

## Сравнительные характеристики преобразователей измерительных «ИСТОК-ТМ» и нового «Энергия-ТМ» для учёта неэлектрических энергоносителей

Таблица 1.

№	Функция	Преобразователь «ИСТОК-ТМ»	Преобразователь «Энергия-ТМ»
1	Каналы измерения тока	12 (0-5), (0-20), (4-20) мА	12 (0-5), (0-20), (4-20) мА
2	Каналы для подключения термометров сопротивления (ТС)	3	4
3	Каналы измерения частотно-импульсных сигналов	2 - в режиме измерения частоты: 0 - 5000 Гц, - в режиме счёта импульсов: мин. длит. имп. – 40 мс, макс. част. след. имп. – 10 Гц	4 - в режиме измерения частоты: 0 - 5000 Гц, - в режиме счёта импульсов: мин. длит. имп. – 10 мс, макс. част. след. имп. – 50 Гц
4	Выходной канал телесигнализации	1	1
5	Интерфейсы	Прибор имеет только один интерфейс –RS-485/RS-232/ИРПС-ТП (по заявке). Интерфейс RS-485 /ИРПС-ТП может быть настроен на работу в одном из двух режимов: - как интерфейс RS-485 /ИРПС-ТП; - как симплексная линия связи (для связи КТС «Энергия»). Для подключения модема по RS-232, принтера по LPT, а также для одновременного подключения к прибору по интерфейсам RS-485 /RS-232/ ИРПС-ТП и симплексной линии необходимо дополнительно приобретать интеллектуальный адаптер «Исток-АИ». Версии ПО и модификации «ИСТОК-ТМ» и «Исток-АИ» должны быть совместимы. Скорость по RS-485/RS-232/ИРПС-ТП - 1200..38400 бит/с – зависит от модификаций приборов и версий ПО «ИСТОК-ТМ» и «Исток-АИ» (см. соответствующие РЭ).	Прибор имеет 5 независимых интерфейсов, встроенных непосредственно в прибор и не требующих подключения дополнительных блоков: 1. RS-232C (300 - 115200 бит/с) – DB9M; 2. RS-485 (300 - 115200 бит/с) с гальванической развязкой; 3. ПДС (300- 9600 бит/с); 4. Симплексная линия связи; 5. LPT для подключения принтера.  К RS-232 можно подключить Hayes-модем (GSM, проводной), строка инициализации задаётся в приборе.
6	Глубина архивов: - часовой, часов - суточный, суток - месячный, месяцев	720 94 24	2880 150 36
7	Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP54 по ГОСТ 14254-96	IP54 по ГОСТ 14254-96
8	Средний срок службы, лет	12	12
9	Питание преобразователя	~220В	~220В
10	Индикатор, клавиатура	2-строчный ЖК-дисплей, 20-символов в строке; 16-кнопочная клавиатура	4-строчный ЖК-дисплей, 24-символов в строке; 25-кнопочная клавиатура

