

Комплекс технических средств "Исток". Методы и средства измерения энергоресурсов

С.Н. Григорьев (НПЦ "Спецсистема")

Комплекс технических средств (КТС) "ИСТОК" – аттестованный метрологический инструментарий, предназначенный для организации многоузлового измерения расхода, учета отпуска и потребления энергоресурсов (тепловой и электрической энергии, газа, пара, воды, сжатого воздуха и т.д.) в любых отраслях промышленности, энергетики, сельского и жилищно-коммунального хозяйства. Показана архитектура КТС "ИСТОК", описаны доступные методы измерения энергоресурсов.

Научно-производственный центр "Спецсистема" создан в октябре 1992 г. и является ведущим в республике Беларусь разработчиком и производителем сертифицированных измерительных систем комплексного энергоучета. Приборы и системы компании применяются на таких крупных предприятиях Беларуси, как Минский тракторный завод, Белшина, Беларуськалий, Минская ТЭЦ-3, Новополоцкая ТЭЦ, Белорусская железная дорога и др., а также на многих предприятиях России, Казахстана и Украины.

На современном этапе развития экономических и гражданско-правовых взаимоотношений в обществе практическое применение прикладной метрологии, в основе которой заложен достоверный и корректный учет товарно-материальных ценностей во всех сферах производства и услуг, становится принципиально важным решением государственного масштаба. Недостоверный энергоучет значительно снижает эффективность применяемых систем и моделей обработки учетных показателей, приводит к принятию неверных экономических решений и прогнозов, искажает сведения о налогооблагаемой базе предприятий, создает возможность безнаказанных хищений и экономических преступлений.

Объективный товарный учет энергоресурсов – это точные измерения, достоверность которых гарантирована сертификацией и подтверждена калибровкой измерительных систем в процессе эксплуатации без нарушения их целостности.

Упрощенное разделение средств измерений по метрологическим и техническим критериям на "коммерческие" или "технические" не совсем корректно, так как эти два понятия разделяются только гражданско-правовой формой распределения финансовой ответственности и никоим образом не затрагивают основ прикладной метрологии. Поэтому далее будем использовать термин "измерение" без разделения его на "коммерческое" или "техническое".

Без сертификации и метрологического расчета, например, расчета погрешности расхода в выбранном диапазоне измерения в процессе эксплуатации, достоверность товарного учета находится под сомнением.

Несмотря на большое разнообразие и число представленных на рынке средств измерений, проблема учетного дисбаланса всех видов энергоресурсов остается актуальной по настоящий момент времени.

КТС "ИСТОК"

Основная цель управления энергопотреблением промышленного предприятия заключается в минимизации энергопотребления, сохраняя при этом качество выпускаемой продукции и безопасные условия работы персонала. В связи с этим НПЦ "Спецсистема" реализовал простые, но эффективные технические решения, использование которых позволяет упорядочить комплексный учет энергоресурсов на всех этапах движения от поставщика до потребителя.

КТС "ИСТОК" (рис.1) – аттестованный метрологический инструментарий, предназначенный для организации многоузлового измерения расхода, учета отпуска и потребления энергоресурсов (тепловой и электрической энергии, газа, пара, воды, сжатого воздуха и т.д.) в любых отраслях промышленности, энергетики, сельского и жилищно-коммунального хозяйства.

