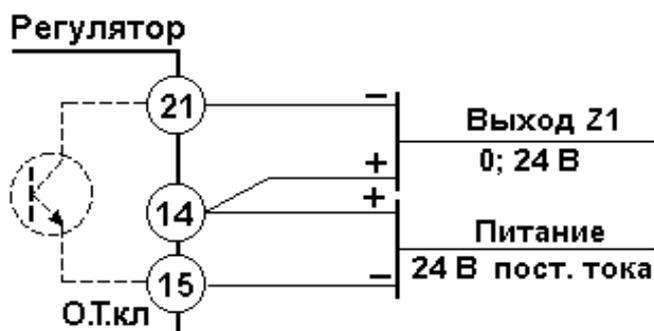


Для защиты интерфейсной цепи от отказа любого из регуляторов рекомендуется применять реле с **нормально замкнутым контактом** (например, РЭС-22, РЭС-32 на 24В, $R_{обм} \geq 0,5$ кОм).



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

8.6 Подключение цепей питания, импульсного и дискретных выходов



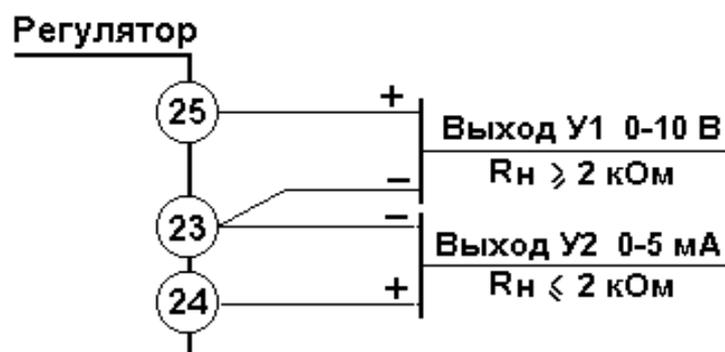
Примечания.

1. В регуляторе обеспечена защита от перенапряжений при работе на индуктивную нагрузку.
2. Суммарное сопротивление нагрузки см. п. 3.4.

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

8.7 Подключение цепей аналогового выхода



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

8.8 Примеры схем подключения регулятора

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

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 «o m» не светятся)						
символ отсутствует	регулируемый параметр	% ф.е.	0,01	- 19	163,8	на верхней половине дисплея
				см. таблицу п. 6.6.1		
символ отсутствует	задание общее	% ф.е.	0,01	- 327	327,6	на нижней половине дисплея
				см. таблицу п. 6.6.1		
Y	выход аналоговый	%	0,1	0	102,4	
E	рассогласование	%	0,01	-327	327.6	
b	входной сигнал b	%	0,01	-19	163.8	при in.b=ON
e	входной сигнал e	%	0,01	-19	163.8	при in.e=ON
F	входной сигнал F	%	0,01	-19	163.8	при in.F=ON
G	входной сигнал G	%	0,01	-19	163.8	при in.G=ON
h.	положение регулирующего органа	%	0.01	-199,9	327,6	

Примечания.

1. Символы параметров Y; E; b; e; F; G; h. индицируются на верхней половине дисплея, а их численные значения - на нижней половине дисплея.
2. Признаки in.b; in.e; in.F; in.G устанавливаются в списке t YPe (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 «o M» - светится)						
Регулятор импульсный (в списке tYPe «ANAL= OFF»)						
h.	положение регулирующего органа	%	0.01	-199	327	На нижней половине дисплея
Y	выход аналоговый	%	0,1	0	102.4	
E	рассогласование	%	0,01	-327	327.6	
b	входной сигнал b	%	0,01	-19	163.8	при in.b=ON
e	входной сигнал e	%	0,01	-19	163.8	при in.e=ON
F	входной сигнал F	%	0,01	-19	163.8	при in.F=ON
G	входной сигнал G	%	0,01	-19	163.8	при in.G=ON
Регулятор аналоговый (в списке tYPe «ANAL= ON»)						
Y	выход аналоговый	%	0,1	0	102	на нижней половине дисплея
E	рассогласование	%	0,01	-327	327.6	
b	входной сигнал b	%	0,01	-19	163.8	при in.b=ON
e	входной сигнал e	%	0,01	-19	163.8	при in.e=ON
F	входной сигнал F	%	0,01	-19	163.8	при in.F=ON
G	входной сигнал G	%	0,01	-19	163.8	при in.G=ON
h.	положение регулирующего органа	%	0.01	-199.9	327.6	

Примечания. 1. Символы параметров Y; E; b; e; F; G; h. (для импульсного регулятора), а также Y; E; b; e; F; G; h. (для аналогового регулятора), индицируются на верхней половине дисплея, а их численные значения - на нижней половине дисплея.
2. Признаки in.b; in.e; in.F; in.G устанавливаются в списке tYPe (см. табл. 2).

