



**ИНСТРУКЦИЯ
ПО НАСТРОЙКЕ РЕГУЛЯТОРОВ
СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
НА БАЗЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ
КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ ВКТ-5**

Приложение к руководству по эксплуатации
РБЯК.400880.028 РЭ

Версия ПО–6/7

Содержание

1	Введение	3
1.1	Принципы построения систем автоматического регулирования.....	3
1.2	Алгоритмы работы регуляторов	3
1.2.1	<i>Пропорционально-интегрально-дифференциальное регулирование ..</i>	<i>4</i>
1.2.2	<i>Релейное регулирование</i>	<i>4</i>
1.2.3	<i>Блокировка</i>	<i>5</i>
1.3	Задачи регулирования.....	6
2	Особенности построения регуляторов на основе вычислителя ВКТ-57	
3	Типы регуляторов	8
3.1	Регулирование температуры воздуха в помещении	8
3.1.1	<i>Регулятор типа 1</i>	<i>8</i>
3.1.2	<i>Регулятор типа 2</i>	<i>8</i>
3.1.3	<i>Регулятор типа 3</i>	<i>8</i>
3.1.4	<i>Регулятор типа 4</i>	<i>9</i>
3.2	Регулирование давления или перепада давления	9
3.2.1	<i>Регулятор типа 5</i>	<i>9</i>
3.3	Регулирование расхода.....	9
3.3.1	<i>Регулятор типа 6</i>	<i>9</i>
3.4	Регулирование температуры ГВС	9
3.4.1	<i>Регулятор типа 7</i>	<i>10</i>
4	Настройка регулятора	10
4.1	Общие положения	10
4.2	Настройка меню СИСТЕМА	11
4.3	Настройка меню ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ	12
4.4	Настройка меню ОБЩЕДОГОВОРНЫЕ.....	13
4.5	Настройка меню СТАНД.ПРЕДУСТ	13
5	Настройка меню РЕГУЛЯТОР	13
5.1	Команда ПАРОЛЬ	15
5.2	Команда РЕГУЛЯТОР	15
5.3	Команда ТЕМП. ГРАФИК	15
5.4	Дополнительные пункты команды «Регулятор»	16
5.4.1	<i>Тип регулятора</i>	<i>16</i>
5.4.2	<i>Параметры</i>	<i>18</i>
6	Контроль состояния регулятора	20
6.1	Команды меню контроля регулятора	21
6.1.1	<i>Состояние</i>	<i>21</i>
6.1.2	<i>Заданное значение</i>	<i>23</i>
6.1.3	<i>Программа</i>	<i>23</i>
6.1.4	<i>Блокировки</i>	<i>24</i>
	Приложение А – Типовые схемы включения регуляторов.....	25
	Приложение Б – Сравнительные характеристики регуляторов	30
	Приложение В – Сообщения об ошибках	31
	Приложение Г – Схема включения регулятора	32

Содержание изменений ПО–6 по отношению к предыдущему (ПО–5):

введена возможность измерения температуры воздуха в двух помещениях
--

1 Введение

1.1 Принципы построения систем автоматического регулирования

На основе тепловычислителя ВКТ-5 можно построить одну или две системы автоматического регулирования параметров теплотребления.

Объектом управления является система теплотребления в целом или какие-либо устройства, входящие в ее состав. С точки зрения системы регулирования объект представлен одной или несколькими величинами, характеризующими его состояние (параметры состояния) или условия работы. Для системы теплотребления параметрами состояния могут быть температура и давление теплоносителя в подающем теплопроводе, температура теплоносителя в отводящем теплопроводе, температура воздуха в помещении, температура наружного воздуха и значение расхода.

Регулятор предназначен для вычисления управляющего воздействия, которое система управления посредством исполнительного устройства оказывает на объект для достижения поставленной цели управления. Функции регулятора в системе выполняет тепловычислитель ВКТ-5.

В качестве **исполнительного устройства** могут использоваться регулирующей клапан или регулируемый гидроэлеватор. Исполнительное устройство подключается к ВКТ-5 через блок управления, например, БУ-2¹ (Схема подключения БУ-2 к вычислителю представлена в Приложении Г).

1.2 Алгоритмы работы регуляторов

Понятие «алгоритм работы регулятора» определяет цель регулирования и соотношения, используемые для вычисления управляющего воздействия.

Целью любого автоматического регулирования является поддержание постоянства или же изменение по требуемому закону некоторой физической величины, характеризующей управляемый процесс. Способ вычисления управляющего воздействия называют законом регулирования. Наиболее распространенными законами регулирования являются:

- пропорционально-интегрально-дифференциальное регулирование (ПИД-регулирование);
- релейное регулирование.

Рассмотрим более подробно способы регулирования применительно к регуляторам на основе вычислителя ВКТ-5. Особенностью данного регулятора является то, что процесс регулирования осуществляется цифровым способом. Это означает, что анализ параметров состояния объекта регулирования и формирование управляющих воздействий выполняется дискретно. Вычислитель формирует на двух управляющих выходах («больше», «меньше») сигналы напряжения TTL-уровня, подаваемые на блок управления.

¹ Подробное описание и принцип работы устройства управления БУ-2 можно найти в соответствующем Руководстве по эксплуатации.

1.2.1 Пропорционально-интегрально-дифференциальное регулирование²

Рассмотрим работу ПИД-регулятора на примере системы управления расходом. По ряду параметров состояния системы теплоснабжения (температурный график, расчетные нагрузки здания, температура и расход в подающем и обратном трубопроводах, температуры наружного воздуха и воздуха в помещении) регулятор вычисляет значение расхода теплоносителя (требуемое значение расхода $G_{\text{треб}}$), при котором обеспечивается заданный уровень физической величины, характеризующей управляемый процесс. Затем определяется управляющее воздействие u , обеспечивающее $G_{\text{треб}}$. Управляющее воздействие вычисляется по закону пропорционально-интегрально-дифференциального регулирования (ПИД-регулирования):

$$u = K \left(e + \frac{1}{K_I} \int e(t) dt + K_d \frac{\Delta e}{T} \right), \quad (1)$$

где e – величина отклонения регулируемой величины от заданного значения;
 K – коэффициент передачи регулятора, определяющий взаимосвязь между управляющим воздействием и отклонением в установившемся режиме, то есть при отсутствии каких-либо изменений сигналов в системе управления;
 T – период дискретизации;
 K_I – постоянная интегрирования, определяющая совместно с коэффициентом передачи взаимосвязь между управляющим воздействием и интегралом по времени от отклонения $\int e(t) dt$;
 Δe – изменение отклонения за время периода дискретизации;
 K_d – постоянная дифференцирования, определяющая, совместно с коэффициентом передачи взаимосвязь между управляющим воздействием и скоростью изменения отклонения ($\Delta e / T$).

Как следует из выражения (1), значение управляющего воздействия зависит от величины отклонения требуемого значения расхода ($G_{\text{треб}}$) от текущего значения расхода ($G_{\text{тек}}$), от интеграла отклонения и от скорости изменения отклонения.

В зависимости от значения управляющего воздействия меняется длительность импульса переменного напряжения, формируемого на выходе блока управления.

В качестве $G_{\text{тек}}$ можно использовать расход в подающем или отводящем трубопроводе.

1.2.2 Релейное регулирование

Релейный регулятор всегда формирует импульс управляющего воздействия максимальной длительности, знак которого («больше»/«меньше») зависит от результата сравнения разности между значениями заданной $\Delta T_{\text{зад}}$ и текущей $\Delta T_{\text{тек}}$ температурами воздуха в помещении с шириной зоны нечувствительности ΔT :

² До версии 6 ПО регулирование было пропорционально-дифференциальным (ПИД). ПИД-регулятор можно получить из ПИД-регулятора, задавая очень большое значение K_I , например 10000.

$$u = \left\{ \begin{array}{l} u_{\max}, \quad \text{при } (T_{\text{зад.}} - T_{\text{тек.}}) > \Delta T \\ -u_{\max}, \quad \text{при } (T_{\text{зад.}} - T_{\text{тек.}}) < -\Delta T \\ 0, \quad \text{при } -\Delta T \leq (T_{\text{зад.}} - T_{\text{тек.}}) \leq \Delta T \end{array} \right\}. \quad (2)$$

Различия в формировании управляющего воздействия для релейного и ПИД-регуляторов представлены на рис. 1. В моменты времени 1, 2 и 3 параметр состояния превышает заданное значение, поэтому регулятор формирует управляющее воздействие на выходе «меньше». В моменты времени 5, 6, 7 и 8 параметр состояния меньше заданного значения, поэтому регулятор формирует управляющее воздействие на выходе «больше». В моменты времени 4, 9 и 10 параметр состояния находится в зоне нечувствительности, поэтому управляющее воздействие не формируется.

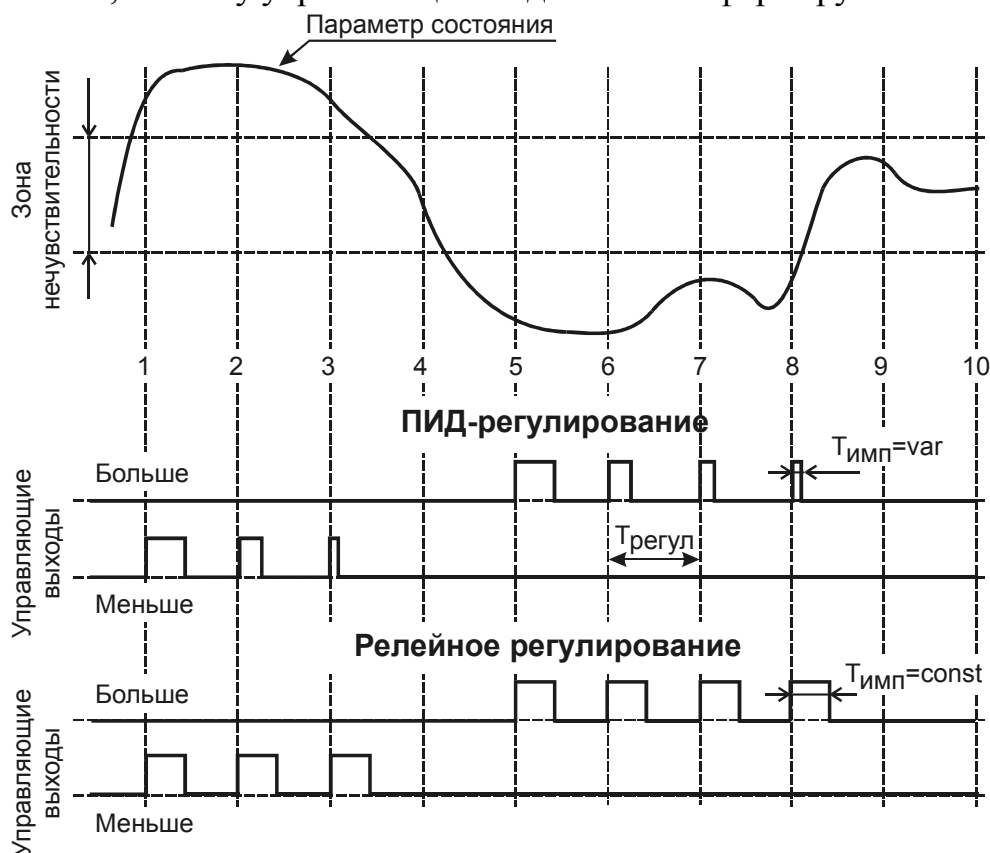


Рис. 1 – Формирование управляющего воздействия регуляторами различных. Длительность импульса управления для релейного регулятора постоянна, а для ПИД-регулятора зависит как от величины требуемого значения параметра состояния, так и от скорости изменения данного параметра. Например, в моменты 1 и 3 параметр состояния имеет одинаковые значения, однако скорость изменения параметра имеет разные знаки, поэтому и длительность управляющих импульсов различны.

