

ТЕПЛОВЫЧИСЛИТЕЛЬ «Тепло-3В»

Руководство по эксплуатации

ШПИЮ. 421353.001 РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ	4
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	4
2.1 Основные параметры и характеристики	4
2.2 Диапазоны измеряемых величин	5
2.3 Метрологические характеристики	6
2.4 Эксплуатационные характеристики	7
3 СОСТАВ «ТЕПЛО-3В»	8
4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА	8
4.1 Структурная схема «Тепло-3В»	8
4.2 Коррекция характеристик измерительных преобразователей	10
4.3 Измеряемые и регистрируемые параметры	11
4.4 Учет времени отключения сетевого питания стороннего прибора	12
4.5 Назначение органов управления. Интерфейс пользователя	13
5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ	15
6 УПАКОВКА	16
7 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	16
7.1 Распаковка	16
7.2 Установка электронного блока	16
7.3 Подключение измерительных преобразователей	17
7.4 Ввод и просмотр настроечных параметров	17
7.4.1 Ввод кода схемы теплоснабжения	18
7.4.2 Ввод сетевого адреса «Тепло-3В»	19
7.4.3 Ввод кода настройки каналов расхода	19
7.4.4 Ввод веса импульса для каналов расхода	20
7.4.5 Запрет/разрешение измерения давлений	20
7.4.6 Ввод договорных значений давлений	21
7.4.7 Ввод чувствительности датчиков температуры	21
7.4.8 Ввод договорных значений температуры холодной воды	21
7.4.9 Выбор сезона «зима/лето»	22
7.4.10 Установка времени и даты	22
7.5 Очистка архивов и ввод в эксплуатацию	22
7.6 Установка скорости обмена через последовательный порт	23
8 ПОРЯДОК РАБОТЫ	23
8.1 Просмотр текущих и архивных параметров	23
8.1.1 Просмотр текущих параметров	23
8.1.2 Просмотр часовых параметров	24
8.1.3 Просмотр суточных параметров	25
8.1.4 Просмотр тотальных параметров	26
8.2 Считывание архивных данных через последовательный порт	27
9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	28
9.1 Общие указания	28
9.2 Поверка	28
9.3 Настройка и регулировка	29
9.3.1 Калибровка каналов температуры	29

9.3.2 Калибровка каналов давления	30
9.3.3 Калибровка каналов расхода.....	30
10 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ .	31
11 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.....	32
12 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	32
13 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ.....	33
14 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ.....	34
15 СВЕДЕНИЯ О ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКЕ	34
16 УЧЕТ ПРОВЕДЕННЫХ ПОВЕРОК	35
17 ЗАМЕТКИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ВЕДОМОСТЬ НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ.....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ В. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	43
В.1 Протокол Modbus (ASCII – режим, функция 3)	43
В.2 Чтение тотальных параметров	44
В.3 Чтение суточных параметров.....	44
В.4 Чтение часовых параметров	46
В.5 Чтение текущих параметров.....	47
В.6 Чтение серийного номера	49
В.7 Float-формат данных	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПОДКЛЮЧЕНИЕ «ТЕПЛО-3В» К ВНЕШНЕМУ ОБОРУДОВАНИЮ.....	50
Г.1 Прямое подключение к ПК.....	50
Г.2 Объединение в информационную сеть на основе интерфейса RS485 ..	50
Г.3 Подключение через модем к коммутируемым линиям	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ К «ТЕПЛО-3В»	54
Д.1 Клеммный отсек «Тепло-3В».....	54
Д.2 Подключение имитатора датчика давления	54

Настоящее руководство по эксплуатации (в дальнейшем - РЭ) предназначено для ознакомления с принципом работы, устройством и конструкцией тепловычислителя «Тепло-3В» (ниже – прибор или «Тепло-3В»). РЭ содержит требования и рекомендации по монтажу «Тепло-3В», его эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Прибор «Тепло-3В» предназначен для измерения параметров теплоносителя с помощью первичных (измерительных) преобразователей (термопреобразователей сопротивления, преобразователей расхода и датчиков давления), с последующим вычислением отпускаемого и (или) потребляемого количества теплоты (тепловой энергии), объема и массы теплоносителя, горячей и холодной воды.

Область применения «Тепло-3В» - системы учета отпуска и потребления тепловой энергии, горячей и холодной воды, в том числе и для коммерческих целей.

Прибор может работать как автономно, так и в составе автоматизированной системы сбора данных.

Количество каналов измерения расхода, температуры и давления определяется выбранной схемой измерения. Выбор производится из меню прибора при снятии запрета конфигурирования.

Прибор «Тепло-3В» может проводить измерение по 4-м каналам расхода (преобразователь расхода с частотным, либо импульсным входом 0...1000Гц), 4-м каналам температуры (термопреобразователь сопротивления $R_0 = 500 \text{ Ом}$, $W_{100} = 1,385$ или $1,391$) и 3-м каналам давления (преобразователи давления с токовым выходом 0...5 мА).

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Основные параметры и характеристики

«Тепло-3В» обеспечивает вычисление количества теплоты (тепловой энергии) и массы воды в соответствии с уравнениями, приведенными в МИ 2412, и алгоритмами вычисления, приведенными в Приложении Б. Настройка алгоритмов вычисления осуществляется с помощью настроечных параметров в соответствии с ведомостью настроечных параметров, приведенной в приложении А.

Прибор обеспечивает вычисление и архивирование информации, и вывод её на индикатор:

- о текущих значениях измеряемых параметров*;
- о текущем отпуске или потреблении количества теплоты (тепловой энергии), объеме и массе воды нарастающим итогом;
- о количестве теплоты (тепловой энергии) и массе воды отпущенных или потребленных за час, среднечасовых значениях температуры и давления;
- о количестве теплоты (тепловой энергии) и массе воды отпущенных или потребленных за сутки, среднесуточных значениях температуры и давления;

- о времени отсутствия напряжения на клеммах контроля электропитания стороннего прибора, с дискретностью 1 минута;
 - о нештатных ситуациях в соответствии с таблицей 10.
- * текущие значения не архивируются.

Прибор «Тепло-3В» обеспечивает работу со следующими измерительными преобразователями:

- преобразователями расхода (расходомерами) или объема (счетчиками) воды (далее - ИПР), имеющими числоимпульсный выход. Причем выходные цепи ИПР должны иметь сопротивление в состоянии «замкнуто» не более 1 кОм (с учетом сопротивления линии подключения), в состоянии «разомкнуто» - не менее 1 Мом. В случае использования активных формирующих цепей амплитуда импульсов должна быть не менее 2,2 В и не более 3,6 В. Длительность импульсов должна быть не менее 0,35 мс, межимпульсный интервал должен быть не менее 0,35 мс. Возможна работа с ИПР в двух диапазонах частоты сигналов – с максимальной частотой не более 5 Гц и с максимальной частотой не более 1000 Гц. Количество подключаемых ИПР может быть не более четырех;
- термопреобразователями сопротивления 500П (Pt500 и Pt'500) с номинальной статической характеристикой $W_{100}=1,3910$ или $W_{100}=1,3850$ класса допуска А или В по ГОСТ 6651, в том числе комплектами термопреобразователей сопротивления. Термопреобразователи сопротивления должны иметь четырехпроводную схему подключения. Количество подключаемых термопреобразователей сопротивления может быть не более четырех;
- датчиками давления с унифицированным выходным токовым сигналом 0÷5 мА по ГОСТ 26.011. Питание датчиков давления от «Тепло-3В» не предусматривается и потому они должны иметь собственный источник электропитания. Количество подключаемых датчиков давления может быть не более трех.

Настройка на работу с измерительными преобразователями осуществляется с помощью настроечных параметров в соответствии с ведомостью настроечных параметров, приведенной в приложении А.

«Тепло-3В» обеспечивает отображение на индикаторе текущих значений расхода, температуры и давления воды на основании сигналов измерительных преобразователей.

Информация о текущих, тотальных, суточных и часовых параметрах выдается по запросу через последовательный порт RS232 в соответствии со стандартным протоколом Modbus.

2.2 Диапазоны измеряемых величин

Диапазоны измеряемых величин:

- температура воды - от 0 до плюс 150 °С;
 - разность температур воды - от плюс 3 до плюс 145 °С;
 - избыточное давление воды - от 0 до 1,6 МПа;
- Максимальные значения отображаемых и хранимых величин не менее:
- объем воды - $9,99 \times 10^9$ м³;

- масса воды $- 9,99 \times 10^9$ т;
- количество теплоты $- 9,99 \times 10^9$ Гкал;
- время отключения сетевого питания $- 65535$ ч.

2.3 Метрологические характеристики

2.3.1 Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления количества теплоты (без учета погрешностей измерительных преобразователей) в зависимости от разности температур теплоносителя (ΔT) - не более значений, приведенных в таблице:

Диапазон изменения разности температур теплоносителя	Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления количества теплоты
$20\text{ }^{\circ}\text{C} < \Delta T \leq 145\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,4\text{ } \%$
$10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta T \leq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,7\text{ } \%$
$5\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta T < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 1,2\text{ } \%$
$3\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta T < 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 2,0\text{ } \%$

2.3.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры (без учета погрешностей термопреобразователей сопротивления) - не более $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$.

2.3.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения разности температур парными каналами (без учета погрешностей термопреобразователей сопротивления) - не более $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

2.3.4 Пределы допускаемой относительной погрешности преобразования сигналов ИПР с числоимпульсным выходом в значения объемного расхода (объема) - не более $\pm 0,05\text{ } \%$.

2.3.5 Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления массы из значений объема - не более $\pm 0,05\text{ } \%$.

2.3.6 Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения давления (без учета погрешностей датчиков давления) - не более $\pm 0,5\text{ } \%$.

2.3.7 Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени - не более $\pm 0,05\text{ } \%$.

2.3.8 Номинальная статическая функция преобразования выходных сигналов датчиков давления в значения давления:

$$P = \frac{P_{\max}}{I_{\max}} \times I_{II},$$

где: P – давление, МПа;

I_{II} – выходной ток датчика давления, мА;

$P_{\max}$ – давление, соответствующее наибольшему значению выходного тока датчика давления, МПа;

$I_{\max}$ – наибольшее значение выходного тока датчика давления, мА.

2.3.9 Номинальная статическая функция преобразования выходных сигналов ИПР в значения объемного расхода:

$$G = \frac{3600}{t_{II}} \times S,$$

где: G – объемный расход, м³/ч;

t_{II} – период между импульсами от преобразователя расхода, с;

S – вес импульса ИПР, м³/имп.

$$S = \frac{G_{\max}}{3600 \times F_{\max}},$$

где: $G_{\max}$ – наибольшее значение объемного расхода, м³/ч;

F – значение частоты, соответствующее $G_{\max}$, Гц.

2.4 Эксплуатационные характеристики

2.4.1 Объем энергонезависимой памяти рассчитан на хранение суточной информации в течение 365 суток, а часовой - 45 суток. При заполнении памяти вновь определяемые суточные и часовые параметры вытесняют суточные и часовые параметры, накопленные первыми.

2.4.2 Электропитание «Тепло-3В» осуществляется от внутреннего источника питания (литиевой батареи) или от внешнего источника питания (ВИП) с выходным напряжением от 5 до 30 В постоянного тока, а также от источников питания преобразователей, датчиков, с которыми работает «Тепло-3В», обеспечивающих выходной ток не менее 8 мА. [Рекомендуется использовать ВИП с выходным напряжением от 5 до 12 В]. Переключение на электропитание от внутреннего или внешнего источника питания в «Тепло-3В» производится автоматически при отключении или подключении внешнего источника, соответственно.

2.4.3 Средний срок службы - 12 лет с учетом проведения, при необходимости, восстановительных работ.

2.4.4 Средняя наработка на отказ - не менее 75000 часов.

2.4.5 За критерий отказа принимается несоответствие «Тепло-3В» требованиям п. 2.3.

2.4.6 По устойчивости к климатическим воздействиям окружающей среды «Тепло-3В» соответствует группе исполнения В4 по ГОСТ 12997:

- температура окружающей среды от +5°C до +50°C;
- относительная влажность воздуха не более 80 % при температуре окружающей среды 35°C.

2.4.7 Степень защиты «Тепло-3В» от проникновения пыли, посторонних тел и воды соответствует IP 44 по ГОСТ 14254.

2.4.8 «Тепло-3В» устойчив к воздействию синусоидальных вибраций в диапазоне от 5 до 35 Гц при амплитуде смещения 0,35 мм. (Группа исполнения L1 по ГОСТ 12997).

2.4.9 «Тепло-3В» устойчив к электромагнитным воздействиям в соответствии с разделом 5.5 ГОСТ Р 51649 для теплосчетчиков класса точности С.

2.4.10 «Тепло-3В» в транспортной упаковке выдерживает без повреждений при транспортировании:

- механические воздействия по группе N2 по ГОСТ 12997;

• климатические воздействия по ГОСТ 12997 для температур от – 50 °С до + 50 °С и влажности до 95 % при температуре + 35 °С.

2.4.11 Потребляемая электрическая мощность «Тепло-3В» от внешнего источника питания - не более 0,2 Вт.

2.4.12 Масса «Тепло-3В» - не более 0,4 кг.

2.4.13 Габаритные размеры «Тепло-3В» - не более 150x135x35 мм.

3 СОСТАВ «ТЕПЛО-3В»

Комплект поставки «Тепло-3В» приведен в таблице:

№	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечания
1	ШПИЮ.421353.001	Тепловычислитель «Тепло-3В»	1	
2	ШПИЮ.685662.001	Кабель подключения «Тепло-3В» к СОМ порту компьютера.	1	Поставляется по требованию Заказчика
3	-----	Литиевые источники питания	1	Поставляется по требованию Заказчика
4	ШПИЮ.421353.001 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
5	ШПИЮ.421353.001 Д	Методика поверки	1	На 10 комплектов. Только организациям, осуществляющим поверку
6	Reporter.exe	Программное обеспечение внешнего доступа на CD или дискете 3,5'	1	

4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

4.1 Структурная схема «Тепло-3В»

Конструктивно «Тепло-3В» разделен на два отсека. В первом отсеке размещен одноплатный модуль, объединяющий функциональные блоки: контроллер (МС), устройство индикации (LCD), клавиатуру (Kbd), элементы гальванической развязки для порта RS232 и литиевая батарея электропитания (LiB) (рис.4.1). На нем же размещен и переключатель защиты от изменения калибровочных характеристик измерительных каналов «Тепло-3В» - «ключ метролога». Во втором отсеке расположены клеммы для подключения преобразователей расхода, давления и температуры, переключатель защиты от несанкционированного доступа к редактированию настроечных параметров («ключ энергоснабжающей организации» или «ключ энерго»), клеммы для подключения внешнего источника

питания и индикатор его включения, клеммы для подключения сигнала включения стороннего прибора (например, расходомеров), индицирующего факт наличия сетевого питания. Каждый из отсеков имеет индивидуальную панель-крышку, закрепление которых к основанию корпуса пломбируется навесной пломбой, рис.4.2. Основным вариантом исполнения корпуса - вертикальное. Цифровой жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) и клавиатура расположены на передней панели, разъем порта RS232 – на боковой стороне корпуса.

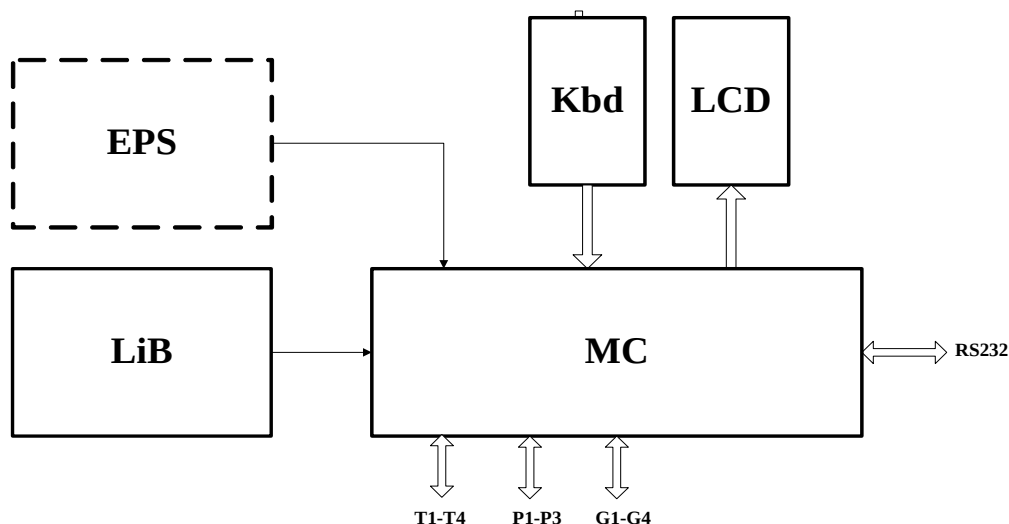


Рис. 4.1 Структурная схема «Тепло-3В»

Питание «Тепло-3В» может осуществляться от встроенной литиевой батареи (LiB) или от внешнего сетевого источника питания (EPS). В последнем случае при исчезновении сетевого напряжения «Тепло-3В» автоматически переключается на работу от встроенной литиевой батареи. При появлении сетевого напряжения происходит автоматическое переключение на работу от внешнего источника питания. Энергия встроенной батареи при этом практически не расходуется.

