

*Система мониторинга и автоматического  
регулирования теплоснабжения*



**SMART v2.00**

**ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Руководство пользователя**

2017 г.

Инв. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подпись и дата	

## Содержание

	1. Введение	3
	2. Назначение SMART	4
	3. Условия применения SMART	4
	4. Перечень входных дискретных параметров:	5
	5. Перечень выходных дискретных параметров	5
	6. Описание функций автоматического управления	5
	7. Описание технологических защит	6
	8. Коммуникационные функции	7
	9. Описание меню «Настройки»	7
	9.1. Регулятор	7
	9.2. Настройки режима	9
	9.3. Насосы	10
	9.4. Калибровка	10
	10. Управление	10
	10.1. Насосы	10
	10.2. Клапан	10
	10.3. Регулятор	10
	11. Мониторинг	10
	Приложение 1 – Перечень регистров ModBus	11
	Приложение 2 – Карта меню SMART	12

Перв. примен.							
Справ. №							
Подпись и дата							
Инв. № дубл.							
Взам. инв. №							
Подпись и дата							
Инв. № подл.							
		<b>SMART-2.00</b>					
		<i>Система мониторинга и автоматического регулирования теплоснабжения</i>					
		Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
		Разработка Сухарев					
		Проверил					
		Утвердил					
		SMART				Стадия	Лист
		Руководство пользователя				П	1
						Листов	12
						г. Новосибирск	

Перв. примен.	<p><b>1. Введение</b></p> <p>Система мониторинга и автоматического регулирования теплоснабжения SMART (далее Система) на платформе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК63.</p> <p>Система может работать в автоматическом или ручном режиме.</p> <p>В автоматическом режиме выполняется изменение температуры подачи воды с учётом температуры наружного воздуха. Чем холоднее температура наружного воздуха, тем выше температура подачи воды в отопительную сеть. График коррекции температуры подачи выполнен через алгоритм аппроксимации по трём точкам, что позволяет регулятору гибко реагировать на изменения температуры наружного воздуха.</p> <p>Кроме температуры подачи воды, температуры обратной воды и температуры наружного воздуха, контролируются такие параметры как: Давление сетевой воды на входе и выходе циркуляционных насосов.</p> <p>Контроль этих параметров позволяет своевременно выявлять и реагировать на внештатные ситуации.</p> <p>Управление параметрами системы возможно как через встроенную в контроллер панель оператора, так и через интерфейс RS-485 по протоколу ModBus RTU.</p> <p>В случае возникновения события критичного для работы системы, например «выход из строя датчика температуры» включается аварийный регистр ModBus, который может быть дистанционно считан.</p> <p>Аварийный сигнал держится, пока не будет устранена причина аварии.</p> <p>Система может быть полностью настроена как по месту, с панели оператора, так и удалённо, через цифровой интерфейс.</p>					
	Справ. №					
Подпись и дата						
	Име. № дубл.					
Взам. инв. №						
	Подпись и дата					
Име. № подл.						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<p align="center"><b>SMART-2.00</b></p>
					3	

## 2. Назначение SMART

Система предназначена, для управления потоком тепловой энергии проходящей через контролируемый тепловой пункт здания или группы зданий. Система рассчитана на круглосуточную безостановочную работу в течение всего отопительного сезона.

Управление потоком тепловой энергии выполняется с целью снижения потерь тепла через оптимизацию режима работы. При этом целевое назначение автоматического регулятора заключается в стабилизации теплоотдачи путём автоматической подстройки под условия окружающей среды в режиме реального времени.

## 3. Условия применения SMART

SMART применяется для регулирования систем отопления с циркуляционным насосом, обратным клапаном и трёхпозиционным клапаном (смесителем) на трубе обратной подачи. Типовая схема теплового пункта показана на рисунке 1.