1.2.3 Блокировка

В процессе работы системы автоматического регулирования могут возникнуть ситуации, приводящие к ухудшению функционирования системы в целом. Например, температура теплоносителя в обратной трубе уменьшится ниже минимального допустимого значения, а регулятор формирует отрицательное управляющее воздействие. Это приведет к тому, что температура обратной трубы продолжит уменьшаться, и возникнет опасность размораживания системы. Чтобы избежать

этого и тем самым повысить надежность работы регулятора, применяется **БЛОКИРОВКА**. Суть блокировки состоит в том, что при наступлении данной ситуации прекращается движение исполнительного механизма или исполнительное устройство встает в положение, обеспечивающее наибольший расход теплоносителя. Режимы работы системы блокировки задаются при настройке регуляторов в зависимости от их типа.

В регуляторах на основе ВКТ-5, применяется два вида блокировки:

- температура теплоносителя в обратном трубопроводе ниже минимально допустимого значения (регуляторы типа 1...4, 6);
- температура теплоносителя в обратной трубе более чем на 3 °С превышает значение, рассчитанное по температурному графику (регуляторы типа 1, 3 и 4).

Примечание: Блокировку исполнительного механизма регулятора можно отключить при настройке регуляторов.

1.3 Задачи регулирования

Оба регулятора работают независимо и могут реализовать различные алгоритмы регулирования (иметь различные типы), решая одну из следующих задач:

- регулирование температуры воздуха в помещении;
- регулирование давления или перепада давления в трубопроводе;
- регулирование расхода;
- регулирование температуры системы горячего водоснабжения (ГВС).

Целью первой задачи является поддержание в помещении заданного значения температуры, которое может изменяться в зависимости от времени суток и дня недели.

Вторая задача обеспечивает стабилизацию давления в трубопроводе, устраняя резкие и частые изменения давления или перепада давления, вызывающие нарушение в работе системы отопления.

Выполнение третьей задачи позволяет изменять расход теплоносителя в зависимости от времени дня и дня недели. Например, в учреждениях и учебных заведениях, в дневное время по будням находятся люди и для обеспечения комфортного температурного режима необходимо расходовать больше теплоносителя. В ночное время по будням, а также в выходные и праздничные дни людей в помещениях нет и можно сэкономить тепло, уменьшив значение расхода.

И, наконец, четвертая задача позволяет поддерживать неизменную температуру воды в системе ГВС независимо от изменения температуры воды в трубопроводе, из которого забирается ГВС, от температуры теплоносителя и от температуры подогреваемой воды, а также от значения расхода ГВС.

Сравнительные характеристики регуляторов приведены в таблице Б.1

2 Особенности построения регуляторов на основе вычислителя ВКТ-5

Вычислитель ВКТ-5 позволяет контролировать потребление тепла одновременно в большом числе теплопроводов (до восьми), объединяемых в тепловые вводы. Конфигурация систем теплотребления является весьма гибкой. Однако следует учитывать следующие особенности настройки регуляторов.

1. Регулятор является цифровым. Это означает, что анализ параметров состояния объекта регулирования и формирование управляющих воздействий выполняется дискретно. Период дискретизации можно задавать.
2. Номер регулятора жестко привязан к номеру теплового ввода. Это означает, что для реализации алгоритма регулятора 1 необходимо использовать датчики, входящие в тепловой ввод 1, а для регулятора 2 – теплового ввода 2, соответственно. То есть, для конфигурации систем автоматического регулирования необходимо использовать датчики, входящие **только** в тепловые вводы 1 и 2.
3. Датчики, применяемые для автоматического регулирования (ИБР5...ИБР8, ИВІ8) могут использоваться как для измерения тепла в соответствующих трубопроводах, так и для целей регулирования и имеют жесткую привязку к информационным входам прибора. Назначение датчиков приведено в табл. 1.

Таблица 1

№ ИВ	Параметр	Назначение
ИБР5	Температура ³	Теплоноситель/вода отопительной системы
ИБР6		Теплоноситель/холодная вода/воздух в помещении №1
ИБР7		Теплоноситель/воздух в помещении №2
ИБР8		Теплоноситель/наружный воздух
ИВІ8	Давление	Теплоноситель в Тр4/теплоноситель в регуляторе типа 5

При использовании указанных датчиков в системе автоматического регулирования следует обратить особое внимание на конфигурацию системы теплотребления, исключив возможность использования этих датчиков для измерения тепла по соответствующим трубопроводам⁴.

4. Так как информационный вход ИВІ8 используется для измерения давления в регуляторе типа 5, то при использовании регулятора данного типа трубопровод 4 нельзя настраивать для расчета теплоты с использованием измеренного значения давления.
5. Поскольку для участия в управлении давлением выделен только один информационный вход, то использовать для этого можно только один из двух регуляторов.

Управляющее воздействие на выходах регулятора формируется с учетом ряда факторов, например, наличия или отсутствия диагностируемых ситуаций, а также температуры воды в обратном трубопроводе. Это позволяет повысить надежность работы системы теплоснабжения, охваченной регулированием.

³ Допускаемый диапазон измерения или выбора договорного значения дополнительных температур составляет: – воздуха в помещении от 0 до 40 °С; – наружного воздуха от минус 50 до плюс 50 °С; – воды в системе отопления от 0 до 150 °С.

⁴ Использование датчиков температуры ИБР5...8 для измерения дополнительных температур не исключает возможности проведения расчетов массы и тепловой энергии с применением соответствующих номеров входов ИВІ или ИВІІ (см. Настройка меню СИСТЕМА)

3 Типы регуляторов

3.1 Регулирование температуры воздуха в помещении

Целью подобной системы является поддержание в помещении заданного значения температуры, которое может изменяться в зависимости от времени суток и дня недели. При формировании управляющих воздействий регулятор может использовать в качестве регулируемой величины не только температуру воздуха в помещении, но и параметры теплотребления, косвенно влияющие на данную температуру. К таким параметрам относятся:

- расход теплоносителя $G_{\text{треб}}$;
- температура теплоносителя в системе отопления t_{co} .

Вследствие этого возможны различные варианты реализации поставленной цели.

3.1.1 Регулятор типа 1

Регулятор рекомендуется использовать при условии, что исполнительное устройство воздействует на клапан трубопровода, а не на гидроэлеватор. Также регулятор пригоден при отсутствии вентиляционной нагрузки или ее небольшом относительном значении ($<10\%$).

Данный тип регулятора функционирует по закону ПИД-регулирования. По ряду параметров состояния системы теплотребления регулятор вычисляет то значение расхода теплоносителя (требуемое значение расхода $G_{\text{треб}}$), при котором должна быть достигнута заданная температура воздуха в помещении.

Вычисленное в соответствии с выражением (1) управляющее воздействие формируется только в том случае, если отклонение (в градусах Цельсия) температуры воздуха в помещении от заданного значения превышает ширину зоны нечувствительности, которая задается при настройке регулятора.

При использовании регулятора типа 1 значение коэффициента смещения считается фиксированным. Оно вводится при настройке регулятора.

Вариант схемы системы управления с регулятором типа 1 приведен на рис. А1.

3.1.2 Регулятор типа 2

Это релейный регулятор температуры воздуха в помещении. Он всегда формирует импульсное управляющее воздействие максимальной длительности, знак которого («больше»/«меньше») зависит от результата сравнения разности между значениями заданной $t_{\text{пом.зад}}$ и текущей $t_{\text{пом.тек}}$ температур воздуха в помещении с шириной зоны нечувствительности ΔT .

Вариант схемы системы управления с регулятором типа 2 приведен на рис. А2.

3.1.3 Регулятор типа 3

Данный тип регулятора рекомендуется использовать в случае, когда исполнительное устройство воздействует на гидроэлеватор.

Этот регулятор работает по тому же принципу, что и регулятор типа 1. Отличием является использование в ходе вычисления заданного расхода не фиксированного значения коэффициента смещения, а переменной величины, косвенно рассчитанной по параметрам состояния системы теплоснабжения.

Схема системы управления с регулятором типа 3 приведена на рис. А3.

3.1.4 Регулятор типа 4

Регулятор предназначен для использования в системах с большой вентиляционной нагрузкой.

Регулирование температуры теплоносителя в системе отопления является косвенным способом поддержания заданной температуры воздуха в помещении. Ошибкой регулирования считается разность между требуемым и измеренным значениями температуры системы отопления. По значению ошибки регулирования управляющее воздействие рассчитывается в соответствии с уравнением ПИД-регулирования.

Примечание: Можно измерять температуру теплоносителя в подающей или в обратной трубе системы отопления.

Схема системы управления с регулятором типа 4 приведена на рис. А4.

3.2 Регулирование давления или перепада давления

Давление в трубопроводе распространяется со скоростью звука, следовательно, оно может изменяться очень быстро, вызывая нарушения в работе системы отопления.

3.2.1 Регулятор типа 5

Для стабилизации давления или перепада давления в системе теплоснабжения используется регулятор типа 5. Разность между заданным и текущим значениями давления (перепада давления) дает ошибку регулирования. Управляющее воздействие вычисляется по ошибке в соответствии с уравнением ПИД-регулирования.

Варианты схем системы регулирования типа 5 приведены на рис. А5 и рис. А6.

3.3 Регулирование расхода

Важнейшей величиной, влияющей на показатели системы теплоснабжения, является значение расхода. Часто требуется изменять расход теплоносителя в зависимости от времени дня и дня недели. Например, в учреждениях и учебных заведениях, в дневное время по будням находятся люди и для обеспечения комфортного температурного режима необходимо расходовать больше теплоносителя. В ночное время по будням, а также в выходные и праздничные дни людей в помещениях нет и можно сэкономить теплоснабжение, уменьшив значение расхода.

3.3.1 Регулятор типа 6

Регулятор выполняет программное регулирование расхода в подающем или в обратном трубопроводах. Программа на каждый день недели формируется с указанием интервала времени суток, в течение которого необходимо поддерживать «дневной» расход. В остальное время суток поддерживается «ночной» расход. Ошибкой регулирования считается разность между заданным и фактическим значениями расхода. Можно контролировать расход в подающем или в обратном трубопроводах. Управляющее воздействие рассчитывается по ошибке в соответствии с законом ПИД-регулирования.

Вариант схемы системы управления с регулятором типа 6 приведен на рис. А7.

3.4 Регулирование температуры ГВС

Температура ГВС может заметно изменяться в зависимости от колебания температуры воды в трубопроводе, из которого забирается ГВС, при использовании теплообменника – от температуры теплоносителя и от температуры подогреваемой воды, а также от значения расхода ГВС.

3.4.1 Регулятор типа 7

Регулятор предназначен для поддержания сравнительно неизменной температуры воды горячего водоснабжения.

Регулятор вычисляет отклонение заданного значения температуры горячей воды $t_{ГВС}$ задан от текущего значения температуры горячей воды $t_{ГВС}$ тек. При наличии отклонения с абсолютным значением, превышающим ширину зоны нечувствительности, формируется управляющее воздействие в соответствии с законом ПИД-регулирования (1). Если отклонение лежит внутри зоны нечувствительности, то управляющее воздействие отсутствует.

Если при измерении температуры горячего водоснабжения зафиксирована диагностируемая ситуация, то выводится соответствующий признак в экран состояния и устанавливается регулирующее воздействие максимального уровня.

Варианты схем системы регулирования типа 7 приведены на рис. А8 и рис. А9.