Таблица 2. **Список признаков типа регулятора tYPE**

символ на дисплее	назначение	устанавливаемое значение	значение для «заводской настройки»
in.b	использование входного сигнала b	OFF - данный входной сигнал не используется ON - данный входной сигнал используется	OFF
in.e	использование входного сигнала e		OFF
in.F	использование входного сигнала F		OFF
in.G	использование входного сигнала G		OFF
ANAL	тип регулятора	OFF - пид импульсный регулятор	устанавливается вручную
		ON - пид аналоговый регулятор	
PrG	наличие программного задатчика	OFF - отсутствует	OFF
		ON - имеется	

45

Примечание. Установка признаков в «OFF» или «ON» возможны после снятия программной блокировки (Code).

Таблица 3. **Список специальных параметров SPEC**

символ на дисплее	наименование	размерность	дискретность	диапазон изменения		значение для «заводской настройки»	примечание
				мин	макс		
dA	количество разрядов после десятичной точки	—	1	0	3	2	
A ₁₀₀	значение регулируемого параметра A в ф.е. при сигнале датчика X _D равном 100%	ф.е.	см. таблицу п. 6.6.1			100	
A ₀	значение регулируемого параметра A в ф.е. при нулевом сигнале датчика X _D	ф.е.	см. таблицу п. 6.6.1			0	
n.PrG	число участков программного задатчика	—	1	1	24	24	
c1	масштабный коэффициент сигнала b	—	0.01	-128	127	0	
c2	масштабный коэффициент сигнала e	—	0.01	-128	127	0	
c3	масштабный коэффициент сигнала F	—	0.01	-128	127	0	
c4	масштабный коэффициент сигнала G	—	0.01	-128	127	0	
N#	порядковый номер регулятора в интерфейсной цепи	—	1	0	15	0	
bAud	скорость передачи информации по интерфейсному каналу	кБог	1.2	1.2	19.2	1.2	
t.Ecn	время перехода дисплея в экономный режим	с	1	0	9999	0	при t.Ecn=0 экономный режим отсутствует
C.Y%	коэффициент усиления при передаче параметра A на выход Y	—	0.01	0	15	1	при ANAL=OFF (в списке tYPE)
Y0%	смещение выхода при передаче параметра A на выход Y	%	0.1	0	102.4	0	при ANAL=OFF (в списке tYPE)

Таблица 4. **Список статических параметров StAt**

символ на дисплее	наименование	размерность	дискретность	диапазон изменения		значение для «заводской настройки»	примечание
				мин	макс		
P~	верхний предел задания	%	0.01	-163.8	163.8	163.8	
		ф.е	см. таблицу п. 6.6.1				
P_	нижний предел задания	%	0.01	-163.8	163.8	0	
		ф.е.	см. таблицу п. 6.6.1				
P	задание	%	0.01	-163.8	163.8	*	
		ф.е.	см. таблицу п. 6.6.1				
Y~	верхний предел выхода аналогового	%	0.1	0	102.4	102.4	
Y_	нижний предел выхода аналогового	%	0.1	0	102.4	0	
Y	выход аналоговый	%	0.1	-327	327.6	*	без учета ограничений
E~	уставка сигнализации верхнего предела рассогласования	%	0.01	-163.8	163.8	2	
)	зона возврата E~	%	0.01	0	10	0,1	
E_	уставка сигнализации нижнего предела рассогласования	%	0.01	-163.8	163.8	-2	
(зона возврата E_	%	0.01	0	10	0,1	
h~	верхний предел сигнала h	%	0.1	-2.4	163.8	100	
h_	нижний предел сигнала h	%	0.1	-2.4	163.8	0	
h	входной сигнал h	%	0.01	-19	163.8	*	