Работой «Тепло-3В» управляет контроллер MC, к которому подключены клавиатура, индикатор, клеммы для подключения преобразователей расхода, давления и температуры. Контроллер MC осуществляет обработку данных с измерительных преобразователей по заданным алгоритмам, содержит энергонезависимую память для хранения архивов часовых, суточных и тотальных параметров и таймер/календарь.

Управление режимами вывода данных на индикатор LCD, а также процессом настройки «Тепло-3В», осуществляется с помощью клавиатуры Kbd.

На индикатор выводятся все измеряемые и вычисляемые в «Тепло-3В» параметры (текущие, часовые, суточные и тотальные), а также диагностические сообщения о состоянии «Тепло-3В». Управление некоторыми режимами работы «Тепло-3В» осуществляется в режиме меню, состояния которого также отображаются на жидкокристаллическом индикаторе.

Измерение температуры в «Тепло-3В» производится с помощью термопреобразователей сопротивления, через которые пропускается высокостабильный ток, а падение напряжения на них поступает через входные

мультиплексоры на входы АЦП контроллера, который преобразует значения сопротивления подключенных термопреобразователей сопротивления в значения температур Т1–Т4 в °С.

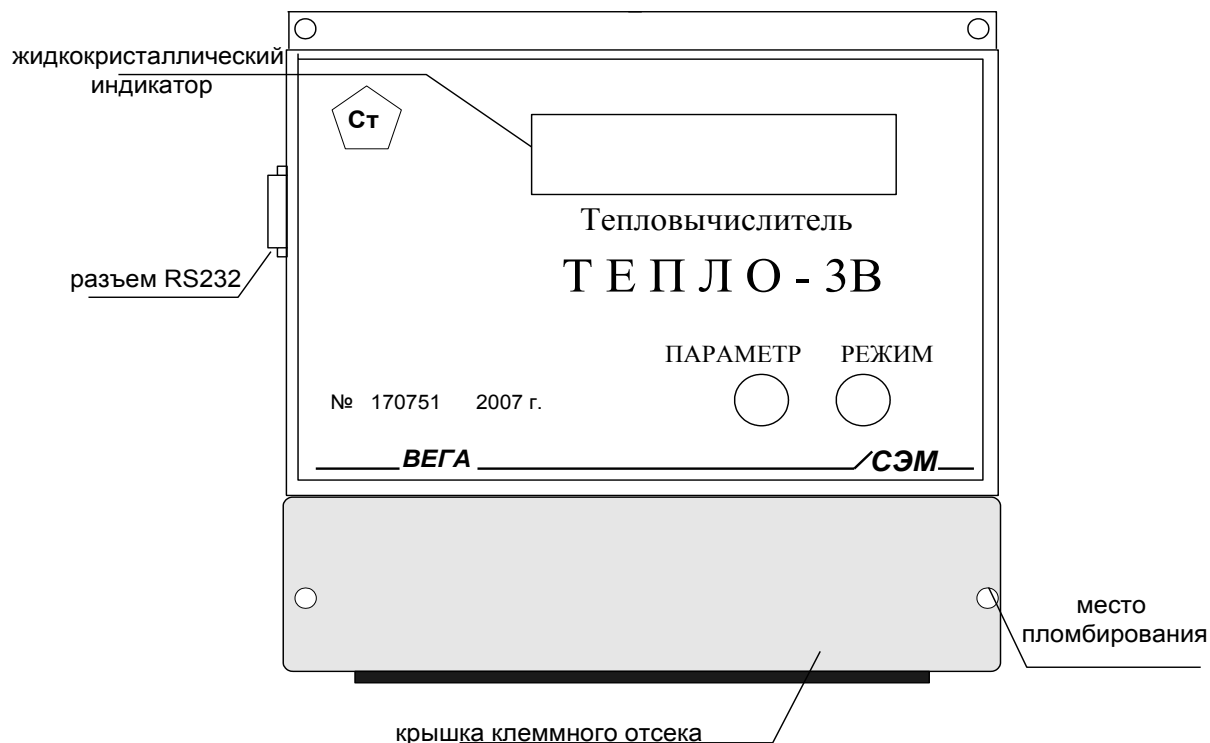


Рис. 4.2. Лицевая панель "Тепло-3В"

Измерение давления осуществляется с помощью преобразователей давления с токовым выходом. Сигналы напряжения с резисторов нагрузки преобразователей давления с токовым выходом через входные мультиплексоры подключаются ко входам АЦП контроллера, который преобразует их в значения давления Р1-Р3 в МПа.

Процедура аналого-цифрового преобразования («пачка» измерений) и, соответственно, определение текущих значений температуры и давления выполняется один раз в минуту.

Алгоритм преобразования выходных сигналов датчиков давления в значения давления приведен в п.2.3.8.

Алгоритм преобразования выходных сигналов ИПР в значения объемного расхода приведен в п.2.3.9.

При отсутствии импульсов в течение минуты от преобразователя расхода, работающего в диапазоне частот 0-1000 Гц, и в течение 3-х минут от преобразователя расхода, работающего в диапазоне частот 0-5 Гц, показания текущего значения объемного расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$) на индикаторе прибора будут нулевыми.

4.2 Коррекция характеристик измерительных преобразователей

Для вычисления параметров и коррекции характеристик каждого измерительного преобразователя предусмотрены пять коэффициентов α , β , γ , δ , ϵ . Это позволяет использовать датчики с нелинейной и линейной характеристиками, имеющие постоянное смещение и не имеющие смещения.

Значения всех коэффициентов определяются в процессе настройки и калибровки измерительных каналов «Тепло-3В».

Для каналов температуры при калибровке определяются 8 точек для кусочно-линейной аппроксимации зависимости кода АЦП от значения сопротивления термопреобразователей. По измеренному коду АЦП $K_{\text{ацп}}$ и аппроксимирующей таблице определяется сопротивление и вычисляется температура по уравнению

$$T = \alpha (c \cdot R + d)^2 + \beta \cdot (c \cdot R + d) + \gamma, \quad (4.1)$$

где коэффициенты $c=1$; $d=0$; α , β , γ определяют квадратичную зависимость значения температуры от сопротивления платиновых термопреобразователей.

Для каналов давления при калибровке определяются коэффициенты c и d по 2-м точкам. При измерениях по коду АЦП определяется давление по уравнению

$$P = \alpha (c \cdot K_{\text{ацп}} + d)^2 + \beta \cdot (c \cdot K_{\text{ацп}} + d) + \gamma, \quad (4.2)$$

где коэффициенты $\alpha=0$; $\beta=1$, $\gamma=0$.

Изменяя коэффициенты α , β и γ , можно скомпенсировать нелинейность каналов измерения давлений.

Для каналов расхода коэффициент c равен весу импульса S . Значение объемного расхода G , оцениваемое через время T между поступлением импульсов и вес импульса S , также может быть скорректировано с учетом нелинейной характеристики преобразователя расхода коэффициентами α , β , γ , $c(S)$ и d

$$G = \alpha \cdot (S \cdot 3600/T + d)^2 + \beta \cdot (S \cdot 3600/T + d) + \gamma \quad (4.3)$$

Коэффициенты α , β , γ и d устанавливаются по умолчанию: $\alpha=0$, $\beta=1$, $\gamma=0$ и $d=0$.

Номинальный вес импульса S (коэффициент c) для каналов расхода задается через настроечное меню.

В случае изменения метрологических характеристик преобразователей температуры, давления и расхода коэффициенты α , β , γ , и c , d могут быть скорректированы в памяти «Тепло-3В» с помощью конфигурационной программы.

Изменение коэффициентов (за исключением веса импульса) возможно только после снятия «ключа метролога», изменение веса импульса – после перевода «ключа энерго» в положение «редактирование». Доступ к изменению положения ключей блокируется пломбированием, как описано в разделе 5.

4.3 Измеряемые и регистрируемые параметры

«Тепло-3В» обеспечивает ежеминутное измерение и определение текущих параметров: температур $t^{\circ}1$, $t^{\circ}2$, $t^{\circ}3$ и $t^{\circ}4$, давлений $p1$, $p2$ и $p3$, объемного расхода $g1$, $g2$, $g3$ и $g4$, массового расхода $m1$, $m2$, $m3$ и $m4$, тепловой мощности $q1$, $q2$.

Уравнения для вычисления массовых расходов и тепловой энергии (количества теплоты) для различных схем теплоснабжения, реализованных в «Тепло-3В» (Приложение Б), соответствуют уравнениям, приведенным в МИ 2412-97. Плотность и энтальпия теплоносителя в «Тепло-3В» определяются по значениям температур и давлений методом кусочно-линейной аппроксимации уравнений, приведенных в приложении к МИ 2412-97. По результатам измерений

прибор вычисляет и сохраняет в энергозависимом архиве следующую информацию:

- об отпущенных или потребленных количестве теплоты (тепловой энергии), объеме и массе воды нарастающим итогом;
- об отпущенных или потребленных за сутки количестве теплоты (тепловой энергии) и массе воды, среднесуточных значениях температуры и давления;
- об отпущенных или потребленных за час количестве теплоты (тепловой энергии) и массе воды, среднечасовых значениях температуры и давления;
- о времени отсутствия электропитания на клеммах контроля отсутствия электропитания с дискретностью 1 минута;
- о нештатных ситуациях (таблица 10).

Среднечасовые архивные значения температур и давлений равны частному от деления суммы текущих значений температуры или давления на количество минутных измерений в течение часа.

Часовые значения масс и тепловых энергий складываются из минутных значений в течение часа.

Среднесуточные значения температур и давлений равны частному от деления суммы часовых значений температуры или давления на количество реально отработанных часов в сутках.

Суточные значения масс и тепловых энергий вычисляются суммированием часовых значений.

Приращение тотальных значений объемов, масс и тепловых энергий осуществляется раз в минуту.

Текущие и архивные параметры отображаются на индикаторе и по запросу выдаются в последовательный порт. Протокол обмена приведен в Приложении В. В зависимости от схемы теплоснабжения, обслуживаемой «Тепло-3В», на индикаторе для просмотра будут доступны только значимые для данной схемы теплоснабжения параметры.

Объем энергонезависимой памяти рассчитан на фиксацию суточной информации в течение 365 суток, а информация за каждый час сохраняется за 45 суток. При заполнении архивной памяти, вновь определяемые суточные и часовые параметры вытесняют суточные и часовые параметры, накопленные первыми.

4.4 Учет времени отключения сетевого питания стороннего прибора

Для определения времени отключения сетевого электропитания на узле учета в «Тепло-3В» предусмотрены клеммы 1 и 2 (см. Приложение Д), на которые должно подаваться напряжение от 5 до 30 В постоянного тока при наличии сетевого питания расходомеров. При исчезновении напряжения на контактах 1 и 2 прибор начинает счет времени отсутствия электропитания в минутах. При восстановлении напряжения счет времени отсутствия электропитания останавливается.

Время отсутствия электропитания за час и сутки формируется с разрешением 1 минута в часовых и суточных архивах, отображается на индикаторе и выдается по запросу в последовательный порт.

Время отсутствия электропитания нарастающим итогом с момента начальной установки фиксируется 1 раз в час с разрешением 1 минута в архиве тотальных параметров и выдается по запросу в последовательный порт.

Просмотр времени отсутствия сетевого питания нарастающим итогом осуществляется в меню тотальных параметров с разрешением 1 час.

Подача напряжения на клеммы 1 и 2 может производиться следующими способами:

- если несколько расходомеров, входящих в состав узла учета, питаются от сети 220В, на клеммы 1 и 2 должно быть подано напряжение от 5 до 30 В постоянного тока от внешнего источника питания, обеспечивающего выходной ток не менее 5 мА и включенного в общую с расходомерами цепь ввода сетевого напряжения;

- если расходомер, установленный на подающем трубопроводе, имеет выход напряжения от 5 до 30 В постоянного тока от собственного источника питания и в установленном «Тепло-3В» вычисляется только Q_1 , а Q_2 не вычисляется, то допускается использовать указанный выход этого расходомера, подключив его к клеммам 1 и 2 «Тепло-3В»;

- если «Тепло-3В» питается от внешнего источника питания, подключаемого к клеммам 21 и 22, то последний включается в общую с расходомерами цепь ввода сетевого напряжения, а клеммы контроля питания стороннего прибора 1 и 2 соединяются перемычками, соответственно, с клеммами 21 и 22. Внешний источник питания в этом случае должен обеспечивать выходной ток не менее 12 мА.

В случае применения «Тепло-3В» с крыльчатыми или турбинными счетчиками воды, а также в комплекте с расходомерами, имеющими автономные источники питания, необходимость в учете времени отключения питания отпадает. Тогда значение параметра отключенного питания в часовых архивах можно рассматривать как количество минутных циклов измерения в течение каждого зафиксированного в архиве часа, а в тотальных архивах – как общее время работы «Тепло-3В» в часах после последней очистки архивов.

4.5 Назначение органов управления. Интерфейс пользователя

Управление работой «Тепло-3В» осуществляется с помощью расположенных на передней панели кнопок «ПАРАМЕТР» и «РЕЖИМ» (рис. 4.2).

Интерфейс пользователя построен в виде иерархического меню, перемещение по пунктам которого осуществляется с помощью двух кнопок. Перебор пунктов меню осуществляется кнопкой «ПАРАМЕТР», а вход/выход в/из подменю выбранного пункта - кнопкой «РЕЖИМ».

В течение большей части времени работы прибора ЖК-индикатор находится в неактивном состоянии. Для перевода его в активный режим необходимо нажать кнопку «ПАРАМЕТР», в результате чего «Тепло-3В» перейдет в режим индикации, высветив на индикаторе наименование первой позиции верхнего меню: **ОНРОС/СЕРВВС**, рис.4.3. Если в течение минуты не будет работы с клавиатурой, индикатор погаснет.

Содержание позиции меню **ОНРОС** приведено на рис.4.4, позиции меню **СЕРВВС** – на рис. 4.5.

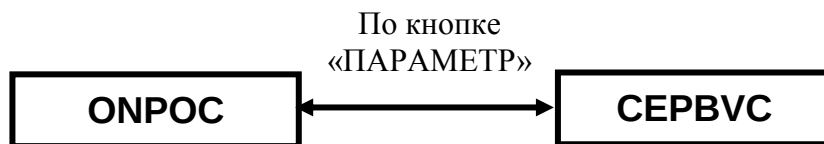


Рис. 4.3. Главное меню.

ONPOC – просмотр параметров, **CEPBVC** – системные установки.

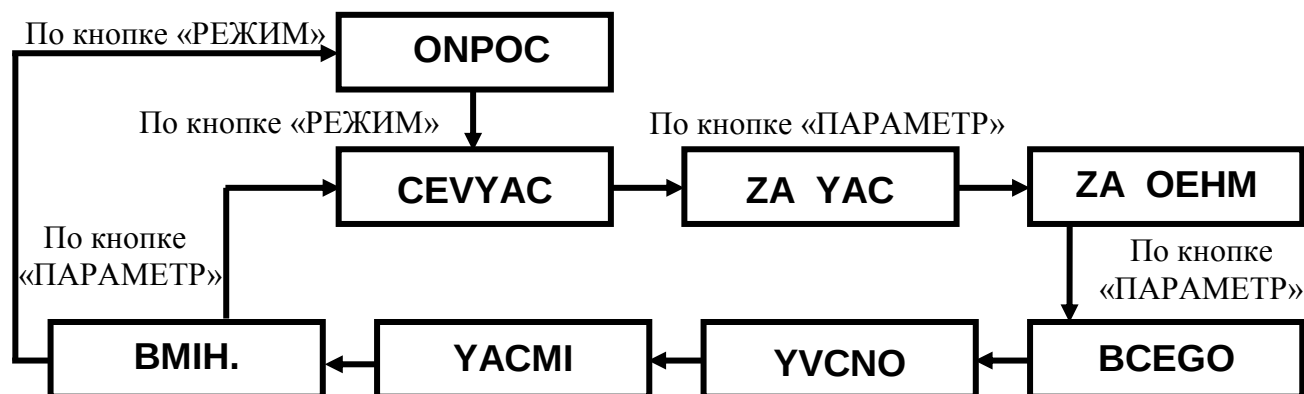


Рис. 4.4. Просмотр параметров в позиции меню **ONPOC**

CEVYAC – текущие параметры,
ZA OEHM – суточные параметры,
YVCNO – текущая дата,
BMIN. – возврат в главное меню.