4 Настройка регулятора














4.1 Общие положения

Прежде чем начать настройку регуляторов, следует четко представить конфигурацию системы и требуемый алгоритм регулирования.

Для работы вычислителя в качестве регулятора требуется произвести настройки в основном меню прибора (**СИСТЕМА, ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ, ОБЩЕДОГОВОРНЫЕ, СТАНД.ПРЕДУСТ**), а также в специальном меню **РЕГУЛЯТОР**.

Настройка регулятора заключается в установке информации о системных параметрах (конфигурации системы), а также о параметрах системы регулирования.

Настройка осуществляется с помощью кнопок клавиатуры. При этом общими принципами их применения являются:

- 1) выбор пунктов основного меню (или дополнительного меню **РЕГУЛЯТОР**) осуществляется кнопками  или .
- 2) кнопка **МЕНЮ** переводит в исходный пункт основного меню, из любого пункта меню более низкого уровня. Настроечная информация заносится в энергонезависимую память прибора и сохраняется в ней практически неограниченное время
- 3) переход в меню нижнего уровня осуществляется кнопкой .
- 4) возврат из 3-го уровня меню на 2-ой осуществляется кнопкой .
- 5) если в пункте меню имеется несколько изменяемых полей, то переход от одного поля к другому осуществляется кнопкой .
- 6) выбор конкретного параметра или его значения в поле пункта меню может осуществляться путем выбора из имеющегося списка параметров с помощью кнопок  () или  (), а также путем ввода конкретного числового значения. При этом позиция разряда числа выбирается кнопкой  или , а установка значения выбранного разряда – кнопками  или  путем последовательного перебора цифр от 0 до 9 и знаков «.» (запятая) и «-» (знак минус).

Внимание! ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ ВВОДА ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ НАСТРОЙКИ В ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМУЮ ПАМЯТЬ НЕОБХОДИМО НАЖАТЬ НА КНОПКУ **МЕНЮ**.

4.2 Настройка меню СИСТЕМА

Настройку вычислителя на конкретную конфигурацию системы теплоснабжения следует осуществлять с учетом выбранного алгоритма работы регулятора и особенностей построения регуляторов на основе вычислителя ВКТ-5.

В соответствии с вышеперечисленными особенностями регуляторов при настройке конфигурации системы теплоснабжения следует учитывать:

- 1) для конфигурации систем автоматического регулирования необходимо использовать датчики, входящие только в тепловые вводы 1 и 2;
- 2) При использовании термодатчиков (ИВР5...ИВР8) в системе автоматического регулирования следует **исключить использования этих датчиков для измерения тепла по соответствующим трубопроводам.**

Примечание: Использование датчиков температуры ИВР5...8 для измерения дополнительных температур не исключает возможности проведения расчетов массы и тепловой энергии с применением соответствующих номеров входов ИВ1 или ИВF при использовании договорного значения температуры, а также измерения с использованием указанных входов объема и объемного расхода или давления.

В зависимости от типа регулятора настройка трубопроводов на измерение тепла должна соответствовать табл. 2.

Таблица 2

№ трубы	Тип регулятора						
	1	2	3	4	5	6	7
1	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	Дог., Не учит.	+	+	+
6	Дог, Не учит.*	Дог, Не учит.*	Дог, Не учит.*	Дог, Не учит.*	+	+	+
7	Дог, Не учит.*	Дог, Не учит.*	Дог, Не учит.*	Дог, Не учит.*	+	+	+
8	Дог, Не учит.	–	Дог, Не учит.	Дог, Не учит.	+	+	+

Примечания: + – Допускается измерение тепла (выбор Изм., Дог., Не учит.)
* – При использовании не более одного регулятора типа 1...4 разрешается измерять теплоту в одном из трубопроводов 6 или 7

- 3) Так как информационный вход ИВ18 используется для измерения давления в регуляторе типа 5, то при использовании регулятора данного типа трубопровод 4 нельзя настраивать для расчета теплоты с измеряемым давлением.
- 4) Поскольку для участия в управлении давлением выделен только один информационный вход, то использовать для этого можно только один из двух регуляторов.
- 5) Для регулятора 7 используется значение температуры теплоносителя в трубе ГВС теплового ввода, номер которого совпадает с номером регулятора. В случае необходимости, возможно, сформировать тепловой ввод, состоящий из единственной трубы ГВС. Если в тепловом вводе (например, 1), охвачен-

ном регулированием типов 1–6 необходимо ввести еще и регулирование ГВС, то рекомендуется включить соответствующую трубу ГВС еще в один тепловой ввод (например, 2).

Все вышеперечисленные ограничения диагностируются в процессе настройки конфигурации системы теплотребления. Соответствующие сообщения об ошибках настройки выводятся на индикатор (рис. 2...рис. 3).


ОШИБКА
ИВР занят доп. t

Рис. 2 – Сообщение об ошибке при попытке установки режима измерения температуры теплоносителя, если в меню **ДОП.ТЕМПЕРАТУРЫ** задано измерение дополнительной температуры, с использованием того же термодатчика.

Ошибка
ИВ18 занят рег.

Рис. 3 – Сообщение об ошибке при попытке использовать для измерения тепла трубу 4, когда работает регулятор типа 5.

4.3 Настройка меню **ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ**

Если для регулирования необходимо измерять температуры воздуха в помещениях, наружного воздуха или системы отопления, то следует активизировать команду **ДОП.ТЕМПЕРАТУРЫ** (дополнительные температуры) главного меню. При помощи кнопки  можно войти в последовательность экранов конфигурирования измерения дополнительных температур и передвигаться последовательно от экрана температуры системы отопления (Рис.4) до экрана температуры наружного воздуха (Рис. 5).

t сис.отопл ИВР5
Измер. 500П

Рис. 4 - Установка режима измерения температуры системы отопления







t наружн. ИВР8
Измер. 500П





Рис. 5 - Установка режима измерения температуры наружного воздуха

На экране в верхней строке приведено наименование дополнительной температуры и номер информационного входа сопротивления ИВР, к которому должен быть подключен термодатчик. В нижней строке содержится поле выбора способа получения дополнительной температуры. Варианты выбора:

- **Не учит.** (дополнительная температура не учитывается);
- **Догов.** (подстановка договорного значения);
- **Изм.** (дополнительная температура измеряется).

Для дополнительной температуры системы отопления могут использоваться только два последних варианта.

Если выбрано значение **Догов.**, то после нажатия на кнопку  появляется экран ввода договорного значения дополнительной температуры. Необходимое значение можно установить при помощи кнопок , ,  и . Выход из экрана происходит при помощи кнопки . При этом выполняется переход к заданию способа измерения следующей дополнительной температуры.

Если выбран вариант **Измер.**, то на экране появляется дополнительное поле для выбора типа термодатчика. Возможные варианты выбора: 50П, Pt50, 100П, Pt100, 50М, Cu50, 100М, Cu100, 500П, Pt500. Переместить курсор в поле выбора можно нажатием клавиши . Для выбора одного из вариантов используются кнопки  и ; для перехода к следующему экрану – , а для возврата в главное меню – **МЕНЮ**.

В зависимости от типа регулятора необходимо установить следующие способы выбора дополнительных температур (таблица 3):

Таблица 3

Дополнительная температура	Тип регулятора						
	1	2	3	4	5	6	7
t помещен. 1, 2	Изм.	Изм	Изм	Изм	*	*	*
t окр.среды	Изм. Догов	*	Изм Догов	Изм Догов	*	*	*
t сис.отопл.	*	*	*	Изм	*	*	*

Примечания: * – Допускается любой способ выбора (**Изм. Догов., Не учит.**)

Так как термодатчики дополнительных температур могут быть использованы для измерения температуры теплоносителя, то при настройке способа измерения доп. температур могут возникнуть конфликтные ситуации. Сообщения об ошибках приведены на рис. 6...8.

ОШИБКА
ИВР занят трубой

Рис. 6 – Сообщение об ошибке при попытке установки режима измерения дополнительной температуры, если соответствующий ИВР выбран для измерения (меню **СИСТЕМА**) температуры теплоносителя

ОШИБКА
ИВР занят tхв

Рис. 7 – Сообщение об ошибке при попытке установки режима измерения температуры помещения 1, если задано измерение температуры холодной воды

ОШИБКА
ИВР занят tпом1

Рис. 8 – Сообщение об ошибке при попытке установки режима измерения температуры холодной воды, если задано измерение температуры помещения 1

4.4 Настройка меню **ОБЩЕДОГОВОРНЫЕ**

При использовании измерителя избыточного давления должна быть задана величина атмосферного давления (команда **ОБЩЕДОГОВОРНЫЕ**→**Баром.давление**).

4.5 Настройка меню **СТАНД.ПРЕДУСТ.**

В основном меню прибора ВКТ-5 предусмотрен технологический режим стандартных предустановок (меню **СТАНД.ПРЕДУСТ.**). Он позволяет быстро установить набор стандартных предустановок, необходимых для проверки прибора при выпуске или ремонте. Эти настройки предусматривают использование всех токовых входов для измерения тепла и потому исключают применение регулятора типа 5. В стандартных настройках тип регулятора установлен равным 1. Менять его вручную не следует! После завершения проверочных работ достаточно выключить прибор и включить его снова. Это восстанавливает те значения настроек, которые были в приборе до выбора стандартных предустановок.

5 Настройка меню **РЕГУЛЯТОР**

Кроме основных пунктов меню тепловычислителя, для настройки регулятора нужно задать ряд параметров, большинство из которых различно для регуляторов разных типов. Чтобы правильно выбрать их значения, необходимо понимать, как

они влияют на работы системы автоматического регулирования. Для настройки предусмотрены специальные пункты меню (экраны) в программном интерфейсе.

В обычном режиме работы вычислитель ВКТ-5 находится в главном меню. На экране жидкокристаллического индикатора отображается дата и время, а также название установленного пункта меню. Пример отображения пункта главного меню прибора приведен на рис. 9 (пункт «РАБОТА»).

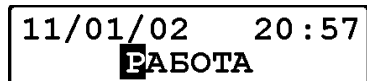


Рис. 9 – Пункт РАБОТА главного меню ВКТ-5

Для настройки регулятора в пользовательском интерфейсе предусмотрено дополнительное меню. Переход к дополнительному меню регулятора выполняется при длительном (не менее 3 с) нажатии кнопки **МЕНЮ**. Признаком перехода в меню регуляторов является появление экрана, показанного на рис. 10. Для возврата в главное меню необходимо снова длительно нажать кнопку **МЕНЮ**.

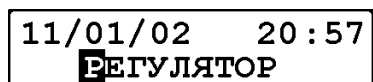


Рис. 10 – Пункт дополнительного меню 1-го уровня РЕГУЛЯТОР

Структура меню регулятора в режиме настройки представлена на рис. 11.

Первоначально меню настройки регуляторов состоит из двух команд: **РЕГУЛЯТОР** и **ПАРОЛЬ**. Выбор необходимой команды происходит при помощи кнопок **↑**, **↓**.

Внимание! После окончания ввода параметров для сохранения изменений настройки в энергонезависимую память необходимо нажать на кнопку **МЕНЮ**. После завершения настройки регулятора необходимо закрыть расширенные возможности настройки. Для чего необходимо кратковременно выключить прибор.