* параметр установке не подлежит

Таблица 5. Список динамических параметров Cont

символ на дисплее	наименование	размерность	дискретность	диапазон изменения		значение для «заводской настройки»	примечание
				мин	макс		
t.Ser	время сервомотора	с	0,32	0	300,1	100.1	при ANAL=OFF (в списке tYPE)
FLtr	постоянная фильтра	с	0,32	0	81.6	0	
C.Pid	коэффициент пропорциональности	—	0,01	-99,9	99,99	1	
t.int	постоянная интегрирования	с	1	2	9999	120	
diFF	отношение постоянной дифференцирования к постоянной интегрирования	—	0,01	0	0,25	0	
a	зона нечувствительности	%	0,01	0,01	9,99	0.1	
PULS	длительность импульса	с	0,1	0,1	12,8	0.5	
A. E=	предельное рассогласование при автонастройке	%	0,1	0,1	163,8	10	
A.reL	амплитуда релейного элемента при автонастройке	%	0,1	0,5	163,8	5	$A.reL \leq A.E=$
t.in.A	вычисленное значение t.int в процессе автонастройки	с	1	2	9999	*	индицируются только в процессе автонастройки
C.Aut	вычисленное значение C.Pid в процессе автонастройки	—	0,1	-99,9	99,99	*	