ZA YAC – часовые параметры,
BCEGO – тотальные параметры,
YACMI – текущее время,

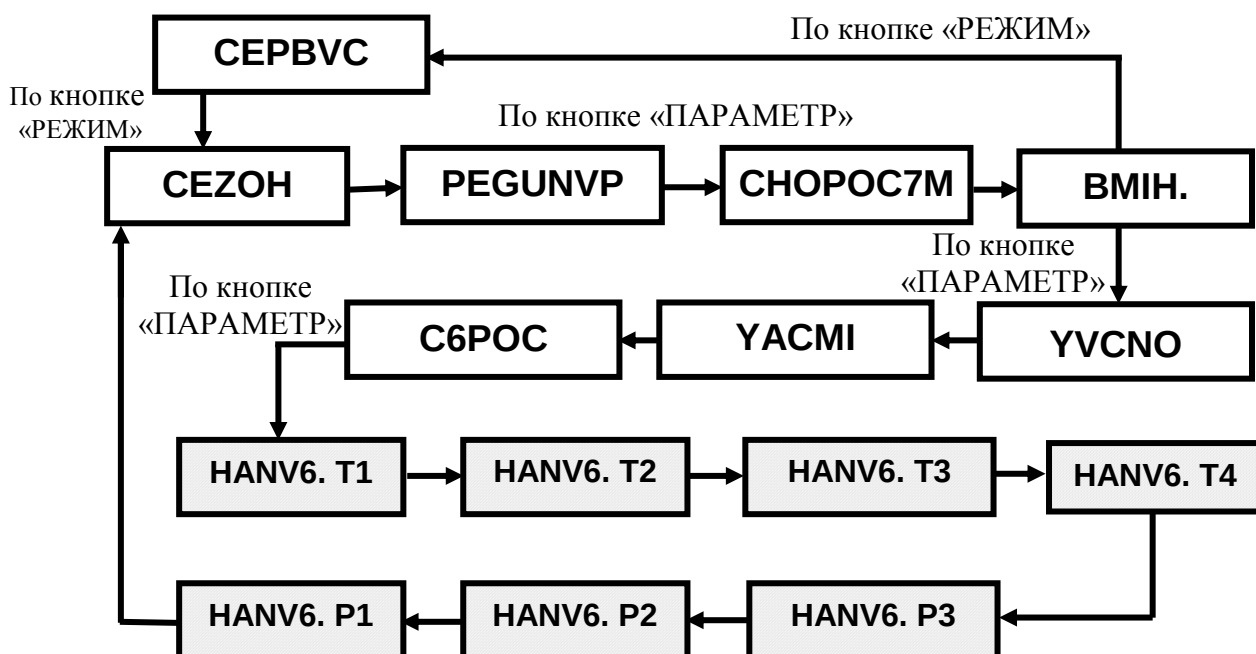


Рис. 4.5. Системные установки в позиции меню **CEPBVC**

CEZON – выбор сезона «зима/лето»,
PEGUNVP – ввод настроечных параметров,

CHOPOC7M – ввод настроечных параметров,
BMIN. – возврат в главное меню.

YVCNO – установка даты,
C6POC – очистка архивов,

YACMI – установка времени,
BMH. – возврат в главное меню,

CHOPOC7M – установка скорости обмена через последовательный порт,

HANV6. T1 ÷ HANV6. T4 – калибровка каналов температуры,

HANV6. P1 ÷ HANV6. P3 – калибровка каналов давления. Эти позиции меню предлагаются, если давления измеряются.

Примечание: Если в Тепло-3В удалена перемычка в «ключе метролога», то заштрихованные позиции меню недоступны и по кнопке «ПАРАМЕТР» происходит возврат к позиции **СЕЗОН**.

5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Маркировка «Тепло-3В» выполняется на лицевой панели корпуса «Тепло-3В» (рис.4.2) и содержит следующие данные:

- наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение «Тепловычислитель «Тепло-3В»;
- знак утверждения типа средств измерений по ПР 50.2.009;
- заводской номер;
- год выпуска.

Пломбирование «Тепло-3В» производится дважды:

- после завершения калибровки измерительных каналов снимается крышка «Тепло-3В», и на плате «Тепло-3В» удаляется перемычка в "ключе метролога" (на рис.5.1 "ключ метролога" установлен), что препятствует запуску процесса перекалибровки. После проведения поверки один из крепежных винтов крышки корпуса «Тепло-3В» крепится к основанию корпуса и пломбируется навесной пломбой представителем учреждения, аккредитованного на право поверки.

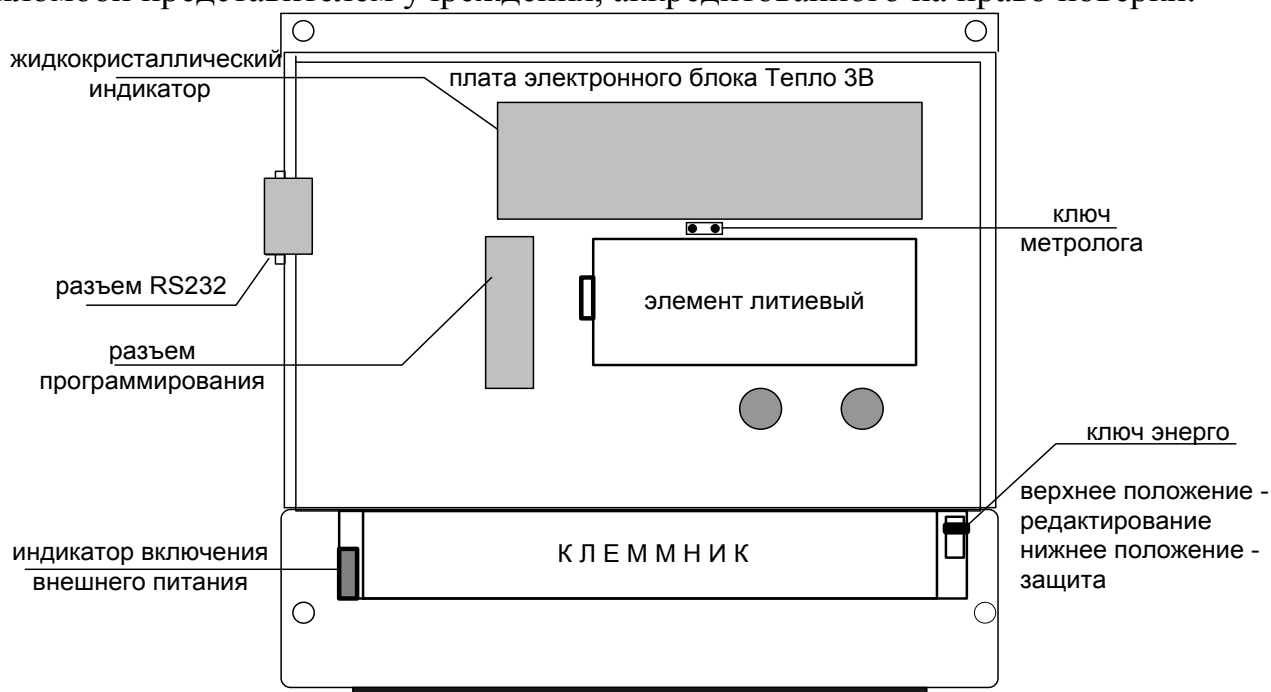


Рис.5.1. Расположение переключателей, индикаторов, разъемов на плате электронного блока Тепло-3В.

• при приёме в эксплуатацию «Тепло-3В» сдвиговый переключатель защиты в клеммном отсеке («ключ энерго») должен быть установлен в нижнее положение. В этом случае становится невозможным изменение настроечных параметров и очистка архивов. Просмотр установленных ранее настроек остается при этом разрешенным.

Крышка клеммного отсека пломбируется представителем поставщика тепловой энергии.

6 УПАКОВКА

Эксплуатационные документы на «Тепло-3В» вкладываются в пакет из полиэтиленовой пленки, шов которого заваривается. Пакет документов и «Тепло-3В» упаковываются в картонную коробку, которая оклеивается бумажной лентой.

В транспортную тару вкладывается упаковочный лист, который содержит следующие данные:

- наименование изготовителя;
- наименование, обозначение изделия;
- дату упаковки;
- подпись лица, ответственного за упаковку, и штамп ОТК.

На транспортной таре наносятся краской надписи «Осторожно, хрупкое!», «Боится сырости» по ГОСТ 14192.

7 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1 Распаковка

При получении «Тепло-3В» необходимо:

- проверить сохранность упаковки и состояние корпуса на предмет отсутствия повреждений;
- убедиться в работоспособности «Тепло-3В», для чего нажать кнопку «ПАРАМЕТР». Индикатор при этом должен перейти в активное состояние и отобразить сообщение

ОНРОС

7.2 Установка электронного блока

Конструкция «Тепло-3В» предназначена для настенного монтажа. При выборе места установки необходимо обеспечить условия эксплуатации, указанные в п. 2.4, и удобный доступ к клеммному отсеку. Рекомендуется монтировать «Тепло-3В» в защитном шкафу. Крепление корпуса осуществлять в 4-х точках, как показано на рисунке 7.1.

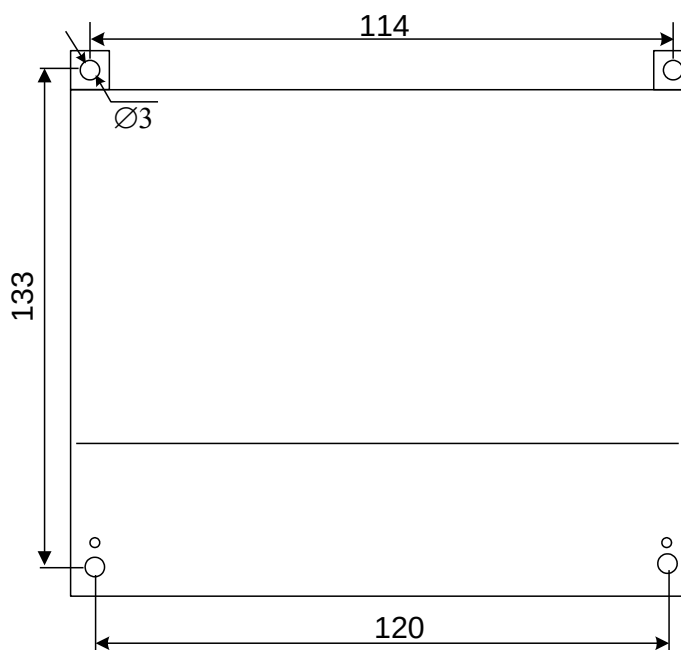


Рис. 7.1 Схема крепления электронного блока.

7.3 Подключение измерительных преобразователей

Подключение преобразователей температуры, расхода и давления должно осуществляться в соответствии со свидетельством о приемке на теплосчетчик или теплоизмерительную систему, в которые входит тепловычислитель «Тепло-3В». Расположение и назначение контактов клеммного отсека «Тепло-3В» приведено в Приложении Д.

Максимальная длина линий связи между «Тепло-3В» и измерительными преобразователями температуры, давления и расхода определяется сопротивлением каждого провода цепи, которое не должно превышать 50 Ом.

Для защиты от влияния промышленных помех рекомендуется использовать экранированные кабели. Рабочее заземление экранов кабелей должно выполняться только в одной точке, как правило, на стороне тепловычислителя. Оплетки должны быть электрически изолированы по всей длине кабеля, использование их для защитного заземления корпусов датчиков и прочего оборудования не допускается.

Если в непосредственной близости (в радиусе менее 20 метров) от оборудования узла учета отсутствуют промышленные агрегаты, способные порождать возникновение промышленных помех, допускается использовать неэкранированные кабели для преобразователей с частотным и токовым выходами.

Для защиты линий связи от механических повреждений рекомендуется прокладывать их в металлорукаве, стальных или пластиковых трубах или коробах.

7.4 Ввод и просмотр настроечных параметров

В зависимости от схемы теплоснабжения объекта, куда будет установлен «Тепло-3В», и подключаемых к «Тепло-3В» измерительных преобразователей, необходимо скорректировать в меню **СЕРВНС** (рис.4.5) настроечные параметры и режим работы, очистить архивную память «Тепло-3В». Очередность действий приведена в таблице 7.1. Вход/выход в/из позиций меню производится кнопкой

«РЕЖИМ», перебор значений параметров - кнопкой «ПАРАМЕТР». Перед изменением значений настроечных параметров переключатель «ключ энерго» должен быть переведен в положение «редактирование» (рис.5.1).

Таблица 7.1 Настройки, доступные через меню **CEPBVC**.

№	Параметр (режим)	В позиции меню CEPBVC
1	Код схемы теплоснабжения (СП)	PEGUNVP
2	Сетевой адрес «Тепло-3В» (Ad)	PEGUNVP
3	Код настройки каналов расхода (g1, g2, g3, g4)	PEGUNVP
4	Вес импульса каналов расхода (S1, S2, S3, S4)	PEGUNVP
5	Запрет измерения давлений (P1, P2, P3)	PEGUNVP
6	Договорные значения давлений (P1, P2, P3, P4, P5)	PEGUNVP
7	Чувствительность датчиков температуры	PEGUNVP
8	Договорные значения температуры холодной воды для каждого месяца (1-12)	PEGUNVP
9	Сезон «зима/лето»	CEZOH
10	Дата	YVCNO
11	Время	YACMI
12	Очистка архивов	C6POC
13	Установка скорости обмена через последовательный порт	CHOPOC7M

Активизация измененного настроечного параметра (за исключением параметра **CHOPOC7M**) производится только после выхода из редактирования этого параметра по кнопке «РЕЖИМ». Если редактируемый параметр был изменен, а изменение не зафиксировано нажатием кнопки «РЕЖИМ» до погасания индикатора, то в памяти прибора останется прежнее (исходное) значение параметра (с погасанием индикатора режим редактирования параметров прекращается автоматически).

При установке переключателя "ключ энерго" положение «защита» редактирование настроечных параметров в меню **CEPBVC** (за исключением параметра **CHOPOC7M**) и очистка архивов невозможны, допускается только просмотр установленных ранее настроек.

7.4.1 Ввод кода схемы теплоснабжения

В зависимости от схемы теплоснабжения объекта, куда устанавливается «Тепло-3В», вычисление потребленной объектом тепловой энергии может производиться по разным алгоритмам. Выберите кнопкой «ПАРАМЕТР» в меню **CEPBVC** позицию **PEGUNVP** и нажмите «РЕЖИМ».

Код (номер) схемы теплоснабжения задается в параметре **CN**:

CN	01
-----------	-----------

Нажатием кнопки «ПАРАМЕТР» выберите требуемый номер схемы теплоснабжения в соответствии с Приложением Б. Для подтверждения ввода

номера схемы и перехода к просмотру или редактированию следующего параметра нажмите кнопку «РЕЖИМ».

7.4.2 Ввод сетевого адреса «Тепло-3В»

Для работы в локальной сети и/или для дистанционного считывания данных через последовательный порт RS232 предусмотрена возможность изменения сетевого адреса «Тепло-3В».

Войдите в позицию меню **PEGUNVP** и нажимайте кнопку «РЕЖИМ» до появления на индикаторе параметра **AD**. Справа будет отображаться сетевой адрес в десятичном формате:

AD	01
-----------	-----------

Кнопкой «ПАРАМЕТР» измените значение адреса. Выход из позиции с сетевым адресом осуществляется по кнопке «РЕЖИМ».

7.4.3 Ввод кода настройки каналов расхода

Войдите в позицию меню **PEGUNVP** и нажимайте кнопку «РЕЖИМ» до появления на индикаторе слева сообщения «**91-94**». Справа будет отображаться код настройки каналов расхода для обслуживания преобразователей расхода в диапазоне частот 0-1000 Гц или в диапазоне 0-5 Гц:

91-94	00
--------------	-----------

В соответствии с таблицей 7.2 кнопкой «ПАРАМЕТР» задайте код настройки каналов, соответствующий выбранному сочетанию преобразователей расхода. Закрепление выбранного кода осуществляется по кнопке «РЕЖИМ».

Таблица 7.2 Варианты сочетаний преобразователей расхода

Значение кода	Тип преобразователей g1 g2 g3 g4	Значение кода	Тип преобразователей g1 g2 g3 g4
00	F1 F2 F3 F4	08	F1 F2 F3 I4
01	I1 F2 F3 F4	09	I1 F2 F3 I4
02	F1 I2 F3 F4	10	F1 I2 F3 I4
03	I1 I2 F3 F4	11	I1 I2 F3 I4
04	F1 F2 I3 F4	12	F1 F2 I3 I4
05	I1 F2 I3 F4	13	I1 F2 I3 I4
06	F1 I2 I3 F4	14	F1 I2 I3 I4
07	I1 I2 I3 F4	15	I1 I2 I3 I4

В таблице 7.2 использованы обозначения:

- символом “I” обозначены преобразователи с числоимпульсным (импульсным) выходом, диапазон частот 0-5 Гц;
- символом “F” обозначены преобразователи с числоимпульсным (частотным) выходом, диапазон частот 0-1000 Гц;

- цифры указывают принадлежность преобразователя каналу расхода **g1, g2, g3, g4**.

Примечания: Если в качестве преобразователей расхода в каком-либо трубопроводе или в нескольких трубопроводах применяются крыльчатые или турбинные счетчики воды с импульсным выходом, то для защиты от дребезга их контактов соответствующие каналы (g1, g2, g3 или g4) должны быть заданы импульсными (диапазон частот – 0-5Гц). Если, например, применены четыре крыльчатых счетчика воды, значение кода настройки каналов следует выбрать равным 15.