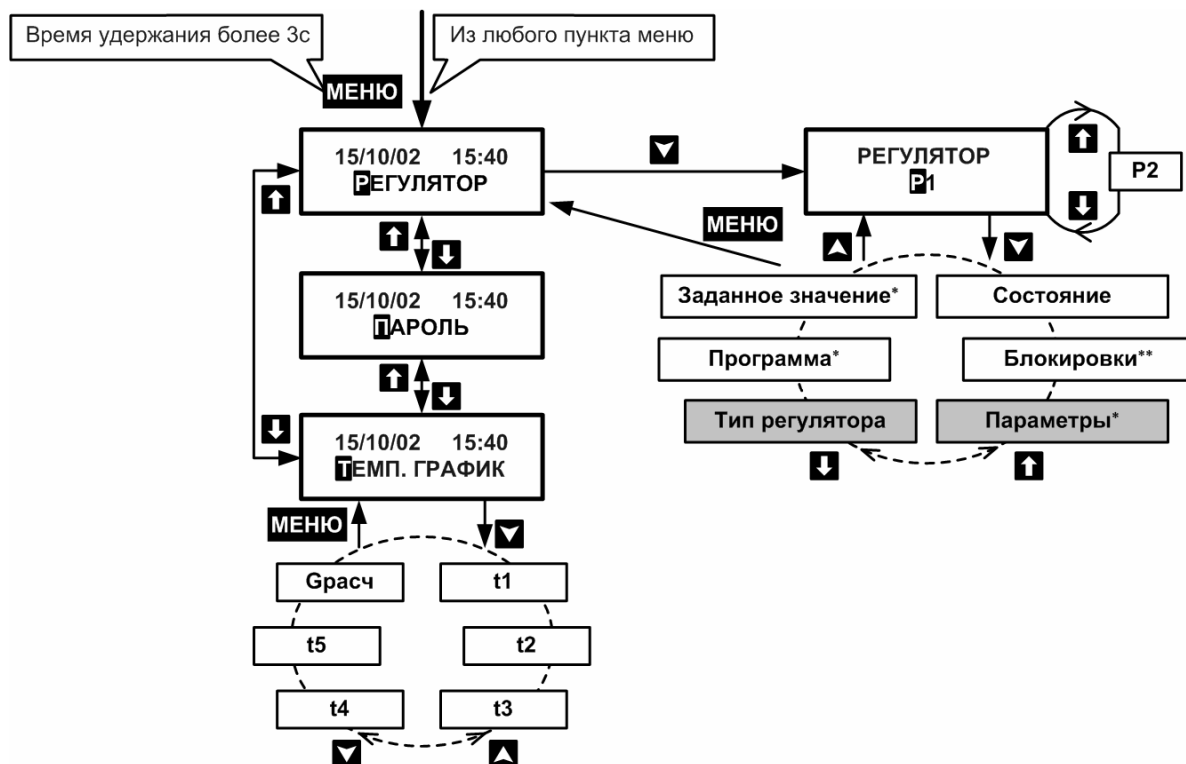


Рис. 11 – Структура меню регулятора

* – отсутствуют в регуляторе типа 5

** – отсутствует в регуляторах типа 5 и 7

Рассмотрим полный перечень команд и экранов меню регуляторов в режиме настройки.

5.1 Команда ПАРОЛЬ

Пункт меню **Пароль** предназначен для перехода в режим настройки регулятора, обеспечивая доступ к закрытым экранам, в частности расширяется перечень команд меню регуляторов, а также появляется дополнительная команда **ТЕМП. ГРАФИК** (температурный график) в верхнем уровне дополнительного меню.



Для ввода пароля необходимо выбрать из меню регуляторов команду **ПАРОЛЬ** и нажать на кнопку ; затем, необходимо 5 раз нажать кнопку . При каждом нажатии на экране будет появляться «звездочка – *» (рис. 12).



Рис. 12 – Экран ввода пароля

Если пароль введен правильно, то после пятого нажатия автоматически будет выполнен возврат на верхний уровень меню регуляторов (команда **ПАРОЛЬ**).

Если при вводе пароля допущена ошибка, то появится предупреждающая надпись (рис. 13) и, нажав на любую клавишу, можно повторить попытку ввода пароля.

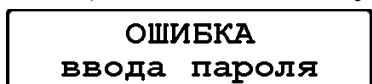


Рис. 13 - Предупреждение о неправильном вводе пароля

5.2 Команда РЕГУЛЯТОР

Команда **РЕГУЛЯТОР** включает ряд дополнительных подпунктов. Число дополнительных подпунктов зависит от типа регулятора.





Для настройки регулятора необходимо задать номер регулятора. С этой целью, находясь в пункте **РЕГУЛЯТОР**, следует нажать кнопку  и с помощью кнопок ,  выбрать номер регулятора – **P1** или **P2** (рис. 14).








Рис. 14 – Экран выбора номера регулятора

После выбора номера регулятора и нажатия на кнопку , появляются вложенные подпункты меню регулятора.

5.3 Команда ТЕМП. ГРАФИК

Позволяет ввести параметры температурного графика, используемые регуляторами типов 1,3 и 4. В работе регуляторов типов 2, 5, 6 и 7 параметры температурного графика не используются.

При появлении экрана видно значение, действующее в данный момент времени (рис. 15). В случае необходимости его можно изменить. Установка нового численного значения параметров осуществляется кнопками , , , . Переход к вводу следующего параметра – кнопкой .

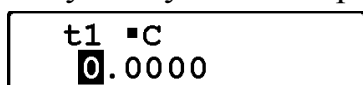


Рис. 15 - Экран ввода параметров температурного графика

Ниже пояснены обозначения используемые в экране ввода параметров температурного графика:

- t1 — температура в помещении по графику;
- t2 — температура наружного воздуха по графику;

- t_3 — температура системы отопления по графику;
- t_4 — температура обратной трубы по графику;
- t_5 — температура подающей трубы по графику⁵;
- $G_{расч}$. — расчетное значение расхода в системе отопления.

Например, при $t_2 = -26$ °С используются значения температур по графику: $t_1 = 18$ °С, $t_3 = 95$ °С, $t_4 = 70$ °С, $t_5 = 150$ °С. $G_{расч}$. назначается по техническому паспорту здания.

Регуляторы типа 1 и 3 при соответствии фактических условий заданным будет поддерживать расход в системе отопления, равный $G_{расч}$. Если один или несколько фактических параметров отличаются от заданных, то будет рассчитано новое значение расхода, необходимое для поддержания теплового баланса в здании. Для улучшения регулирования допускается корректировка $G_{расч}$ по результатам эксплуатации регулятора.

Параметры температурного графика одинаковы для регуляторов 1 и 2.

5.4 Дополнительные пункты команды «Регулятор»

5.4.1 Тип регулятора

При выборе данного пункта меню команды **РЕГУЛЯТОР** в экране (рис. 16) задается тип регулятора от 1 до 7. Тип выбранного регулятора определяет как алгоритм работы, так и перечень команд меню и набор используемых параметров температурного графика (для типов 1, 3 и 4).

Для всех типов, кроме 2, 5, 6 и 7 можно дополнительно задать вид трубопровода, участвующего в регулировании: подающий (**под**) или обратный (**обр**)⁶.



Рис. 16 - Экран выбора типа регулятора

Переход от поля выбора типа регулятора к полю выбора вида трубопровода выполняется нажатием на кнопку . Для выбора типа регулятора или вида трубопровода используются кнопки или .

Если выбран **регулятор типа 4**, а при настройке системы теплоснабжения датчик измерения температуры системы отопления был отключен, то при нажатии кнопки на экране вычислителя появляется сообщение об ошибке (рис. 17). Устранение отмеченной ошибки описано в Приложении В.






Рис. 17 – Ошибка настройки меню датчика температуры системы отопления

Если выбран **регулятор типа 5**, выполняющего управление давлением или перепадом давления, то при нажатии на кнопку можно попасть в последовательность экранов, обеспечивающих настройку датчика давления.

Первый из них (рис. 18) предназначен для выбора типа датчика (измеритель избыточного/абсолютного давления) и диапазона его выходных токов (0...5; 0...20 или 4...20 мА). Для измерения перепада давления следует выбирать датчик абсолютного давления, для измерения давления можно выбирать любой вариант.

⁵ Для регулятора типа 4 не используются параметры температурного графика $G_{расч}$ и t_5

⁶ Для регулирования выбирается трубопровод, на котором в наименьшей степени сказывается отбор воды на горячее водоснабжение

При использовании измерителя избыточного давления должна быть задана величина атмосферного давления (основное меню, команда **ОБЩЕДОГОВОР-НЫЕ**→**Баром.давление**). Для перехода от поля выбора типа измерителя к полю выбора диапазона выходных токов, как обычно, используется клавиша . Выбор варианта в пределах поля выполняется при помощи кнопок  и .

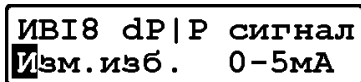


Рис. 18 - Выбор типа измерителя перепада давления/давления и диапазона его выходных токов

Надпись «ИВ18» в верхней строке экрана указывает на то, что датчик давления, используемый при регулировании, должен быть подключен к информационному токовому входу 8. Исходя из особенностей применения регуляторов, при регулировании перепада давления/ давления трубопровод 4 нельзя настраивать для расчета теплоты с использованием измеренного давления. Если попытаться задать тип регулятора 5 при условии, что ранее трубопровод 4 был включен в состав какого-либо теплового ввода и в нем измеряется давление, то при выходе из экрана выбора типа регулятора появляется сообщение об ошибке (рис. 19).

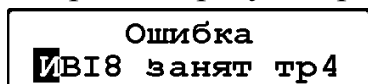


Рис. 19 - Сообщение об ошибке при попытке задать тип 5 регулятора, если труба 4 включена в состав ТВ

Поскольку для участия в управлении давлением выделен только один информационный вход, то использовать для этого можно только один из двух регуляторов. При попытке задать тип 5 одновременно для двух регуляторов в момент выхода из экрана выбора типа появляется сообщение об ошибке (рис. 20). Точно такое же сообщение появится и в том случае, если токовый вход 8 используется для регулирования и предпринимается попытка включить трубопровод 4 в состав какого-либо теплового ввода (в меню **СИСТЕМА**) и задать в нем измерение давления.

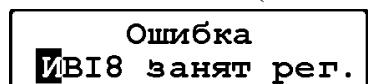









Рис. 20 - Сообщение об ошибке при попытке задать тип 5 сразу для двух регуляторов

После выхода из экрана задания типа измерителя давления при помощи кнопки , если не было ошибок, появляется экран (рис. 21) настройки номинальной функции преобразования (НФП) датчика.

Он состоит из двух полей. В верхней строке задается значение верхней точки рабочего участка НФП — dP_{max} . В нижней строке задается значение нижней точки рабочего участка НФП — dP_{min} . Переход от одного поля ввода к другому выполняется при помощи кнопки . Для ввода используются кнопки , ,  и . Выход из экрана после завершения ввода выполняется клавишей .

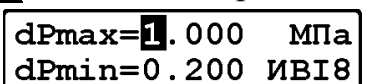







Рис. 21 - Экран настройки НФП датчика давления/ перепада давления

В последнюю очередь для регулятора типа 5 вводится заданное значение перепада давления/ давления (рис. 22). Для ввода используются кнопки , ,  и . Выход из экрана после завершения ввода выполняется клавишей .

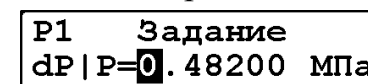



Рис. 22 - Экран ввода заданного значения перепада давления/ давления

При выборе регулятора типа 7 выполняется контроль наличия трубы ГВС для теплового ввода, номер которого такой же, как у регулятора. Если труба ГВС отсутствует, то появляется сообщение об ошибке (рис. 23).

ОШИБКА
нет трубы ГВС

Рис. 23 - Сообщение об ошибке, при попытке задать тип 7 регулятора, в ТВ которого отсутствует труба ГВС

5.4.2 Параметры

При последовательном нажатии на кнопку  появляются экраны ввода параметров регулятора:

- **Зона неч.** – ширина зоны нечувствительности. Данному параметру в зависимости от типа регулятора соответствуют различные физические величины (таблица 4).

