

# ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Согласовано

Директор ГЦИ СИ СНИИМ



В.Я. Черепанов

09 2002 г.

Система теплоизмерительная «Тепло-2»	Внесена в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № <u>18567-02</u> Взамен № <u>18567-99</u>
---	--

Выпускается по ТУ 4218-003-02068953-99.

## НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

«Тепло-2» предназначена для коммерческого учета тепловой энергии, горячей и холодной воды в системах тепло- и водоснабжения с большим числом трубопроводов и измеряемых параметров (расхода, температуры, давления). Может устанавливаться в центральных и индивидуальных тепловых пунктах, котельных, ТЭЦ, а также использоваться для управления регуляторами тепло- и водоснабжения. «Тепло-2» предназначена для работы как автономно, так и в составе автоматизированной системы сбора данных и управления водоснабжением, количеством и качеством потребляемой и производимой тепловой энергии.

## ОПИСАНИЕ

«Тепло-2» имеет два варианта исполнения («Тепло-2.1» и «Тепло-2.2») и 7 модификаций (таблица 1).

«Тепло-2» состоит из электронного блока, термопреобразователей сопротивления, преобразователей давления с токовым выходом, преобразователей расхода с токовым, число-импульсным или частотным выходом и электромагнитных первичных преобразователей расхода (для «Тепло-2.2»), блока сетевого питания.

Таблица 1

Вариант исполнения	Модификация	Число измерительных каналов					
		Температуры	Давления	Расхода			
				с первичным электромагн. преобр.	токовых	число-импульсных	частотных
«Тепло-2.1»	1	4 или 8	6	0	5	0	0
	2	4 или 8	6	0	5	3	3
	3	0	0	0	0	3	3
«Тепло-2.2»	4	4 или 8	6	2	3	0	0
	5	4 или 8	6	2	3	3	3
	6	4 или 8	6	4	1	0	0
	7	4 или 8	6	4	1	3	3

В таблице 1 указано максимальное число соответствующих каналов для каждой модификации (по желанию потребителя число каналов может быть уменьшено, конкретный состав «Тепло-2» определяется при заказе).

«Тепло-2.2» отличается от «Тепло-2.1» тем, что имеет электронные блоки для работы непосредственно с первичными преобразователями расхода электромагнитного типа, количество которых может быть от 1 до 4. На число используемых таких каналов уменьшается число подключаемых преобразователей расхода с токовым выходом. В остальном возможности «Тепло-2.2» такие же, как и у «Тепло-2.1».

В «Тепло-2» используются следующие алгоритмы преобразования выходных сигналов преобразователей расхода в значения объемного расхода:

- для преобразователей расхода с число - импульсным выходом:

$$G_j = \frac{3600}{T_j} \cdot k_j,$$

где  $T_j$  - период между импульсами от преобразователя расхода, с;  
 $k_j$  - коэффициент преобразования преобразователя расхода, м<sup>3</sup>/имп;

- для преобразователей расхода частотным выходом:

$$G_j = G_H + \frac{f - f_H}{f_B - f_H} \cdot (G_B - G_H);$$

- для преобразователей расхода с токовым выходом:

$$G_j = G_H + \frac{J - J_H}{J_B - J_H} \cdot (G_B - G_H),$$

где  $G_B$  и  $f_B(J_B)$  – верхний предел измерения по расходу и соответствующее ему значение частоты (тока);

$G_H$  и  $f_H(J_H)$  – минимальное значение расхода и соответствующее ему значение частоты (тока); для некоторых преобразователей  $f_H(J_H) = 0$  при  $G_H = 0$ ;

- для сужающих устройств:

$$G_j = 0,01252\alpha \cdot K_t^2 \cdot d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$$

где  $\alpha$  - коэффициент расхода,

$\rho$  - плотность,

$K_t$  - поправочный множитель на тепловое расширение,

$d_{20}$  - диаметр отверстия сужающего устройства при  $t = 20$  °С,

$\Delta P$  - перепад давления на сужающем устройстве

$$\Delta P = \Delta P_H + \frac{J - J_H}{J_B - J_H} \cdot (\Delta P_B - \Delta P_H),$$

( $\Delta P_B$  и  $J_B$  - верхний предел измерения по разности давлений и соответствующее ему значение тока преобразователя разности давлений;  $\Delta P_H$  и  $J_H$  - минимальное значение разности давлений и соответствующее ему значение тока преобразователя разности давлений).