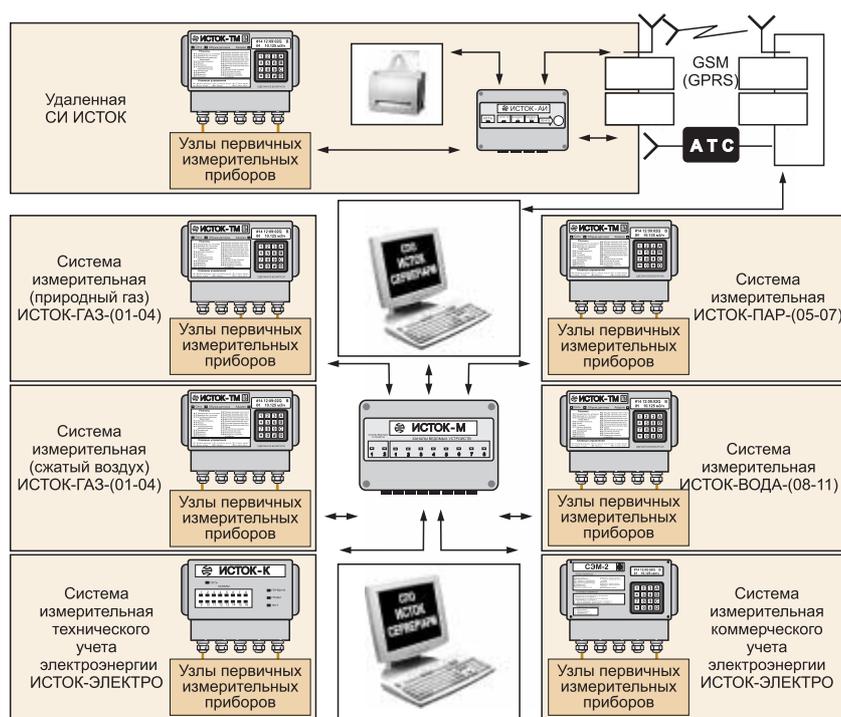


Рис. 1

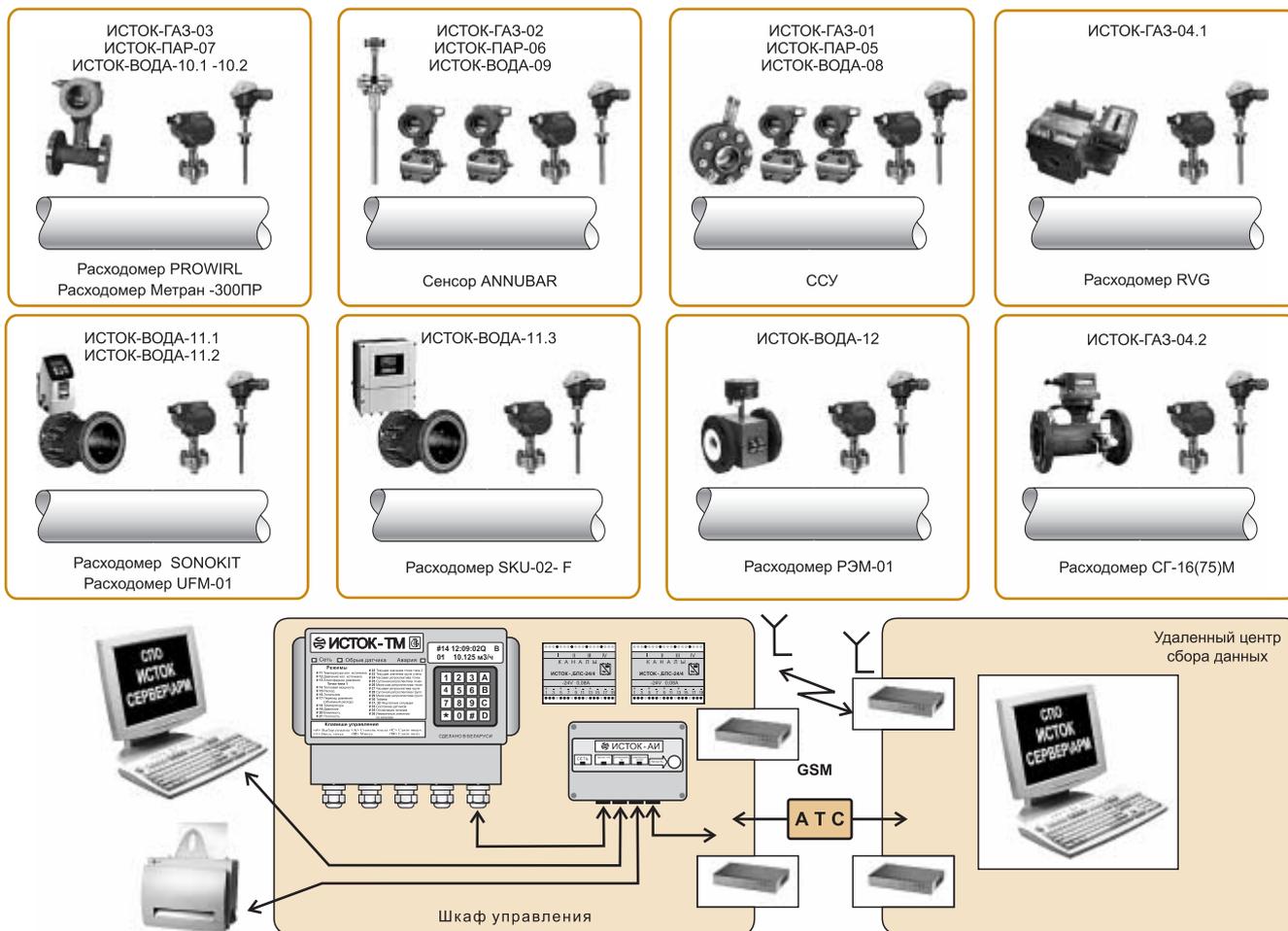


Рис. 2. Общая структурная схема СИ ИСТОК по исполнению (черты полных СИ на одном приборе ИСТОК-ТМ в любой модификации)

КТС "ИСТОК" – это модульный ПТК, поддерживающий технологию клиент/сервер. Архитектура комплекса представляет собой произвольный набор сертифицированных измерительных систем (СИ) "ИСТОК", объединяемых в единую информационно-измерительную систему ПО "ИСТОК" СЕРВЕР/АРМ.

КТС "ИСТОК" поставляется как комплектно с предварительно подобранными СИ "ИСТОК", интерфейсными модулями, блоками электропитания и ПО "ИСТОК" СЕРВЕР/АРМ, так и отдельными модулями СИ "ИСТОК".

Применение КТС "ИСТОК" в целом или отдельных его СИ обеспечивает достоверный товарный учет энергоресурсов, а также оперативный мониторинг их выработки, потребления и управления ТП. Анализ получаемых достоверных оперативных и статистических данных позволяет оптимизировать режимы потребления/отпуска энергоресурсов и контролировать организационно-технические мероприятия, направленные на экономию ТЭР.

Системы измерительные "ИСТОК"

СИ "ИСТОК" (рис. 2) применяются в узлах учета энергоресурсов для любых диаметров трубопроводов, расходов и давлений во всех отраслях промышленно-

сти, энергетике, коммунальном и сельском хозяйствах и предназначены для измерения расхода и количества тепловой энергии энергоносителей в виде воды и водяного пара (насыщенного или перегретого), расхода природного газа и сжатого воздуха, а также вычисления, накопления, хранения и отображения информации о параметрах измеряемой среды.

При сертификации СИ "ИСТОК" в Госстандарте республики Беларусь был согласован и утвержден ряд ключевых условий, который и определил структуру измерительного комплекса в целом. Прошли метрологическую экспертизу требования расчета и выбора составных частей комплекса. Была разработана и утверждена методика поверки, которая определяет правила метрологического расчета диапазонов расхода и пределов погрешности на все применяемые методы измерения.