* параметр вычисляется автоматически и установке не подлежит

Таблица 6. **Список параметров**

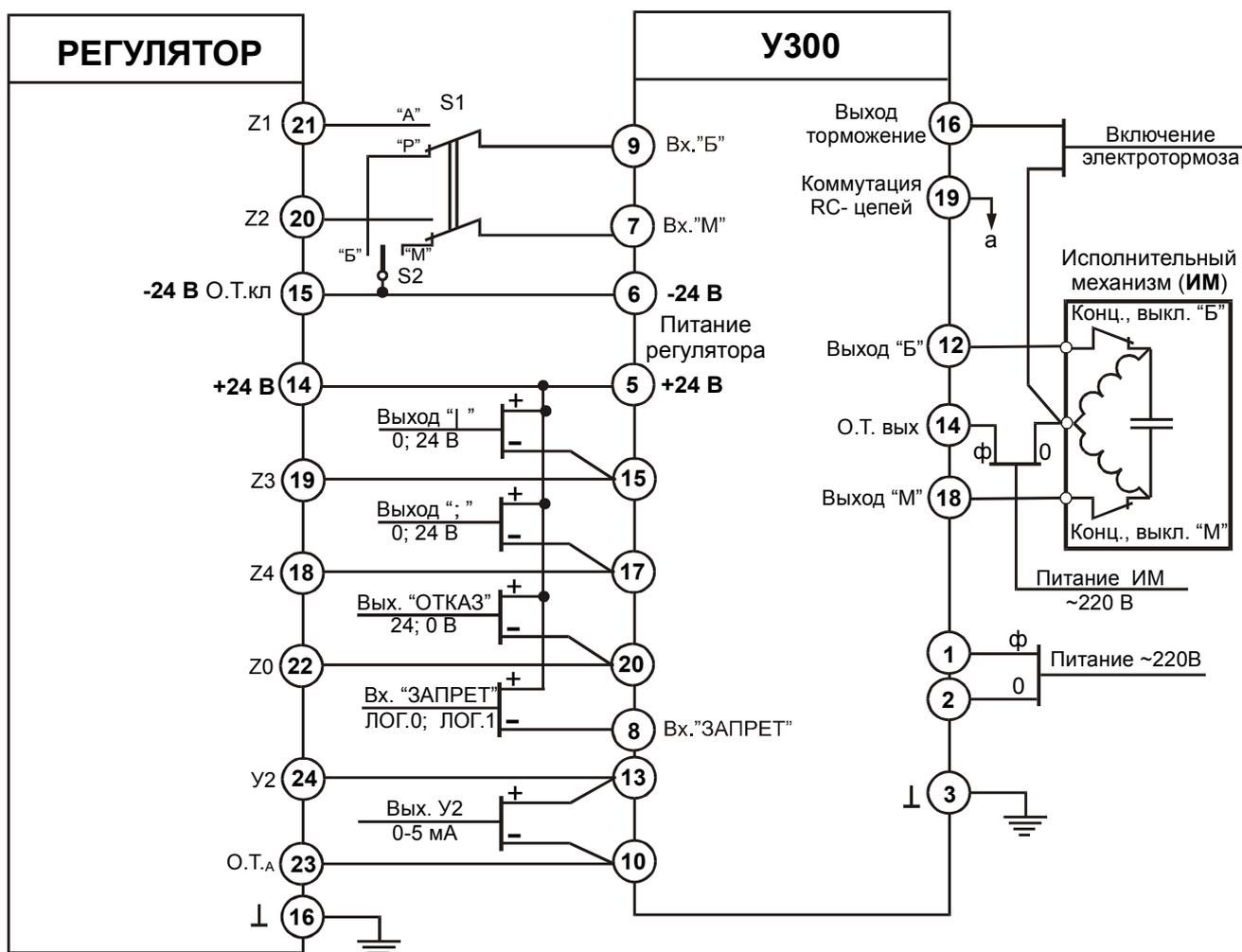
программного задатчика ProG

символ на дисплее	наименование	раз-мер-ность	дис-крет-ность	диапазон из-менения		примечание
				мин	макс	
P0	задание в начале программы	%	0,01	-163,8	163,8	
P1 ... P24	задание в конце участков соответственно 1...24	ф. е.	см. таблицу п. 6.6.1			
t1 ... t24	длительность участка программы соответствен-но 1...24	мин	0,1	0,1	3276	
t.PrG	текущее значение времени с начала программы	мин	1	0	9999	вызываются в списке опера-тора после пуска програм-мы
nPrG	текущее значение номера участка программы	—	1	1	24	

Примечания.

1. Параметры списка **Pr oG** вызываются при установке в списке **t YPe** признака PrG = ON.
2. Количество параметров P1 ... P24; t1 ... t24 и максимальное значение nPrG соответ-ствуют величине параметра n.PrG в списке **SPEC**.

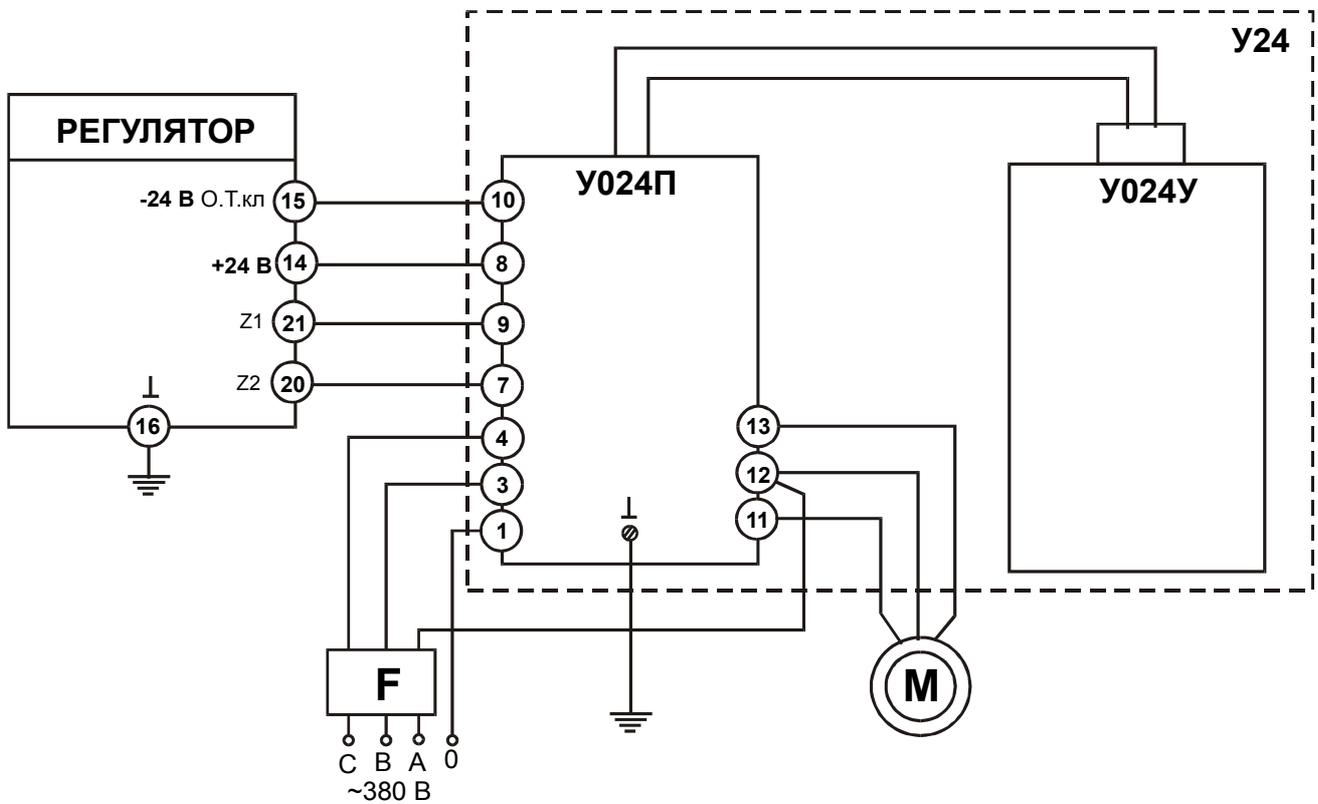
Рис.2. Схема подключения регулятора в комплекте с усилителем У300