При использовании для измерения расхода сужающих устройств преобразователи разности давлений с токовым выходом подключаются ко входу токовых измерительных каналов расхода, максимальное число которых в зависимости от модификации указано в таблице 1.

Работой «Тепло-2» управляет модуль контроллера, который соединен с модулем кондиционирования сигналов и интерфейсным модулем системной шиной SBus. Через шину SBus модули обмениваются данными в ответ на управляющие воздействия, формируемые контроллером. Кроме того, модуль контроллера соединен с интерфейсным модулем шиной дискретных входов/выходов, а с модулем кондиционирования сигналов - аналоговой шиной.

В варианте исполнения «Тепло-2.2» электромагнитные преобразователи расхода подключаются к модулю электромагнитных расходомеров. В этом модуле формируются импульсные токи возбуждения индукторов электромагнитных преобразователей, а также осуществляется усиление сигналов э.д.с., снимаемых с электродов этих преобразователей.

Измерение температуры производится с использованием термопреобразователей сопротивления, через которые пропускается высокостабильный ток и измеряется падение напряжения на них с помощью модуля кондиционирования сигналов. В этом модуле осуществляется также: автоматическое масштабирование предварительно усиленных как падения напряжения на термопреобразователях сопротивления, так и выходных сигналов модуля электромагнитных расходомеров, коррекция смещения нулевого уровня предварительных усилителей, фильтрация высокочастотных помех и шумов.

Обработанный таким образом сигнал через выходной мультиплексор модуля кондиционирования сигналов поступает на один из входов АЦП модуля контроллера. На другие входы указанного мультиплексора подаются

напряжения с резисторов нагрузки преобразователей давления с токовым выходом и (или) преобразователей расхода с токовым выходом.

Сигналы от преобразователей расхода с импульсным выходом (турбинных, ультразвуковых и т.п) подаются через согласующие устройства, расположенные в интерфейсном модуле, на входы высокоскоростного ввода модуля контроллера, с помощью которых производится подсчет импульсов. Кроме того, интерфейсный модуль содержит трехканальный таймер - для измерения сигналов от преобразователей расхода с частотным выходом.

Интерфейсный модуль обеспечивает возможность внешнего запуска «Тепло-2» от поверительной установки, а также синхронизацию запуска других измерительных приборов от «Тепло-2».

Модуль контроллера осуществляет обработку данных по заданным алгоритмам. В нем размещены энергонезависимые ОЗУ и таймер. Часть энергонезависимого ОЗУ предназначена для хранения архивируемых часовых параметров, суточные и итоговые параметры хранятся в программируемом ПЗУ Flash-типа.

Обмен данными с внешними устройствами осуществляется через коммуникационные каналы RS-232 и RS-485.

На жидкокристаллический индикатор с использованием клавиатуры выводятся все измеряемые и вычисляемые величины с указанием их размерности, а также диагностические сообщения о состоянии обслуживаемого теплового узла и «Тепло-2». Управление некоторыми режимами работы осуществляется в режиме меню, состояния которого также отображаются на жидкокристаллическом индикаторе.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1 Основные технические характеристики используемых преобразователей расхода приведены в таблице 2.

2 Пределы допускаемой погрешности измерения тепловой энергии, объема, массы, температуры, давления с учетом погрешностей преобразователей расхода, температуры и давления - не более значений, указанных в таблице 3.