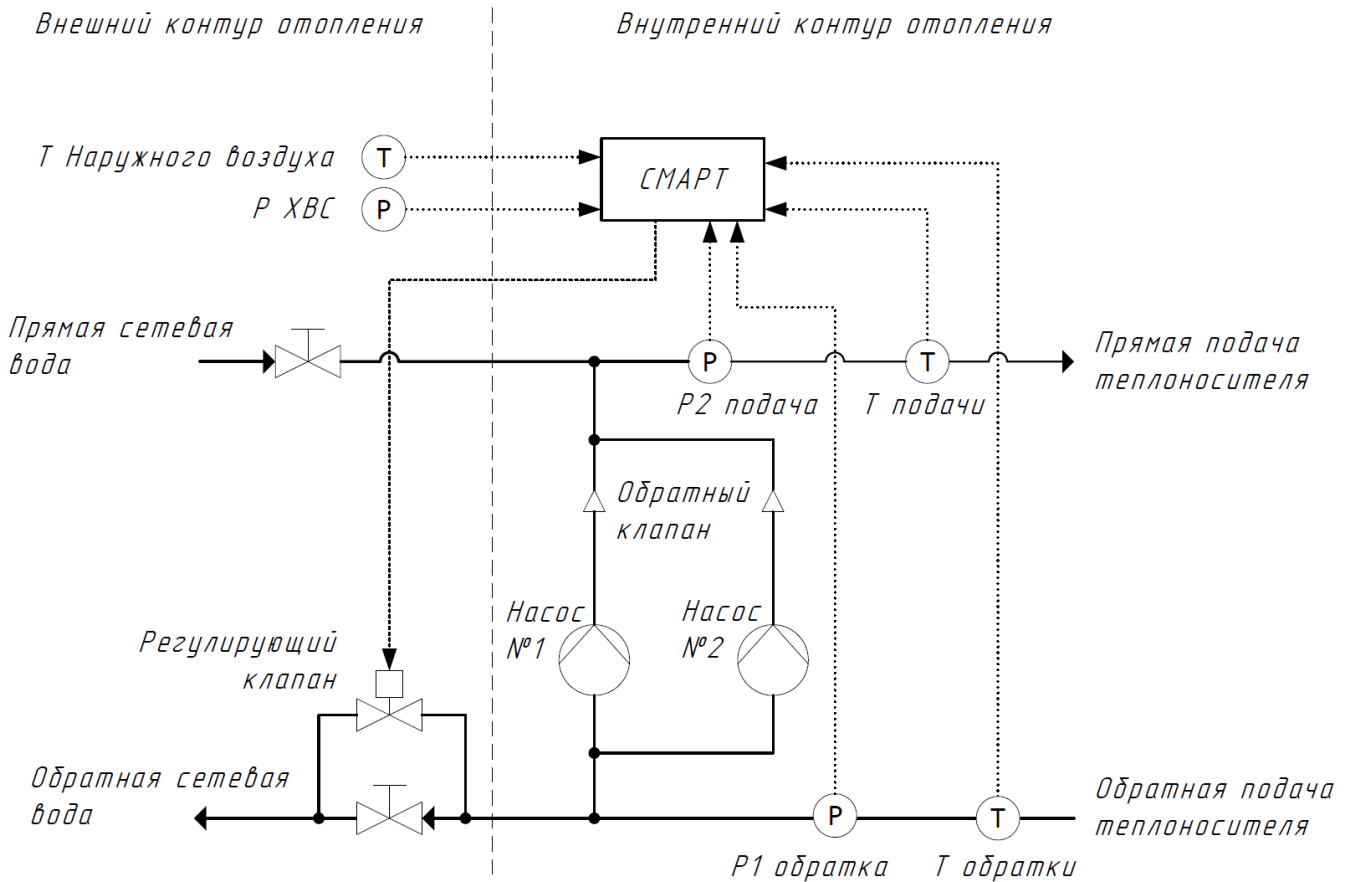


Рисунок 1 – Схема теплового контролируемого пункта

*Перечень входных аналоговых параметров:*

<i>№</i>	<i>Наименование параметра</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Физический вход</i>
1.	<i>Температура наружного воздуха</i>	<i>ТСМ 50М</i>	<i>Вход1</i>
2.	<i>Температура подачи теплоносителя</i>	<i>ТСМ 50М</i>	<i>Вход2</i>
3.	<i>Температура обратного теплоносителя</i>	<i>ТСМ 50М</i>	<i>Вход3</i>
4.	<i>Давление обратной подачи теплоносителя</i>	<i>4-20 мА</i>	<i>Вход4</i>
5.	<i>Давление прямой подачи теплоносителя</i>	<i>4-20 мА</i>	<i>Вход5</i>
6.	<i>Давление в системе холодного водоснабжения (ХВС)</i>	<i>4-20 мА</i>	<i>Вход6</i>

**4. Перечень входных дискретных параметров:**

<i>№</i>	<i>Наименование параметра</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Физический вход</i>
1.	<i>Сигнализация «Сухой подвал»</i>	<i>=24 V</i>	<i>С8</i>