11	Межповерочный интервал	4 года			4 года		
12	Точность хода часов	±2 сек в сутки			±0,5 сек в сутки		
13	Рабочая температура	+5...+55 °С			-20...+55 °С		
14	Предельные значения параметров измеряемой среды	Среда	Температура, °С	Абс. давление, МПа	Среда	Температура, °С	Абс. давление, МПа
		Природный газ, Воздух	-40 .. 80	0,1 .. 12,8	Природный газ	-23 .. 67	0,1 .. 10
					Сжатый воздух	-73 .. 127	0,1 .. 20
		Перегретый пар	100 .. 650	0,1 .. 96	Перегретый пар	100 .. 600	0,1 .. 10
		Насыщенный пар	до 240	0,1 .. 3,6	Насыщенный пар	100 .. 300	0,1 .. 8,5
		Горячая вода	0 .. 280	0,1 .. 19	Вода	0 .. 200	0,1 .. 5
			Прочие газы: - сухие - влажные	не нормируется 0 .. 150	не нормируется 0,1 .. 20		
15	Объекты учёта: - комплексные точки учёта (КТУ):	4 КТУ: природный газ, вода, насыщенный пар, перегретый пар, воздух, электроэнергия. В архивах сохраняются 4 значения (тепло, расход, температура, давление). По каждой КТУ ведутся 2 счётчика нарастающим итогом от сброса: количества тепловой энергии и объёма (массы).			4 КТУ: природный газ, вода, насыщенный пар, перегретый пар, воздух, прочий газ. В архивах сохраняются 8 основных значений (тепло, расход, температура, давление, относительная погрешность измерения тепла, относит. погрешность измерения расхода, значения счётчиков тепла и расхода нарастающим итогом от сброса)+11 вспомогательных параметров (счётчики времени работы: по договорным значениям, в нестандартных ситуациях; байты нестандартных ситуаций и ошибок, байты состояния системы контроля вычислений). По каждой КТУ ведутся 2 счётчика нарастающим итогом от сброса: количества тепловой энергии и объёма (массы).		
	- одноканальные точки учёта (ОТУ):	до 16 ОТУ (первые 4 совмещены с КТУ). В архивах сохраняется 1 значение. Если величина, регистрируемая ОТУ – объём или масса, по этой ОТУ ведётся счётчик количества нарастающим итогом от сброса.			до 20 ОТУ (независимые от КТУ). В архивах сохраняются 2 основных значения (значение величины, относительная погрешность измерения значения), для величин интегрального типа (объём, масса) дополнительно сохраняется копия счётчика количества нарастающим итогом от сброса, + 1 вспомогательный параметр (байт нестандартных ситуаций). Если величина, регистрируемая ОТУ – объём или масса, по этой ОТУ ведётся счётчик количества нарастающим итогом от сброса.		
	- точка учёта «Холодный источник»(ХИ):	В архивах сохраняются 3 значения (давление ХИ, температура ХИ, атмосферное давление).			В архивах сохраняются 4 основных значения (давление ХИ, температура ХИ, атмосферное давление, температура наружного воздуха)+6 вспомогательных параметров (счётчики времени работы: по договорным значениям, в нестандартных ситуациях; байты нестандартных ситуаций и ошибок).		

	- группы учёта (Гру):	4 Гру. До 15 слагаемых в каждой группе. В архивах сохраняется 1 значение.	4 Гру. До 15 слагаемых в каждой группе. В архивах сохраняется 1 основное значение (значение по Гру за час), для величин интегрального типа дополнительно сохраняется копия счётчика по Гру нарастающим итогом от сброса + 2 вспомогательных параметра (байт нештатных ситуаций, счётчик времени работы в нештатных ситуациях). К каждой Гру можно подключить контроль температуры в подающем и обратном трубопроводе на соответствие температурному графику теплосети (ТГТ), при этом в архивах по этой Гру дополнительно сохраняются ещё 5 параметров, отражающих отклонения по количеству тепла в подающем и обратном трубопроводах относительно ТГТ (см. п. 1.2.4.8 РЭ).
	- точка учёта «Теплоузел»	Нет.	1 ТУ «Теплоузел». Независимая от КТУ и других объектов учёта. Обеспечивает расчёт параметров закрытого или открытого теплообменного контура. В архивах сохраняются 5 основных значений (израсходованное тепло, коэфф-ты возврата массы и температуры, относит. погр. измерения тепла, копия счётчика израсходованного тепла от сброса нараст. итогом) + 4 вспомогательных значения (байты нештатных ситуаций, счётчики времени работы в нешт. ситуациях). К ТУ «Теплоузел» можно подключить контроль температуры в подающем и обратном трубопроводе на соответствие температурному графику теплосети (ТГТ), при этом в архивах по этой Гру дополнительно сохраняются ещё 5 параметров, отражающих отклонения по количеству тепла в подающем и обратном трубопроводах относительно ТГТ (см. п. 1.2.4.8 РЭ).
	- точка учёта «Котёл»	Формально, ТУ «Котёл» может быть организована вместо любой КТУ, т.е. – до 4 шт. Практически реализуема 1 ТУ «Котёл» вместо 1 из КТУ. В архивах сохраняются 4 значения (теплопроизводительность котла, массовая производительность котла с учётом непрерывной продувки, потери тепла с уходящими газами, КПД котла).	1 ТУ «Котёл». Независимая от КТУ и других объектов учёта. В архивах сохраняются 6 основных значений (теплопроизводительность котла, массовая производительность котла с учётом непрерывной продувки, потери тепла с уходящими газами, КПД котла, коэффициент избытка воздуха, удельный расход условного топлива) + 1 вспомогательный параметр (байты нештатных ситуаций).
16	Интервал измерения и расчёта всех значений	5 сек	15 сек
17	Расчёт относительных погрешностей	Нет.	В соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.5-2005 раздел 10 и других нормативных документов должна производиться оценка неопределённости результатов измерений расхода и количества среды. Эта оценка, как правило, производится по определённым алгоритмам расчёта, приведённым в методике измерений, атте-