Таблица 2

Тип преобразователя, принцип действия	Диаметр условного прохода (ДУ), мм	Пределы диапазона измерений		Диапазон температур, °С	Рабочее давление, МПа	№ Госреестра
		$\frac{G_{наим}}{G_{наиб}}$	$G_{наиб}$			
1	2	3	4	5	6	7
ВЭПС-Т(И)	В(ЭМ) 20÷200	0,04	4÷630	20÷150	1,6	16766-00
ВЭПС	В(ЭМ) 32÷300	0,03	16÷1600	20÷150	1,6	14646-95
МР400-К(Э)	ЭМ 10÷150	0,04	3,4÷763	20÷150	2,5	15184-96
УФМ500	УЗ 25÷3000	0,03	0,5÷10 <sup>5</sup>	20÷150	≤4,0	13897-99
СУР-97	УЗ 25÷300	0,01	0,2÷2500	20÷150	≤6,3	16860-97
МЕТРАН-300ПР	В(УЗ) 25÷200	0,02	9÷700	20÷150	1,6	16098-98
УФМ001	УЗ 50÷1000	0,04	85÷34·10 <sup>3</sup>	20÷150	1,6	14315-00
УТП-1, УЭС-1	УЗ 15÷2400	0,025	12,5÷1,5·10 <sup>5</sup>	20÷150	≤6,3	15425-96
ИПРЭ-3	ЭМ 32÷200	0,05	5,6÷900	20÷150	1,0; 2,5	16258-99
ИР-45	ЭМ 10÷300	0,05	2,5÷2500	20÷150	2,5	
ПРМТ	Т 10÷300	0,1	2,5÷2500	20÷150		
	Т 32, 50, 100	0,1	10, 36, 100	20÷150	1,6	13735-98
ВСТ(Т)	Т 15÷250	0,04	3÷1200	20÷150	1,6	13733-96
ВКОС	Т 25, 40	0,0065	7; 16	20÷90	1,0	13863-94
		0,025	7; 16	20÷90		
СГВ-15Д	Т 15	0,01	3	20÷90	1,0	16078-97
		0,04	3	20÷90		
WS, WP (Premex)	Т 50÷300	0,04	30÷1200	20÷120	1,6	
СКВТ	Т 10, 15, 40	0,01	2÷20	20÷90	1,0	17594-98
		0,01	3; 5	20÷90		
СГВ	Т 25, 32	0,01	7; 12	20÷120	1,6	15315-96
		0,01	7; 12	20÷120		
EEM-VS, EEM-VM (Danfoss)	Т 15÷40	0,01	2÷20			15892-96
SD, WS (Schlumberger Industries)	Т 40÷100	0,01	20÷150			
WE (Schlumberger Industries)	Т 50÷500	0,015	30÷5000			
WPWI, WPHWI, WSWI (Zenner)	Т 50÷250	0,08	30÷800			
ETWI, MTWI (Zenner)	Т 15÷50	0,04	1÷30			17708-98
VORFLO (Danfoss)	В 15÷300	0,04	3÷10 <sup>4</sup>			13932-98