**5. Перечень выходных дискретных параметров**

<i>№</i>	<i>Наименование параметра</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Физический выход</i>
1.	<i>Регулирующий клапан открыть</i>	<i>Реле (сухой контакт)</i>	<i>Выход1</i>
2.	<i>Регулирующий клапан закрыть</i>	<i>Реле (сухой контакт)</i>	<i>Выход2</i>
3.	<i>Двигатель насоса №1 запустить</i>	<i>Реле (сухой контакт)</i>	<i>Выход3</i>
4.	<i>Двигатель насоса №2 запустить</i>	<i>Реле (сухой контакт)</i>	<i>Выход4</i>

**6. Описание функций автоматического управления**

*Алгоритм SMART обеспечивает выполнение следующих функций автоматического управления:*

*6.1. Поддержание заданной температуры подачи теплоносителя, управляя регулирующим клапаном на обратной подаче и тем самым меняя процентное соотношение сетевой воды поступающей во внутренний контур отопления.*

					<b>SMART-2.00</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

*Перв. примен.*

*Справ. №*

*Подпись и дата*

*Инев. № дубл.*

*Взам. инв. №*

*Подпись и дата*

*Инев. № подл.*

Перв. примен.	<p>6.2. Формирование задания для поддержания температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха, через график аппроксимации построенный по трём точкам.</p> <p>6.3. Возможность работы в режиме ручного задания температуры подачи теплоносителя (например, в случае выхода из строя датчика наружной температуры).</p> <p>6.4. Возможность работы в режиме ручного задания положения регулирующего клапана теплоносителя (например, в случае выхода из строя датчика температуры подачи).</p> <p>6.5. Настройка динамических характеристик регулятора с встроеного терминала контроллера.</p> <p>6.6. Настройка характеристик графика аппроксимации с встроеного терминала контроллера, для автоматического формирования задания регулятору.</p> <p>6.7. Настройка снижения температуры подачи теплоносителя, в ночное время и на выходные. Регулятор снижает температуру подачи на заданное число градусов в выходные дни и на ночь. Ночной период с 20:00 до 6:00.</p> <p>6.8. Возможность калибровки датчиков давления с сигналом 4–20 мА с встроеного терминала контроллера.</p> <p>6.9. Периодическая смена работающего насоса, с целью равномерного распределения технологического ресурса между двумя насосами. Период переключения задаётся с панели оператора.</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата	<p><b>7. Описание технологических защит</b></p> <p>Алгоритм SMART обеспечивает выполнение следующих функций технологических защит и блокировок:</p> <p>7.1. При выходе из строя датчика температуры наружного воздуха – выполнить автоматический переход на ручное задание температуры подачи теплоносителя. Включение аварийной сигнализации.</p> <p>7.2. При выходе из строя датчика температуры подачи теплоносителя – выполнить автоматический переход на ручное управление клапаном. Включение аварийной сигнализации.</p> <p>7.3. Защита от сухого запуска. При отсутствии давления на датчике P1 блокируется запуск насосов.</p> <p>7.4. Сигнализация «Сухой подвал». При получении сигнала от датчика протечки, контроллер включает специальный регистр, который может быть дистанционно считан по цифровому интерфейсу.</p>				
	Име. № дубл.				
Подпись и дата					
	Взам. име. №				
Име. № подл.					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
<b>SMART-2.00</b>					Лист
					6

Аварийная сигнализация после устранения её причины автоматически отключается.

## 8. Коммуникационные функции

Алгоритм SMART обеспечивает выполнение настройки всех функций алгоритма с встроенной панели оператора см. Приложение 2.

Также есть возможность просмотра и редактирования параметров удалённо через цифровой интерфейс RS-485 по протоколу ModBus RTU.

Перечень доступных для чтения и записи параметров приведён в Приложении 1.

## 9. Описание меню «Настройки»

Для доступа к меню требуется нажать клавишу ввод и удерживать её в нажатом состоянии не менее двух секунд, затем необходимо выбрать из списка раздел «настройки» и нажать клавишу ввод.

В меню «Настройки» входит 6 разделов:

1. Регулятор
2. Настр. Режима
3. Насосы
4. Калибровка А14
5. Калибровка А15
6. Калибровка А16

Для доступа к разделам требуется выбрать из списка требуемый раздел и нажать клавишу «ввод».