Таблица 4

Тип регулятора	Физическая величина	Единицы измерения
1...4	температура воздуха в помещении	°С
5	перепад давления или давление	%
6	регулируемый расход	%
7	температура ГВС	°С

Начиная с версии 7 ПО для зоны нечувствительности можно выбрать параметр, для которого она вводится. Возможны два варианта:

1. параметр состояния, °С;
2. управляющее воздействие **u**, с.

Примечание: Вариант 2 отсутствует для регулятора типа 2.

Управляющее воздействие начинает вырабатываться только после того, как значение разности между измеренным и заданным значениями превысит ширину зоны нечувствительности. В противном случае управляющее воздействие не формируется.

Аналогичным образом оно не формируется если задана зона нечувствительности по управляющему воздействию и длительность импульса управления меньше ширины зоны нечувствительности. Такой вариант выбора помогает уменьшить количество срабатываний исполнительного механизма, увеличивая его срок службы.

- **Усмещения** – параметр элеватора теплового узла, равный соотношению разностей температур на входе элеватора (в подающем трубопроводе и системы отопления) и выходе элеватора (системы отопления и обратного трубопровода):

$$\text{Усмещения} = (t_{\text{под.}} - t_{\text{сo}}) / (t_{\text{сo}} - t_{\text{обр.}}).$$

Параметр вводится и учитывается только для регуляторов типа 1. При отсутствии элеватора (подключение к теплосети на прямых параметрах) Усмещения = 0. При выборе регулятора типа 3 Усмещения вычисляется по измеренному значению текущего расхода. Для регуляторов остальных типов значение Усмещения не вводится и не влияет на расчет.

- **Тупр.имп**, мин – максимальная длительность импульсов управления в минутах. Ограничивает максимальное время, в течение которого может быть включен электродвигатель исполнительного механизма. Если требуемое значение расхода не достигнуто, он может включиться вновь только по истечении периода регулирования T регулятор.

Примечания: 1) $T_{упр.имп}$ всегда должно быть меньше $T_{регул.}$.
2) Максимальное значение длительности импульса задается при настройке регулятора. Оно должно быть таким, чтобы исполнительный механизм (например, привод заслонки, клапана или вентиля) не успел перейти из одного крайнего положения в другое.

- **$T_{ф.помещ}$** , мин (регуляторы всех типов, кроме 5 и 7), **$T_{ф.dP}$** , мин (регулятор типа 5) – постоянная времени фильтра сигнала регулируемой величины (задается в минутах). В зависимости от типа регулятора регулируемой величиной является или температура воздуха в помещении или перепад давления. В регулировании участвует выходной сигнал фильтра, отражающий среднее значение величины за период, примерно в 2–3 раза превышающий его постоянную времени. Фильтр имеет частоту дискретизации, соответствующую длительности основного цикла системы (период 6 с), то есть более высокую, чем у системы регулирования. Параметр вводится для регуляторов типов 1...5. Для остальных типов он не вводится и не влияет на работу регулятора. Для регулятора типа 7 фильтр не используется и данный параметр в интерфейсе отсутствует.

Примечание: Для регуляторов типов 2 и 5 постоянная времени фильтра должна быть существенно меньше (по крайней мере в 3...5 раз) периода регулирования $T_{регул.}$, чтобы применение фильтрации в канале измерения регулируемой величины не влияло существенным образом на устойчивость системы.

- **$T_{ф.внеш}$** , мин - постоянная времени фильтра сигнала температуры наружного воздуха (задается в минутах). Принцип работы фильтра аналогичен фильтру $T_{ф.помещ}$. Параметр вводится для регуляторов типов 1, 3 и 4. Для остальных типов он не вводится и не влияет на работу регулятора.
- **$T_{регул.}$** , мин - период регулирования в минутах, задает интервал вычисления и формирования управляющего воздействия.

Примечания: 1) В регуляторах 2 или 5 эта величина всегда должна быть больше постоянных времени фильтров температуры в помещении и наружного воздуха, если они применяются. В свою очередь период регулирования должен быть достаточно малым, чтобы за это время параметры состояния системы не успевали заметно измениться.
2) При выборе постоянной времени необходимо учитывать наличие запаздывания. Желательно выбирать постоянную времени несколько больше, чем запаздывание.

Рис. 24 поясняет соотношения между вводимыми временными параметрами регулятора.

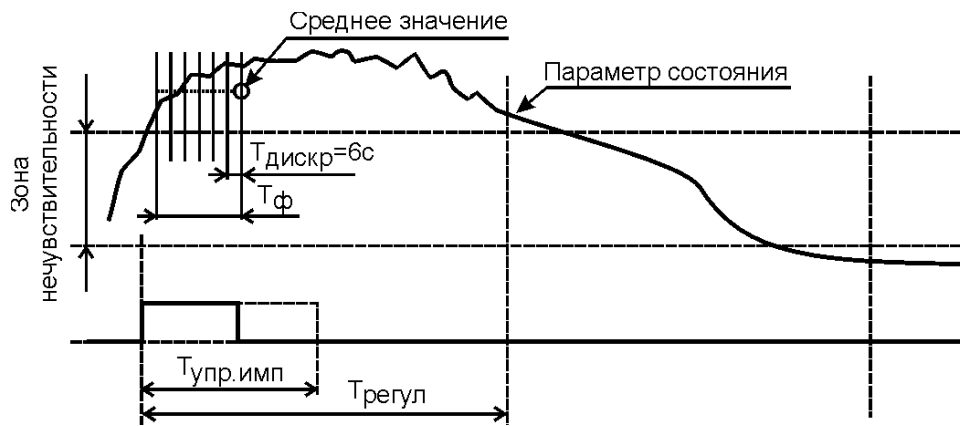


Рис. 24 – Соотношения между временными параметрами регулятора

- K_I , мин – постоянная интегрирования, задающая наряду с K , коэффициент пропорциональности между значением управляющего воздействия и интегралом по времени от отклонения. Применение интегральной составляющей позволяет свести к нулю статическую ошибку.

Примечание: Как правило, K_I должно быть в K раз больше первой по значимости постоянной времени запаздывания.

- K - коэффициент передачи ПИД-регулятора, задающий отношение постоянной составляющей управляющего воздействия к постоянной составляющей ошибки, т.е. величине рассогласования фактического и заданного расходов в регуляторах типов 1, 3 и 6, или рассогласования текущей и заданной температур теплоносителя в системе отопления в регуляторе типа 4, или рассогласования текущего и заданного перепада давления/ давления в регуляторе типа 5. Чем больше значение K , тем больше длительность управляющего воздействия при одинаковом значении рассогласования. Это, с одной стороны, позволяет уменьшить ошибку регулирования, с другой - может привести к неустойчивого режима работы системы. Признаком последнего является возникновение периодических колебаний регулируемого параметра.

Примечания: 1) Рекомендуется подбирать такое неотрицательное значение K , при котором $T_{упр.}$ будет получаться в несколько раз меньше времени, требуемого для перевода исполнительного механизма регулятора из одного крайнего положения в другое.

2) При $K=0$ управляющее воздействие не формируется.

- K_d , мин – постоянная дифференцирования, задающая, наряду с K , коэффициент пропорциональности между приращением сигнала управления и производной сигнала ошибки. Применение при регулировании производной рассогласования позволяет улучшить форму переходного процесса, в первую очередь - уменьшить перерегулирование.

Примечание: Как правило, K_d должен быть примерно равным второй по значимости постоянной времени объекта управления.

6 Контроль состояния регулятора




В процессе работы можно проконтролировать состояние регуляторов, значения регулируемых параметров и длительность импульса управляющего воздейст-

вия. Также можно установить некоторые параметры, задающие значения регулируемых величин и порядок их применения.

Для контроля состояния регуляторов используется дополнительное меню **РЕГУЛЯТОР**, как и в режиме настройки (см. рис. 11). Пункты, выделенные цветом, недоступны в режиме контроля.

Как и в режиме настройки переход к меню **РЕГУЛЯТОР** выполняется при длительном (не менее 3 с) нажатии кнопки **МЕНЮ**⁷. Признаком перехода в меню регуляторов служит появление экрана, показанного на рис. 25. Для возврата в главное меню необходимо снова длительно нажать кнопку **МЕНЮ**.

6.1 Команды меню контроля регулятора

Для контроля состояния необходимо задать номер регулятора. С этой целью, находясь в пункте «**РЕГУЛЯТОР**», следует нажать кнопку  и с помощью кнопок ,  выбрать номер регулятора – **P1** или **P2** (рис. 26).

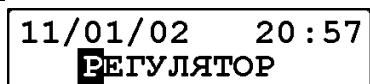



Рис. 25 – Экран меню регулятора в режиме контроля

Рис. 26 – Экран выбора номера регулятора

После выбора номера регулятора и нажатия на кнопку , появляется вложенные подпункты меню регулятора.

Выбор соответствующего подпункта осуществляется при помощи кнопок , .

Рассмотрим подробно каждый из подпунктов меню регулятора.

6.1.1 Состояние

Экран индикатора (рис. 27) отображает параметры состояния регулятора любого типа и может быть использован для включения или отключения регулятора.

Рассмотрим подробнее содержание полей экрана «**Состояние**».

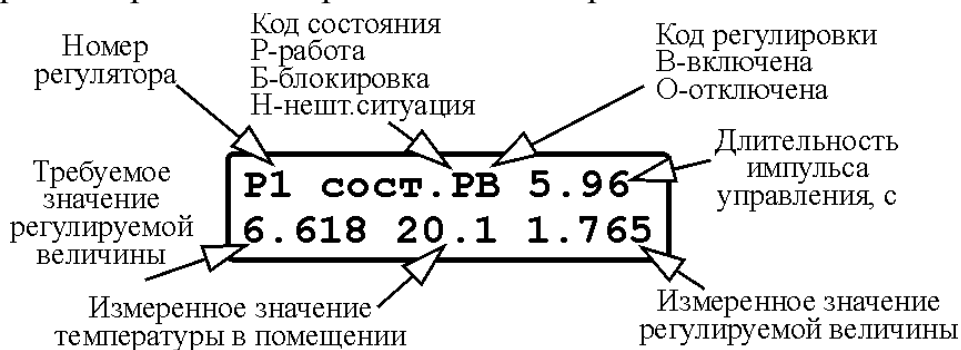


Рис. 27 – Экран состояния регулятора типа 1

Номер регулятора. Отображается номер выбранного регулятора (P1 или P2).



Код состояния может иметь значения:

- **P** (работа – при нормальной работе регулятора);
- **Б** (блокировка – при снижении температуры в обратной трубе ниже минимального допустимого значения и отрицательном управляющем воздействии или при превышении этой температурой значения, заданного для обратного трубопровода в температурном графике, более чем на 3°С, и при условии, что блокировка разрешена);
- **Н** (нештатная ситуация).

⁷ В режиме контроля нажатия кнопки **ДОСТУП** не требуется

Регулятор автоматически переводится в состояние **Н**, если возникла диагностируемая ситуация по величинам, участвующим в регулировании. Например, для регулятора типа 1 это может быть ситуация по расходу (меньше минимального или больше максимального) либо по температуре в подающей трубе *tnod*, обратной трубе *тобр*, в помещении *tnom* или наружного воздуха *tn.в.* (меньше минимальной или больше максимальной). В том случае, если индицируется состояние **Н**, то **формируются импульсы положительного управляющего воздействия максимальной длительности**, что вызывает полное открытие исполнительного механизма.

