
1.	Универсальный проект управления индивидуальным тепловым пунктом.....	2
1.1.	Общее описание.....	2
1.1.1.	Основные характеристики	2
1.1.2.	Типы контуров	2
1.2.	Пользовательский интерфейс.....	4
1.2.1.	Датчики	4
1.2.2.	Экран	4
1.2.3.	Меню.....	5
1.3.	Насосы и насосные группы.....	7
1.3.1.	Циркуляционные насосы	7
1.3.2.	Насос подпитки	8
1.3.3.	Дренажный насос	8
1.4.	Регулирование	9
1.4.1.	Запуск контура	9
1.4.2.	Поддержание уставки	9
1.4.3.	Поддержание температуры воды, сбрасываемой в теплотель	10
1.4.4.	Аварийные ситуации в процессе регулирования.....	11
Приложение 1. Настройка ПИД-регуляторов		12
Приложение 2. Список событий, заносимых в журнал		14
Приложение 3. Сводная таблица уставок		16

1. Универсальный проект управления индивидуальным тепловым пунктом

1.1. Общее описание

1.1.1. Основные характеристики

- Поддержка до трех независимых контуров потребления
- Поддержка различных типов контуров: отопление, горячее водоснабжение, холодное водоснабжение, отдельная насосная группа с АВР
- Автоматическое поддержание температуры прямой воды в контурах ГВС и отопления
- Автоматическое ограничение производительности каждого из контуров в заданном пользователем порядке для поддержания требуемой температуры воды, сбрасываемой в теплосеть
- Графики зависимости уставки прямой воды каждого контура от наружной температуры или температуры в подающем трубопроводе теплосети
- График зависимости максимальной температуры воды, сбрасываемой в теплосеть, от наружной температуры или температуры в подающем трубопроводе теплосети
- Регулирование с использованием векторных (трехпозиционных) или пропорциональных (0..10В) приводов
- Управление насосными группами из одного или двух насосов с применением ротации и АВР
- Управление насосами подпитки и дренажным насосом

1.1.2. Типы контуров

Контур отопления

Контур управления – самый сложный тип контура, обладающий максимальным числом настраиваемых параметров. При задании уставки используется график зависимости температуры прямой воды в контуре от наружной температуры или температуры воды в теплосети. Циркуляция в контуре обеспечивается одним насосом или группой из двух насосов. Как правило, производительность контура отопления ограничивается при превышении максимальной температуры воды, сбрасываемой в теплосеть. В контуре отопления присутствует насос подпитки. В летнем режиме контур останавливается.

Контур горячего водоснабжения (ГВС)

Повторяет характеристики контура отопления, но как правило производительность ГВС не ограничивается при превышении максимально допустимой температуры воды, сбрасываемой в теплосеть. Насос подпитки отсутствует. Контур работает круглый год.

Насосная группа (ХВС)

Насосная группа без регулятора температуры может быть либо отдельным контуром (например, холодное водоснабжение), либо входить в состав другого контура (отопление с двумя циркуляционными насосными группами). При этом контроллер управляет лишь насосами, температура воды в контуре игнорируется.

Пример схемы автоматизации ИТП с тремя контурами разных типов приведен на Рис. 1.