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.

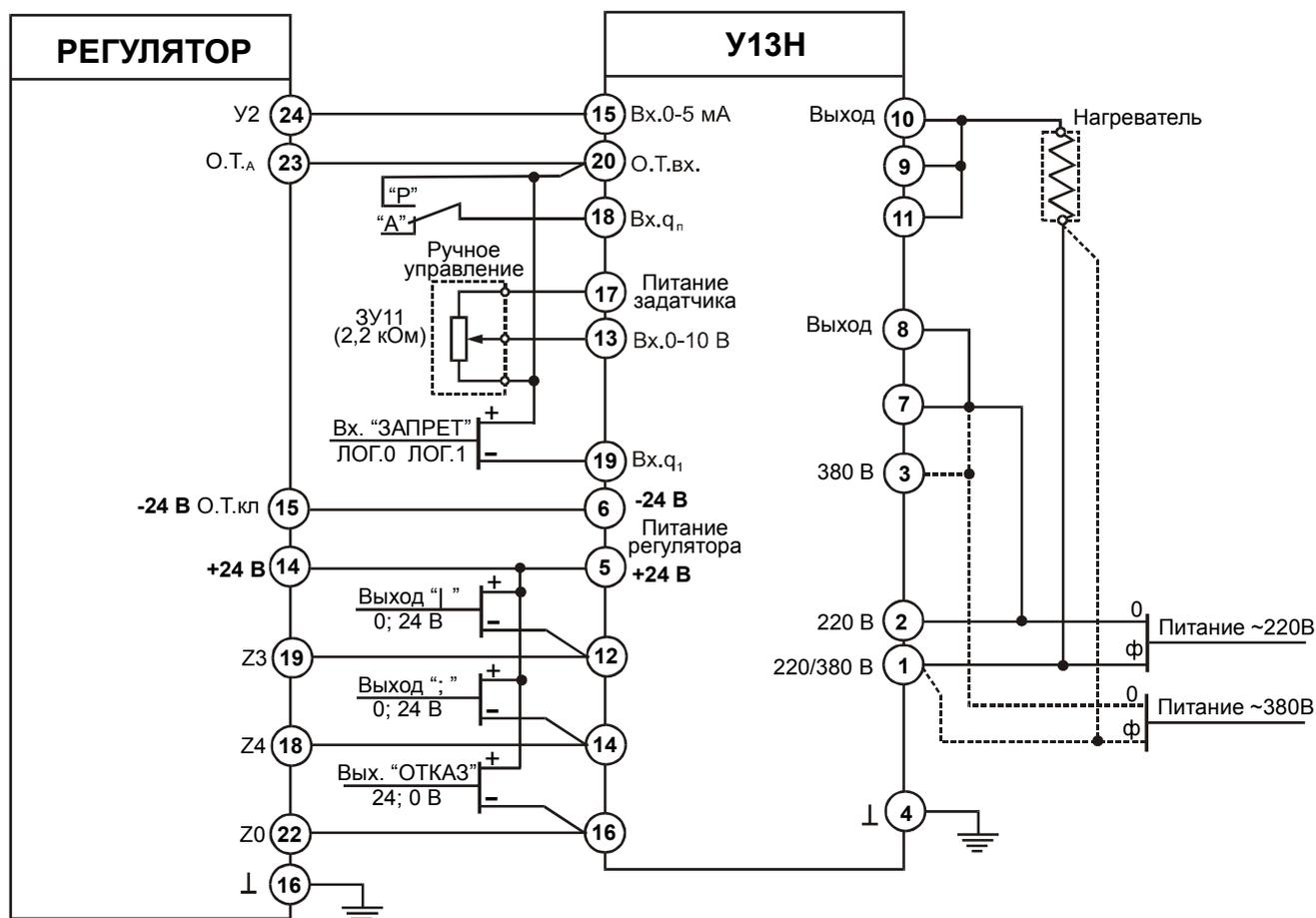
Рис.3. Схема подключения регулятора с усилителем У24