7.4.4 Ввод веса импульса для каналов расхода

Вес импульса в «Тепло-3В» устанавливается равным весу импульса измерительных преобразователей расхода. Для ИПР с частотным выходом, измеряющего предельный расход $G_{\max}$, вес импульса может быть определен по

$$\text{формуле } S = \frac{G_{\max}}{3600 * F_{\max}} \frac{[м^3/ч]}{[Гц]}.$$

Войдите в позицию меню **PEGUNVP** и нажимайте кнопку «РЕЖИМ» до появления на индикаторе (слева) обозначения веса импульса нужного канала (**S1, S2, S3, S4**). Справа будет отображен вес импульса в м³ в формате с фиксированной точкой:

S1 0.0100

или в экспоненциальном формате, например, для $S1 = 1,0E-5$:

S1 1.00-5

«Тепло-3В» окажется в режиме ввода веса импульса. Выбор требуемого значения веса импульса осуществляется кнопкой «ПАРАМЕТР» из ряда 0.00001, 0.0001, 0.0005, 0.001, 0.0025, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.13, 0.2, 0.5, 1.0, 1.75E-6 м³/импульс.

Для подтверждения ввода веса импульса для выбранного канала и перехода к просмотру или редактированию следующего параметра нажмите кнопку «РЕЖИМ».

С помощью конфигурационной программы в условиях предприятия – изготовителя могут быть заданы другие значения весов импульсов.

7.4.5 Запрет/разрешение измерения давлений

Для «Тепло-3В» можно разрешить/запретить измерение давлений по каналам P1, P2, P3. Войдите в позицию меню **PEGUNVP** и нажимайте кнопку «РЕЖИМ» до появления на индикаторе (слева) сообщения **P1 -P3**:

- при измерении давления

P1-P3 V3

- при использовании договорных значений давления

P1-P3 --

Кнопкой «ПАРАМЕТР» выберите необходимую настройку **V3** или **--**. Для подтверждения нажмите кнопку «РЕЖИМ».

7.4.6 Ввод договорных значений давлений

Договорные значения давлений могут быть заданы в диапазоне 0.1÷1.6 МПа с шагом 0.1 МПа.

Войдите в позицию меню **PEGUNVP** и нажимайте кнопку «РЕЖИМ» до появления на индикаторе (слева) обозначения нужного канала (**P1, P2, P3, P4, P5**). Справа будет отображаться устанавливаемое договорное значение давления в МПа:

P1	0.80
-----------	-------------

Кнопкой «ПАРАМЕТР» выберите требуемое значение давления. Для подтверждения ввода значения давления для выбранного канала и перехода к просмотру или редактированию следующего параметра нажмите кнопку «РЕЖИМ».

7.4.7 Ввод чувствительности датчиков температуры

В «Тепло-3В» существует возможность настройки на чувствительность используемых платиновых термометров (1,391 или 1,385).

Войдите в позицию меню **PEGUNVP** и нажимайте кнопку «РЕЖИМ» до появления на индикаторе одного из сообщений об установленной чувствительности

T	1.391
----------	--------------

или

T	1.385
----------	--------------

Выбор значения чувствительности осуществляется нажатием кнопки «ПАРАМЕТР». Для подтверждения выбора нажмите кнопку «РЕЖИМ».

При использовании термопреобразователей сопротивления с отличающейся от предлагаемых значений чувствительностью возможна корректировка типовых коэффициентов для расчета температуры индивидуально для каждого канала. Делается это с помощью конфигурационной программы в условиях предприятия изготовителя до удаления «ключа метролога».

7.4.8 Ввод договорных значений температуры холодной воды

Ввод значений температуры холодной воды осуществляется для каждого месяца путем выбора требуемого значения в диапазоне от 0 °С до 25 °С с шагом в 1 °С.

Войдите в позицию меню **PEGUNVP** и нажимайте кнопку «РЕЖИМ» до появления на индикаторе (слева) обозначения **TD** и цифрового обозначения номера месяца (**01 – 12**). Справа будет отображаться значение температуры в °С:

TD	01	05
-----------	-----------	-----------

Изменение значения температуры осуществляется нажатием кнопки «ПАРАМЕТР». Для подтверждения ввода значения температуры для данного месяца и перехода к просмотру или редактированию значения температуры холодной воды для следующего месяца нажмите кнопку «РЕЖИМ».

7.4.9 Выбор сезона «зима/лето»

Для закрытых систем теплоснабжения режим работы «зима/лето» может быть произвольным.

Для открытых систем теплоснабжения два раза в год необходимо осуществить переключение режима работы для изменения алгоритмов учета тепловой энергии.

Переключение режима работы «Тепло-3В» осуществляется представителем энергоснабжающей организации либо обслуживающим персоналом в его присутствии.

Для переключения на требуемый режим работы откройте крышку клеммного отсека, переведите сдвиговый переключатель «ключ энерго» в верхнее положение (поз. *«редактирование»*, рис.5.1), нажатием кнопки «ПАРАМЕТР» выберите пункт **CEPBVC** головного меню и нажмите «РЕЖИМ».

После появления сообщения **СЕЗОН** снова нажмите «РЕЖИМ». На индикаторе появится информация о текущем режиме работы, например, зимнем:

СЕЗОН 3

или летнем:

СЕЗОН N

Нажатием кнопки «ПАРАМЕТР» выберите требуемый режим работы и нажмите «РЕЖИМ». Непосредственно после этого «Тепло-3В» начнет функционировать в заданном режиме.

Установите сдвиговый переключатель «ключ энерго» в клеммном отсеке в нижнее положение (поз. *«защита»*).

7.4.10 Установка времени и даты

Для корректировки времени и даты нажатием кнопки «ПАРАМЕТР» выберите пункт **CEPBVC** головного меню и нажмите «РЕЖИМ». Корректировка даты и времени производится в подменю **YVCNO** и **YACMI** (рис.4.5). При нажатии кнопки «РЕЖИМ» производится перемещение маркера (подчеркивание) слева - направо по позициям даты или времени. Изменение значения в подчеркнутой позиции производится кнопкой «ПАРАМЕТР». Выход из режима корректировки времени и даты происходит при перемещении маркера за пределы индикатора.

7.5 Очистка архивов и ввод в эксплуатацию

Очистка тотальных, суточных и часовых архивов выполняется в позиции **С6РОС** меню **CEPBVC**. По нажатию кнопки «РЕЖИМ» произойдет очистка памяти «Тепло-3В» и возврат через одну-две минуты в головное меню. После этого автоматически начинают формироваться новые архивы.

Внимание! *Перед очисткой архивов тепловычислителя «Тепло-3В», находившегося в эксплуатации, рекомендуется сохранить содержимое его архивов на внешнем носителе.*

После завершения просмотра всех настроечных параметров, проверки времени и даты и очистки архивов, установите сдвиговый переключатель «ключ энерго» в клеммном отсеке в нижнее положение. Убедитесь в том, что доступ к настройкам меню **CEPBVC** заблокирован. Для этого войдите в любую из позиций меню **CEPBVC** и убедитесь, что нажатие кнопки «ПАРАМЕТР» не приводит к изменению значения параметра.

После выполнения указанных действий и подключения измерительных преобразователей крышка клеммного отсека пломбируется представителем поставщика тепловой энергии.

7.6 Установка скорости обмена через последовательный порт

Управление выбором скорости обмена через последовательный порт позволяет повысить надёжность при выполнении обмена данными. Выбор скорости обмена выполняется в позиции **CHOPOC7M** меню **CEPBVC**. По нажатию кнопки «РЕЖИМ» индицируется текущее значение настройки: 2400, 4800, либо 9600. Изменение настройки производится нажатием кнопки «ПАРАМЕТР», фиксация изменения – нажатием кнопки «РЕЖИМ». Доступность указанной настройки не зависит от положения ключей защиты.

8 ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1 Просмотр текущих и архивных параметров

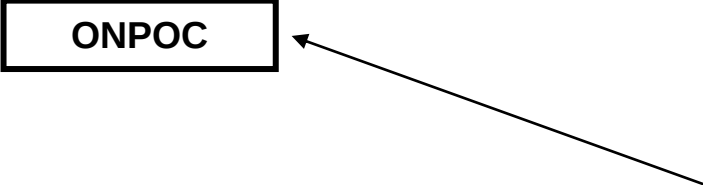
Для входа в режим просмотра измеренных и архивных параметров в пункте **ONPOC** главного меню нажмите кнопку «РЕЖИМ». Далее последовательным нажатием кнопки «ПАРАМЕТР» выберите нужную позицию меню (рис. 4.4) и для входа в подменю нажмите кнопку «РЕЖИМ». **Состав и порядок просмотра текущих и архивных параметров определяется выбранным в соответствии с Приложением Б кодом схемы теплоснабжения.**

Количество отображаемых знаков числового значения параметров не более 5. Для отрицательных чисел отображается знак «минус». Значения температур отображаются в фиксированном формате с 2-мя знаками после запятой, давлений – 3-мя знаками после запятой, остальные параметры при значении, превышающем 99999, отображаются в экспоненциальном виде, например, число 567294 будет представлено как 5.67E5.

8.1.1 Просмотр текущих параметров

Просмотр текущих параметров (рис.8.1) производится выбором в меню **ONPOC** позиции **CEVYAC**. Вход и выход из просмотра текущих параметров производится кнопкой «РЕЖИМ». Перебор параметров выполняется по нажатию кнопки «ПАРАМЕТР» в последовательности, приведенной в таблице 8.1.

ONPOC



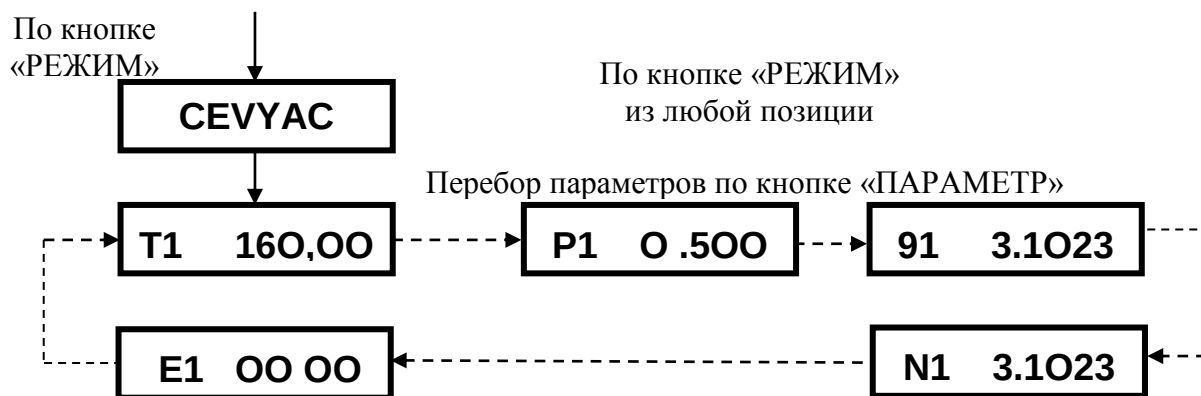


Рис. 8.1. Просмотр текущих параметров

Таблица 8.1 Последовательность просмотра текущих параметров «Тепло-3В».

Параметр	Обозначение на индикаторе	Назначение	Ед. изм.
t1,t2,t3, t4	T1, T2, T3, T4	температура	°C
p1,p2,p3	P1, P2, P3	давление	МПа
g1,g2,g3,g4	91, 92, 93, 94	объемный расход	м³/ч
m1,m2,m3,m4	N 1, N 2, N 3, N 4	массовый расход	т/ч
Q1,Q2	Q1, Q2	Тепловая мощность	Гкал/ч
E1	E1	суммарный код ошибок по результатам измерения текущих параметров (см. п.10)	-----

Примечание: p1,p2,p3 не отображаются, если приняты давления договорные.

8.1.2 Просмотр часовых параметров

Для просмотра часовых параметров (рис.8.2) выберите кнопкой «ПАРАМЕТР» в меню **ОНРОС** пункт **ЗА YAC** и нажмите «РЕЖИМ». На ЖКИ появится дата (день и месяц) и час последней сохраненной в архиве часовой записи, например:

18-11 14

Номер часа «14» соответствует временному интервалу 13-14 часов. Нажатием кнопки «ПАРАМЕТР» произведите перебор номеров часа назад до появления на индикаторе нужного часа нужной даты и нажмите кнопку «РЕЖИМ».

Перебор часовых параметров выполняется по нажатию кнопки «ПАРАМЕТР» в последовательности, приведенной в таблице 8.2. Для просмотра параметров за следующий час нажатием кнопки «РЕЖИМ» вернитесь в головное меню, заново войдите из позиции меню **ОНРОС** в подменю **ЗА YAC** и скорректируйте дату и час. Если повторное вхождение в просмотр часовых параметров происходит до погасания индикатора, т.е. без минутной паузы в нажатиях клавиш, то будет предложен последний из просмотренных часов. При первом после погасания индикатора вхождении в просмотр часовых параметров будет предложена дата и час последнего сохраненного в архиве часа.

ОНРОС

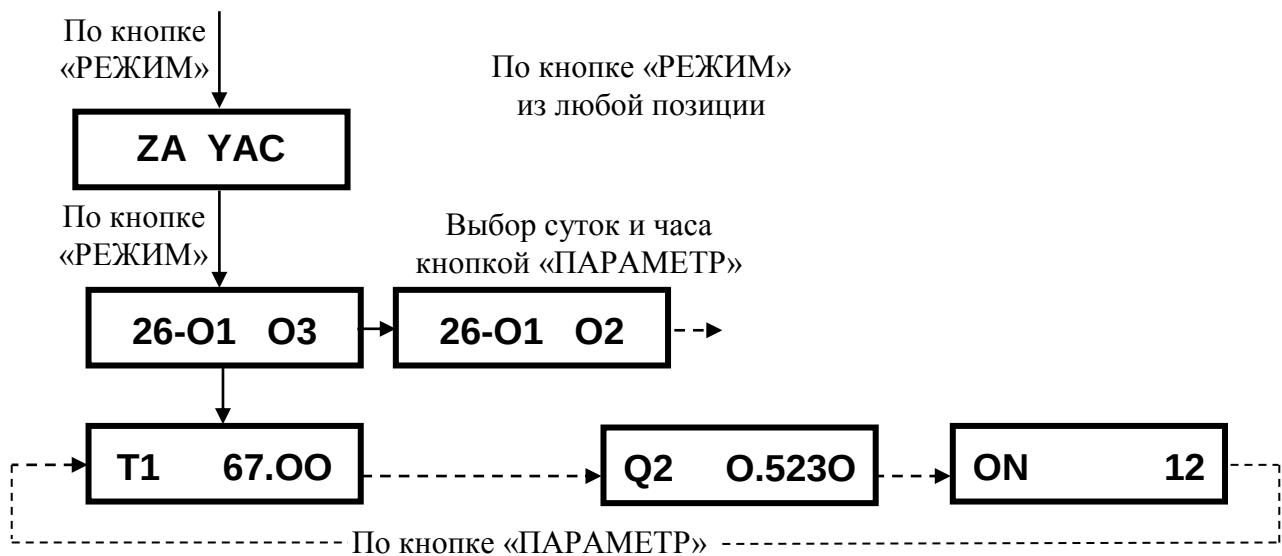


Рис. 8.2. Просмотр часовых параметров

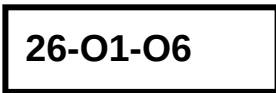
Если при поиске нужного часа произойдет переход через час и дату очистки архивной памяти «Тепло-3В», во все позиции на индикаторе будут выведены символы «тире».



По следующему нажатию кнопки «ПАРАМЕТР» вновь будет предложен последний сохраненный в архиве час.

8.1.3 Просмотр суточных параметров

Для просмотра суточных параметров (рис.8.3) выберите кнопкой «ПАРАМЕТР» в меню **ONPOC** пункт **ZA OEHM** и нажмите «РЕЖИМ». На ЖКИ появится дата последних сохраненных в архиве суточных параметров - день, месяц, год, например:



Нажатием кнопки «ПАРАМЕТР» произведите перелистывание дат назад в календарном порядке до нужной даты и нажмите кнопку «РЕЖИМ». Перебор суточных параметров выполняется по нажатию кнопки «ПАРАМЕТР» в последовательности, приведенной в таблице 8.2. Для выхода из просмотра суточных нажмите «РЕЖИМ».



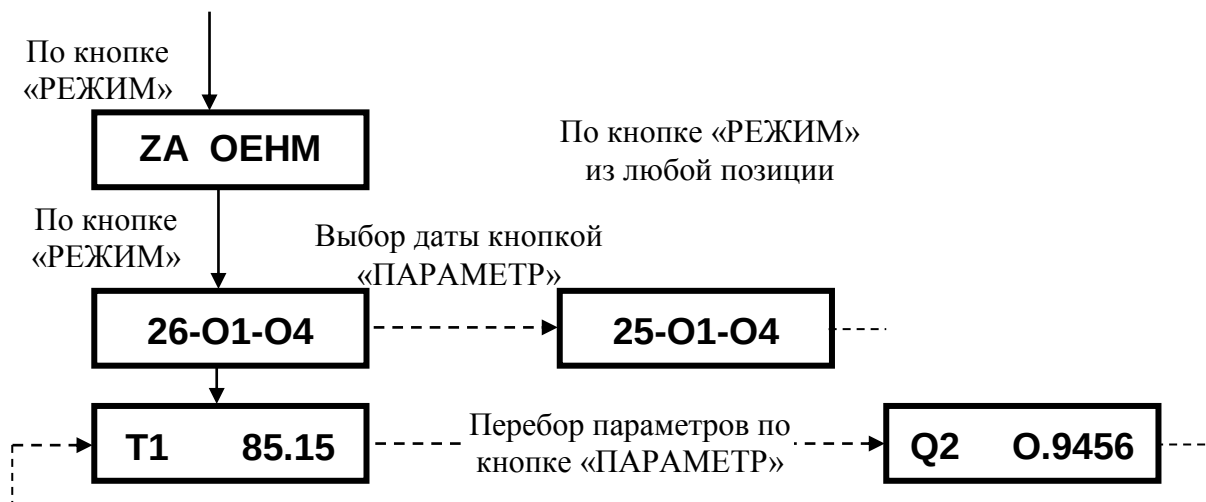
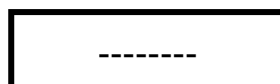


Рис. 8.3. Просмотр суточных параметров

Если при поиске нужной даты произойдет переход через дату очистки архивной памяти «Тепло-3В», во все позиции на индикаторе будут выведены символы «тире».