СИ "ИСТОК" внесены в Госреестр средств измерений республики Беларусь (сертификат РБ: №2608 от 20.12.2003г; № 2689 от 12.01.2004 г.) и Российской Федерации (сертификат РФ № 22051 от 30.10.2005 г.). Оформляются документы на получение сертификата средства измерения республики Казахстан и Украины. Экспертным советом Комитета по Энергоэффективности республики Беларусь СИ "ИСТОК" внесены в рекомендованный перечень №1 приборов учета энергоресурсов.



Рис. 3

СИ "ИСТОК" представляют собой совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и вспомогательных технических средств. В СИ "ИСТОК" применяются следующие методы измерения (первичные измерительные преобразователи – ПИП):

- вихревые расходомеры PROWIRL и вихреакустические расходомеры Метран-300ПР;
- осредняющие напорные трубки (ОНТ) Annubar;
- сужающие устройства по ГОСТ 8.563;
- тахометрические (СГ-16 и RWG), ультразвуковые (SKU-02-F, SONOFLO и UFM-001), электромагнитные (РЭМ-01 и РСМ-05) расходомеры;
- датчики давления МЕТРАН-100 и температуры типа ТСП 100П (50П) класса А или В.

Средства измерения, входящие в состав СИ, подвергаются проверке отдельно в соответствии с утвержденными методиками поверки на соответствующие средства измерения, входящие в состав СИ "ИСТОК".

Основные критерии, которые были использованы при выборе ПИП расхода пара, газа, сжатого воздуха и воды в СИ "ИСТОК": наличие наиболее полных метрологических и математических нормативных документов на применяемые методы измерения; программные методы и средства расчета и выбора первичных измерительных приборов; качество и надежность средств измерения.