### 9.1. Регулятор

Раздел меню включает в себя следующие параметры:

1. Коэф. Пропорц
2. Коэф. Дифференц
3. Авт. Задание
4. Ручн. Задание Т

#### Методика наладки регулятора

Изменять настройки регулятора должен квалифицированный специалист, изучивший настоящую инструкцию и знающий теорию автоматического регулирования.

Методика наладки регулятора построена на последовательной настройке сначала пропорциональной части алгоритма регулирования, а затем дифференциальной части.

Перв. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Име. № дубл.					
Взам. име. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
					Лист
					SMART-2.00
					7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Перв. примен.
Справ. №

Пропорциональная часть (КП): пункт меню – «Козф. Пропорц». Значение по умолчанию 0,1. Дифференциальная часть (КД): пункт меню – «Козф. Дифференц». Значение по умолчанию 0,1.

Последовательность действий:

1. Перевести параметр «Авт. задание» в состояние «выкл.».
2. Установить параметр «Ручн. Задание T» в соответствии с текущей температурой подачи и дождаться стабильного режима работы, без колебаний.
3. Изменить задание регулятору на 10 градусов в больше или меньше, с тем расчётом, чтобы оставаться в зоне регулирования. Наблюдать переходный процесс, делая отметки каждые 10 секунд в графике на листе клетчатой бумаги.

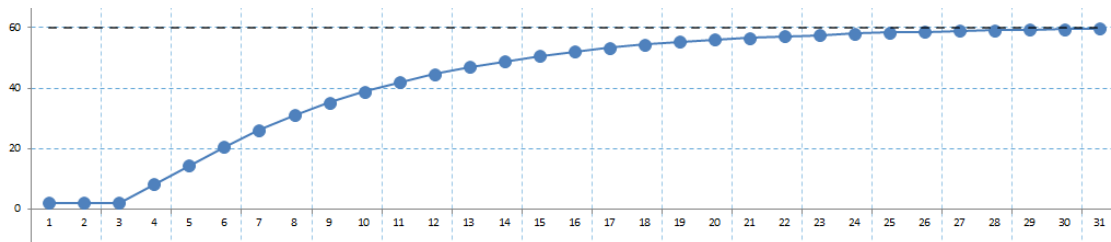


Рисунок 2 – график переходного процесса при слабом КП или сильном КД

4. Если график переходного процесса получился как на рисунке 2, то необходимо увеличить значение параметра «Козф. Пропорц» или уменьшить значение параметра «Козф. Дифференц». Вернуться к пункту 2.

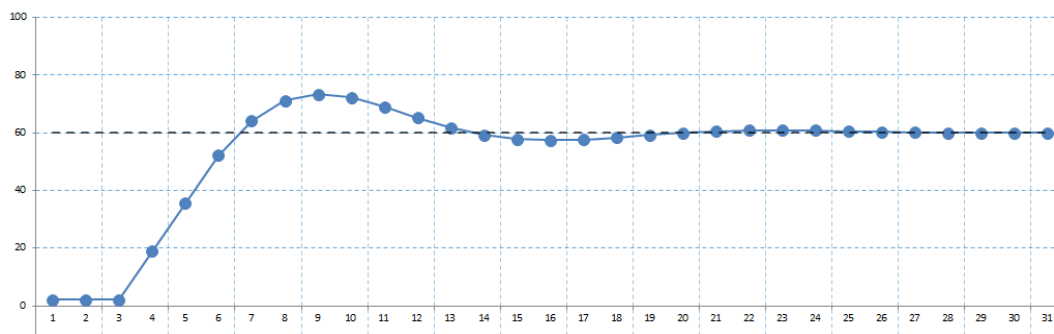


Рисунок 3 – график переходного процесса при сильном КП или слабом КД

5. Если график переходного процесса получился как на рисунке 3, то необходимо уменьшить значение параметра «Козф. Пропорц» или увеличить значение параметра «Козф. Дифференц». Вернуться к пункту 2.