По следующему нажатию кнопки «ПАРАМЕТР» вновь будут предложены последние сохраненные в архиве сутки.

Таблица 8.2. Последовательность просмотра суточных и часовых параметров «Тепло-3В»

Параметр	Обозначение на индикаторе	Назначение	Ед. изм.
t1,t2,t3,t4	T1, T2, T3, T4	Среднесуточная (среднечасовая) температура	°С
p1,p2,p3	P1, P2, P3	Среднесуточное (среднечасовое) давление	МПа
m1,m2,m3,m4	N 1, N 2, N 3, N 4	Масса (объем) теплоносителя, прошедшего через трубопровод за сутки (час)	т (м³)
Q1,Q2	Q1, Q2	Тепловая энергия, потребленная за сутки (час)	Гкал
T _{выкл} (ТОЛЬКО для часовых параметров)	ON	Время отсутствия сетевого электропитания за час	минут

Примечание: p1,p2,p3 не отображаются, если приняты давления договорные.

8.1.4 Просмотр тотальных параметров

Для просмотра тотальных параметров (рис.8.4) выберите кнопкой «ПАРАМЕТР» в меню **ОНРОС** пункт **ВСЕГО** и нажмите «РЕЖИМ». Перебор параметров выполняется по нажатию кнопки «ПАРАМЕТР» в последовательности,

приведенной в таблице 8.3. Для выхода из просмотра тотальных параметров нажмите «РЕЖИМ».

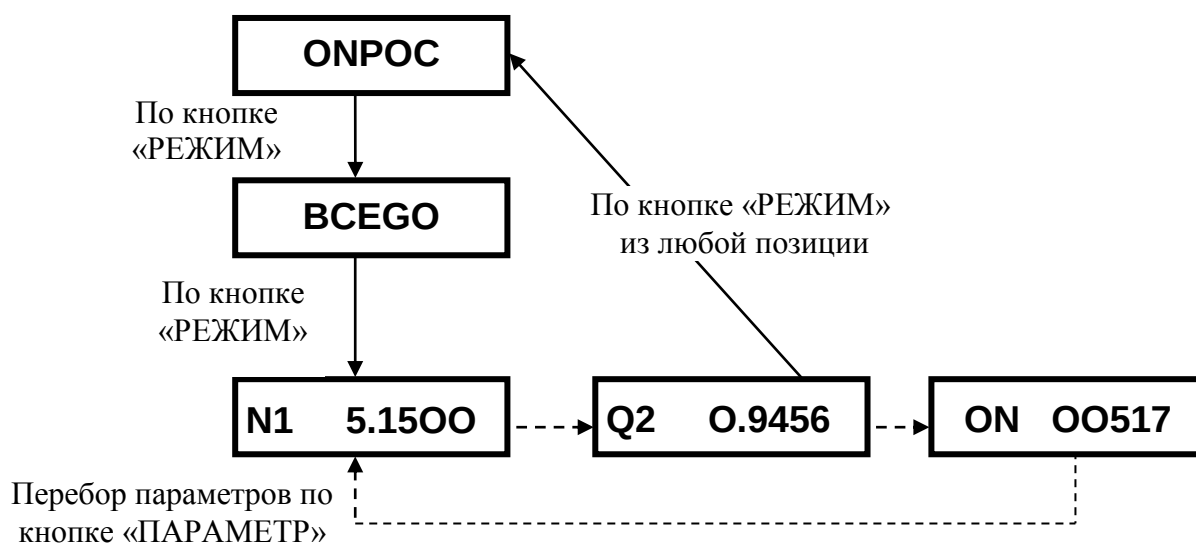


Рис.8.4. Просмотр тотальных параметров

Таблица 8.3 Последовательность просмотра тотальных параметров

Параметр	Обозначение на индикаторе	Назначение	Ед. изм.
M1,M2,M3,M4	N 1, N 2, N 3, N 4	Масса (объем) теплоносителя, прошедшего через трубопровод с момента начальной установки (очистки архива)	т (м³)*
Q1,Q2	Q1, Q2	Тепловая энергия, потребленная с момента начальной установки	Гкал
T _{выкл}	ON	Время отсутствия сетевого электропитания с момента начальной установки	ч

*** отображение массы (т) или объема (м³) теплоносителя в том или ином канале расхода зависит от выбранного кода схемы теплоснабжения.**

Если в процессе эксплуатации «Тепло-3В» параметр становится больше значения 99999, числовое значение параметра начинает выдаваться в экспоненциальном формате. При этом малые приращения параметра за час, сутки могут не менять отображаемое на индикаторе значение тотального параметра, так как изменяются не попадающие на отображение младшие разряды числа. В случае необходимости знать приращения параметра за час, сутки или в тотальных параметрах, следует производить считывание из «Тепло-3В» через последовательный порт, при котором нет ограничений по разрядности представления чисел.

8.2 Считывание архивных данных через последовательный порт

Считывание архивных данных из «Тепло-3В» осуществляется с помощью:

- портативного устройства переноса данных (УПД), поставляемого по заказу;

- стационарного компьютера, соединенного с «Тепло-3В» каналом связи RS485 через адаптеры RS232/RS485 или стандартным телефонным каналом связи с помощью модемов;
- стационарного или переносного компьютера, подключаемого к разъему RS232 «Тепло-3В».

Архивы из УПД переписываются на компьютер с помощью программы Reporter.exe. Эта же программа используется для считывания архивов непосредственно из «Тепло-3В», распаковки, визуализации и документирования данных в виде отчетов.

Последовательность действий при считывании архивов в УПД или на компьютер (PC) указана в руководстве пользователя УПД и программы Reporter.exe. Протокол обмена по последовательному порту приведен в Приложении В.

Схемы кабелей для подключения считывающих устройств приведены в Приложении Г.

9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1 Общие указания

В процессе эксплуатации рекомендуется ежедневно контролировать значения текущих параметров, дату и время.

Если значения текущих параметров не соответствуют ожидаемым или диагностический код E1 не равен нулю, следует в соответствии с разделом 10 (Возможные неисправности и способы их устранения) принять меры к устранению неисправностей.

«Тепло-3В» имеет встроенную батарею, которую рекомендуется заменять перед проведением периодической поверки. Замена батареи выполняется изготовителем или его сервисным центром.

9.2 Поверка

«Тепло-3В» подвергается поверке в соответствии с ПР 50.2.006 – 94 по методике, изложенной в ШПИЮ.421353.001Д «Тепловычислитель «Тепло-3В». Методика поверки».

Межповерочный интервал – 4 года.

Перед представлением «Тепло-3В» на очередную поверку следует заменить батарею резервного питания.

Перед представлением «Тепло-3В» на **внеочередную** поверку следует измерить напряжение батареи резервного питания при включенном ЖКИ. Если напряжение окажется менее 3,5 В (напряжение «свежей» батареи обычно 3,65 – 3,67 В), то заменить батарею.

Замена батареи выполняется изготовителем или его сервисным центром.

При отрицательных результатах поверки «Тепло-3В» подлежит ремонту или перекалибровке измерительных каналов, после чего повторно представляется на поверку.

9.3 Настройка и регулировка

Для обеспечения заявленных метрологических характеристик производится калибровка измерительных каналов температуры, давления и расхода. Калибровка измерительных каналов возможна только при наличии «ключа метролога» (перемычки) на плате «Тепло-3В» (рис.5.1).

9.3.1 Калибровка каналов температуры

Калибровка каналов температуры производится в полуавтоматическом режиме.

Калибровка выполняется для каждого из каналов температуры. По кнопке «РЕЖИМ» производится аварийный выход из процесса калибровки без изменений калибровочных таблиц.

Подключите ко входным клеммам калибруемого канала температуры меру электрического сопротивления в соответствии со схемой подключения к «Тепло-3В» термопреобразователей сопротивления (Приложение Д).

Кнопкой «ПАРАМЕТР» в меню системных установок **СЕРВУС** выберите пункт калибровки нужного канала, например, **HANV6. T1** и нажмите «РЕЖИМ».

«Тепло-3В» перейдет в режим ожидания и на индикаторе появится значение сопротивления в Ом первой калибровочной точки:

5 0 0.0

Установите значение меры сопротивления **500 Ом** и нажмите кнопку «ПАРАМЕТР». «Тепло-3В» произведет необходимые измерения в течение 2-3 секунд и перейдет к ожиданию установки второй точки, выдав на индикатор

5 5 0.0

Установите значение меры, равное **550 Ом** и нажмите кнопку «ПАРАМЕТР». Далее повторите операции для предлагаемых «Тепло-3В» точек **600 Ом, 650 Ом, 700 Ом, 750 Ом, 800 Ом, 850 Ом**. Для последней точки 850 Ом «Тепло-3В» произведет необходимые измерения в течении 2-3 секунд, сохранит калибровочные данные канала и перейдет в головное меню **ОНРОС**. Калибровка одного канала температуры закончена.

Выполните калибровку для остальных каналов температуры.

В результате калибровки в энергонезависимой памяти «Тепло-3В» для каждого канала температуры запоминается таблица из 8-ми значений кодов АЦП, соответствующих значениям сопротивлений 500 Ом, 550 Ом, 600 Ом, 650 Ом, 700 Ом, 750 Ом, 800 Ом, 850 Ом.

При измерениях температуры по коду АЦП методом кусочно-линейной аппроксимации узловых точек калибровочных таблиц определяется значение сопротивления R_t , которое пересчитывается в температуру по уравнению квадратичной зависимости вида

$$T = \alpha \cdot R_t^2 + \beta \cdot R_t + \gamma$$

Коэффициенты α , β и γ определяются чувствительностью применяемых датчиков температуры, заданной в настроечных параметрах, и не изменяются программой калибровки.

9.3.2 Калибровка каналов давления

Калибровка каналов давления для использования «Тепло-3В» в комплекте с преобразователями давления с унифицированным токовым выходным сигналом производится с использованием регулируемого источника тока, который подключается к клеммам калибруемого канала давления в соответствии со схемой Приложения Д.

Калибровка производится поочередно для каждого канала давления. По кнопке «РЕЖИМ» производится аварийный выход из процесса калибровки без изменений калибровочных коэффициентов.

Подключите ко входным клеммам канала давления P1 регулируемый источник тока. Кнопкой «ПАРАМЕТР» в меню системных установок **CEPBVC** выберите пункт калибровки нужного канала, например, **HANV6. P1** и нажмите «РЕЖИМ».

«Тепло-3В» перейдет в режим ожидания и на индикаторе появится значение первой калибровочной точки в МПа:

0.32

Установите значение тока, соответствующее давлению 0.32 МПа, и нажмите кнопку «ПАРАМЕТР». «Тепло-3В» произведет необходимые измерения в течение 2-3 секунд и перейдет к ожиданию установки второй точки, выдав на индикатор

1.28

Установите значение тока, соответствующее давлению 1.28 МПа, и нажмите кнопку «ПАРАМЕТР». «Тепло-3В» произведет необходимые измерения в течение 2-3 секунд, сохранит калибровочные данные канала и перейдет в головное меню **ОНРОС**. Калибровка одного канала давления закончена.

Выполните калибровку для остальных каналов давления.

В результате калибровки в энергонезависимой памяти «Тепло-3В» запоминаются коэффициенты пересчета кода АЦП в значение давления.

9.3.3 Калибровка каналов расхода

Калибровка каналов расхода может выполняться для учета индивидуальных характеристик преобразователей расхода.

Перед началом калибровки через меню «Тепло-3В» или с помощью конфигурационной программы через порт RS232 вводятся номинальные значения выбранного веса импульса в соответствии с паспортными данными на применяемые преобразователи расхода.

Измерительные преобразователи монтируются на проливную установку.

На установке поочередно задается расход в 5-ти контрольных точках в диапазоне от 0 до $G_{\max}$. Производится измерение расхода и сравнение показаний

«Тепло-3В» и эталонного прибора. Если погрешность измерений расхода выше допустимой, решением системы уравнений определяются необходимые значения коэффициентов α , β , γ , ϵ , d корректирующего полинома.

Ввод новых значений коэффициентов α , β , γ , ϵ , d и запись их в энергонезависимую память «Тепло-3В» выполняется с помощью конфигурационной программы в условиях предприятия – изготовителя.

10 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Программное обеспечение «Тепло-3В» контролирует выход результатов измерений за диагностические уставки (таблица 10). Причиной появления подобной нештатной ситуации может быть как выход значений измеряемых величин из допусковой зоны, так и неисправности измерительных каналов «Тепло-3В», измерительных преобразователей и соединительных кабелей, подключенных к «Тепло-3В».

Сообщения о нештатных ситуациях, обнаруженных в измерительных каналах, выдаются на индикатор в меню просмотра текущих параметров в виде диагностического кода E1. В часовых архивах диагностический код сохраняется в формате E1/256.

При возникновении нештатных ситуаций в «Тепло-3В» прекращаются вычисления некоторых параметров или вносятся коррективы, как показано в таблице 10. При одновременном появлении двух и более нештатных ситуаций их коды суммируются. Если при вычислении количества теплоты (тепловой энергии) получается знак «минус», то накопления тепловой энергии не производится.

Таблица 10. Диагностический код нештатных ситуаций в текущих (E1) и часовых* параметрах

Каналы	Нештатная ситуация	Отработка нештатной ситуации	Диагностический код E1	
Температуры T_i ($i=1...4$)	Любая из отображаемых на индикаторе температур вне диапазона 0°C – 160°C	На индикаторе для неисправного канала отображается значение температуры 0 °C. При вычислении массового расхода неисправного канала значение плотности принимается равным 1. Тепловая энергия не накапливается.	По T_1	32768
			По T_2	16384
			По T_3	8192
			По T_4	4096
Давления P_i ($i=1...3$)	Любое из отображаемых на индикаторе давлений вне диапазона 0.1 – 1.6 МПа	На индикаторе отображаются договорные значения давлений. При вычислении тепловой энергии используются договорные значения давлений.	По P_1	4096
			По P_2	2048
			По P_3	1024

* Диагностический код в часовых параметрах равен E1/256.

Если в текущих параметрах остается неисчезающей индикация нештатной ситуации, должны быть предприняты меры по выявлению причины нештатной ситуации в соответствии с эксплуатационной документацией на тепловычислитель (теплосчетчик, теплоизмерительную систему). Если причиной нештатной ситуации является неисправность «Тепло-3В», то «Тепло-3В» следует направить в сервисные центры для ремонта или замены (информацию о сервисных центрах предоставляет предприятие-изготовитель). Тепловычислитель «Тепло-3В» после ремонта подвергается первичной поверке в соответствии с ШПИЮ.421353.001Д «Тепловычислитель «Тепло-3В». Методика поверки».

Возможен преждевременный разряд батареи резервного питания до истечения срока очередной поверки, если «Тепло-3В» эксплуатируется без внешнего блока питания. Признаком разряда батареи является остановка «хода часов» «Тепло-3В» или отсутствие реакции на нажатие кнопок и запросы из последовательного порта. В этом случае к «Тепло-3В» следует подключить внешний блок питания с выходным напряжением от 5 до 30В постоянного тока мощностью не менее 0,2 Вт. После подключения внешнего блока питания может потребоваться коррекция текущего времени (см. пункт 7.4), а установленные при запуске в эксплуатацию настроечные параметры не требуют восстановления, так как они и накопленные архивы в «Тепло-3В» сохраняются и при полном разряде батареи. Подключение блока внешнего питания и коррекция времени производится с уведомлением поставщика тепловой энергии.

11 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

«Тепло-3В» допускается транспортировать любым видом транспорта, при условии соблюдения правил перевозок грузов, предусмотренных для данного вида транспорта.

«Тепло-3В» в транспортной упаковке выдерживает без повреждений при транспортировании:

а) механические воздействия по группе N2 по ГОСТ 12997.

б) климатические воздействия по ГОСТ 12997 для температур от минус 50 °С до + 50 °С и влажности до 95 % при температуре + 35 °С.

После транспортирования при отрицательных температурах вскрытие транспортной тары можно производить только после выдержки ее в течение 24 часов в отапливаемом помещении.

«Тепло-3В» в упаковке должен храниться в складских помещениях при температуре от +5°С до +40°С, относительной влажности воздуха до 80 % при 25°С. В помещении не должно быть паров агрессивных веществ и газов, вызывающих коррозию.

12 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель гарантирует соответствие «Тепло-3В» требованиям технических условий ШПИЮ. 421353.001 ТУ при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Гарантийный срок эксплуатации - 24 месяца. Исчисление гарантийного срока производится от даты ввода «Тепло-3В» в эксплуатацию, но не позднее 6 месяцев от даты его изготовления.