			<p>станованной в установленном порядке или с помощью программы «Расходомер-ИСО».</p> <p>Преобразователь параллельно с проведением измерений производит расчёт погрешностей этих измерений за установленный промежуток времени.</p> <p>Алгоритмы расчёта погрешностей в приборе реализованы в соответствии с ГОСТ 8.586.(1..5)–2005, ГОСТ 30319.2–96, ГОСТ 8.591–2002, МИ2553–99, МИ 2667–2004, ПР 50.2.019–2006, МР112–03, «Алгоритмы расчёта расхода воды, перегретого пара и насыщенного пара», ВНИИР, 2008 г. и статьёй Е.А. Клевакина и В.В Казанцева «Анализ алгоритмов расчёта тепловой энергии, потреблённой в открытых системах теплоснабжения».</p> <p>Выбор алгоритмов расчёта погрешностей производится при вводе исходных данных в преобразователь.</p> <p>Преобразователь выполняет расчёт суммарной относительных погрешностей и её составляющих при измерении:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расхода массового, объёмного (в рабочих и стандартных условиях);</li> <li>- количества тепловой энергии, переданной по единичному трубопроводу;</li> <li>- температуры;</li> <li>- давления;</li> <li>- перепада давления;</li> <li>- процентного содержания (влажности);</li> <li>- коэффициента сжимаемости природного газа;</li> <li>- плотности в рабочих условиях;</li> <li>- плотности в стандартных условиях (для природного газа);</li> <li>- коэффициента истечения;</li> <li>- коэффициента шероховатости;</li> <li>- коэффициента притупления входной кромки диафрагмы;</li> <li>- диаметра трубопровода;</li> <li>- диаметра сужающего устройства;</li> <li>- показателя адиабаты;</li> <li>- коэффициента расширения;</li> <li>- количества израсходованной потребителем тепловой энергии, прошедшей через теплоузел заданной конфигурации (открытая/закрытая система) с учётом возврата и подпитки. <b>Функция реализована впервые в России.</b></li> </ul>
18	Метод расчёта фактора сжимаемости природного газа	NX19 мод.	NX19 мод. или GERG-91 мод. по выбору пользователя или автоматическое переключение.
19	Журналы событий, нештатных ситуаций, изменений конфигурации	<p>Журнал отключения питания.</p> <p>Журнал нештатных ситуаций – 64 записи, один журнал на все объекты учёта.</p> <p>Журнал изменения оперативных параметров по КТУ.</p> <p>Журнал входа в режим «Программирование».</p> <p>Должен быть ещё журнал коррекции/установки времени, но доступа с клавиатуры к нему нет, в РЭ не описан.</p>	<p>Все настройки прибора организованы в виде кольцевых журналов с различной глубиной, отражающих ретроспективу изменений – всего 73 журнала (см. п. 3.2 РЭ). Дополнительно вместе с данными в архиве каждый час сохраняется вся информация о состоянии объекта учёта (КТУ, ОТУ, Гру и т.д.) – байты нештатных ситуаций, ошибок, данные системы контроля корректности вычислений.</p>