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------



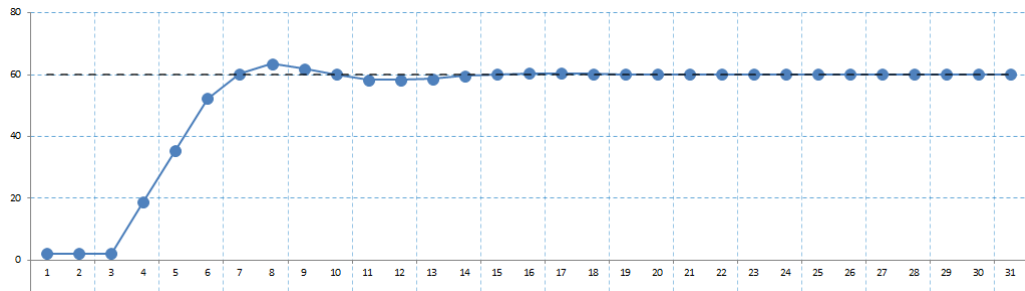


Рисунок 4 – график переходного процесса при сбалансированном КП и КД

6. Если график переходного процесса получился как на рисунке 4, то можно завершить наладку регулятора, сбалансированный режим достигнут.

Режим задания может быть автоматическим или ручным.

В режиме «Авт. задание» «вкл.» задание регулятору генерируется автоматически по графику аппроксимации в зависимости от температуры наружного воздуха.

В режиме «Авт. задание» «выкл.» задание регулятору задается вручную через параметр «Ручное задание Т». В этом режиме регулятор держит заданную температуру теплоносителя независимо от температуры наружного воздуха.

## 9.2. Настройки режима

Раздел меню включает в себя следующие параметры:

1. Т коррекции
2. Темп.п. при  $-40$
3. Темп.п. при  $-20$
4. Темп.п. при  $0$

Параметры позволяют гибко настроить автоматический генератор задания для регулятора температуры. Также, можно настроить величину коррекции температуры на ночь и на выходные. График зависимости температуры подачи ( $T_n$ ) от температуры наружного воздуха ( $T_{нв}$ ), с учётом коррекции температуры, показан на рисунке 5.

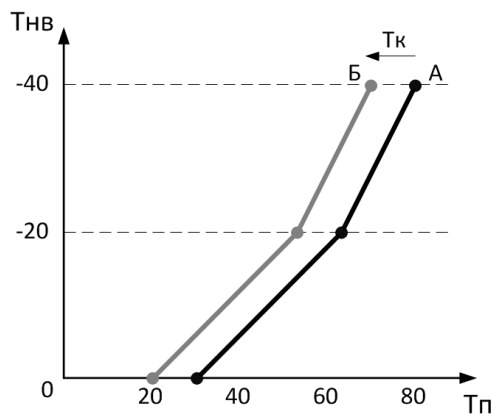


Рисунок 5 – график зависимости  $T_n$  от  $T_{нв}$

Где:  $T_n$  – температура подающейся на отопление воды  
 $T_{нв}$  – температура наружного воздуха  
 $T_k$  – температура коррекции  
 $A$  – график зависимости  $T_n$  от  $T_{нв}$  в будние дни  
 $B$  – график зависимости  $T_n$  от  $T_{нв}$  ночью и на выходных

### 9.3. Насосы

Раздел меню включает в себя параметр «Пер. переключ (д)» – период переключения насосов. В этом параметре задаётся цикл работы насосов, то есть, сколько дней непрерывно работает первый насос до того, как автоматически будет включен второй насос, а первый остановлен. После чего программа рассматривает работающий насос как первый, а остановленный как второй и начинает новый отсчёт количества дней.

### 9.4. Калибровка

В разделах «Калибровка» необходимо задать диапазон измерения аналогового датчика в натуральных единицах для корректного отображения физических величин.

## 10. Управление

### 10.1. Насосы

В разделе «Насосы» можно включить или отключить работу насосов.

### 10.2. Клапан

В разделе «Клапан» можно управлять регулирующим клапаном вручную, давая команды на открытие или закрытие клапана, при условии, что отключен автоматический режим

### 10.3. Регулятор

В разделе «Регулятор» можно включить или отключить автоматический режим работы регулятора.

## 11. Мониторинг

В разделе «Мониторинг» доступны к просмотру следующие параметры.