В течение гарантийного срока изготовитель безвозмездно выполняет ремонт «Тепло-3В» и первичную поверку после ремонта при наличии рекламационного акта на «Тепло-3В».

Гарантийные обязательства прекращаются в случае:

- возникновения дефектов вследствие нарушения потребителем условий эксплуатации, транспортирования или хранения;
- нарушения целостности пломб изготовителя;
- истечения гарантийного срока эксплуатации.

Адрес предприятия-изготовителя:

ООО «Фирма СЭМ»: Россия, 630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 220, корпус 17, офис 221. Тел./факс: (383-) 228-92-69, 228-92-66, 210-6873, 331-22-60
URL: www.sem.cf1.ru, e-mail: sem@cf1.ru

13 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

В случае отказа или обнаружения неисправности тепловычислителя «Тепло-3В» в период гарантийных обязательств потребитель высылает в адрес изготовителя письменное извещение со следующими данными: зав. номер, дату выпуска и ввода в эксплуатацию тепловычислителя «Тепло-3В», наличие пломб, характер дефекта, адрес и телефон потребителя.

Порядок рекламаций и предъявления штрафных санкций определяется договором на поставку.

14 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Тепловычислитель «Тепло-3В» заводской № _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документации и признан годным для эксплуатации.

Значения настроечных параметров соответствуют приложению А «Ведомость настроечных параметров». Версия программного обеспечения: VT3_FI_____.

(подпись лица, ответственного за приемку)

“ ____ ” _____ 200__

15 СВЕДЕНИЯ О ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКЕ

Тепловычислитель «Тепло-3В» заводской № _____ на основании результатов первичной поверки признан годным и допущен к эксплуатации “ ____ ” _____ 200__ г.

Дата следующей поверки “ ____ ” _____ 200__ г. .

Поверитель _____ “ ____ ” _____ 200__ г.
(подпись, оттиск клейма)

16 УЧЕТ ПРОВЕДЕННЫХ ПОВЕРОК

Дата поверки	Результаты поверки (годен, негоден)	Дата следующей поверки	Подпись поверителя и оттиск клейм

17 ЗАМЕТКИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ВЕДОМОСТЬ НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ

№ пп	Обозначение на индикаторе	Диапазон изменения значений	Заводская настройка	Наименование и комментарий	Приме- чание
1	CN	01 – 11	04	Код схемы теплоснабжения	см.п.7.4.1 и Прил.Б
2	AD	01 – 32	01	Сетевой адрес «Тепло-3В»	см.п.7.4.2
3	91-94	00 – 15	00	Код настройки каналов расхода	см.п.7.4.3
4	S1	10 ⁻⁵ – 10 (м ³ /имп)	10 ⁻³	Вес импульса для канала расхода №1	см.п.7.4.4
5	S2	10 ⁻⁵ – 10 (м ³ /имп)	10 ⁻³	Вес импульса для канала расхода №2	см.п.7.4.4
6	S3	10 ⁻⁵ – 10 (м ³ /имп)	10 ⁻³	Вес импульса для канала расхода №3	см.п.7.4.4
7	S4	10 ⁻⁵ – 10 (м ³ /имп)	10 ⁻³	Вес импульса для канала расхода №4	см.п.7.4.4
8	P1-P3 V3 P1-P3 --	Измерение или договорные значения	P1–P3 ---	Режим по давлению	см.п.7.4.5
9	P1	0.1 – 1.6 (МПа)	0.8	Договорное значение давления в трубопроводе №1	см.п.7.4.6
10	P2	0.1 – 1.6 (МПа)	0.4	Договорное значение давления в трубопроводе №2	см.п.7.4.6
11	P3	0.1 – 1.6 (МПа)	0.4	Договорное значение давления в трубопроводе №3	см.п.7.4.6
12	P4	0.1 – 1.6 (МПа)	0.3	Договорное значение давления в трубопроводе №4	см.п.7.4.6
13	P5	0.1 – 0.4 (МПа)	0.4	Договорное значение давления в трубопроводе холодной воды на источнике	см.п.7.4.6
14	T	1.391 или 1.385	1,385	Чувствительность датчиков температуры	см.п.7.4.7
15	TD O1 (номер месяца 01 - 12)	0 - 25°C	5,5,5,5,15, 15,15,15, 15,5,5,5	Договорное значение температуры холодной воды на источнике	см.п.7.4.8
16	CEZOX	CEZOX Z (сезон «зима») CEZOX N (сезон «лето»)	CEZOX Z	Режим учета тепловой энергии	см.п.7.4.9
17	CHOPOC7M	2400/ 4800/ 9600	-	Скорость обмена через последовательный порт	см.п.7.6

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Условные обозначения:

t – температура воды;

p – давление в трубопроводе;

g – объемный расход;

ρ – плотность воды;

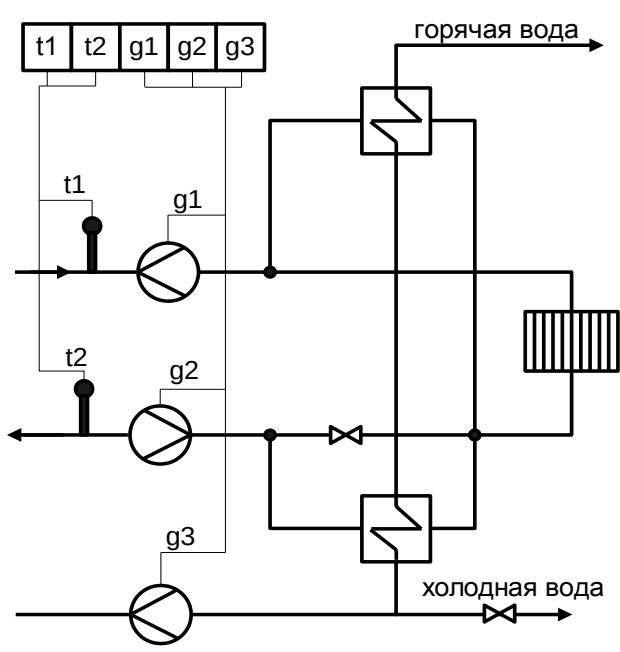
m – массовый расход;

h – удельная энтальпия воды;

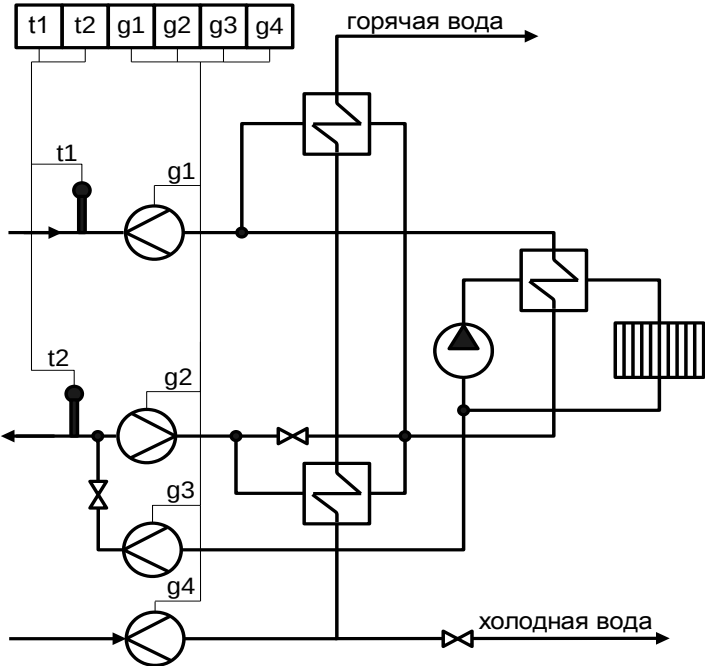
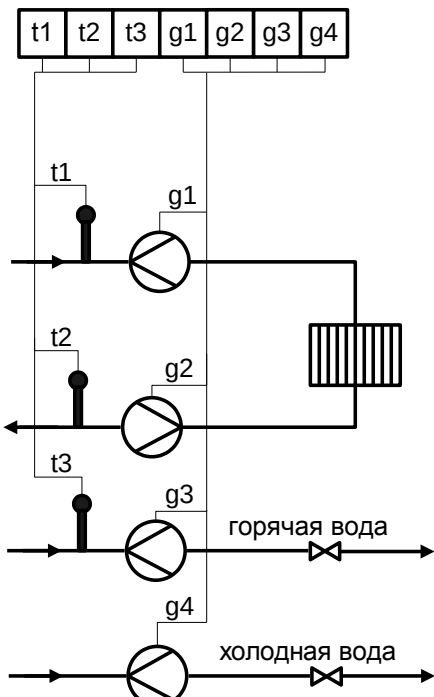
q – тепловая мощность.

Выбор схемы теплоснабжения производится через меню «Тепло-3В».

«Тепло-3В» обеспечивает измерение и архивирует среднечасовые и среднесуточные давления $P1$, $P2$, $P3$ (кроме схем 04 и 10), если подключены соответствующие датчики давления и задан режим измерения давлений (см. п. 7.4.5).

Код схемы	Схема расположения датчиков в системе теплоснабжения	Алгоритмы вычислений текущих значений
01	Закрытая зависимая система 	$m1 = \rho1 * g1,$ $m2 = \rho2 * g2,$ $m3 = g3,$ (по каналу G3 архивируется объем). $q1 = m1(h1 - h2),$ Давления договорные или измеренные.

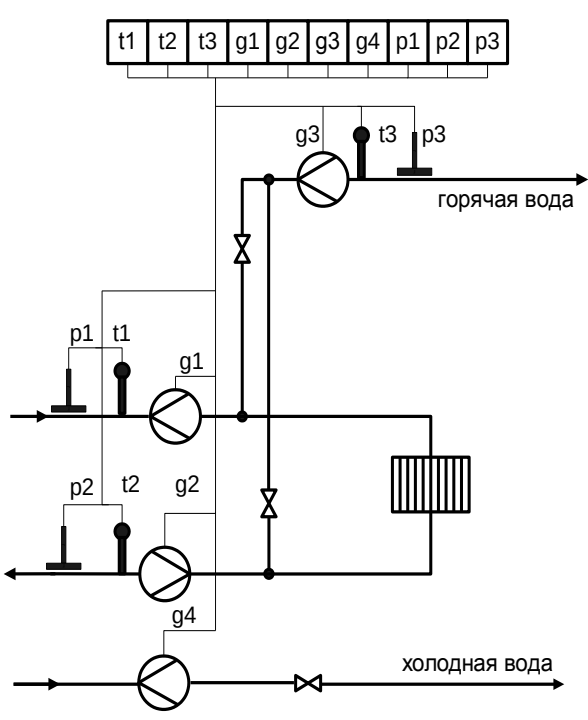
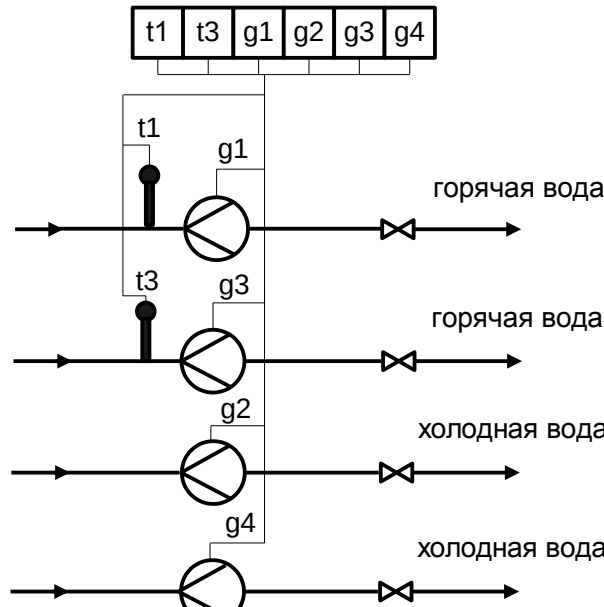
Продолжение приложения Б

Код схемы	Схема расположения датчиков в системе теплоснабжения	Алгоритмы вычислений текущих значений
02	Закрытая независимая система 	$m1=\rho1*g1,$ $m2=\rho2*g2,$ $m3=\rho2*g3,$ $m4=g4$ (по каналу G4 архивируется объем). $q1=m1(h1-h2),$ $q2=m3(h2-hx),$ где h_x – договорное значение, соответствующее энтальпии холодной воды на источнике теплоты. Давления договорные или измеренные.
03	Закрытая зависимая система с подачей горячей воды без циркуляции 	$m1=\rho1*g1,$ $m2=\rho2*g2,$ $m3=\rho3*g3,$ $m4=g4$ (по каналу G4 архивируется объем). $q1=m1(h1-h2),$ $q2=m3(h3-hx)$ где h_x – договорное значение, соответствующее энтальпии холодной воды на источнике теплоты. Давления договорные или измеренные.

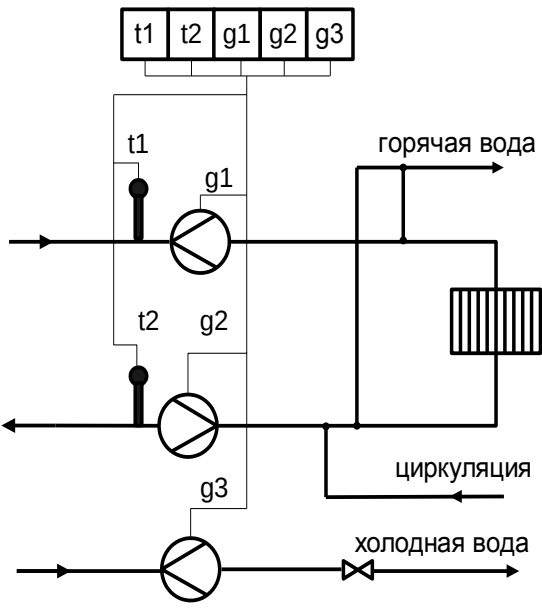
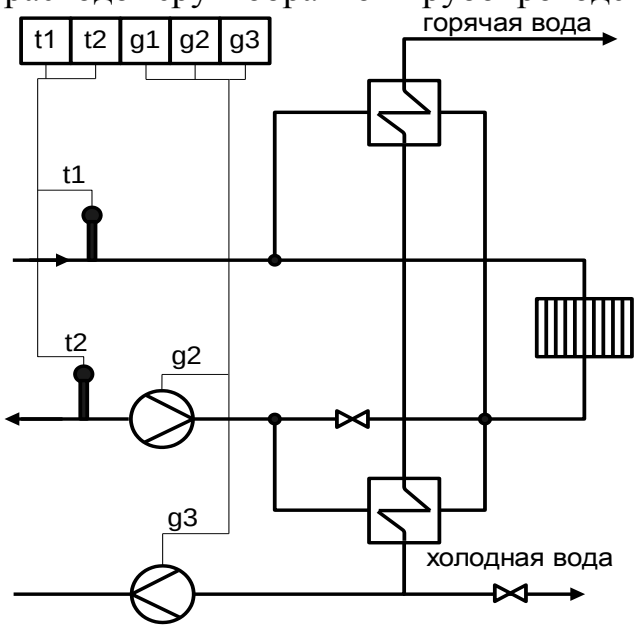
Продолжение приложения Б

Код схемы	Схема расположения датчиков в системе теплоснабжения	Алгоритмы вычислений текущих значений
04	Закрытая зависимая система с циркуляционной схемой ГВС	$m1=\rho1*g1,$ $m2=\rho2*g2,$ $m3=\rho3*g3,$ $m4=\rho4*g4.$ $q1=m1(h1-h2),$ $q2=m3(h3-h4)+$ $+(m3-m4)(h4-hx);$ где h_x – договорное значение, соответствующее энтальпии холодной воды на источнике теплоты. Давления договорные.
05	Открытая система с горячим водоснабжением без циркуляции	$m1=\rho1*g1,$ $m2=\rho2*g2,$ $m3=\rho3*g3,$ $m4=g4$ (по каналу G4 архивируется объем). "зима": $q1=m1(h1-h2),$ $q2=m3(h2-hx);$ "лето": $q1=0, \quad q2=m1(h1-hx),$ где h_x – договорное значение, соответствующее энтальпии холодной воды на источнике теплоты. Давления договорные или измеренные.

Продолжение приложения Б

Код схемы	Схема расположения датчиков в системе теплоснабжения	Алгоритмы вычислений текущих значений
06	Открытая система с горячим водоснабжением без циркуляции 	$m1=\rho1*g1,$ $m2=\rho2*g2,$ $m3=\rho3*g3,$ $m4=g4$ (по каналу G4 архивируется объем). "зима": $q1=m1(h1-h2),$ $q2=m3(h2-hx);$ "лето": $q1=0, \quad q2=m2(h2-hx),$ где h_x – договорное значение, соответствующее энтальпии холодной воды на источнике теплоты. Давления измеренные или договорные.
07	Система с тупиковой схемой ГВС и двумя трубопроводами холодной воды 	$m1=\rho1*g1,$ $m2=g2,$ $m3=\rho3*g3,$ $m4=g4$ (по каналам G2, G4 архивируется объем). $q1=m1(h1-hx),$ $q2=m3(h3-hx),$ h_x – договорное значение, соответствующее энтальпии холодной воды на источнике теплоты. Давления договорные или измеренные.