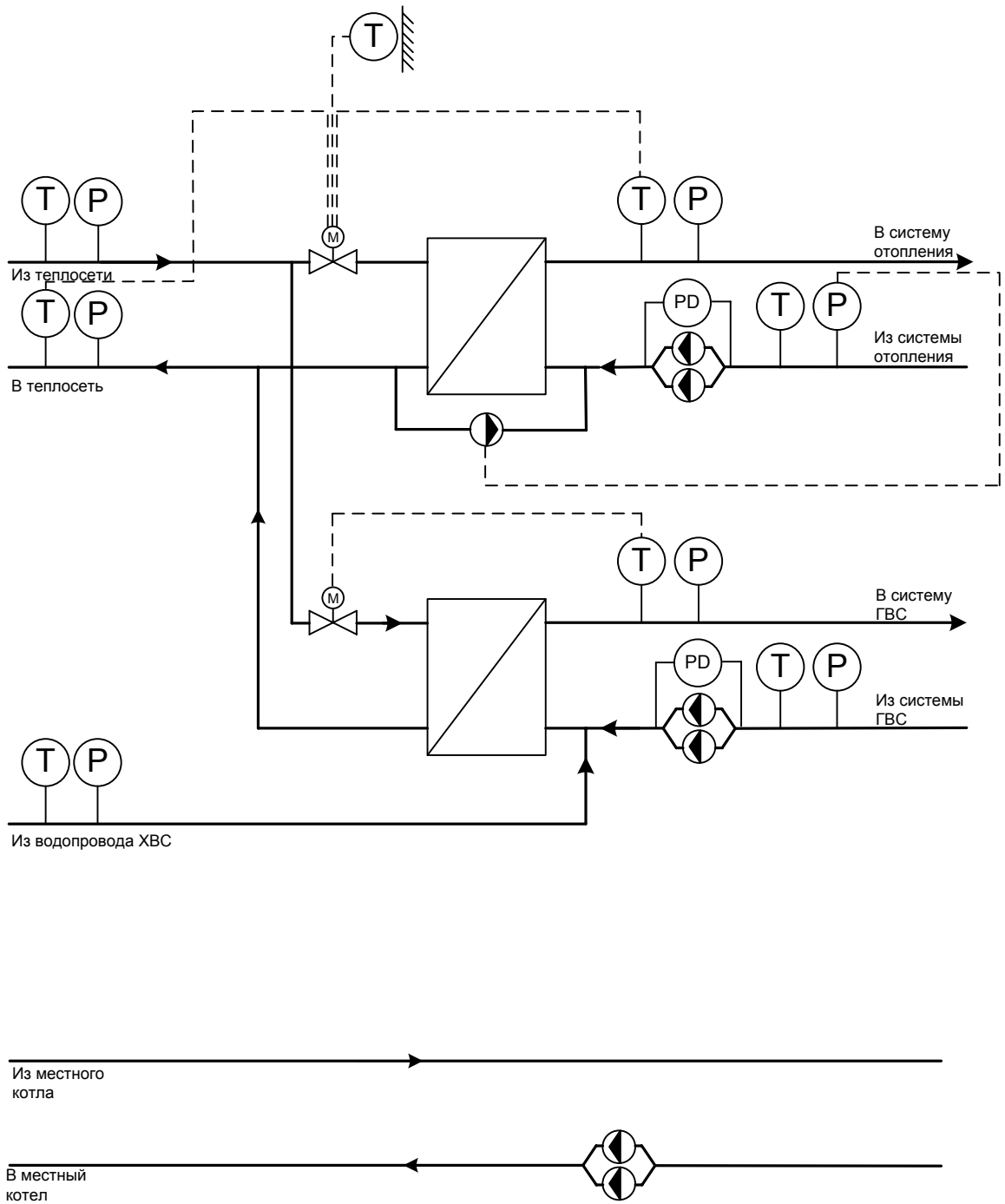


Рис. 1 – Пример схемы автоматизации ИТП

1.2. Пользовательский интерфейс

1.2.1. Датчики

В программе предусмотрена обработка всех возможных датчиков для каждого из контуров, включая те, которые не используются в процессе регулирования. Это сделано, чтобы обеспечить возможность централизованного мониторинга состояния ИТП и диспетчеризации всех измеренных значений. Ниже приведен полный список измерительных датчиков, доступных из программы:

Общие для всего теплового пункта датчики:

- Температура в подающем трубопроводе теплосети
- Температура в обратном трубопроводе теплосети
- Давление в подающем трубопроводе теплосети
- Давление в обратном трубопроводе теплосети
- Температура в подающем трубопроводе ХВС
- Давление в подающем трубопроводе ХВС
- Температура наружного воздуха

Специфические для каждого из контуров датчики:

- Температура в подающем трубопроводе контура
- Температура в обратном трубопроводе контура
- Давление в подающем трубопроводе контура
- Давление в обратном трубопроводе контура

1.2.2. Экран

Основной экран отображается сразу после загрузки проекта в контроллер. Его вид приведен на (Рис. 2):



Рис. 2 – Основной экран

В левой части экрана отображается график температуры воды, сбрасываемой в теплосеть. График строится относительно уставки ограничения максимально допустимой температуры сброса.

В правой части экрана расположены три одинаковых блока информации о состоянии контура с первого по третий соответственно (Рис. 3):



Рис. 3 – Информационный блок

Структура блоков одинакова:

- Значок и подпись режима работы
- Температура на подаче
- Кнопка-подсказка о том, что нужно нажать, чтобы получить расширенную информацию

Если в контуре обнаружена неисправность, то значок изменится на восклицательный знак и появится надпись «Авария».

На экранах широко используются так называемые «кнопки-подсказки», которые подсказывают возможные действия пользователя при навигации по меню или экранам. Они бывают двух видов – круглые и прямоугольные. На

Рис. 4 показан пример обоих видов кнопок-подсказок:



Рис. 4 – Кнопки-подсказки

Из основного экрана по нажатию на кнопку «0» можно перейти в экран информации о теплосети (Рис. 5):

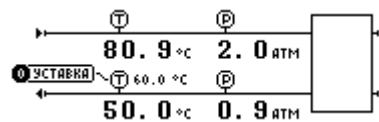


Рис. 5 – Информация о теплосети

На экране представлена упрощённая мнемосхема левой части схемы ИТП, представляющая собой условный теплообменник, подающий и обратный трубопроводы и расположение датчиков температуры и давления на них. Также напротив датчика обратной воды отображается уставка ограничения температуры воды и кнопка-подсказка редактирования этой уставки.

По нажатию кнопок «1», «2» или «3» можно попасть в экраны информации о соответствующем контуре (Рис. 6):

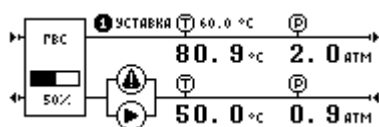


Рис. 6 – Информация о контуре

На экране представлена упрощённая мнемосхема правой части схемы ИТП, также представляющая собой условный теплообменник, подающий и обратный трубопроводы, расположение насосной группы, датчиков температуры и давления на них. Напротив датчика прямой воды отображается уставка температуры и кнопка-подсказка редактирования этой уставки. Внутри условного обозначения насосной группы отображаются статусы насосов. Внутри условного обозначения теплообменника расположено название контура и состояние регулируемого привода: проценты для плавного привода (0..10В) и стрелка вверх или вниз для векторного (трёхпозиционного).

Нажав на кнопку уставки можно попасть в экран редактирования графика отопления/уставки (Рис. 7):



Рис. 7 – График отопления

В этом экране можно настроить зависимость уставки контура от наружной температуры или от температуры подачи теплосети, ограничить график срезками и посмотреть положение текущей расчётной точки в графическом виде. График состоит из трёх точек: верхней и нижней срезок и точки излома. Изменить положение точки на графике можно нажав соответствующую кнопку номера точки – «1», «2» или «3» (Рис. 8):



Рис. 8 – Редактирование графика

Нажимая «стрелки» на клавиатуре контроллера точку можно перемещать по графику вверх/вниз, влево/вправо. Если «стрелки» удерживать, то точка перемещается по графику автоматически. Нажимая кнопки «1», «2» или «3» можно перемещаться по точкам графика. Нажав кнопку «4» можно перейти в редактирование срезок – включить ограничение срезками или отключить его. Режим переключается повторными нажатиями кнопки «4» (Рис. 9):

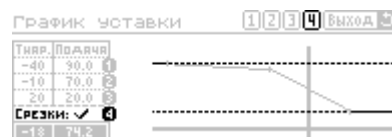


Рис. 9 – Редактирование срезок

Отменить редактирование можно нажав «Esc», в этом случае график вернётся к своему предыдущему виду. Сохранить новый график можно нажатием «Enter».



Функция редактирования графика может быть отключена. В этом случае график только отображается на экране, положение точек и состояние срезок изменить невозможно.

Отключение датчиков температуры

Состав отображаемых датчиков определяется пользователем в меню «Настройка» в разделе [коррекции датчиков](#). Для отключения датчика надо указать коррекцию его показаний равной 999.



Если контур был отключен в меню «Настройки», показания его датчиков не отображаются в экране датчиков и не обрабатывают аварийные ситуации (обрывы и замыкания). Если необходимо просматривать показания датчиков контура, которым не управляет контроллер, следует выставить тип контура «нас» и не запускать его из меню «Параметры».