СИ "ИСТОК" имеет три исполнения:

- 1) СИ "ИСТОК-ГАЗ" предназначены для измерения объемного расхода природного газа или сжатого воздуха, приведенного к стандартным условиям в узлах учета систем газоснабжения;
- 2) СИ "ИСТОК-ПАР" предназначены для измерения массы и тепловой энергии теплоносителя в узлах учета паровых систем теплоснабжения;
- 3) СИ "ИСТОК-ВОДА" предназначены для измерения массы и тепловой энергии теплоносителя в узлах учета водяных систем теплоснабжения.

В качестве вторичного устройства обработки данных применен вычислитель "ИСТОК – ТМ".

Основные метрологические характеристики ПИП, датчиков и вычислителя "ИСТОК-ТМ"

Предел допускаемой относительной погрешности измерения: объемного расхода энергоносителей ПИП, %	1,0
массы и тепловой энергии вычислителем "ИСТОК-ТМ", %	0,4
Предел допускаемой приведенной погрешности измерения датчиков давления, %	0,25
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения: температуры термопреобразователями типа ТСП, °С	0,15+0,002 t
входных сигналов вычислителем "ИСТОК-ТМ", %	0,1
температуры вычислителем "ИСТОК-ТМ", °С	0,35

Вычислитель "ИСТОК-ТМ"

Основу СИ "ИСТОК" составляет вычислитель "ИСТОК-ТМ" (рис.3), имеющий 17 измерительных каналов и обеспечивающий:

- одновременное измерение и расчет физических параметров газа, пара, воды, сжатого воздуха по четырем многоканальным (узлам учета), 16 одноканальным точкам учета и четырем группам учета;
- измерение и расчет основных энергетических параметров любых котельных установок в именованных величинах и масштабе РВ в группе учета "КОТЕЛ";
- измерение и расчет валовых экологических выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для любых котельных установок в именованных величинах и масштабе РВ;
- измерение и расчет подомового коммерческого учета тепла, воды, газа и электроэнергии и др.

Некоторые технические характеристики вычислителя "ИСТОК-ТМ"

Число измерительных каналов, ед.	12
силы тока (в диапазонах 0...5;0...20; 4...20 мА)	3
термосопротивлений	2
частотно-импульсных сигналов (0...1000 Гц)	16/4/4
Число каналов/узлов/групп учета, ед.	≤5
Время полного измерительного цикла, с	4
Межповерочный интервал, г	4

СИ "ИСТОК" на базе вычислителя "ИСТОК-ТМ" определяют почасовые, посуточные и помесячные значения отпуска или потребления тепловой энергии и количества энергоносителей и средние за эти периоды значения температур и давлений, а также время работы в режиме измерения. Ведется архив нештатных ситуаций. При отключении электропитания восстановление и накопление измерительной информации в СИ "ИСТОК" осуществляется по: последним измеренным значениям при отключении питания на период 0...10 мин; договорным значениям при отключении питания на период 10 мин...10 суток.

СИ "ИСТОК" обеспечивают определение объемного и массового расхода энергоносителей и тепловой энергии по:

- установленным (минимальным или максимальным) значениям температуры, давления и перепада давления при выходе показаний соответствующих первичных преобразователей за допустимый диапазон измерения;
- договорным значениям при возникновении нештатных ситуаций.

Ведется календарь (число, месяц, год) и отсчет текущего времени с переходом на зимнее (летнее) время, коррекция значений текущего времени производится на величину не более 30 с пять раз в месяц. Ведется таймер для отображения времени бесперебойной работы СИ "ИСТОК" в режиме измерения (ч, мин).

Вся БД выводится на дисплей вычислителя "ИСТОК" – ТМ, передается на принтер или во внешнюю информационную сеть непосредственно с вычислителя "ИСТОК-ТМ" или через адаптеры "ИСТОК-А 05/1", "ИСТОК-УИР03" или "ИСТОК-АИ" (формат данных протокола ModBus RTU) по интерфейсам RS-232/485, ИРПС-ТП или "Симплексная линия".

Модификации СИ "ИСТОК", достоинства и недостатки

Рассмотрим некоторые технические характеристики модификаций СИ "ИСТОК" в соответствии с применяемыми методами измерения.