Продолжение приложения Б

Код схемы	Схема расположения датчиков в системе теплоснабжения	Алгоритмы вычислений текущих значений
08	Открытая система с циркуляционной схемой ГВС 	$m1=\rho1*g1,$ $m2=\rho2*g2,$ $m3=g3,$ (по каналу G3 архивируется объем). "зима": $q1=m1(h1-hx)-m2(h2-hx),$ $q2=0;$ "лето": $q1=m1(h1-hx),$ $q2=m2(h2-hx)$ где h_x – договорное значение, соответствующее энтальпии холодной воды на источнике теплоты. Давления договорные или измеренные.
09	Закрытая зависимая система с учетом по расходомеру в обратном трубопроводе 	$m2=\rho2*g2,$ $m3=g3,$ (по каналу G3 архивируется объем). $q1=m2(h1-h2),$ Давления договорные или измеренные.

Продолжение приложения Б

Код схемы	Схема расположения датчиков в системе теплоснабжения	Алгоритмы вычислений текущих значений
10	Две закрытые зависимые системы	$m1 = \rho1 * g1$ $m2 = \rho2 * g2$ $m3 = \rho3 * g3$ $m4 = \rho4 * g4$ $q1 = m1(h1 - h2)$ $q2 = m3(h3 - h4)$ Давления договорные
11		Резерв; может использоваться для спец. заказа

Примечание. В схемах 01, 08, 09 каналы расхода, незадействованные в алгоритмах вычисления, могут быть подключены к расходомерам. При этом осуществляется архивирование объема по подключенным каналам.

ПРИЛОЖЕНИЕ В. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В.1 Протокол Modbus (ASCII – режим, функция 3)

Чтение архивных и текущих параметров из «Тепло-3В» осуществляется через коммуникационный интерфейс RS232 в соответствии с протоколом MODBUS (ASCII-режим, функция 3)

Протокол обмена MODBUS реализует механизм выдачи данных по запросу от ведущего устройства (компьютера, коммуникационного контроллера). «Тепло-3В» всегда является ведомым устройством и не может инициировать процесс передачи данных.

Протокол обмена: полудуплексный режим, скорость 9600/4800/2400 бод, 7 бит данных, 2 стоп-бита, контроль четности отсутствует.

Формат запроса от ведущего устройства к «Тепло-3В» и ответ представлен на основе конкретного примера: запроса на чтение 001Ch слов из области 8004h:

Посылаемые байты	:	01h	03h
Назначение байтов в сообщении запроса	Начало сообщения	Адрес теплосчетчика	Функция
Посылка тетрад байтов в ASCII формате	3ah	30h,31h	30h,33h

80h	04h	00h	1Ch	5Ch	0dh	0ah
8004h = адрес памяти – откуда читать		Количество читаемых слов = колич.байт/2		Контрольная сумма	CR	LF
38h,30h,30h,34h		30h,30h,31h,43h		35h,43h	0dh	0ah

Каждый двоичный байт передается 2-мя ASCII-тетрадами, сначала старшей тетрадой, затем младшей. 16-разрядное слово (адрес запрашиваемой зоны памяти и количество запрашиваемых 16-разрядных слов) передается сначала старшим байтом, затем младшим. Каждый сеанс связи начинается с символа «:» и заканчивается кодами завершения CR/LF = 0dh, 0ah. Для расчета контрольной суммы передающее устройство складывает все двоичные байты сообщения (до преобразования в два ASCII символа) за исключением старт-символа («:») и признаков конца запроса (0Dh, 0Ah). От младшего байта полученной суммы берется двоичное дополнение до нуля, которое и является контрольной суммой. Контрольная сумма передается также двумя ASCII символами: ASCII старшей тетрады и ASCII младшей тетрады.

Размер запрашиваемой зоны (число 16-ти разрядных слов) для «Тепло-3В» должен быть не более 28.

Ответ для выдачи 1Ch слов (38h байт) будет сформирован следующим образом:

:	01h	03h	38h	xxh	...	yyh	zzh	0dh	0ah
Начало сообщения ответа	Адрес тепло-счетчика	Функция	Кол-во байт до контр. суммы	xxh = первый байт		yyh = последний байт	Контр. сумма	CR	LF
3ah	30h,31h	30h,33h	33h,38h	два ASCII символа тетрад		два ASCII символа тетрад	два ASCII символа	0dh	0ah

Ошибки связи по Modbus

При обнаружении ошибки в запросе от ведущего устройства «Тепло-3В» формирует ответ с установленным в «1» старшим разрядом поля кода функции и кодом ошибки в поле данных.

Код ошибки:

01– неизвестная функция;

02– недопустимый адрес памяти.

В.2 Чтение тотальных параметров

Чтение объемов, масс и энергий теплоносителя

Тотальные параметры по объему, массе и энергии имеют значения, накопленные нарастающим итогом на момент передачи запроса на их считывание.

Параметры MODBUS-запроса:

- номер функции : 03h,
- число слов : 28,
- базовый адрес памяти: 4000h

Поля “день”, “месяц” и “год” представляют собой дату начальной установки теплосчетчика.

В.3 Чтение суточных параметров

Архив суточных параметров представляет собой логический кольцевой буфер длиной 365 записей, каждая запись (блок) отражает накопленную или усредненную за сутки информацию.

Распределение памяти внутри тотального блока приведено в таблице В.1.

Параметры MODBUS-запроса:

- номер функции : 03h,
- число слов : 26,
- базовый адрес памяти : 8000h+n_block, n_block- номер блока (индекс N_c) суточных от начала зоны.

Распределение памяти внутри суточного блока приведено в таблице В.2.

Поля “день”, “месяц” и “год” отражают календарную дату формирования суточной записи.

Тип параметра, расположенного по адресу со смещением «+12» зависит от режима по давлению: измеряются давления или используются договорные.

Для чтения времени отключенного питания формируется дополнительный запрос.

Параметры MODBUS-запроса:

- номер функции : 03h,
- число слов : 5,
- базовый адрес памяти : 9000h+n_block, n_block- номер блока (индекс N_c) суточных от начала зоны.

Распределение памяти внутри дополнительного суточного блока приведено в таблице В.3.

Таблица В.1 Распределение памяти для тотальных параметров

Смещение относительно базового адреса	Параметр	Кол-во байт	Формат данных
+0	Текущий порядковый номер суточной записи	2	uint 16
+2	Текущий порядковый номер часовой записи	2	uint 16
+4	Количество часовых записей в текущих сутках	1	uint 8
+5÷8	-	-	-
+9	Минут отсутствия сетевого питания	1	uint 8
+10	Часов отсутствия сетевого питания	2	uint 16
+12	День, месяц	2	BCD
+14	Год	2	BCD
+16	M1, т	4	float
+20	M2, т	4	float
+24	M3, т	4	float
+28	M4, т	4	float
+32	Q1, Гкал	4	float
+36	Q2, Гкал	4	float
+40	V1, м ³	4	float
+44	V2, м ³	4	float
+48	V3, м ³	4	float
+52	V4, м ³	4	float

Таблица В.2 Распределение памяти для суточных параметров

Смещение относительно базового адреса	Параметр	Количество байт	Формат данных
+0	T1, °C	4	float
+4	T2, °C	4	float
+8	T3, °C	4	float
+12	T4, °C (P3, МПа)	4	float
+16	P1, МПа	4	float
+20	P2, МПа	4	float
+24	M1, т	4	float
+28	M2, т	4	float
+32	M3, т	4	float
+36	M4, т	4	float

+40	Q1, Гкал	4	float
+44	Q2, Гкал	4	float
+48	День, месяц	2	BCD
+50	Год	2	BCD

Таблица В.3 Распределение памяти для суточных параметров дополнительного блока

Смещение относительно базового адреса	Параметр	Кол-во байт	Формат данных
+0	Минут отсутствия сетевого питания	2	BCD
+2	-	4	float
+6	-	4	float

В.4 Чтение часовых параметров

Архив часовых данных (таблица В.4) представляет собой логический кольцевой буфер длиной 1080 записей, каждая запись (блок) отражает накопленную или усредненную за час информацию.

Параметры MODBUS-запроса:

- номер функции : 03h,
- число слов : 28,
- базовый адрес памяти : C000h+n_block, n_block- номер блока (индекс $N_{ч}$) часовых от начала зоны.

Поля “день”, “месяц”, “год”, “час”, “минуты” отражают календарную дату и время формирования часовой записи.

Тип параметра, расположенного по адресу со смещением «+12» зависит от режима по давлению: измеряются давления или используются договорные.

Битовое поле DIAG_HOUR содержит флаги (лог.”1”) обнаруженных в течении часа по текущим параметрам нештатных ситуаций (таблица 10).

Таблица В.4 Распределение памяти для часовых параметров

Смещение относительно базового адреса	Параметр	Кол-во байт	Формат данных
+0	T1, °C	4	float
+4	T2, °C	4	float
+8	T3, °C	4	float
+12	T4, °C (P3, МПа)	4	float
+16	P1, МПа	4	float
+20	P2, МПа	4	float
+24	M1, т	4	float
+28	M2, т	4	float
+32	M3, т	4	float
+36	M4, т	4	float
+40	Q1, Гкал	4	float
+44	Q2, Гкал	4	float

+48	DIAG_HOUR	1	Битовое поле
+49	День, месяц	2	BCD
+51	Год	2	BCD
+53	Минут отсутствия сетевого питания	1	uint 8
+54	Час	1	BCD

В.5 Чтение текущих параметров

Текущие параметры и статусные регистры расположены в оперативной памяти «Тепло-3В», таблица В.5.

Параметры MODBUS-запроса:

- номер функции : 03h,
- число слов : 1÷28,
- базовый адрес памяти : 200h – 02feh

Ячейки EEP_HOU и EEP_DAY представляют собой указатели на расположение первого свободного блока в области памяти часовых и суточных архивов соответственно.

Номер (индекс) последнего записанного блока суточных N_c можно получить следующим образом:

$$N_c = \frac{EEP_DAY - 28h}{52} - 1, \text{ если указатель } EEP_DAY \neq 28h;$$

$$N_c = 364, \text{ если } EEP_DAY = 28h.$$

Таблица В.5 Распределение памяти для текущих параметров

Адрес	Параметр	Кол-во байт	Формат данных
1	2	3	4
200h	DAY	1	BCD
201h	MONTH	1	BCD
202h	YEAR_H	1	BCD
203h	YEAR_L	1	BCD
204h	ММ:ЧЧ	2	BCD
206h	-- : CC	2	BCD
208h	T1	4	float
20Ch	T2	4	float
210h	G1	4	float
214h	G2	4	float
218h	Q1	4	float
21ch	T3	4	float
220h	T4	4	float
224h	G3	4	float
228h	G4	4	float
22ch	Q2	4	float
230h	M1	4	float
234h	M2	4	float

238h	M3	4	float
23ch	M4	4	float
240h-241h	Диагностический код E1	2	uint16
242h-247h	-	-	-
248h	Tx	4	float
24ch	P1	4	float
250h	P2	4	float
254h	P3	4	float
258h	P4	4	float
25ch	Px	4	float
260h-269h	Конфигурационный блок	10	См. таблицу В.6
26Ah	EEP_HOU	2	uint16
26Ch	EEP_DAY	2	uint16
26Eh	I2C_FLAGS	1	Битовое поле

Номер (индекс) последнего записанного блока часовых N_c можно получить следующим образом:

$$N_c = \frac{EEP_HOU}{55} - 1, \text{ если бит 1 в регистре I2C_FLAGS (регистр считывается в массиве текущих параметров) сброшен и } EEP_HOU \neq 0,$$

$$N_c = \frac{EEP_HOU + 8000h}{55} - 1, \text{ если бит 1 в регистре I2C_FLAGS установлен и } EEP_HOU \neq 0,$$

$N_c = 1079, \text{ если } EEP_HOU = 0.$

Таблица В.6 Конфигурационный блок

Адрес	Параметр	Кол-во байт	Формат данных
260h	Номер схемы теплоснабжения	1	Int8
261h	Сетевой адрес «Тепло-3В»	1	Int8
262h-267h	-	-	-
268h	Режим: Бит 0 – зима/лето, Бит 1 – измерение P/договорные P, Бит 2 – чувствительность термометров 1.391/1.385, Бит 3 – диагностировать нештатные ситуации/нет, Бит 4 –режим по давлению.	1	Int8
269h	Типы преобразователей расхода (диапазон рабочих частот преобразователей 0-5Гц или 0-1000Гц)	1	Int8

В.6 Чтение серийного номера

Серийный номер электронного блока хранится в виде оканчивающейся нулем строки в ASCII -формате по адресу 7fb8h.

Например, серийный номер 050176 представлен в памяти в следующем виде:

Адрес памяти	7fb8h	7fb9h	7fbah	7fbbh	7fbch	7fbdh	7fbeh
Содержимое	“0”	“5”	“0”	“1”	“7”	“6”	0

Параметры MODBUS-запроса:

- номер функции : 03h,
- число слов : 4,
- базовый адрес памяти : 7fb8h либо 8274h.

В.7 Float-формат данных

Параметры в формате с плавающей точкой хранятся в памяти «Тепло-3В» в виде 32-х разрядных чисел, при этом 8 старших разрядов кодируют порядок ($e_7 - e_0$), и 24 младших разряда кодируют мантиссу ($m_{22} - m_0$) и знак числа (S):

Разряды 31-----24	23	22-----16	15-----0
Порядок	S	Мантисса	
$e_7 - e_0$		m_{22} -----	----- m_0

Значение числа N с плавающей точкой определяется выражением:

$$N = (-1)^S \times M \times 2^E$$

Исключением является представление нуля, которое кодируется 32-мя нулевыми разрядами.

Расчет мантиссы

$$M = 1 + \sum_{i=0}^{22} (m_i \times 2^{i-23})$$

Мантисса хранится в памяти в нормализованном виде и может принимать значения в диапазоне $2 > M > 1$.

Расчет порядка

$$E = \sum_{i=0}^7 (e_i \times 2^i) - 128$$

Старший разряд порядка кодирует его знак:

0 – отрицательный порядок

1 – положительный порядок

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПОДКЛЮЧЕНИЕ «ТЕПЛО-3В» К ВНЕШНЕМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Программное обеспечение внешних устройств должно активизировать линию DTR (устанавливать в лог. “0”) на своем коммуникационном разъеме. Этот сигнал необходим для питания интерфейсной части «Тепло-3В» и не должен изменять свое состояние во время сеанса связи. Напряжения питания на контакте DTR должно быть не менее +7 В.

Для обмена информацией «Тепло-3В» с персональным компьютером рекомендуется отключить локальное эхо и подтверждение выполнения команд.

При программировании модемов рекомендуется:

- отключить режим контроля передачи по последовательному порту и контроль четности;
- перевести модем в режим 7 бит 2 стоп бита (или 8 бит один стоп бит), так как **не все модемы (в том числе Siemens) могут поддерживать режим 7 бит 2 стоп бита, а «Тепло-3В» может работать и в режиме 8 бит 1 стоп бит, при этом программа всегда устанавливает старший бит в 1;**
- установить символьную скорость по последовательному порту, соответствующую установкам в «Тепло-3В»;
- обеспечить надежное соединение, между модемами используя AT команды специфичные для каждого модема.

Г.1 Прямое подключение к ПК

Схема предназначена для непосредственного подключения «Тепло-3В» к ПК либо другому терминальному оборудованию на расстояниях, не превышающих 15 м (рис. Г.1).

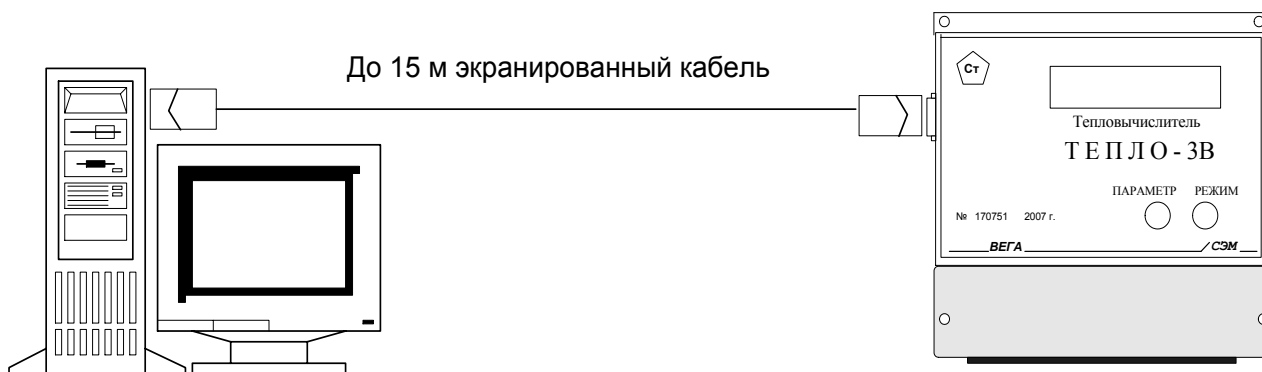
В таблице Г.1 приведены контакты разъема «Тепло-3В» для подключения к 9-ти контактному или 25-ти контактному разъему компьютера. Для цепи GND экранную оплетку **не использовать!** Экранную оплетку соединить с корпусом каждого разъема (на обеих сторонах кабеля).