1.2.3. Меню

Меню доступно по нажатию кнопки «F1» и состоит из следующих пунктов:

- Параметры
- Настройки
- Журнал
- Коррекция времени

Ниже рассмотрен каждый из этих пунктов в отдельности.

Параметры

Раздел содержит параметры, предназначенные для изменения службой эксплуатации, такие как работа контура, смещение уставки относительно заданных графиков, изменение времени года и аварийная уставка контура при неисправности датчика наружной температуры.

Меню «Параметры» может быть защищено паролем от несанкционированного доступа. Рядовые сотрудники службы эксплуатации, как правило, имеют доступ только к меню «Параметры»

Настройки

Раздел содержит настройки теплового пункта, устанавливаемые при пусконаладке: типы контуров; коэффициенты регуляторов; настройки циркуляционных насосов и насосов подпитки; коррекция датчиков.

Меню «Настройки» может быть защищено паролем от несанкционированного доступа.



Значения в меню «Настройки» должны редактироваться только подготовленным персоналом, т.к. они определяют работоспособность всего теплового пункта. Рекомендуется защищать меню «Настройки» паролем для предотвращения изменения настроек рядовыми сотрудниками службы эксплуатации

Журнал событий

Журнал событий предназначен для фиксации событий, происходящих в тепловом пункте. Информация о происходящих событиях хранится в энергонезависимой памяти и не удаляется при отключении питания контроллера.

При входе в журнал на экран будет выведена информация о последнем произошедшем событии, как показано на Рис. 10:

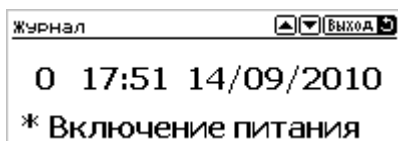


Рис. 10 - Журнал событий

Информация о произошедшем событии изложена в двух нижних строках. Структура описания события показана на Рис. 11:

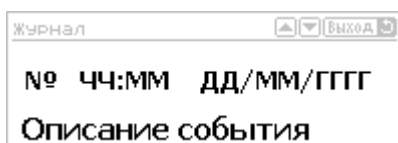


Рис. 11 – Структура события

Если авария относится к контуру, а не к теплому пункту в целом, в начале строки с характеристикой аварии будет выведено название контура, например «К1 Авария подпитки» или «ГВС Авария д. давл. ПВ». Переход по

списку событий осуществляется кнопками «▲» и «▼». Если нажать и удерживать кнопку, то журнал начнёт перелистываться автоматически. Очистка журнала производится нажатием «F4».

Полный список событий, заносимых в журнал, приведен в [приложении 2](#).

Журнал автоматически возникает на экране в случае возникновения аварии. Если оператор не предпринимает никаких действий, то примерно через 5 минут происходит возврат на основной экран. При этом журнал помечается неактивным – мигающим символом «колокольчик» (Рис. 12):

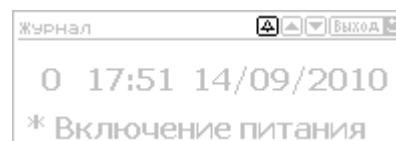


Рис. 12 – Квитирование журнала

Для квитирования (подтверждения) достаточно нажать «Enter», символ «колокольчика» будет погашен.

Коррекция времени

Этот пункт служит для выставления даты и времени в меню контроллера (Рис. 13):

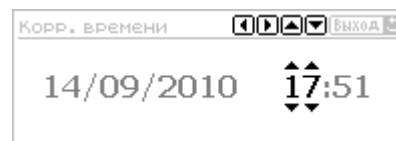


Рис. 13 - Коррекция времени

Текущая позиция ввода отображается курсором – мигающими символами «▲▲» и «▼▼».

Перемещение курсора – клавишами «◀» и «▶».

Для увеличения значения нажмите кнопку «▲», для уменьшения «▼». Если нажать и удерживать кнопку, то значение начнёт увеличиваться/уменьшаться автоматически.

По окончании настройки времени выйдите из меню нажатием клавиши «ESC».

1.3. Насосы и насосные группы

Контроллер управляет несколькими насосами и насосными группами. В их число входят:

- Насосные группы циркуляции каждого из контуров
- Насосы подпитки каждого из контуров
- Дренажный насос

1.3.1. Циркуляционные насосы

Циркуляция в каждом из контуров обеспечивается одиноким насосом или насосной группой из двух насосов. Реализованы следующие функции управления насосами:

- Автоматическое переключение на дублирующий насос при аварии одного из насосов группы (функция «автоматический ввод резерва»)
- Определение наличие протока воды через насосную группу (функция «сухой ход»)
- Ротация насосов через заданное время (функция «выравнивание моточасов»)
- Периодический кратковременный запуск для предотвращения закисания рабочих колёс насосов (функция «проворот»)

Работа

Насосная группа включается при запуске контура и продолжает работать все время, пока работает контур.

При этом сначала включается первый насос группы и работает, пока не пройдет время, заданное параметром «ротация, час». После этого первый насос выключается, и через 5 секунд включается второй. Второй насос также работает до истечения периода ротации, а после этого сменяется первым (Рис. 14).

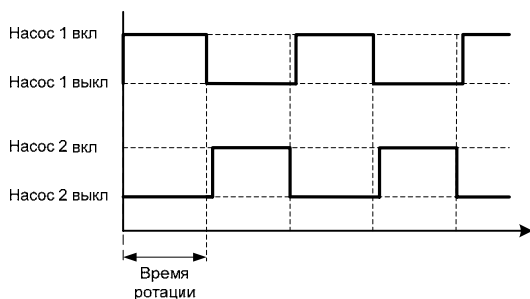


Рис. 14 – Ротация насосов

Включение насоса может происходить с переключением схемы коммутации обмоток двигателя «звезда-треугольник». Для этого предназначены соответствующие дискретные выходы. Задержка переключения схем коммутации задается из меню параметром «время Зв->Тр».

В остановленной насосной группе каждый из насосов один раз в два периода ротации включаются на время, задаваемое в меню параметром «проворот, сек». Аварийные и отключенные вручную насосы не проворачиваются (Рис. 15).