Индикация символа **Б** для регуляторов типа 1,3 или 4 означает прекращение формирования управляющего воздействия, при этом оно имеет нулевое значение. Регулятор типа 2 в состоянии **Б** ведет себя иначе - как и в состоянии **Н**, если зафиксирована пониженная температура, или как все остальные регуляторы при блокировке - при повышенной температуре.

Код регулировки указывают на то, включен ли регулятор (символ **В**) или отключен (символ **О**). Спустя некоторое время после включения прибора регулятор автоматически включается. Перевести в выключенное состояние его можно вручную, при помощи кнопок , , выбирая состояния «включен/отключен» экрана состояния. Если регулятор не нужен, то добиться отсутствия регулирования, не прибегая к ручному выключению, можно, задав нулевую длительность управляющих импульсов *Тупр.имп.* (в разделе 5.4.2 Параметры, стр. 18) при настройке регулятора.

Значение длительности импульса управления в секундах *Тупр*, формируемого на выходе регулятора. *Тупр*, рассчитывается каждый раз по истечении периода регулирования *Трегулпр*. Установка периода регулирования описана в разделе 5.4.2 Параметры (стр. 19) при настройке регулятора. Знак «←» говорит о том, что управляющее воздействие направлено на уменьшение регулируемой величины, отсутствие знака - на стремление регулятора увеличить эту величину.

Требуемое значение регулируемой величины. В зависимости от типа регулятора значением является: тип 1, 3, 6 - расход в трубопроводе; тип 2 - температура воздуха в помещении; тип 4 - температура системы отопления; тип 5 - заданное значение давления или перепада давления; тип 7 - значения температуры ГВС.

Измеренное значение температуры воздуха в помещении. Отображается только для регуляторов типов 1...4. Для остальных типов регулятора индицируется нулевое значение.

Измеренное значение регулируемой величины. В зависимости от типа регулятора значением является: тип 1, 3, 6 - текущий расход в трубопроводе; тип 2 - текущая температура воздуха в помещении; тип 4 - текущая температура системы отопления; тип 5 - текущее значение давления или перепада давления; тип 7 - текущее значение температуры ГВС для текущего момента времени (дня недели и часа).

Рассмотрим в качестве примера значения полей экрана состояния регулятора 1 типа 1, представленные на рис. 27. Регулятор находится в рабочем состоянии и включен. На данном периоде регулирования он формирует положительное управляющее воздействие длительностью 5,96 с. Система регулирования должна установить расход в 6,618 т/ч. Текущее значение расхода - 1,765 т/ч. Текущее значение температуры воздуха в помещении - 20,1° С.

Примечание: Следует иметь в виду, что часть полей экрана состояния изменяется только раз в течение периода управления (*Тупр*). После входа в экран и до наступления начала нового периода управления их значения будут оставаться нулевыми.

6.1.2 Заданное значение


Данный подпункт предназначен для контроля и ввода заданного значения параметра состояния. Для регулятора типов 1...4 это значение заданной температуры воздуха в помещении в дневное (рис. 28.а) и ночное (рис. 28.б) время. Для регулятора типа 6 - значение заданного расхода в подающем (обратном) трубопроводах в дневное (рис. 29.а) и ночное (рис. 29.б) время. Для регулятора типа 7 - значение заданной температуры ГВС в дневное и ночное время. Чтобы перейти от одного экрана к другому, необходимо использовать кнопку .



Рис. 28 –Экраны ввода заданного значения температуры воздуха в помещении (регуляторы типа 1...4) или температуры ГВС (регулятор типа 7) в дневное (а) и в ночное (б) время

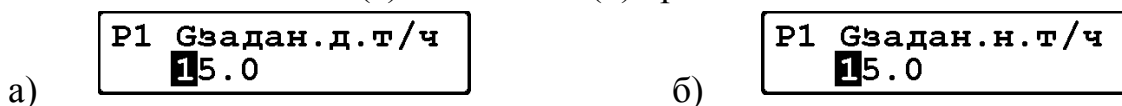


Рис. 29 –Экраны ввода значение заданного расхода (регулятор типа 6) в дневное (а) и в ночное (б) время

Примечание: Для регулятора типа 5 данный подпункт меню отсутствует, ввод заданного значения давления или перепада давления происходит через подпункт выбора типа регулятора при настройке системы регулирования.

6.1.3 Программа

Программным называется регулятор, у которого заданное значение изменяется известным образом, по определенной программе. В данном экране можно задать для каждого дня недели интервал времени, в течение которого должна поддерживаться дневная температура для регуляторов типа 1...4, дневной расход для регулятора типа 6 или дневная температура ГВС для регулятора типа 7. Для регулятора типа 5 данный подпункт меню отсутствует.

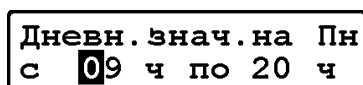









Рис. 30 –Экраны ввода программы на понедельник

В качестве примера на рис. 30 показан экран ввода программы на понедельник.

Установка времени осуществляется кнопками , , , ; переход между группами цифр – кнопкой , переход на следующий день недели – кнопками  или . После завершения ввода программы на все дни недели ее можно сохранить в энергонезависимой памяти, нажав кнопку **МЕНЮ**.

Примечание: При формировании программы следует учитывать запаздывание изменения температуры воздуха в помещении после изменения положения клапана, вызванное инерционностью процессов теплообмена. Необходимо задавать время включения дневного режим раньше начала рабочего времени, а время отключения - до его конца.

6.1.4 Блокировки

Как уже было сказано (раздел 1.2.3 - «Блокировка», стр. 5), для повышения надежности работы регулятора применяется блокировка⁸.

Режимы работы системы блокировки задаются при настройке регуляторов в зависимости от их типа.

В регуляторах, построенных на основе вычислителя ВКТ-5, применяется два вида блокировки:

- температура теплоносителя в обратном трубопроводе ниже минимально допустимого значения (регуляторы типа 1...4, 6);
- температура теплоносителя в обратной трубе более чем на 3 °С превышает значение, рассчитанное по температурному графику (регуляторы типа 1, 3 и 4).

В случае возникновения первой ситуации для регуляторов типов 1, 3, 4 и 6 устанавливается нулевое значение управляющего воздействия, то есть прекращается движение исполнительного механизма. Для регулятора типа 2 - устанавливается максимальное положительное управляющее воздействие, то есть исполнительное устройство встает в положение, обеспечивающее наибольший расход теплоносителя.

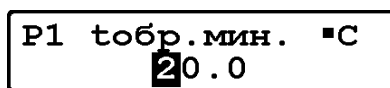


Рис. 31 –Экран контроля/ввода минимального значения температуры в обратном трубопроводе, при которой блокируется работа регулятора

Во втором случае в регуляторах 1, 3 и 4 формируется нулевое управляющее воздействие, если блокировка разрешена. Для регуляторов типа 2 и 6 данный тип блокировки отсутствует.

Для настройки системы блокировок необходимо, находясь в подменю пункта «РЕГУЛЯТОР», кнопками или выбрать подпункт «Блокировки» и нажать на кнопку . На индикаторе появится экран, предназначенный для ввода минимальной допустимой температуры теплоносителя в обратном трубопроводе (рис. 31).

Для ввода числового значения, как обычно, используются кнопки , , и .



Рис. 32 – Экран разрешения/запрета блокировки

Нажатие на кнопку для регуляторов типа 1, 3 и 4 вызывает экран разрешения/запрета блокировки (рис. 32). Для регуляторов типов 2 и 6 этот экран заблокирован и нажатие на кнопку возвращает на верхний уровень меню РЕГУЛЯТОР.

Выбрав при помощи кнопок или необходимый вариант настройки (ДА / НЕТ— разрешение/запрещение блокировки по превышению), можно при помощи кнопки выйти в экран выбора подпункта команды РЕГУЛЯТОР. Для сохранения введенных настроек необходимо нажать на кнопку .

Примечание: После установки требуемых параметров регулятора следует вернуться на верхний уровень меню РЕГУЛЯТОР, путем кратковременного нажатия кнопки . Только в этом случае будут сохранены все введенные значения в энергонезависимую память!

⁸ Блокировка осуществляется только в регуляторах типа 1...4, 6.

Приложение А – Типовые схемы включения регуляторов

Регулятор типа 1

с использованием в качестве исполнительного механизма регулирующего клапана
 В процессе регулирования используются датчики: $t_{НВ}$, $t_{ПОМ}$, $t_{ПР}$, $t_{ОБР}$, $G_{ПР}$ или $G_{ОБР}$

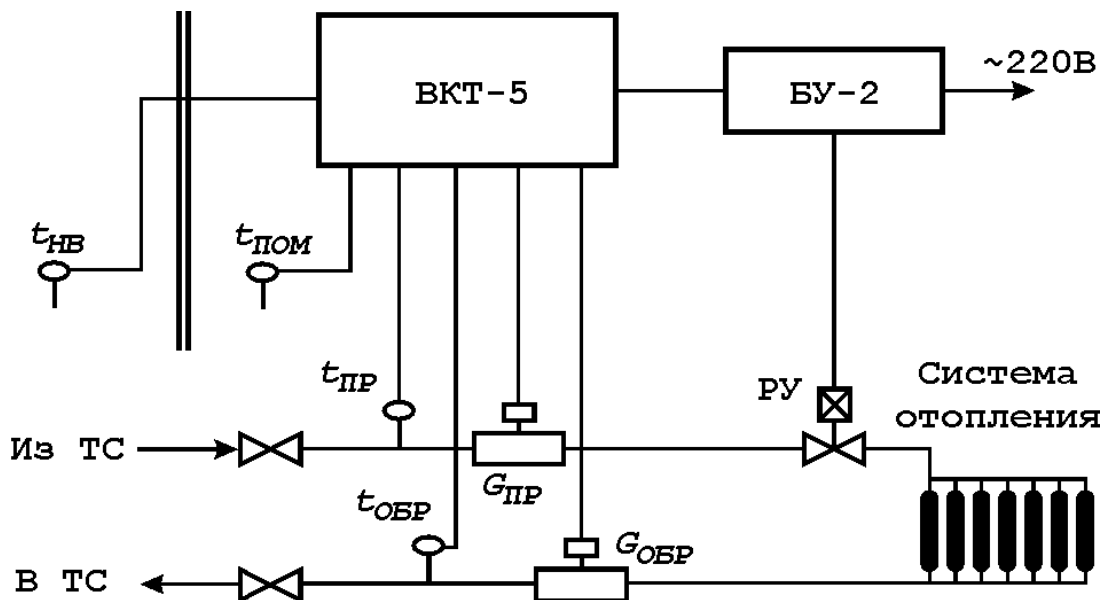


Рис. А.1

Регулятор типа 2

с использованием в качестве исполнительного механизма регулирующего клапана.
 В процессе регулирования используются датчики: $t_{ПОМ}$

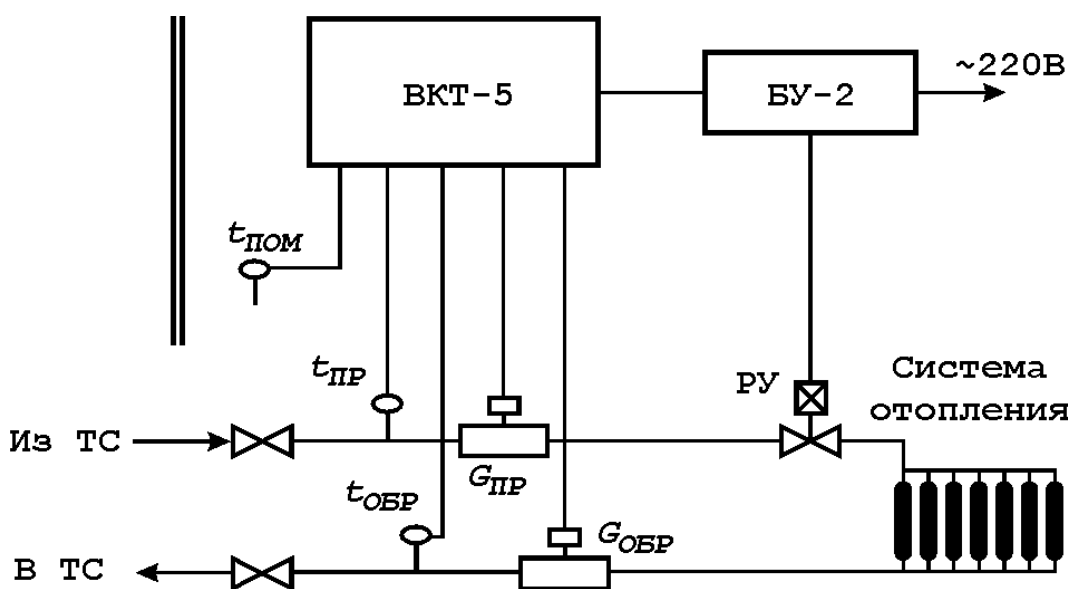


Рис. А.2

Регулятор типа 3

с использованием в качестве исполнительного механизма регулируемого гидроэлеватора.