5. A11
6. A12
7. A13
8. A14
9. A15
10. A16
11. Задание регулятору
12. Выход на больше
13. Выход на меньше
14. Общая авария

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## Приложение 1 – Перечень регистров ModBus

Перв. примен.							
	№	Регистр	Тип	Изменение по сети	Физ. хар-ка	Примечание	
Страв. №	1	288	Byte	Нет	тр. ключи	Состояние восьми дискретных входов, упакованы в 1 байт.	
	2	0	Real	Да	реле	Состояние выходного реле, канал №1. Откр. Клапан	
	3	2	Real	Да	реле	Состояние выходного реле, канал №2. Закр. Клапан	
	4	4	Real	Да	реле	Состояние выходного реле, канал №3. Вкл. Насос №1	
	5	6	Real	Да	реле	Состояние выходного реле, канал №4. Вкл. Насос №2	
	6	8	Real	Да	0-10V	Аналоговый выходной сигнал, канал №5. Не используется	
	7	10	Real	Да	0-10V	Аналоговый выходной сигнал, канал №6. Не используется	
	8	24	Real	Да	ТС 50М	Аналоговый вход. Температура наружного воздуха	
	9	26	Real	Да	ТС 50М	Аналоговый вход. Температура подачи теплоносителя	
	10	28	Real	Да	ТС 50М	Аналоговый вход. Температура обратки теплоносителя	
	11	30	Real	Да	4-20МА	Аналоговый вход. Давление на входе цирк. насосов.	
	12	32	Real	Да	4-20МА	Аналоговый вход. Давление на выходе цирк. насосов.	
	13	34	Real	Да	4-20МА	Аналоговый вход. Давление ХВС.	
	14	36	Real	Да	ТС 50М	Аналоговый вход. Не используется	
	15	38	Real	Да	ТС 50М	Аналоговый вход. Не используется	
	Подпись и дата	16	56	Dword	Да	Регистр	Часы контроллера
		17	82	Real	Да	Регистр	Коэффициент пропорциональности
18		84	Real	Да	Регистр	Коэффициент дифференцирования	
19		340	Bool	Да	Регистр	Автоматическое формирование задания	
20		106	Real	Да	Регистр	Ручное задание температуры подачи	
21		86	Real	Да	Регистр	Температура коррекции на ночь и выходные	
22		88	Real	Да	Регистр	Температура подачи теплоносителя при -40 нар. возд.	
23		90	Real	Да	Регистр	Температура подачи теплоносителя при -20 нар. возд.	
24		92	Real	Да	Регистр	Температура подачи теплоносителя при 0 нар. возд.	
25		94	Real	Да	Регистр	Период переключения двигателей в днях.	
Инв. № дубл.	26	332	Bool	Да	Регистр	Команда на включение насосов в работу по очереди.	
	27	334	Bool	Да	Регистр	Команда на открытие регулирующего клапана.	
	28	336	Bool	Да	Регистр	Команда на закрытие регулирующего клапана.	
	29	338	Bool	Да	Регистр	Команда на переход в автоматический режим.	
	30	96	Real	Нет	Регистр	Обработанный вход. Температура наружного воздуха	
Взам. инв. №	31	98	Real	Нет	Регистр	Обработанный вход. Температура подачи теплоносителя	
	32	100	Real	Нет	Регистр	Обработанный вход. Температура обратки теплоносителя	
	33	102	Real	Нет	Регистр	Обработанный вход. Давление на входе цирк. насосов.	
	34	104	Real	Нет	Регистр	Обработанный вход. Давление на выходе цирк. насосов.	
	35	110	Real	Нет	Регистр	Обработанный вход. Давление ХВС.	
Подпись и дата	36	108	Real	Нет	Регистр	Фактическое задание для регулятора.	
	37	342	Bool	Нет	Регистр	Общая авария, по неиспр датчиков Тнв, Тп или вкл. DIB.7	
Инв. № подл.							
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Приложение 2 – Карта меню SMART

- Конфигурация
- Настройки
  - ◆ Регулятор
    - Коэф. Пропорц
    - Коэф. Дифференц
    - Авт. Задание
    - Ручн. Задание T
  - ◆ Настр. Режима
    - T коррекции
    - Темп.п. при -40
    - Темп.п. при -20
    - Темп.п. при 0
  - ◆ Насосы
    - Пер. перекл (дней)
  - ◆ Калибровка A14
  - ◆ Калибровка A15
  - ◆ Калибровка A16
- Управление
  - ◆ Насосы
    - Вкл. насосы
  - ◆ Клапан
    - Команда открыть
    - Команда закрыть
  - ◆ Регулятор
    - Автомат режим
- Мониторинг
  - ◆ A11
  - ◆ A12
  - ◆ A13
  - ◆ A14
  - ◆ A15
  - ◆ A16
  - ◆ Задание регулятору
  - ◆ Выход на больше
  - ◆ Выход на меньше
  - ◆ Общая авария

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

SMART-2.00

Лист

12