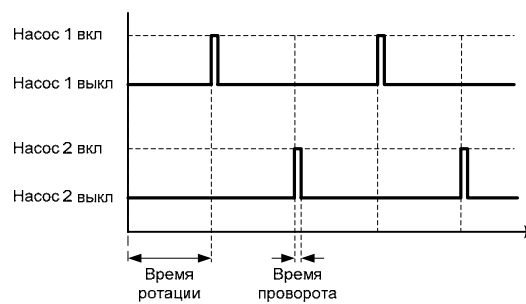


Рис. 15 – Проворот насосов



Задание времени ротации равным нулю отключает как саму ротацию, так и проворот насосов.

Задание режима работы каждого насоса происходит с дверцы шкафа трехпозиционным переключателем или кнопочным блоком. Каждый из насосов может находиться в одном из трех состояний:

- Выключен
- Автоматический режим
- Принудительно включен вручную

Если хотя бы один из насосов включен или выключен вручную, ротация не производится.

Аварийные ситуации

Насос считается аварийным, если во время его работы произошло одно из следующих событий:

- Поступил сигнал о срабатывании термореле или другого сигнализатора внешней аварии
- Поступил сигнал «нет протока», который впоследствии исчез при включении второго насоса

Если оба насоса отключились по порядку из-за отсутствия протока, статус «аварийный» насосам не присваивается.

ется, вместо этого насосная группа останавливается по аварии «Сухой ход контура».

Сброс аварии

Для сброса аварии одного из насосов нужно перевести его переключатель режимов («Пуск/Стоп/Авто») в положение «**Стоп**», а потом обратно в положение «**Авто**». То же действие, продланное с выключателями обоих насосов, сбрасывает аварии всего контура.

1.3.2. Насос подпитки

Насос подпитки присутствует только в контурах, тип которых задан как «отопление». Он используется для поддержания рабочего давления в контуре.

Работа

Контроллер может управлять насосом подпитки по одному из следующих алгоритмов:

- По сигналу от реле давления.

Насос включается по поступлению сигнала от реле давления и выключается по пропаданию этого сигнала. Такой режим рассчитан на применение реле давления с гистерезисом

- По датчикам уровня в баке-аккумуляторе:

Насос включается по появлению сигнала оповещающего о низком уровне воды в баке-аккумуляторе и выключается по появлению сигнала о высоком уровне вод в нем. Аналогично можно организовать схему подпитки по датчикам низкого и высокого давления в контуре

- По аналоговому датчику давления

Насос включается, если давление обратной воды контура упадет ниже задаваемой в меню параметром [«давл. включ.»](#) величины и выключается по достижению давлением величины, заданной параметром [«давл. отключ.»](#). Если аналогового датчика давления нет, отключить его обработку можно задав эти уставки равными нулю.

Аварийные ситуации

Сигнал об аварии поступает в случае, если сработало термореле или другой внешний сигнализатор аварийной ситуации или если одновременно сработали дискретные датчики высокого и низкого давления. В этих случаях насос подпитки останавливается и не может быть запущен до сброса аварий.

1.3.3. Дренажный насос

В проекте предусмотрено управление одним дренажным насосом, расположенным в дренажном приемке теплового пункта.

Работа

Включение и выключение насоса регламентируются следующими правилами:

По двум датчикам уровня: насос включается по поступлению сигнала о заполнении приемка (датчик верхнего уровня) и выключается по поступлению сигнала о том, что уровень воды опустился ниже безопасной отметки (датчик нижнего уровня). Для использования этого режима необходимо в меню задать уставку [«Дренажный насос: время работы»](#) равной нулю.

По одному датчику уровня: насос включается по поступлению сигнала о заполнении приемка (датчик верхнего уровня) и выключается спустя некоторое время. Для этого нужно задать в пункте «Дренажный насос: время работы» число секунд, необходимых насосу для откачивания воды из приемка до нормального уровня. В этом случае насос включится по срабатыванию датчика высокого уровня воды, а выключится через заданный промежуток после пропадания сигнала с датчика.

Также можно использовать комбинированный режим работы: насос работает заданное время, но может досрочно прекратить работу по сигналу датчика нижнего уровня воды.



Слишком долгая работа насоса может привести к полному осушению приемка и поломке насоса в результате сухого хода

1.4. Регулирование

Регулирование температуры осуществляется с помощью трехпозиционных (векторных) или плавных (пропорциональных) приводов. Управляющее воздействие формируется ПИД-регулятором. В этом разделе будут рассмотрены процедуры запуска контура, поддержания уставки прямой воды и контроль температуры воды, сбрасываемой в теплосеть, а также связь регуляторов и насосных групп.



Регулятор не ограничивает управляющее воздействие при достижении приводом крана крайнего положения, поэтому во избежание повреждения приводов рекомендуется применять приводы с автоматическими конечными выключателями или внутренними схемами ограничения момента

1.4.1. Запуск контура

Чтобы контур был запущен, необходимо выполнение следующих условий:

- [Тип контура](#) в меню «Настройки» установлен не равным «Выкл»
- В меню «Параметры» у соответствующего контура параметр «Работа контура» выбран равным «Вкл»
- Флажковый выключатель контура (если он есть) находится в положении «Работа»
- Хотя бы один флажковый переключатель насосной группы контура (если они есть) находится в положении «Авто»

Если все условия выполнены, насосной группе контура дается команда на запуск. После того, как насосная группа начала работать, выдерживается пауза 60 секунд для прокачки контура и после этого начинается регулирование температуры.

Регулирование осуществляется ПИД-регулятором. О методике настройки регулятора можно прочитать в [приложении 1](#).

1.4.2. Поддержание уставки

В процессе поддержания уставки регулятор управляет движением регулирующего крана контура, а насосная группа обеспечивает циркуляцию. Уставка температуры контура определяется [температурным графиком](#), а также [смещением](#), заданным пользователем в меню «Параметры». Метод расчета температуры уставки по графику изображен на Рис. 16.

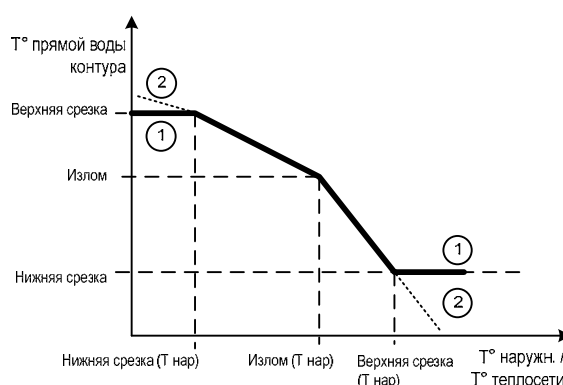


Рис. 16 – Температурный график

График температуры подачи может быть задан как функция от температуры наружного воздуха или как функция от температуры подачи теплосети. При задании графика также можно включить режим ограничения срезками, этот режим переключает методы расчёта графика. Эти методы показаны на рисунке цифрами 1 и 2. Метод 1 соответствует включенному режиму ограничения срезками, при этом уставка прямой воды контура будет лежать между верхней и нижней срезкой при любой наружной температуре/температуре воды в теплосети. В методе 2 график экстраполируется за точки срезов.