20	Система паролей и защита от несанкционированного доступа	Пароль на изменение оперативных параметров. Кнопка «Программирование» под пломбируемой крышкой.	2-уровневая система паролей: пароль 1 уровня – на чтение параметров корректировку времени по интерфейсу, пароль второго уровня – пароль оператора для изменения оперативных параметров и других настроек прибора, а также для изменения настроек прибора по интерфейсу. Переключатели «Калибровка» и «Работа» каждый с отдельной пломбой, расположены под пломбируемой крышкой.
21	Возможности корректировки часов	до 5 корректировок в месяц	Допускается корректировать часы не более 3 раз в сутки, но сумма всех поправок по модулю не должна превышать 30 с в сутки.
22	Правила восстановления данных после отключения питания	Данные за интервал от момента отключения питания восстанавливаются по последним измеренным значениям, если время отключения питания не превышает 10 мин, по договорным значениям при отключении питания свыше 10 мин, но не более 10 суток (выдержка из п. 1.2.8 РЭ)	Данные за интервал от момента отключения питания восстанавливаются по последним измеренным значениям за последний полный 15-секундный интервал, если время отключения питания не превышает $N=600$ секунд (настраивается). Данные за интервал от момента отключения питания восстанавливаются по договорным значениям при отключении питания на время свыше $N$ секунд, но не более $M=15$ суток (настраивается). Если перерыв питания длился более $M$ суток, то после восстановления данных за $M$ суток с момента пропадания питания, восстановление данных прекращается. Накопление продолжается с текущей метки времени. (выдержка из п. 1.2.4.12 РЭ)
23	Система контроля корректности вычислений	Индикация ошибки «ERROR» при вычислении расхода/тепла по КТУ, при делении на 0 при расчёте по Гру.	Есть. Контролируются все математические операции при расчёте расхода по каждой КТУ на предмет возникновения исключительных ситуаций (деление на 0, корень квадратный из отрицательного числа и т.п.)
24	Программа для конфигурирования прибора	Есть. «Исток-Сервис». Бесплатная.	Есть. «Конфигуратор Энергия-ТМ». Бесплатная.
25	Способ организации информации на ЖК-индикаторе	Доступ к журналам, параметрам, рассчитанным значениям с помощью системы нумерации.	Доступ к журналам, параметрам, рассчитанным значениям с помощью системы меню.
26	Контроль вводимых значений на область допустимых значений	Частично, в некоторых местах. В основном, не контролируется.	При вводе любых параметров и значений по всему прибору.
27	Программируемая реакция на обрыв датчика	Есть. В последней версии ПО.	Есть.