В процессе регулирования используются датчики: $t_{НВ}$, $t_{ПОМ}$, $t_{ПР}$, $t_{ОБР}$, $G_{ПР}$ или $G_{ОБР}$

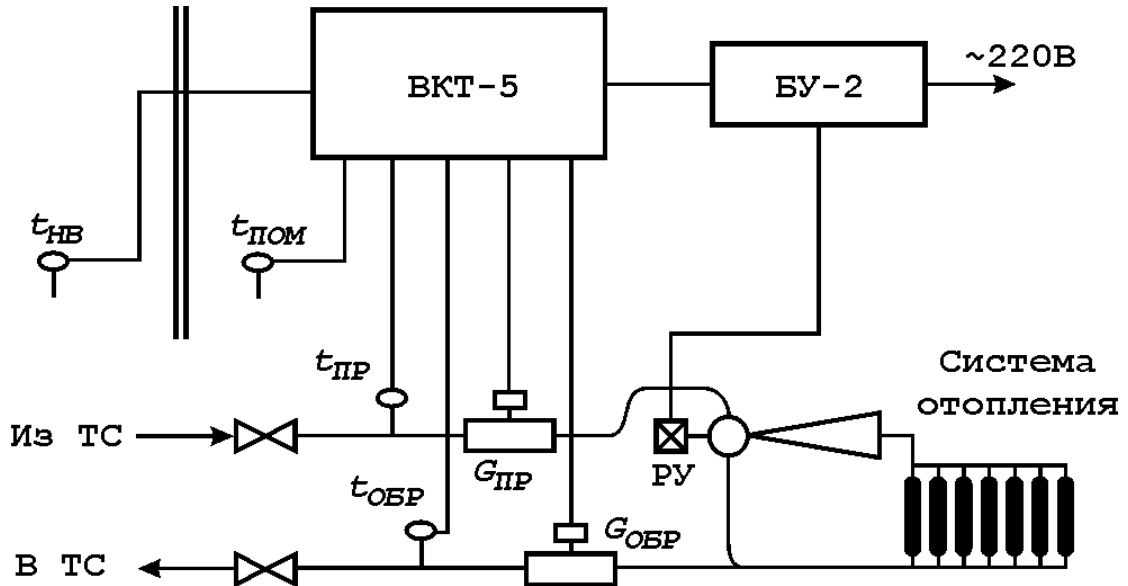


Рис. А.3

Регулятор типа 4

с использованием в качестве исполнительного механизма регулируемого гидроэлеватора.

В процессе регулирования используются датчики: $t_{НВ}$, $t_{ПОМ}$, $t_{ПР}$, $t_{ОБР}$, $t_{СО}$, $G_{ПР}$ или $G_{ОБР}$

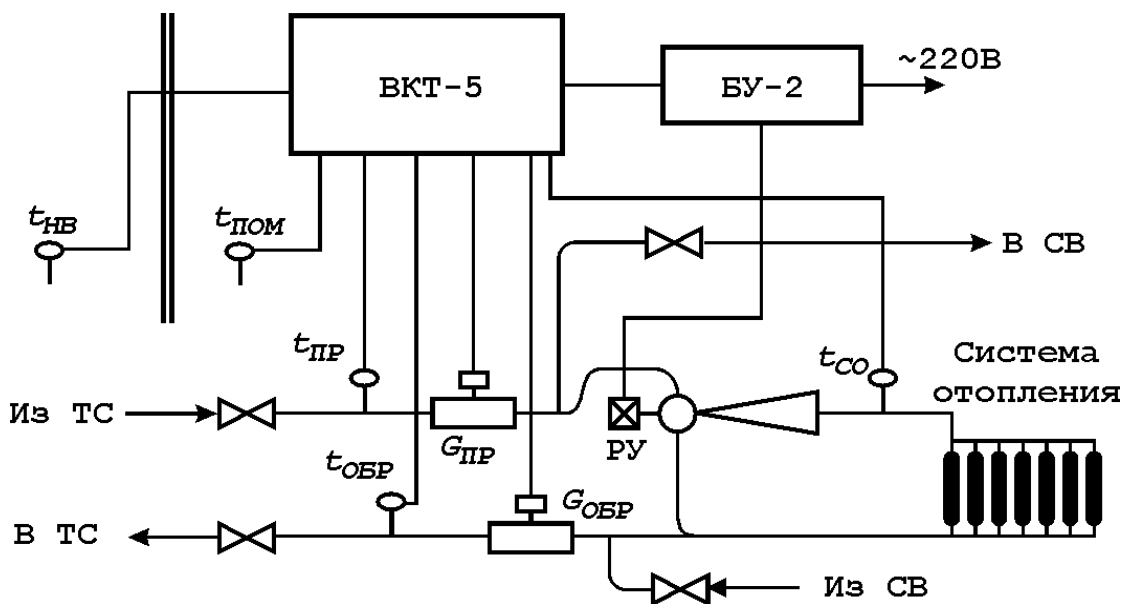


Рис. А.4

Регулятор типа 5

с использованием в качестве исполнительного механизма регулирующего клапана,
установленного вместе с насосом

В процессе регулирования используется датчик перепада давления ΔP

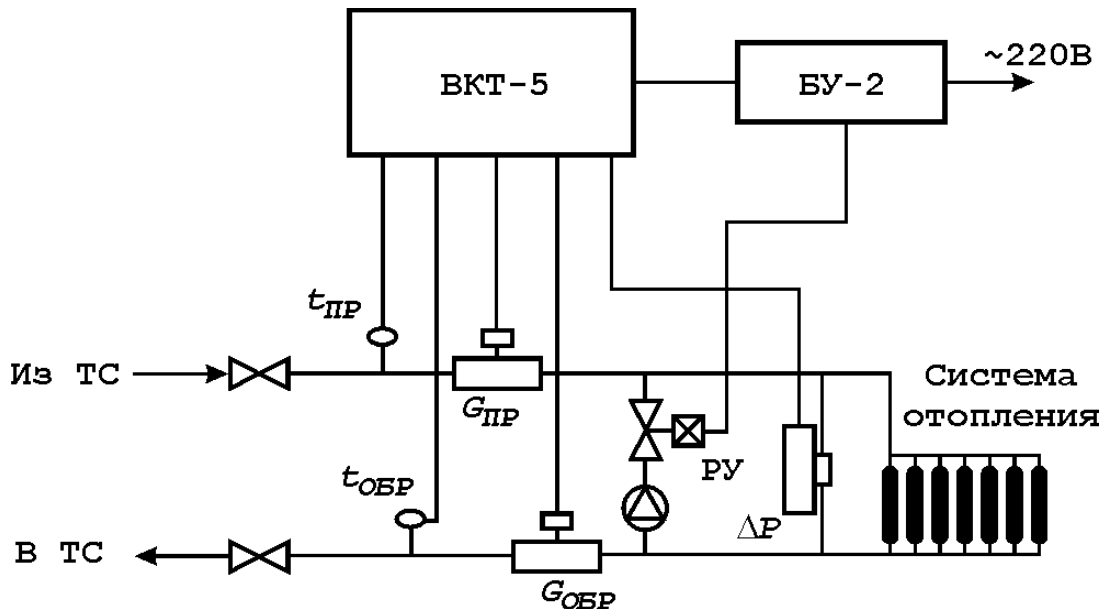


Рис. А.5

Регулятор типа 5

с использованием в качестве исполнительного механизма регулирующего клапана,
установленного вместе с насосом

В процессе регулирования используется датчик давления P

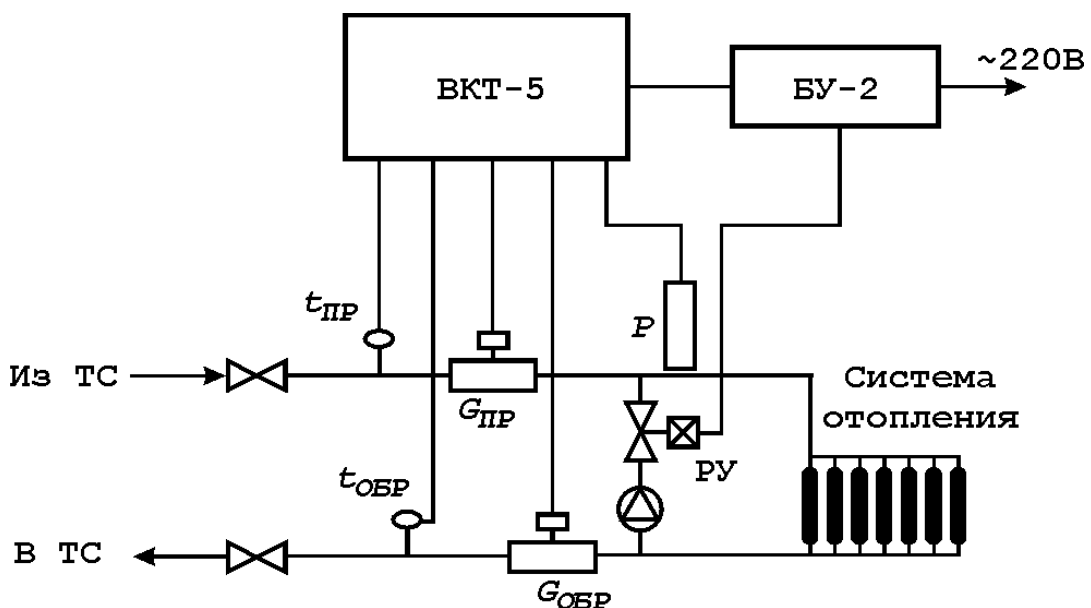


Рис. А.6

Регулятор типа 6

с использованием в качестве исполнительного механизма регулируемого клапана
В процессе регулирования используется датчик $G_{ПР}$ или $G_{ОБР}$