Параметр «[Источник граф.](#)» в меню «Настройки» переключает шкалу абсцисс графика между наружной температурой и температурой воды в теплосети.

График максимальной температуры воды, сбрасываемой в теплосеть, задается аналогично.

1.4.3. Поддержание температуры воды, сбрасываемой в теплосеть

Пока температура воды не превысит величины, вычисленный по графику обратной воды или заданной соответствующей уставкой ([«Уставка Тобр ТС»](#)), регуляторы поддерживают уставку прямой воды в каждом из контуров. Если же температура обратной воды вышла за допустимые пределы, автоматика переводит тепловой пункт в режим ограничения температуры обратной воды.

В режиме ограничения уставки контуров могут меняться для поддержания температуры обратной воды в разрешённых границах.

У контуров типа «Отопление» и «ГВС» в меню «Настройки» доступен параметр [«ограничитель»](#), позволяющий выбрать, в каком порядке будут снижаться уставки подачи у контуров. Этот параметр задает ступень ограничения, на которой будет находиться контур. Чем ниже номер ступени, тем раньше будет

ограничена уставка подачи контура. Например, если три контура находятся на ступенях ограничения 1, 1 и 2 соответственно, то при превышении уставки обратной воды сначала будет снижена уставка в первых двух контурах и лишь потом – в третьем. Уставка в каждом контуре снижается ступенчато, причем в пределах одной ступени это происходит синхронно. Величина снижения уставки является константой: 1 градус на 1 шаг понижения. Скорость снижения уставки зависит от параметров регулятора контура. У каждого контура есть минимальная температура уставки, ниже которой в процессе ограничения уставка опускаться не будет. Для перехода на следующую ступень все контуры предыдущей ступени должны опустить уставку до минимума или войти в насыщение. Вошедшим в насыщение считается контур, в котором регулирующий кран полностью закрыт. Логика входа в ограничение и перехода между ступенями отражена на

Рис. 17:

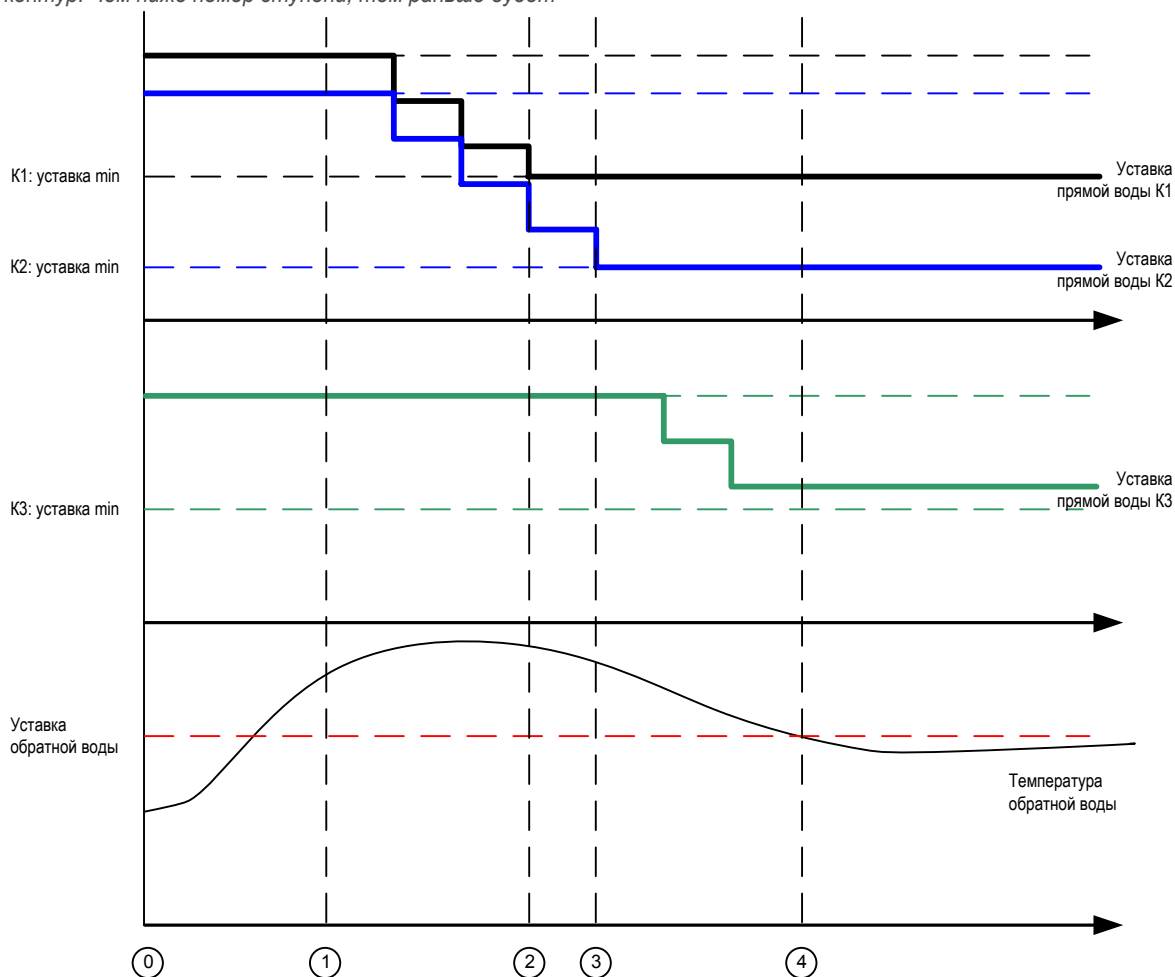


Рис. 17 – Пример работы ограничителя

На отрезке «0»-«1» температура обратной воды находится в норме, и все контуры работают по заданным уставкам температуры прямой воды.