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
СВА	В	0,05	15÷350			14326-94
ДРВ-1	В	0,04	25÷1000			14188-94
ULTRAFLOW II (KAMSTRUP)	УЗ	0,03	1÷600			15467-99
SONOFLO (Danfoss)	УЗ	0,04	25÷10 <sup>5</sup>			14506-98
УРСВ-010, 010М	УЗ	0,04	0,03 Ду <sup>2</sup>			16179-97
ДРК-С	УЗ	0,02	50÷36·10 <sup>4</sup>			15269-96
VA 2301÷2304	ЭМ	0,04	0,1÷4000			16762-97, 16763-97, 16764-97, 16765-97
Фотон	В(К)	0,02	80÷25,6·10 <sup>3</sup>	1÷150	1,6	18441-99
РОСТ-1	ЭМ	0,1	0,125÷2500			11833-00
SKU-0,1	УЗ	0,01	8÷28·10 <sup>3</sup>			
УЗР-В-М	УЗ	0,4	72÷113,4·10 <sup>3</sup>			15051-95
ДРК-М	УЗ	0,1	35÷9·10 <sup>4</sup>			
ЕЕМ-QII (Danfoss)	УЗ	0,01	15÷15	20÷90	1,6	17734-98
Тригон	УЗ	0,02	12÷780	160		18556-99
ПРЭМ	ЭМ	0,0025	9÷288	150	1,6	17858-99
ПРЭМ-2	ЭМ	0,002	6,7÷630	150	1,6	21692-01
Взлет ЭР	ЭМ	0,00167	3,39÷1358,4	150	2,5	20293-00
СЭМ-01	ЭМ	0,005	1÷2500	150	2,5	22324-01
ДРК-3	УЗ	0,01	230÷575·10 <sup>3</sup>	150	2,5	20003-00
ЕТW, ЕТН	Т	0,005	1,2÷20	90		
ЕТК	Т	0,005	1,2÷20	120	1,6	13667-01
М-Т 150	Т	0,01	3÷20	150	1,6	13671-01
Е-Т, М-Н, М-Т, М-М	Т	0,005	3÷30	150	1,6; 2,5	17169-98
	Т			120	1,6	17104-00

Примечание - Т - тахометрический, УЗ - ультразвуковой, ЭМ - электромагнитный, В - вихревой, К - кондуктометрический

Таблица 3

Измеряемая величина	Предел допускаемой погрешности
1 Тепловая энергия при разности температур в подающем и обратном трубопроводах контуров теплопотребления: $\Delta T > 20^{\circ}\text{C}$ $10^{\circ}\text{C} < \Delta T < 20^{\circ}\text{C}$	$\pm 4\%$ $\pm 5\%$
2 Объем и масса теплоносителя при изменении расхода от 100% до 4% от верхнего предела измерения	$\pm 2\%$
3 Температура в диапазоне $(-50 \div +150)^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
4 Давление в диапазоне $0,16 \div 1,6$ МПа	$\pm 2\%$
5 Время работы	$\pm 0,05\%$

3 В таблице 4 указаны диаметры условного прохода первичных преобразователей расхода электромагнитного типа (РОСТ, ПРН, ППР1, ИПРЭ, МР200 и др.), которые могут использоваться в составе «Тепло-2.2» и соответствующие им верхние пределы измерений  $G_{m1}$ ,  $G_{m2}$ , выбираемые по заказу потребителя.

Таблица 4

Диаметр условного прохода первичных преобразователей расхода (ДУ), мм	Верхний предел, $\text{м}^3/\text{ч}$	
	$G_{m1}$	$G_{m2}$
6	0,5	1,0
10	1,25	2,5
15	3,15	6,3
20	6,3	12,5
25	8	16
32	16	31,5
40	25	50
50	31,5	63
65	63	125
80	80	160
100	125	250
125	200	400
150	315	630
200	630	1250

4. Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объема теплоносителя при использовании в составе «Тепло-2.2» электромагнитных первичных преобразователей - не более значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5

№ п/п	Диапазон изменения расхода в % от $G_{m2}$ ( $G_{m1}$ )	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %		
		Группа точности		
		1	2	3
1	(10÷100)%	± 0,5	± 1,0	± 1,5
2	(4÷10)%	± 1,0	± 1,5	± 2,0
3	(2÷4)%	± 1,5	± 2,5	± 3,5