Примечания.

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

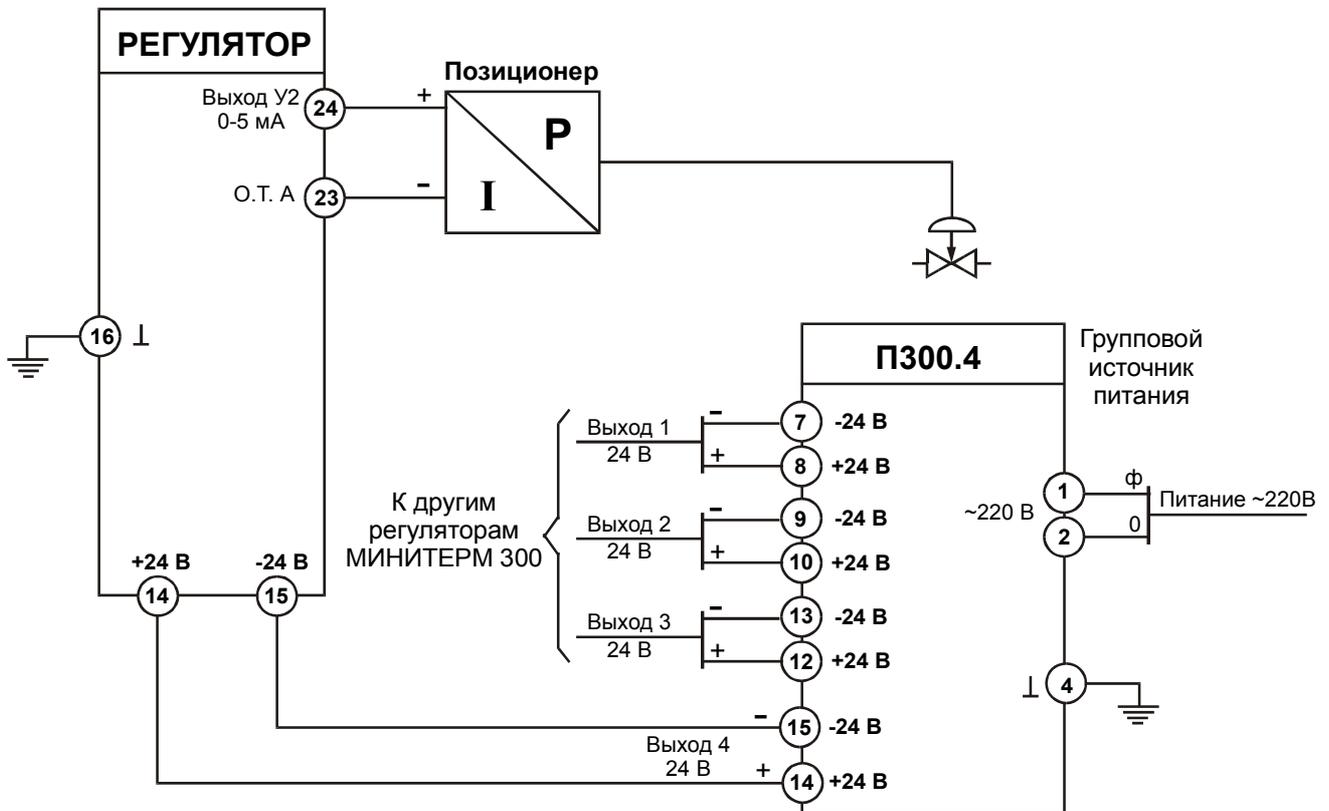
**Рис.4. Схема подключения регулятора
в комплекте с усилителем У13Н**



Примечания.