В точке «1» температура обратной воды превысила заданное значение, ограничитель вступает в работу, температура в обоих контурах первой ступени начинает ступенчато понижаться.

В точке «2» уставка в первом контуре достигла минимума и больше не понижается. Тем не менее, на этой ступени ограничения еще есть не достигший минимума уставки второй контур, в котором снижение уставки продолжается.

В точке «3» второй контур тоже достиг минимально уставки, и ограничитель переходит на следующую ступень, на которой находится третий контур.

Снижение уставки в третьем контуре продолжается до тех пор, пока температура обратной воды не придет в норму (точка «4»).

Выход из ограничения происходит в обратном порядке. Ограничитель стремится обеспечить по возможности наименьшую коррекцию работы контуров, достаточную для удержания температуры обратной воды в заданных пределах.

Работа ограничителя

Ограничитель начинает свою работу спустя 10 минут после запуска контура или когда все работающие контуры достигнут заданных температур – смотря что произойдет раньше. В результате ограничитель не оказывает отрицательного влияния на выход ИТП на рабочий режим.

Аварийные ситуации ограничителя

Работа ограничителя невозможна при отказе датчика обратной воды. В случае, если датчик отказал до запуска ИТП, ограничитель работать не будет. Если же отказ датчика произошел в процессе работы, накопленные смещения будут использованы вплоть до сброса аварии или устранения неисправности.

1.4.4. Аварийные ситуации в процессе регулирования

В ходе работы теплового пункта могут возникать различные аварии, которые непосредственно влияют на процесс регулирования.

Обрыв датчика температуры подачи контура останавливает регулятор. Контур выключается из работы ограничителя. Насосная группа после этого работает еще 180 минут и тоже останавливается, тем самым окончательно отключая контур и переводя регулирующий привод в закрытое положение.

Авария насосной группы выключает регулятор и переводит кран в закрытое положение. Контур выключается из работы ограничителя.

Сброс аварии

Для сброса аварии можно нажать и удерживать кнопку «ESC» или перевести переключатели режимов обоих насосов в положение «Стоп», а потом вернуть в положение «Авто».

Приложение 1. Настройка ПИД-регуляторов

Регуляторы температуры имеют некоторые особенности, связанные с использованием векторных приводов. Ручная настройка регулятора сложна из-за отсутствия четкого пошагового алгоритма. Для настройки ПИД-регулятора удобно использовать готовые формулы, приведенные на Рис. 18:

$$\lambda = K_{\lambda} \theta$$

$$I = 3 \cdot \lambda + \theta + \tau$$

$$P = \frac{I \cdot t}{0.8 \cdot (3\lambda^2 + 3\lambda \cdot \theta + \theta^2)}$$

$$D = \frac{(3\lambda + \theta) \cdot \tau}{I}$$

Рис. 18 – Формулы расчета коэффициентов ПИД

где:

K_{λ} – коэффициент, отвечающий за устойчивость и быстродействие регулятора. Большее значение соответствует более инерционному регулированию с меньшим перерегулированием. Рекомендуется $K_{\lambda} = 2$

τ – постоянная времени контура.

θ – задержка реакции контура

t – время хода привода крана (паспортное)

Для получения коэффициентов надо измерить время реакции контура на открытие крана и его постоянную времени.

Лучшие результаты настройки дает следующий метод (Рис. 19):

1. Установить кран в положение ~25% полного открытия, дождаться установившегося состояния. Открыть кран с 25% до 75% и дождаться полного окончания переходного процесса, замерив его амплитуду (Δ). Например, при этом температура прямой воды в контуре изменилась на 10°C (с 40°C до 50°C).
2. Перевести систему в исходное состояние (кран открыт на ~25%, переходный процесс закончился), открыть кран на ~75% и дождаться изменения температуры на ~3-5% от максимальной амплитуды, т.е. на 0,03-0,05 Δ . Время реакции контура будет равно времени, прошедшему от открытия крана до начала изменения показаний датчика. Постоянной времени контура можно считать время изменения температуры прямой воды контура с 0,03 Δ до 0,95 Δ , (в примере – с 40,3°C до 49,5°C), деленное на 3.

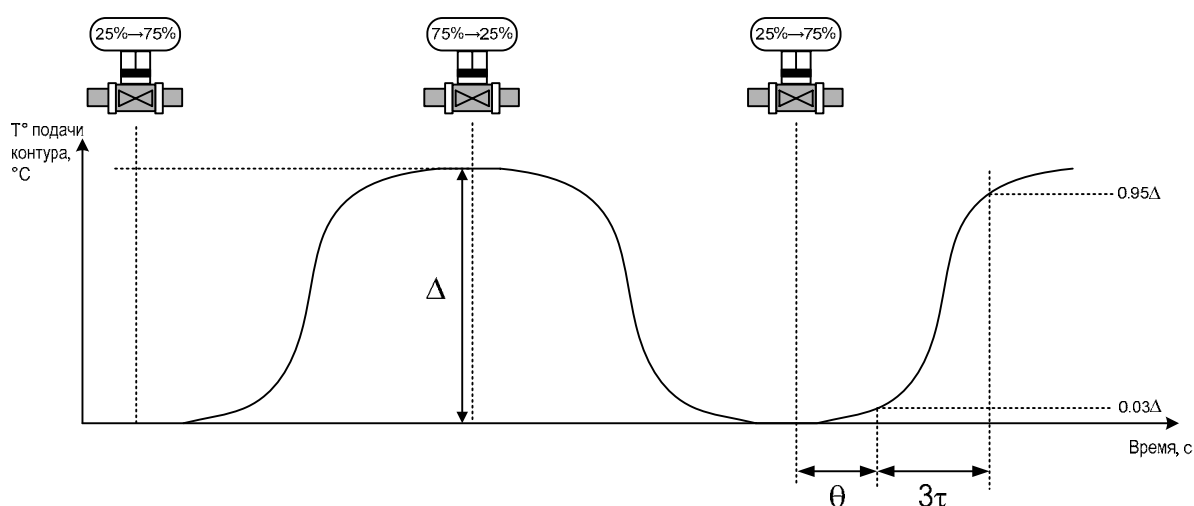
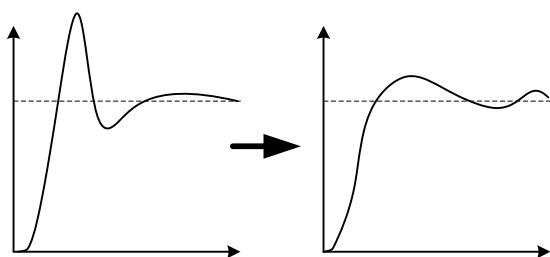