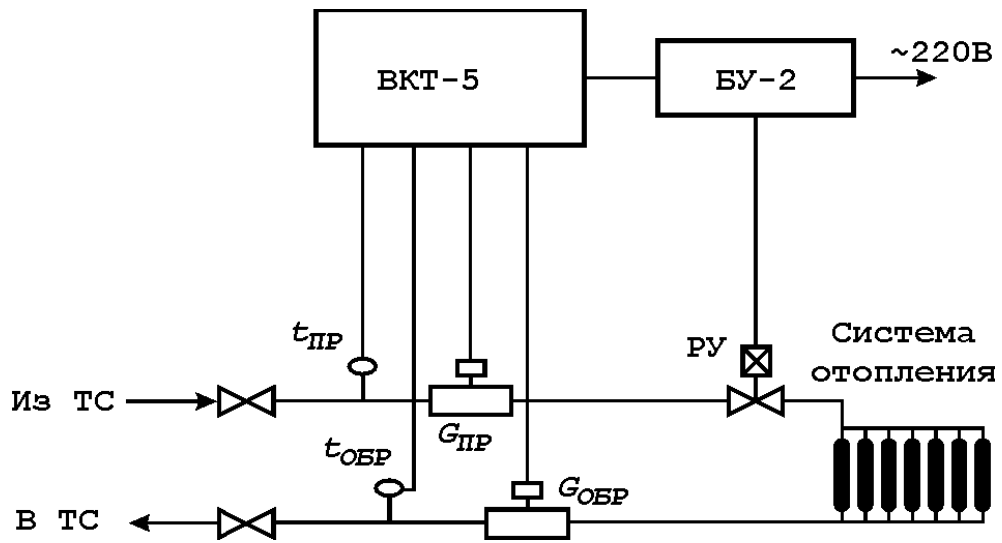


Рис. А.7

Регулятор типа 7

с использованием в качестве исполнительного механизма клапана.
В процессе регулирования используется датчик $t_{ГВС}$

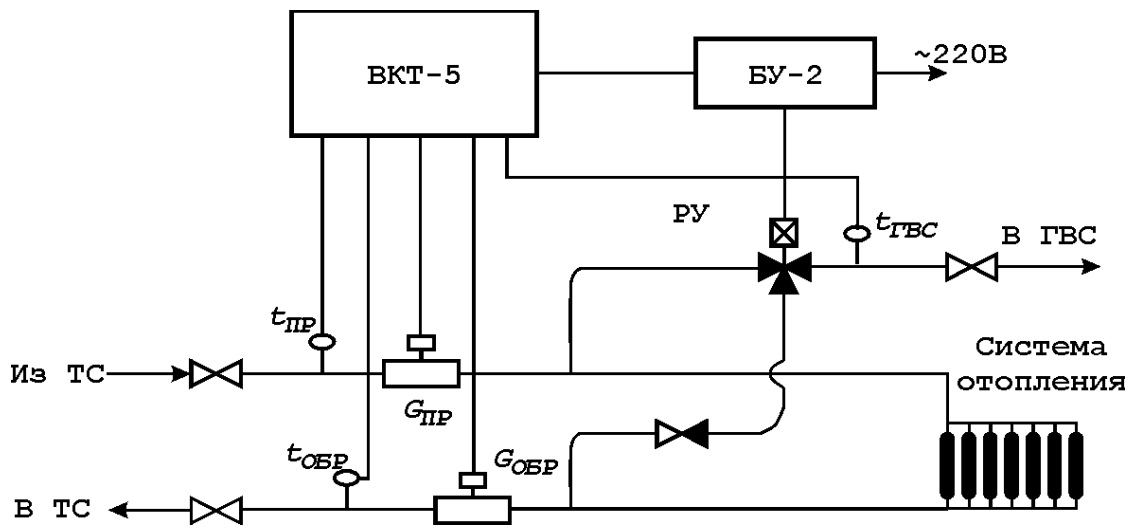


Рис. А.8

Регулятор типа 7

с использованием в качестве исполнительного механизма регулирующего клапана.
В процессе регулирования используется датчик $t_{ГВС}$

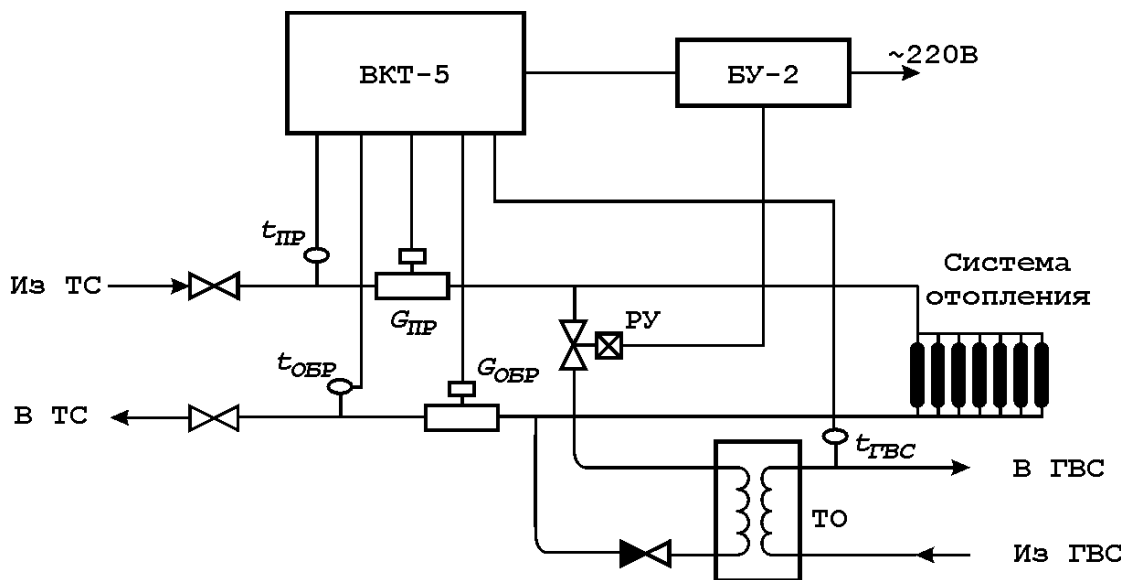


Рис. А.9

Приложение Б – Сравнительные характеристики регуляторов

Таблица Б.1 - Сравнительные характеристики регуляторов систем теплоснабжения на базе тепловычислителя ВКТ-5

Тип регулятора	Параметр состояния	Регулируемая величина	Закон регулирования	Программа	Блокировка	Примечания
1	$t_{\text{пом.тек}}$	$G_{\text{тек}}$	ПИД	+	1, 2	Используется фиксированное значение коэффициента смешения
2	–	$t_{\text{пом тек}}$	Р	+	1	
3	$t_{\text{пом.тек}}$	$G_{\text{тек}}$	ПИД	+	1, 2	Коэффициента смешения косвенно рассчитывается по параметрам состояния системы теплоснабжения
4	$t_{\text{пом.тек}}$	$t_{\text{отоп тек}}$	ПИД	+	1, 2	
5	–	$P_{\text{тек}}$	ПИД	-	–	
6	–	$G_{\text{тек}}$	ПИД	+	1	
7	–	$t_{\text{ГВС тек}}$	ПИД	+	–	

Условные обозначения:

$t_{\text{пом тек}}$ - текущая температура воздуха в помещении
 $G_{\text{тек}}$ - текущее значение расхода теплоносителя
 $P_{\text{тек}}$ - текущее значение давления или перепада давления
 $t_{\text{ГВС тек}}$ - текущая температура воды в системе ГВС

Законы регулирования:

ПИД - пропорционально-дифференциальное регулирование
Р - релейное регулирование

Типы блокировок:

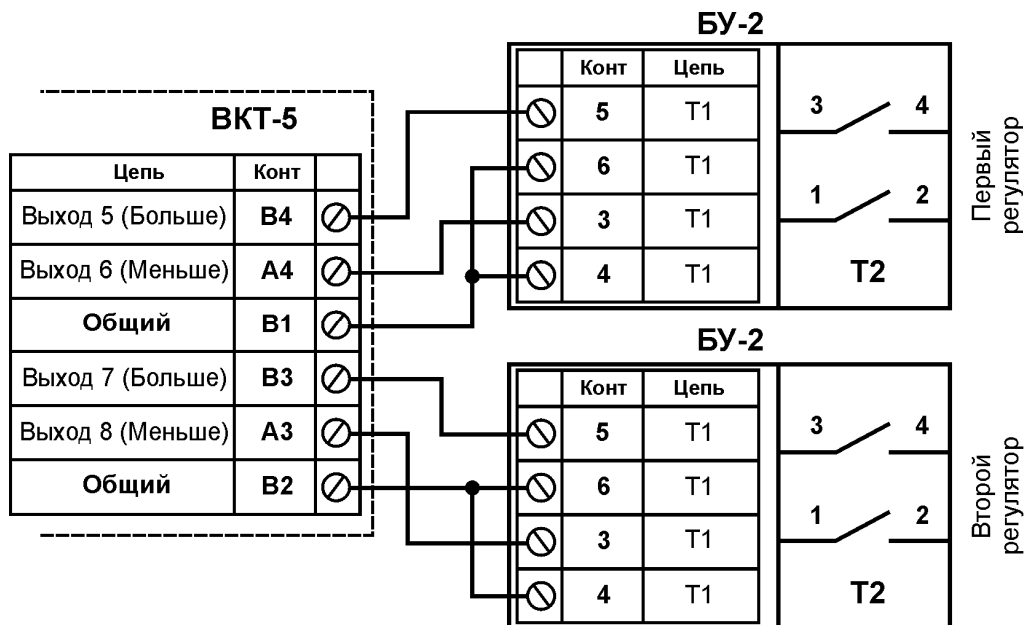
- температура теплоносителя в обратном трубопроводе ниже минимально допустимого значения;
- температура теплоносителя в обратной трубе более чем на 3 °С превышает значение, рассчитанное по температурному графику.

Приложение В – Сообщения об ошибках

Сообщение на экране дисплея	Причина возникновения ошибки	Действия по устранению ошибки
Ошибка ввода пароля	Неправильный ввод пароля	Повторить ввод пароля
Ошибка конф.входа Tco	Выключен датчик температуры системы отопления	В меню ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ → t сис.отопл установить режим измерения температуры системы отопления (Изм.) и выбрать тип температурного датчика
Ошибка ИВВ занят трубой	Попытка выбора режима измерения дополнительной температуры (в пункте ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ)	В меню СИСТЕМА отключить измерение температуры по соответствующему трубопроводу (установить Не изм. или Догов.)
Ошибка ИВВ занят tв	Попытка выбора режима измерения температуры помещения 1 (в пункте ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ)	В меню ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ → t хол.воды ИВВ6 отключить режим измерения температуры холодной воды (установить Не изм. или Догов.)
Ошибка ИВВ занят tпом1	Попытка выбора режима измерения температуры холодной воды (в пункте ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ)	В меню ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ → t помещ1 ИВВ6 отключить режим измерения температуры холодной воды (установить Не изм. или Догов.)
Ошибка ИВВ занят доп. t	Попытка выбора режима измерения температуры теплоносителя в Тр5...8 (в пункте СИСТЕМА)	В меню ДОП. ТЕМПЕРАТУРЫ отключить режим измерения доп. температур (установить Не изм. или Догов.)
Ошибка ИВВ8 занят тр4	Попытка задать тип 5 регулятора, если труба 4 включена в состав теплового ввода и в ней измеряется давление	Изменить конфигурацию системы теплоснабжения
Ошибка ИВВ8 занят рег	Попытка задать тип 5 сразу для двух регуляторов или использовать для измерения тепла трубу 4, когда работает регулятор типа 5	Изменить конфигурацию системы теплоснабжения
Ошибка нет трубы ГВС	Попытка задать тип 7 регулятора, в тепловом вводе которого отсутствует труба ГВС	Изменить конфигурацию системы теплоснабжения

Приложение Г – Схема включения регулятора

Схема подключения вычислителя ВКТ-5 к блокам управления исполнительными механизмами (ИМ)



Внешний вид платы клеммников вычислителя ВКТ-5 с указанием мест подключения соединительных проводов