1. В модификациях СИ "ИСТОК-ГАЗ-01"; "ИСТОК-ПАР-05"; "ИСТОК-ВОДА-08" применен метод переменного перепада давления на стандартных сужающих устройствах в соответствии с ГОСТ 8.563, использующийся для измерения жидкости, газов и пара на трубопроводах диаметром 50...1000 мм. Динамический диапазон измерения с одним датчиком разности давлений с корнеизвлекающей выходной характеристикой составляет 15...100%. Максимальный динамический диапазон 3...100% можно обеспечить путем применения двух датчиков разности давлений с корнеизвлекающей выходной характеристикой. Длина прямого измерительного участка (5...100) Ду до и (4...8) Ду после сужающего устройства.

Достоинства метода измерения: надежность, доступность, апробированность, распространенность для любых ТП и относительно низкая стоимость. Основной недостаток – высокие потери давления и обеспечение постоянного метрологического (КИПиА) обслуживания.

2. В модификациях СИ "ИСТОК-ГАЗ-02", "ИСТОК-ПАР-06", "ИСТОК-ВОДА-09" применен метод осредняющих напорных трубок (ОНТ), использующийся для измерения жидкости, газов и пара на трубопроводах диаметром 50...1800 мм. Динамический диапазон измерения составляет 10...100% за счет конструктивных особенностей ОНТ. Длина прямого измерительного участка (8...30) Ду до и 4 Ду после преобразователя расхода.

Достоинства метода: малые потери давления, простая установка, низкая стоимость монтажа, в том числе без остановки потока. Это одно из самых существенных достоинств ОНТ, которое наиболее очевидно при установке на трубопроводы от 200 мм и более. Недостатки: небольшой диапазон измерения, индивидуальное изготовление для конкретных параметров среды, обеспечение постоянного метрологического обслуживания и высокая стоимость.

3. В модификациях СИ "ИСТОК-ГАЗ-03/07/10.1" применены вихревые расходомеры Prowirl 72. Данный метод используется для измерения жидкости, газов и пара на трубопроводах диаметром 15...350 мм.

Динамический диапазон измерения газообразных энергоносителей составляет 4... 100%, а для воды – 2,5...100%. Длина прямого измерительного участка (8...50) Ду до и 5 Ду после преобразователя расхода.

Достоинства метода: малые потери давления, широкий динамический диапазон, взаимозаменяемость одного расходомера под измерение различных сред, высокая точность, минимальные требования к метрологическому (КИПиА) обслуживанию, минимальные эксплуатационные затраты. Последнее – одно из самых существенных достоинств вихревых расходомеров PROWIRL 72, которое за небольшой интервал эксплуатации нивелирует его относительно высокую первоначальную стоимость. Недостатки: ограниченный диаметр условного прохода (применяется для Ду 350 мм) и высокая стоимость.

4. В модификациях СИ "ИСТОК-ГАЗ-04.1/04.2" применены ротационные RVG и турбинные СГ-16М счетчики газа, используемые для измерения расхода газов на трубопроводах диаметром:

- 50...100 мм для ротационных счетчиков газа RVG, обеспечивая заданную точность измерения (1,0%) в диапазоне 10...100%;

- 80...200 мм для турбинных счетчиков газа СГ-16М, обеспечивая заданную точность измерения (1,0%) в диапазоне 20...100%.

Длина прямого измерительного участка 5 Ду до и 3 Ду после для счетчиков газа СГ-16М. Длина прямого измерительного участка для счетчиков газа RVG не нормируется.

Достоинства: малые потери давления, высокая точность измерения в нормированном диапазоне измерения и малая инерционность механической системы счетчика RVG и низкая погрешность измерения объема газа в прерывистом режиме работы счетчика, что особенно важно при использовании в автономных газовых котельных. Недостатки тахометрических счетчиков газа: требование регулярного контроля уровня масла, применение фильтров, ограничение по верхней границе диапазона измерения для счетчиков газа RVG и большая инерционность счетчиков газа СГ-16М (динамическая ошибка) при их работе на газопроводах, допускающих пульсацию потока.

5. В модификации "ИСТОК-ВОДА-10.2" применен вихреакустический расходомер Метран-300ПР. Данный метод используется для измерения жидкости на трубопроводах диаметром 25...300 мм. Динамический диапазон измерения теплоносителей составляет 10...100%. Длина прямого измерительного участка 10 Ду до и 5 Ду после преобразователя расхода.