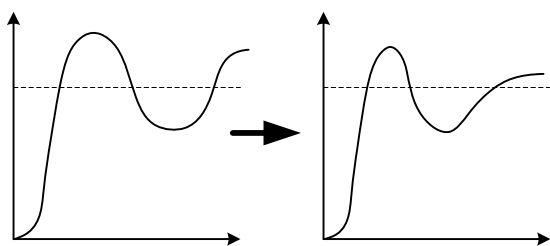
Рис. 19 – Алгоритм настройки регулятора

Если результаты настройки не удовлетворяют предъявленным требованиям, можно продолжить настройку регулятора вручную. В случае с трехпозиционными приводами важно понимать, что оптимальные коэффициенты для быстрых и медленных процессов сильно различаются. Быстрыми можно считать процессы, длящиеся десятки секунд, например, колебания температуры при резкой смене уставки. Медленные процессы длятся десятки минут и происходят после выхода на уставку. К ним относится, например, дрейф температуры около уставки в установившемся режиме:

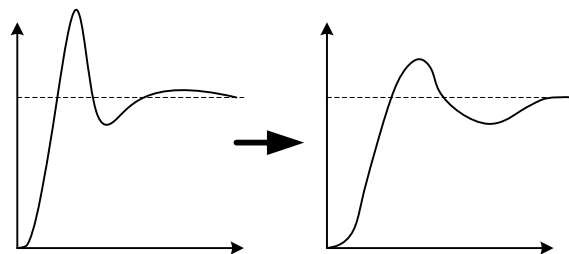
- Увеличение коэффициента I замедляет процессы в контуре, и уменьшает колебательность при быстрых переходных процессах (
- Рис. 20)

Рис. 20 – $I_1 < I_2$

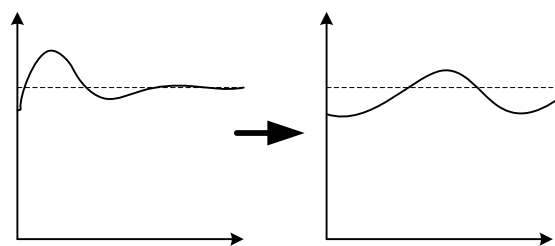
- Уменьшение коэффициента I уменьшает колебательность при медленных процессах (например, если система находится в состоянии автоколебаний) (
- Рис. 21) Кроме завышенного коэффициента I , причиной автоколебаний может быть заниженный коэффициент P (
- Рис. 23)

Рис. 21 – $I_1 > I_2$

- Незначительное уменьшение P ведет к замедлению всех процессов в системе и уменьшает перерегулирование (
- Рис. 22)

Рис. 22 – $P_1 > P_2$

- Значительное уменьшение P приводит к медленным автоколебаниям в контуре (
- Рис. 23)

Рис. 23 – $P_1 \gg P_2$

- Увеличение D уменьшает перерегулирование, но делает контур более восприимчивым к колебаниям температуры воды в теплосети, а также к колебаниям температуры обратной воды контура.

Приложение 2. Список событий, заносимых в журнал

Табл. 1

Наименование	Описание	Дискретный или аналоговый вход контроллера, инициирующий событие
События, относящиеся ко всему тепловому пункту в целом		
* Включение питания	Включение контроллера	–
* Доступ в помещение	Срабатывание датчика проникновения в помещение ИТП	Доступ в помещение
* Сброс аварии	Выполнен сброс аварии долгим нажатием ESC	Долгое нажатие ESC
Авария дренаж.насоса	Поступление сигнала о неисправности дренажного насоса	НД (термореле) или одновременно Низкий уровень и Высокий уровень
Авария д.темп. ПВ ТС	Обрыв или замыкание датчика температуры воды в подающем трубопроводе теплосети	Обрыв или замыкание t° прямой воды теплосети
Авария д.темп. ОВ ТС	Обрыв или замыкание датчика температуры воды в обратном трубопроводе теплосети	Обрыв или замыкание t° обратной воды теплосети
Авария д.давл. ПВ ТС	Обрыв или замыкание датчика давления воды в подающем трубопроводе теплосети	Обрыв или замыкание Давл. прямой воды теплосети
Авария д.давл. ОВ ТС	Обрыв или замыкание датчика давления воды в обратном трубопроводе теплосети	Обрыв или замыкание Давл. обратной воды теплосети
Авария д.темп. ХВС	Обрыв или замыкание датчика температуры воды в подающем трубопроводе холодного водоснабжения	Обрыв или замыкание t° ХВС
Авария д.давл. ХВС	Обрыв или замыкание датчика давления воды в подающем трубопроводе холодного водоснабжения	Обрыв или замыкание Давл. ХВС
Авария д.наруж.темп.	Обрыв или замыкание датчика температуры наружного воздуха	Обрыв или замыкание t° наружная
Малый перепад в ТС	Малый перепад давления между входом и выходом теплопункта (нет воды)	ТС - Перепад давления
Сигнал пожара!	Поступление сигнала из системы пожарной сигнализации	Пожар
Недостаточно EEPROM!	Недостаточно EEPROM для работы проекта (загрузка проекта на Pixel без модуля памяти)	Использование контроллера Pixel без модуля памяти
События, относящиеся к отдельному контуру		
Авария нас. подп.	Поступление сигнала о неисправности подпиточного насоса контура	Термореле НП К1 или одновременно Низкий уровень подпитки и Высокий уровень подпитки
Авария циркуляции	Невозможность обеспечить циркуляцию в контуре (неисправность обоих циркуляционных насосов)	Авария всех не отключенных насосов группы
Авария цирк.нас.1	Поступление сигнала о неисправности первого циркуляционного насоса контура	Термореле НЦ1 или Датчик протока