Г.2 Объединение в информационную сеть на основе интерфейса RS485

Схема на рис. Г.2. предназначена для построения на основе адаптеров - преобразователей интерфейса RS232/RS485 распределенной информационной сети со следующими характеристиками:

- до 32-х «Тепло-3В»;
- длина сегмента до 1200 м;
- скорость обмена 9600/4800/2400 бит/с.

Адаптеры должны быть с автоматическим определением направления передачи и обеспечивать питание выходного каскада порта RS232 «Тепло-3В».



DB9M(Тепло-3В)		DB9F(IBM PC)		DB25F(IBM PC)	
Цепь	Конт.	Конт.	Цепь	Конт.	Цепь
RxD	2	3	TxD	2	TxD
TxD	3	2	RxD	3	RxD
+Uпит	4	4	DTR	20	DTR
GND	5	5	GND	7	GND

Рис. Г.1. Прямое подключение «Тепло-3В» к компьютеру.

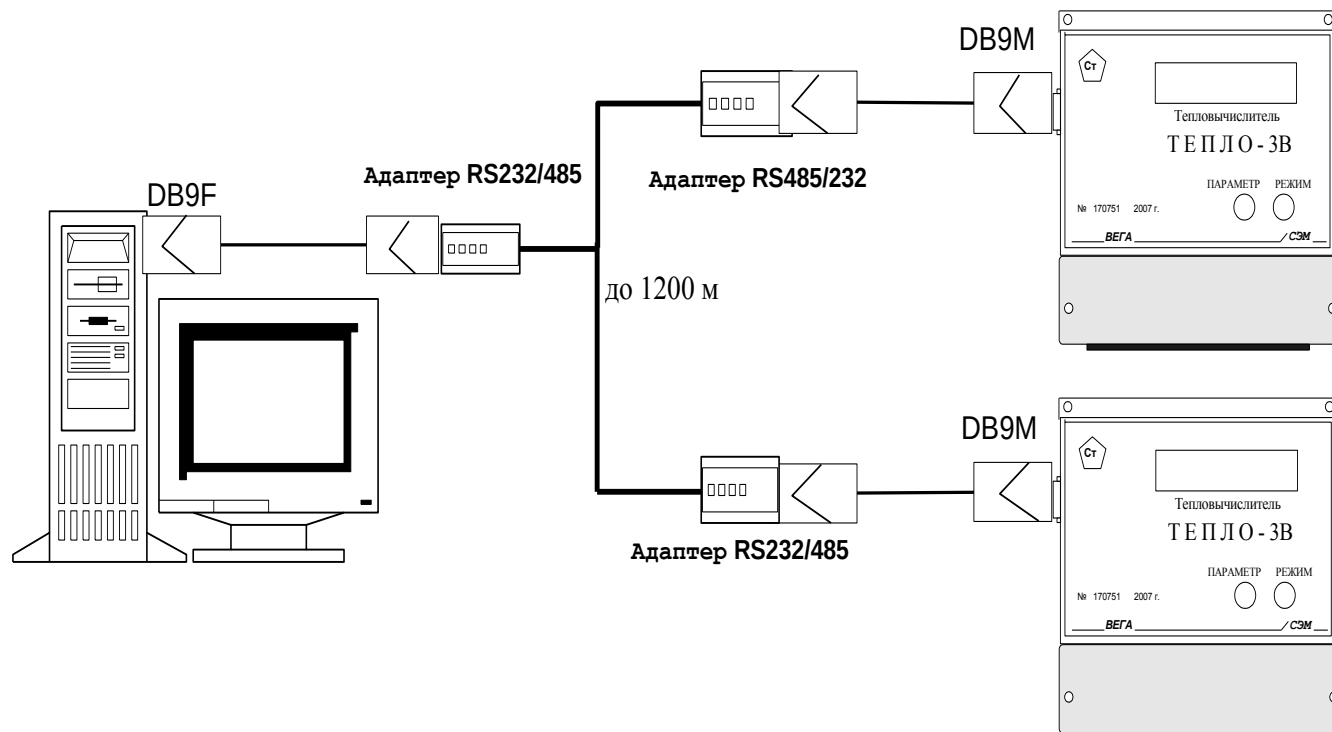


Рис. Г.2. Подключение «Тепло-3В» к сети на основе RS485.

Г.3 Подключение через модем к коммутируемым линиям

Схема предназначена для обмена информацией с «Тепло-3В» через коммутируемые телефонные каналы или GSM модемы для сотовых сетей (рис. Г.3). Перед использованием GSM модемов следует убедиться, что местный сотовый оператор предоставляет услугу приема/передачи цифровых данных.

Модем, работающий на стороне «Тепло-3В», должен быть предварительно запрограммирован по описанной ниже методике с использованием персонального компьютера.

Порядок настройки модема для работы с «Тепло-3В»:

1. Подключите модем к компьютеру входящим в комплект поставки модема кабелем к последовательному порту компьютера.

2. Запустите на компьютере коммуникационную программу (например, HyperTerminal, PROCOMM, Term95 и др.). Установите параметры канала связи: скорость 9600 бод, 8 бит данных, 1 стоп-бит, контроль четности отсутствует.

3. Введите в коммуникационной программе команду **АТ**. Модем должен ответить 'ОК'. Если ответ модема не получен, значит необходимо проверить правильность подключения модема к компьютеру в соответствии с инструкцией на модем.

4. Программирование модема сводится к настройке модема на скорость передачи данных между ТИС и модемом – 9600 (4800/2400, в зависимости от значения, установленного в приборе) бит/с, отключении реакции на линии аппаратного контроля передачи данных (RTS, DTS и др.), и задания количества звонков, после которого модем снимет трубку. Для этого в коммуникационной программе введите **АТ** – команду, на которую модем должен отвечать (*курсив - ответ*). Вместо **X** следует подставить число, соответствующее желаемому количеству звонков, после которого модем снимет трубку.

Примеры для некоторых модемов при скорости обмена 2400 бод:

Для модемов IDC 2814 (5614) BXL/VR

АТ &F *NC22 W2\V1 S95=3 &W &W1 (*Ответ ОК*)

АТ S0=X E0 &D0 &S0 &K0 &T5 &Q5 S37=9 S15.6=1 S15.7=1 (*Ответ ОК*)

АТ E0 Q1 (*Ответа нет*)

АТ &W0 &Y0 (*Ответа нет*)

Для модема ACORP/SPRINTER 56K EXT

АТ &F &D0 &S0 &K0 &Q5 S0=X (*Ответ ОК*)

АТ +MS=V32 (*Ответ ОК*)

АТ +IPR=2400 (*Ответ ОК*)

АТ E0 Q1 (*Ответа нет*)

АТ &W0 &W1 &Y0 (*Ответа нет*)

Для GSM модема Siemens MC35i

На SIM карте необходимо предварительно отключить проверку PIN кода с помощью любого сотового телефона или командами

АТ+CPIN=xxxx

AT^SLCK=SC,0,xxxx,7

Вторая команда вводится после успешной регистрации модема в GSM сети

AT &F &D0 &S0 \Q0 E0 Q1 S0=X

AT +IPR=2400

AT &W0

5. Проверить настройки модема можно с помощью AT-команды **AT&V**.

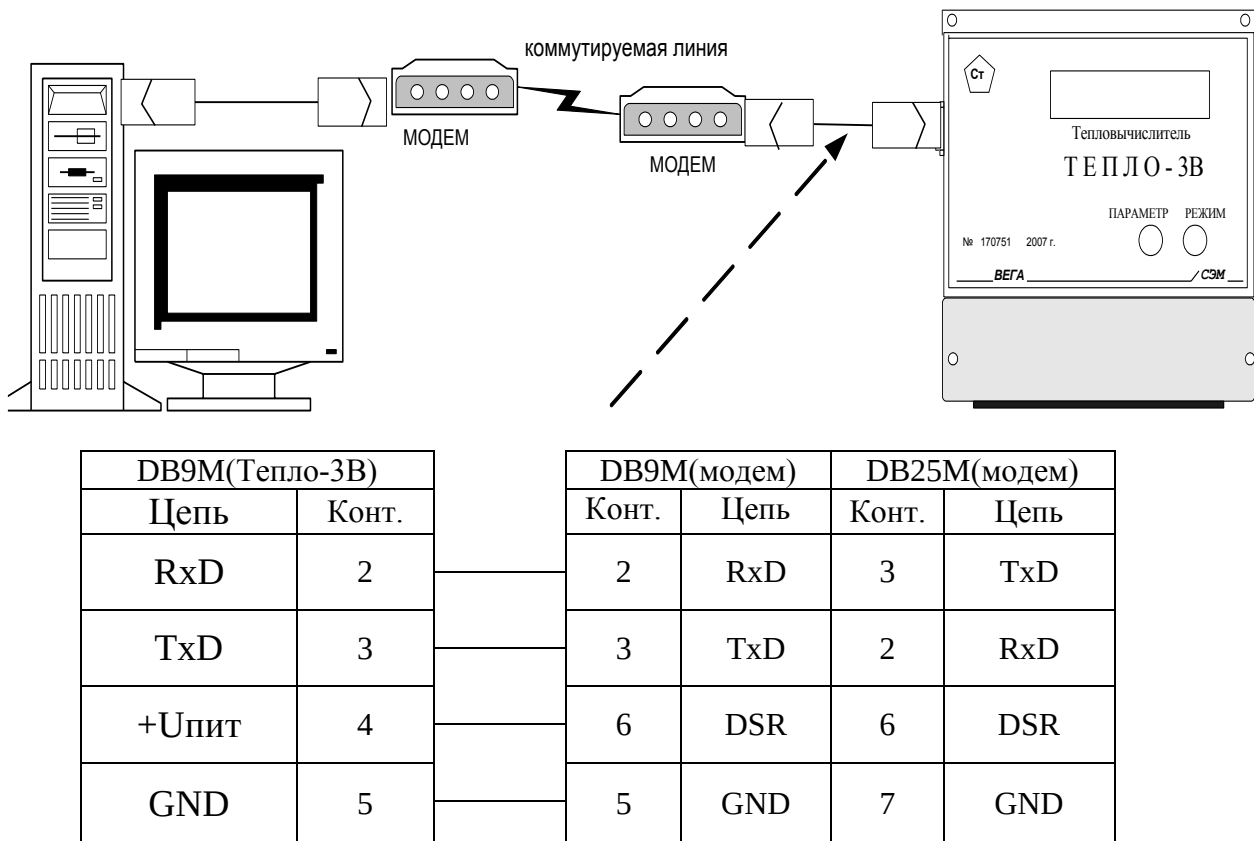
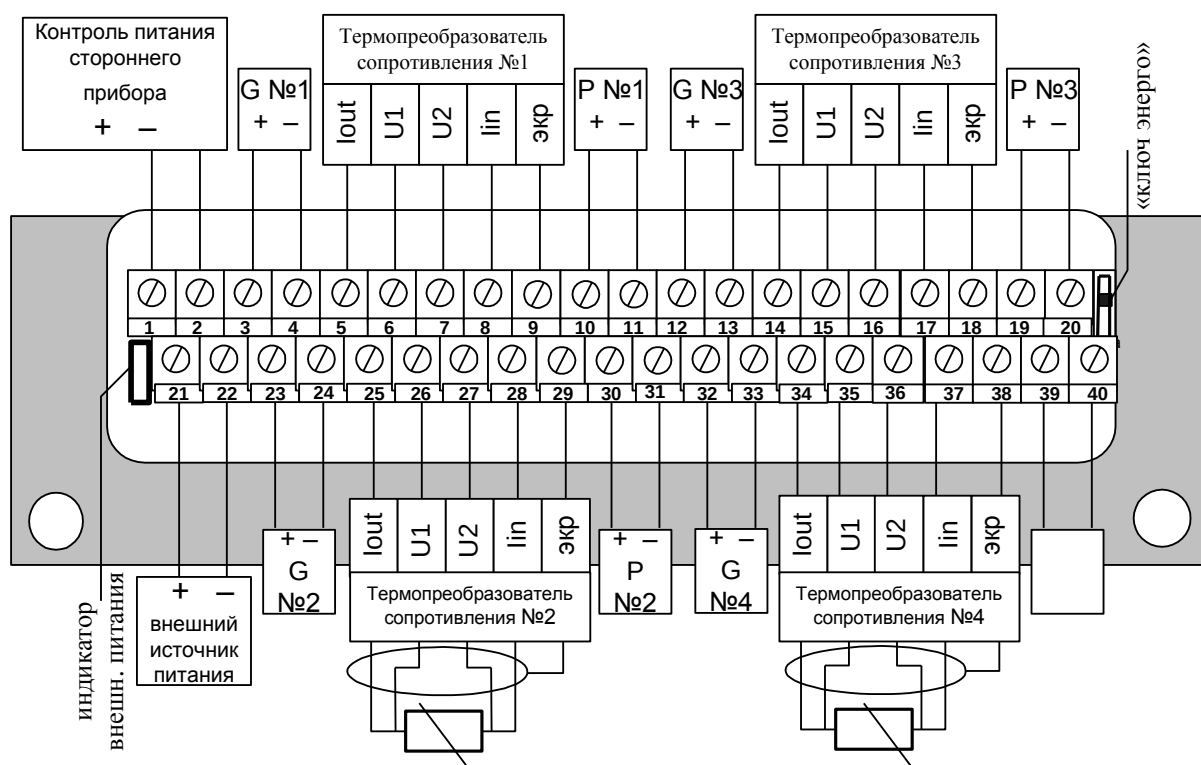


Рис. Г.3. Подключение «Тепло-3В» через модем.

В таблице Г.3 приведены контакты разъема «Тепло-3В» для подключения к 9-ти контактному или 25-ти контактному разъему модема. Для цепи GND экранную оплетку **не использовать!** Экранную оплетку соединить с корпусом каждого разъема (на обеих сторонах кабеля).

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ К «ТЕПЛО-3В»

Д.1 Клеммный отсек «Тепло-3В»



Д.2 Подключение имитатора датчика давления

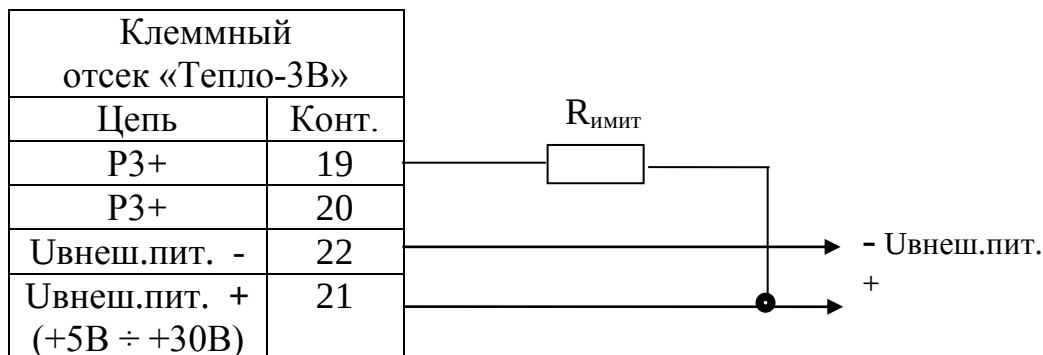
На практике возникает необходимость в схемах теплоснабжения, где датчики давления устанавливаются не на все трубопроводы. Однако в «Тепло-3В» давления измеряются по всем трем каналам или устанавливаются договорные значения давления P1, P2, P3. Чаще всего требуется измерение по каналам давления P1 и P2, а по третьему каналу давление P3 не измеряется и не используется в алгоритмах учета тепла (а значит его значение несущественно) или давление в канале P3 может быть установлено договорным.

В этом случае параметр P3 следует запретить для отображения, тогда его величина не будет диагностироваться на допустимость значения (при отсутствии датчика давления P3) и, соответственно, не будет выставляться бит ошибки в диагностическом коде E1 (см. таблицу 10). Запрет отображения P3 выполняется через конфигурационную программу в условиях предприятия – изготовителя до установки ключа метролога..

Если исключить P3 из отображения невозможно (нет доступа), то в настроечных параметрах (меню «СЕРВИС/РЕГУЛИР.») задать «измерение давления»

P1 –P3 V3.

а к каналу РЗ - подключить имитатор датчика давления, например по нижеприведенной схеме.



$R_{\text{имит}}$ следует рассчитывать по формуле:

$$R_{\text{имит}} = \frac{U_{\text{внеш.пит}} * 1000}{I_{\text{догов.}}} - 500 \quad I_{\text{догов.}} = \frac{I_{\text{max}}}{P_{\text{max}}} * P_{\text{догов.}}, \quad \text{где}$$

$P_{\text{догов.}}$ – любое давление в диапазоне рабочих давлений, в том числе и договорное давление, МПа;

$I_{\text{догов.}}$ – ток имитатора датчика давления, соответствующий $P_{\text{догов.}}$, мА;

P_{max} – давление, соответствующее наибольшему значению рабочего диапазона давлений, МПа;

I_{max} – ток имитатора датчика давления, соответствующий P_{max} , мА;

$U_{\text{внеш.пит}}$ – выходное напряжение источника внешнего питания, В.

В качестве $R_{\text{имит.}}$ рекомендуется использовать резистор типа С1-4, С2-23 и т.п.

Аналогичные действия при необходимости выполняются и для каналов Р1 (Р2), если по техническому заданию на узел учета не предусматривается установка соответствующего датчика давления.