5 Пределы допускаемой основной погрешности определения тепловой энергии при использовании электромагнитных первичных преобразователей расхода в составе «Тепло-2.2» - не более значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Диапазон изменения расхода в % от $G_{m2}$ ( $G_{m1}$ )	Разность температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, °С	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %		
		Группа точности		
		1	2	3
10-100	100÷20	2,0	2,5	3,0
	20÷10	3,0	3,5	4,0
	10÷2	6,0	6,5	7,0
4-10	100÷20	3,0	3,5	4,0
	20÷10	3,5	4,0	4,5
	10÷2	6,5	7,0	7,5
2-4	100÷20	3,5	4,5	5,0
	20÷10	4,0	5,0	6,0
	10÷2	7,0	8,0	9,0

6 Дополнительная погрешность при изменении температуры окружающей среды от + 5°С до + 50°С измерительных каналов электронного блока «Тепло-2» - не более значений, указанных в таблице 7.



Таблица 7

Измерительные каналы	Без коррекции температурной погрешности		С коррекцией температурной погрешности	
	от + 5°C до + 20°C	от + 20°C до + 50°C	от + 5°C до + 20°C	от + 20°C до + 50°C
Температуры (в диапазоне -50÷+150°C)	± 0,2°C	± 0,4°C	± 0,03°C	± 0,05°C
Разности температур (в диапазоне разности 100÷20°C)	± 0,2 %	± 0,4 %	± 0,05 %	± 0,1 %
Давления (в диапазоне 0,2÷1,6 МПа)	± 0,25 %	± 0,35 %	--	--
Расхода с токовым входом (в диапазоне изменения тока 20÷100% I <sub>max</sub> )	± 0,25 %	± 0,35 %	--	--
Расхода с электромагнитными первичными преобразователями («Тепло-2.2»)	± 0,2 %	± 0,4 %	--	--

7 Дополнительная погрешность при изменении напряжения питания не более значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Измерительные каналы	Значение дополнительной погрешности при изменении напряжения питания от 220 В	
	- 15 % (187 В)	+ 10 % (242 В)
Температуры (в диапазоне -50÷+150°C)	± 0,02°C	± 0,02°C
Разности температур (в диапазоне разности 100÷20°C)	± 0,1%	± 0,1%
Давления (в диапазоне 0,2÷1,6 МПа)	± 0,05%	± 0,05%
Расхода - с токовым входом (в диапазоне изменения тока 20÷100% I <sub>max</sub> ), - при использовании электромагнитных первичных преобразователей («Тепло-2.2»)	± 0,05%	± 0,05%
	± 0,2%	± 0,2%

8 «Тепло-2» обеспечивает возможность программной коррекции систематических погрешностей используемых преобразователей расхода и термопреобразователей сопротивления, коррекцию дополнительной погрешности измерения температуры и разности температур при изменении температуры окружающей среды от + 5°C до + 50°C.

9 «Тепло-2» обеспечивает возможность настройки на диапазоны измерения преобразователей расхода, выбор числа, назначение контуров теплоснабжения и алгоритмов вычисления тепловой энергии, ввод технологических уставок.

10 «Тепло-2» обеспечивает при постоянно отключенном сетевом питании:

- сохранение архива часовых параметров в течение не менее 25 суток;
- сохранение архива суточных, итоговых данных и параметров настройки в течение не менее 5 лет;
- измерение времени отсутствия сетевого питания.

11 В таблице 9 приведена емкость архива суточных и часовых параметров (в сутках в зависимости от общего числа  $n$  архивируемых параметров).

Таблица 9

Архивируемые параметры	Емкость архива в сутках при общем числе архивируемых параметров $n$ , равном		
	10	24	30
суточные	942	467	383
часовые	74	37	30

12 «Тепло-2» при появлении нештатных ситуаций обеспечивает представление на дисплей и в архиве кодов, идентифицирующих ситуацию.

13 «Тепло-2» обеспечивает:

- выдачу информации о выходе параметров за пределы технологических уставок;
- выдачу сигналов для управления регулирующими клапанами в контурах теплоснабжения.