№	Функция	«ИСТОК-ТМ»	«Энергия-ТМ»
28	Метрологические характеристики	<p>1. Предел допускаемой относительной погрешности определения массы и тепловой энергии теплоносителя <math>\pm 0,4\%</math>.</p> <p>2. Предел допускаемой абсолютной погрешности определения температуры:</p> <p>ТСП - 100П, °С <math>\pm 0,35^\circ\text{C}</math>,  ТСП - 50П, °С <math>\pm 0,5^\circ\text{C}</math>.</p> <p>3. Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения входных сигналов <math>\pm 0,1\%</math>.</p> <p>4. Предел допускаемой абсолютной погрешности определения текущего времени в системе <math>\pm 2</math> с/сут.</p> <p>5. За нормирующее значение принимают:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для каналов измерения силы тока – значение силы тока 20 мА;</li> <li>- для каналов подключения ТС с сопротивлением R0:</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 100 Ом – температуру 350 °С;</li> <li>- 50 Ом – температуру 500 °С;</li> </ul> <li>- для каналов измерения частоты - частоту 1000 Гц.</li> </ul> <p>6. В водяных системах теплоснабжения «Исток-ТМ» соответствует требованиям к теплосчетчикам С класса исполнения. Верхний предел разности температур <math>\Delta T_{\text{макс}} = 200^\circ\text{C}</math>, нижний предел разности температур <math>\Delta T_{\text{мин}} = 3^\circ\text{C}</math> в диапазоне температур от <math>T_{\text{мин}} = 0^\circ\text{C}</math> до <math>T_{\text{макс}} = 200^\circ\text{C}</math>.</p> <p>При значениях <math>\Delta T &lt; 20^\circ\text{C}</math> максимально допустимая относительная погрешность «Исток-ТМ» по измерению количества теплоты (тепловой энергии) в замкнутой системе не должна превышать значения <math>E_c</math>, %, определяемого по формуле:</p> <p><math>E_c = (0,5 + \Delta T_{\text{мин}}/\Delta T)</math>,  где <math>\Delta T</math> – разность температур в прямом и обратном трубопроводах.</p> <p>При значениях разницы температур более <math>20^\circ\text{C}</math> <math>E_c = 0,4\%</math>.</p>	<p>1. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразователя при измерении входных сигналов от ПИП (<math>\delta_{\text{вх а}}</math>) с токовым выходом, термометров сопротивления и преобразовании их в значения измеряемой физической величины должны быть равны <math>\pm 0,1\%</math> от нормирующего значения, равного диапазону измеряемой физической величины.</p> <p>2. Пределы допускаемой приведенной погрешности преобразователя при измерении входных сигналов от ПИП (<math>\delta_{\text{вх ч}}</math>) с частотным выходом и преобразовании их в значения измеряемой физической величины должны быть равны <math>\pm 0,1\%</math> от нормирующего значения, равного диапазону измеряемой физической величины.</p> <p>3. Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя при измерении входных сигналов от ПИП (<math>\Delta_{\text{вх и}}</math>) с числоимпульсным выходом и преобразовании их в значения измеряемой физической величины должны быть равны значениям, рассчитанным по формуле:</p> $\Delta_{\text{вх и}} = \pm 1 \times K_{\text{п}},$ <p>где <math>K_{\text{п}}</math> – коэффициент передачи импульсов (вес импульса) в единицах измерения ПИП.</p> <p>4. Пределы допускаемой относительной погрешности расчета (<math>\delta_{\text{р}}</math>) расхода физических сред и количества тепловой энергии преобразователем должны быть равны <math>\pm 0,05\%</math> от значения расхода или тепловой энергии.</p> <p>5. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении времени, должны быть равны <math>\pm 0,5</math> с/сут.</p> <p>6. Доверительные границы относительной погрешности преобразователя (<math>\delta_{\text{п}}</math>) при измерении расхода физических сред и количества тепловой энергии, при доверительной вероятности 0,95 вычисляются по формуле:</p> $\delta_{\text{п}} = \pm 1,1 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_{\text{вх а}i}^2 + \sum_{i=1}^n \delta_{\text{вх ч}i}^2 + \sum_{i=1}^n \delta_{\text{вх и}i}^2 + \delta_{\text{р}}^2 + \sum_{i=1}^n \delta_{\text{вх да}i}^2} \quad \%,$ <p>где <math>n</math> - количество используемых входов ПИП при измерении;  <math>i</math> - порядковый номер используемого входа ПИП;  <math>\delta_{\text{р}}</math> - пределы допускаемой относительной погрешности расчета расхода физической среды или количества тепловой энергии преобразователем по п. 4 (см. выше), %;  <math>\delta_{\text{вх а}}</math>, <math>\delta_{\text{вх ч}}</math>, <math>\delta_{\text{вх и}}</math>, <math>\delta_{\text{вх да}}</math> - пределы допускаемой относительной погрешности при измерении входных сигналов от ПИП и преобразовании их в значения измеряемой физической величины (при наличии) вычисляются по формулам:</p>

$$\delta_{\text{вх а}} = \frac{\gamma_{\text{вх а}} \times X_{\text{д}}}{X_{\text{и}}} \quad \%,$$

$$\delta_{\text{вх да}} = \frac{\gamma_{\text{вх да}} \times X_{\text{д}}}{X_{\text{и}}} \quad \%,$$

$$\delta_{\text{вх ч}} = \frac{\gamma_{\text{вх ч}} \times X_{\text{д}}}{X_{\text{и}}} \quad \%,$$

$$\delta_{\text{вх и}} = \frac{\Delta_{\text{вх и}} \times 100}{X_{\text{и}}} \quad \%,$$

где  $X_{\text{д}}$  – диапазон измеряемой физической величины, в единицах измерения физической величины;

$X_{\text{и}}$  – значение измеряемой физической величины, в единицах измерения физической величины.

7. Пределы допускаемой дополнительной приведённой погрешности при измерении входных сигналов от ПИП ( $\gamma_{\text{вх да}}$ ) с токовым выходом, термометров сопротивления и преобразовании их в значения измеряемой физической величины, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах рабочего диапазона температур на каждые  $10^\circ\text{C}$  изменения температуры должны быть равны 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

8. Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя при измерении времени, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах рабочего диапазона температур на каждые  $10^\circ\text{C}$  изменения температуры должны быть равны 0,5 предела допускаемой основной погрешности.