Наименование	Описание	Дискретный или аналоговый вход контролера, инициирующий событие
Авария цирк.нас.2	Поступление сигнала о неисправности второго циркуляционного насоса контура	Термореле НЦ2 или Датчик протока
Авария д.темп. ПВ	Обрыв или замыкание датчика температуры воды в подающем трубопроводе контура	Обрыв или замыкание t° прямой воды
Авария д.темп. ОВ	Обрыв или замыкание датчика температуры воды в обратном трубопроводе контура	Обрыв или замыкание t° обратной воды
Авария д.давл. ПВ	Обрыв или замыкание датчика давления воды в подающем трубопроводе контура	Обрыв или замыкание Давл. прямой воды
Авария д.давл. ОВ	Обрыв или замыкание датчика давления воды в обратном трубопроводе контура	Обрыв или замыкание Давл. обратной воды

Приложение 3. Сводная таблица уставок

Табл. 2 -

№	Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
Меню «Параметры»					
1.1	Работа контура Кх		<ul style="list-style-type: none"> «стоп» – контур остановлен «вкл» – контур разрешено включение. Если нет аварийных сигналов, запрещающих работу контура, он будет включен 	стоп	«стоп» «вкл»
1.2	Смещение графика Кх	°C	Задаваемое вручную смещение графика относительно графика подачи	0	-100..100
1.3	Время года		<ul style="list-style-type: none"> «зима» – работают все контуры, которым разрешено включение «лето» - все контуры отопления отключены, остальные работают соответственно заданию в п.1.1 		«зима» «лето»
Меню «Настройки»					
Настройки контура					
	Тип контура Кх		<ul style="list-style-type: none"> «выкл» – контур не работает «нас» – контур работает как насосная группа (нет регулирования температуры) «отоп» – контур работает как система отопления (регулирование температуры, подпитка, отключение в летнем режиме) «ГВС» – контур работает как система горячего водоснабжения (всесезонное регулирование температуры, нет подпитки) 	«выкл»	«выкл» «нас» «отоп» «ГВС»
Регулятор К1, К2, К3					
2.2.1	P(работа)		Пропорциональный коэффициент регулятора температуры подачи контура	8	1..9999
2.2.2	I(работа)		Интегральный коэффициент регулятора температуры подачи контура	350	0..9999
2.2.3	D(работа)		Дифференциальный коэффициент регулятора температуры подачи контура	50	0..9999
2.2.4	Зона удержания	°C	Зона нечувствительности около уставки, при нахождении внутри которой регулятор будет находиться в состоянии покоя	2	0..20
2.2.5	min уставка	°C	Уставка, ниже которой ограничитель не опустит задание прямой воды контура при поддержании требуемой температуры обратной воды	25	0..100
2.2.6	ход крана, сек	сек	Паспортное значение времени полного хода привода регулирующего крана	60	0..600
2.2.7	ограничитель		Степень ограничителя, к которой принадлежит контур	«откл»	«откл» «1 ст» «2 ст» «3 ст»

№	Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
Циркуляция К1, К2, К3					
2.3.1	время реакции	сек	Время, за которое должен отработать датчик протока после включения насоса	15	0..600
2.3.2	проворот,сек	сек	Время, на которое включается насос при периодическом профилактическом включении	30	0..600
2.3.3	ротация,час	час	Время, через которое происходит смена насоса в работающей группе. Половина времени, через которое происходят профилактическое включения насосов в неработающей группе	24	0..1000
2.3.4	время Зв->Тр	сек	Время, через которое при пуске насоса происходит переключение обмоток «звезда-треугольник»		
Подпитка К1, К2, К3					
2.4.1	давл.включ.	атм	Давление в контуре, ниже которого будет включен насос подпитки. При работе по дискретным датчикам давления/уровня уставка должна быть выставлена равной нулю	3	0..15
2.4.2	давл.отключ.	атм	Давление в контуре, при достижении которого будет выключен насос При работе по дискретным датчикам давления/уровня уставка должна быть выставлена равной нулю	6	0..15
Вода, возвращаемая в теплосеть					
2.5.1	Источник граф.		Выбор источника задающей температуры для графиков подачи и обратки: <ul style="list-style-type: none"> • «Тнар» – графики представляют собой зависимости температур подачи и обратки от температуры наружного воздуха • «ТС» – графики представляют собой зависимости температур подачи и обратки от температуры воды в теплосети 	«Тнар»	«Тнар» «ТС»
2.5.2	Разр. изм. граф.		Разрешение редактирования уставок температуры контуров: <ul style="list-style-type: none"> • «нет» – редактирование уставки температуры запрещено • «да» – разрешено как редактирования графиков поддержания температуры, так и задание смещения от графика в меню • «смещ» – редактирование графиков запрещено, но можно задать смещения от графика в меню • «граф» – разрешено изменения графиков, уставка смещения в меню отсутствует 		«нет» «да» «смещ» «граф»
Дренажный насос					
2.6.1	время работы	сек	Время работы дренажного насоса после пропадания сигнала «Высокий уровень воды в приемке». Задание нуля отключает работу насоса по времени	60	0..3600
Коррекция датчиков					
2.7.1	Т наружная	°С	датчика температуры наружного воздуха	0	-99..99

№	Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
2.7.2	Т ХВС	°С	датчика температуры воды в трубопроводе холодного водоснабжения	999 (отключен)	-99..99
2.7.3	Т подачи ТС	°С	датчика температуры воды в теплосети	0	-99..99
2.7.4	Т обр.воды ТС	°С	датчика температуры сбрасываемой в теплосеть воды	0	-99..99
2.7.5	Д ХВС	атм	датчика давления воды в трубопроводе холодного водоснабжения	999	-99..99
2.7.6	Д подачи ТС	атм	датчика давления воды в теплосети	999	-99..99
2.7.7	Д обр.воды ТС	°С	датчика давления сбрасываемой в теплосеть воды	999	-99..99
2.7.8	ДД ТС максимум	атм	Давление в теплосети, соответствующее максимальному выходу датчика давления (для диапазона 4-20 мА = 20 мА). Минимальному выходу датчика соответствует нулевое давление	6	0..100
2.7.9	Т подачи Кх	°С	датчика температуры подачи контура	0	-99..99
2.7.10	Т обр.воды Кх	°С	датчика температуры обратки контура	999	-99..99
2.7.11	Д подачи Кх	атм	датчика давления подачи контура	999	-99..99
2.7.12	Д обр.воды Кх	атм	датчика давления обратки контура	999	-99..99
2.7.13	ДД Кх максимум	атм	Давление в контуре, соответствующее максимальному выходу датчика давления	6	0..100