14 «Тепло-2» имеет следующие энергетические и массогабаритные показатели:

- мощность, потребляемая от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц (без учета преобразователей давления и расхода) не более
  - 10 ВА - для «Тепло-2.1»;
  - 15 ВА - для «Тепло-2.2» модификаций 4, 5;
  - 20 ВА - для «Тепло-2.2» модификаций 6, 7;
- максимальные габаритные размеры - 120x220x220 мм (для «Тепло-2.2» модификации 7);
- максимальная масса (без первичных преобразователей расхода, давления и температуры) – 3,2 кг (для «Тепло-2.2» модификации 7).

15 Средний срок службы не менее 12 лет.

## ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится в левом верхнем углу лицевой панели «Тепло-2» фотоспособом, шелкографией или гравировкой, а также в паспорт в центральной части титульного листа принтером.

## КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки «Тепло-2» должны входить следующие изделия и документы:

- от 2-х до 8-и термопреобразователей сопротивления медных или платиновых с  $R_0 = 100, 500, 1000$  Ом,  $W_{100} = 1,391; 1,385$  или  $1,428; 1,426$  типа КТСР, КТПТР, КТПР, ТСП, ТСМ, ESMU, ПРТР;
- от 1 до 4-х электромагнитных преобразователей расхода типа РОСТ, ППР, ИПРЭ, ПРН, МР200 (для «Тепло-2.2»);
- от 1 до 11-и преобразователей расхода, указанных в таблице 2;
- от 1 до 6-и датчиков давления любых с токовым выходом типа Сапфир 22 МТ, Метран-43, МТ 100 Р, ПДИ, ДМ5001(7), Д-ЭВ, ЕІА;
- блок электроники «Тепло-2.1» или «Тепло-2.2»;
- блок сетевого питания;
- руководство по эксплуатации (1 шт.),
- методика поверки (1 шт.).

Комплектность определяется требованиями заказчика:

- от 1 до 5 преобразователей разности давлений (при использовании для измерения расхода сужающих устройств) с унифицированным токовым выходом  $0 \div 5$  мА или  $4 \div 20$  мА и верхним пределом измерения  $0,63 \div 630$  кПа следующих типов: Метран-45-ДД, Метран-43-ДД, Метран-22-ДД, Сапфир-22М-ДД. Допускается применение других типов преобразователей разности давления с указанным унифицированным токовым выходом, которые включены в Госреестр средств измерений.

## ПОВЕРКА

«Тепло-2» подлежит поверке в соответствии с методикой поверки МП, утвержденной директором ГЦИ СИ СНИИМ 30.04.1999 г. Основное оборудование, необходимое для поверки: проливной стенд, оснащенный измерителями расхода (основная относительная погрешность не более  $\pm 0,3\%$ ), времени (основная относительная погрешность не более  $\pm 0,02\%$ ) и температуры (вместо последнего допускается использование мер электросопротивления с основной относительной погрешностью не более  $\pm 0,01\%$ ). Межповерочный интервал – 2 года.

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Система теплоизмерительная «Тепло-2». Технические условия ТУ 4218-003-02068953-99.

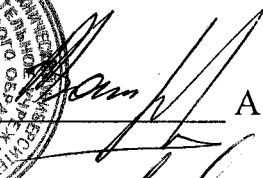
### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система теплоизмерительная «Тепло-2» соответствует нормативной документации.

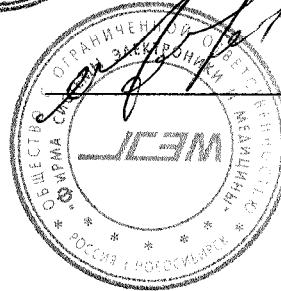
Изготовители: Новосибирский государственный технический университет, ООО «Фирма Системы электроники и медицины». 630092, г. Новосибирск-92, пр. К. Маркса, 20.


Проректор по научной работе  
Новосибирского государственного  
технического университета



  
А.Г. Вострецов

Директор ООО «Фирма Системы  
электроники и медицины»



  
М.И. Фихман