1. Подключение остальных цепей регулятора см. рис.1.
2. На рис. 4 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.

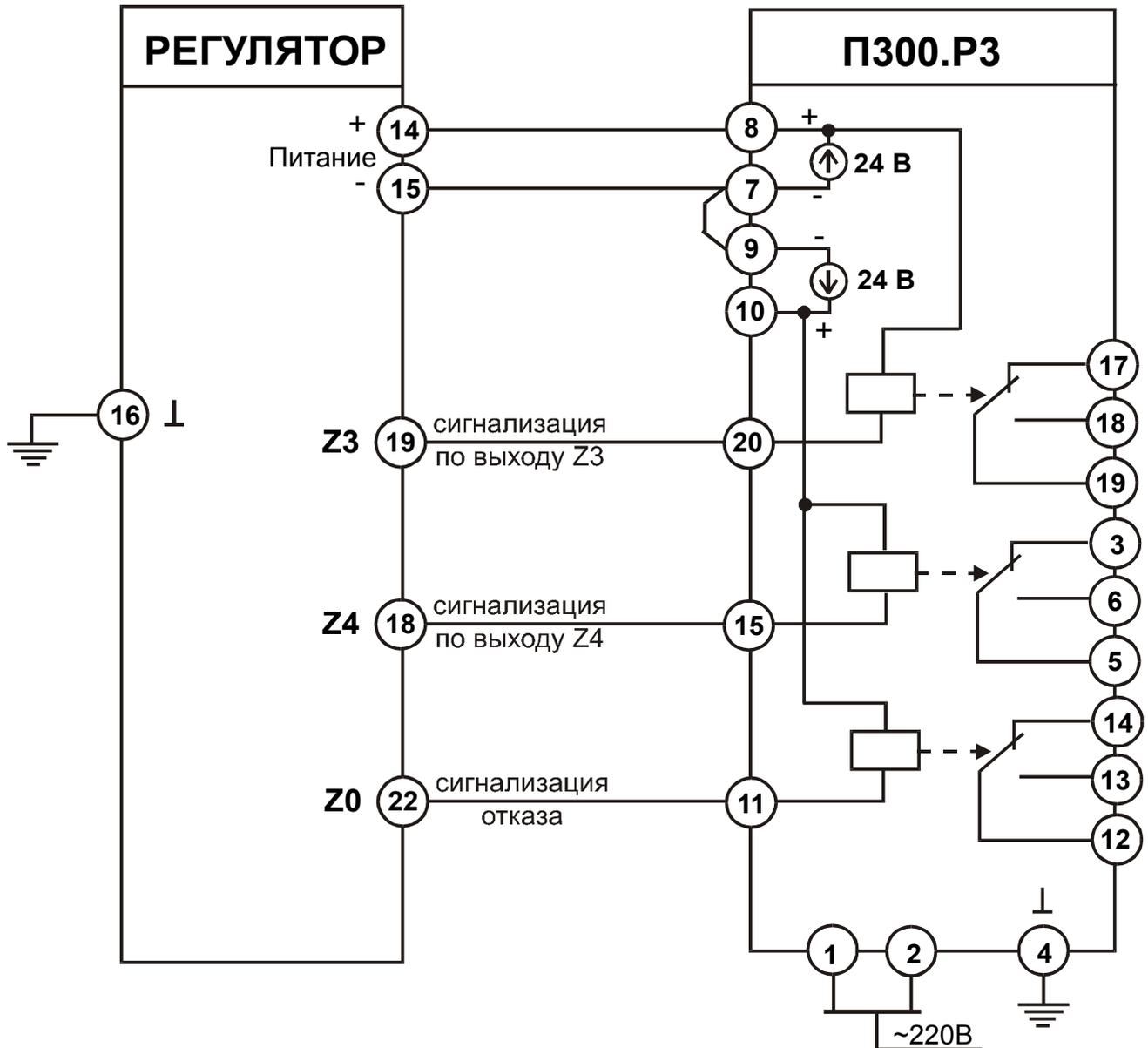
Рис. 5. Схема подключения регулятора в комплекте с электропневматическим позиционером и групповым источником питания серии П300



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