Основными достоинствами метода являются малые потери давления, широкий динамический диапазон, минимальные требования к метрологическому обслуживанию, недостатком – ограниченный диаметр условного прохода (применяется для Ду 300 мм) и применение только для одной среды.

6. В модификации СИ "ИСТОК-ВОДА-11.1/11.2/11.3" применены ультразвуковые расходомеры SKU-02-F, SONOKIT и UFM-001, используемые для измерения массы теплоносителя на трубопроводах диаметром:

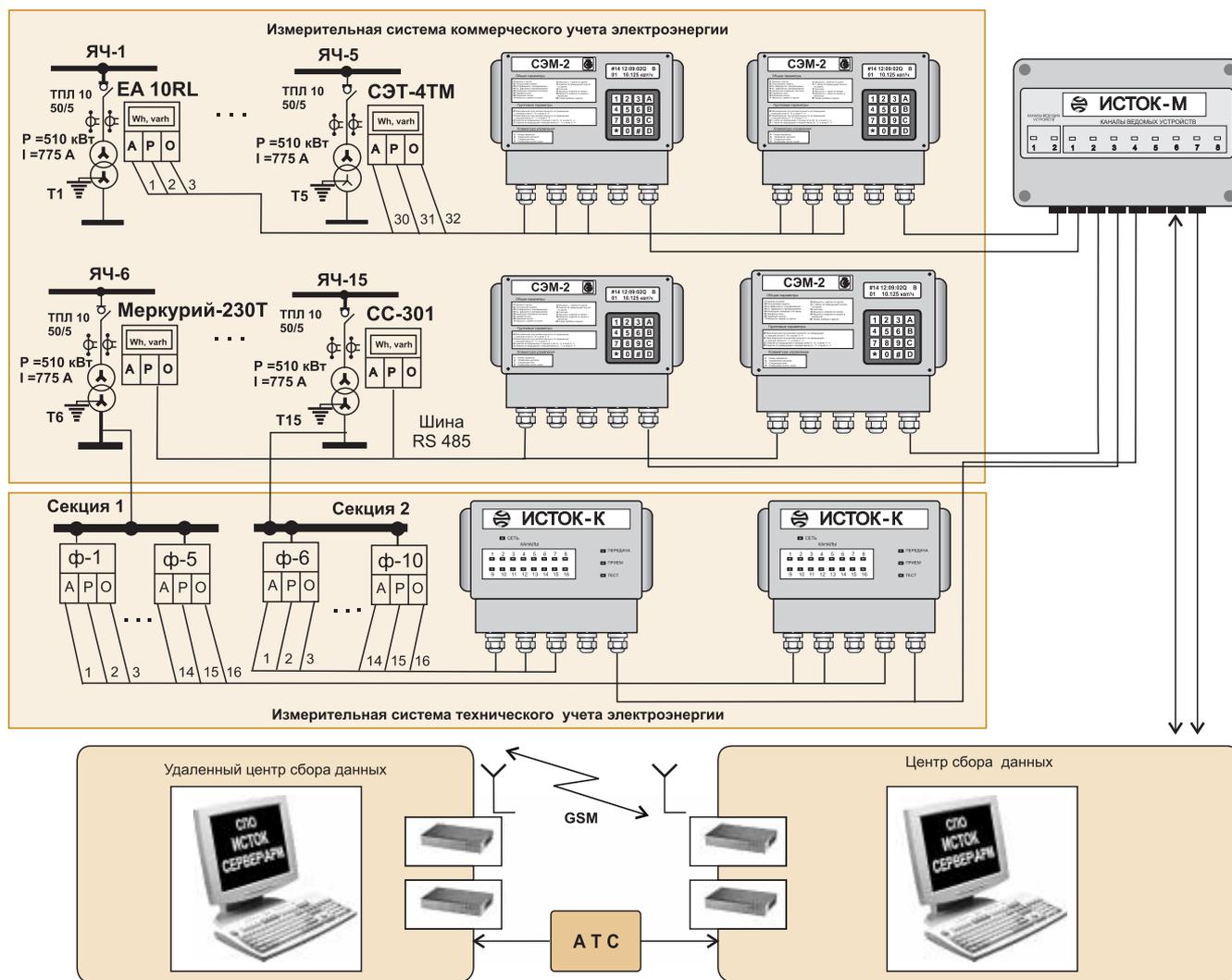


Рис. 4. СИ "ИСТОК-ЭЛЕКТРО"

- 25...1000 мм для ультразвуковых расходомеров SKU-02-F, обеспечивая заданную точность измерения ($\pm 1,5\%$) в диапазоне от 10...100%. Длина прямого измерительного участка (5...20) Ду до и 3 Ду после преобразователя расхода;

- 150...4000 мм для ультразвуковых расходомеров SONOKIT, обеспечивая заданную точность измерения ($\pm 1,0\%$) в диапазоне 3...100%. Длина прямого измерительного участка (10...40) Ду до и 3 Ду после преобразователя расхода;

- 25...1000 мм для ультразвуковых расходомеров UFM-001, обеспечивая заданную точность измерения ($\pm 1,0\%$) в диапазоне 10...100%; Длина прямого измерительного участка (10...30) Ду до и 5 Ду после преобразователя расхода.

Достоинства метода измерения: малые потери давления, широкий динамический диапазон, высокая точность измерения, бесконтактный метод измерения любых жидких сред, в том числе и неэлектропроводных, минимальные требования к метрологическому обслуживанию. Недостатки – сильная зависимость показаний расходомера от профиля скоростей в потоке и от изменения физико-химических свойств кон-

тролируемой среды, ее температуры и давления, оказывающих влияние на скорость ультразвука.

7. В модификации СИ "ИСТОК-ВОДА-12" применены электромагнитные расходомеры РЭМ-01 (РСМ-05). Данный метод используется для измерения жидкости на трубопроводах диаметром 15...100 мм. Динамический диапазон измерения составляет 4...100%. Длина прямого измерительного участка 3 Ду до и 1 Ду после преобразователя расхода.

Основными достоинствами метода являются малые потери давления, широкий динамический диапазон, высокая точность измерения, независимость показаний от свойства потока, вязкости и плотности жидкости, высокое быстродействие. Недостаток – отложение магнетита (при его присутствии в воде) на внутренней (изолированной) поверхности преобразователя расхода, что приводит к систематической погрешности в измерении расхода.

Система измерительная "ИСТОК-ЭЛЕКТРО"

СИ "ИСТОК-ЭЛЕКТРО" (рис. 4) предназначена для организации измерения электрической мощности и учета электроэнергии на вводных фидерах

(для коммерческих расчетов на границе раздела) и включает электронные счетчики типа СС-301, СЭТ 4ТМ, Евро Альфа, Меркурий-230Т, Телекарт и УСПД (сумматор) СЭМ-2. Непременным условием при этом является применение трансформаторов тока по классу точности не хуже 0,5. УСПД СЭМ-2 производит сбор информации, поступающей от счетчиков либо по интерфейсу RS-485/232, либо по 16 входным измерительным каналам.

В составе СИ "ИСТОК-ЭЛЕКТРО", предназначенной для внутриобъектного измерения электрической мощности и учета потребляемой электроэнергии, используются индукционные счетчики типа СА4У-672, СР4У-673 и им подобные с датчиками импульсов, а также электронные счетчики типа СЭТ 4ТМ, СС-301 и др. с импульсными выходными сигналами и контроллеры "ИСТОК-К". Контроллер сбора данных "ИСТОК-К" осуществляет съем и обработку информации по 16 входным измерительным каналам, сохраняя ее с разбивкой по 3-минутным срезам (256 срезов или более 12 часов) и получасовым срезам (512 срезов – 256 часов или более 10 суток). Для подключения к КТС "ИСТОК" данные приборы комплектуются встроенными интерфейсами ИРПС-ТП либо RS-485.

Характерные особенности СИ "ИСТОК"

Широкие возможности выбора методов и средств измерения расхода различных сред; аттестованная методика метрологического расчета нормированного диапазона расхода и погрешности измерения для конкретных условий эксплуатации; гарантированная точность и надежность измерения в нормированном диапазоне расхода, а также законченное конструктивное исполнение измерительного комплекса, гарантирую-

щая его целостность в процессе эксплуатации – вот основные метрологические и технические параметры СИ "ИСТОК", обеспечивающие достоверность и точность учета основных видов энергоресурсов.

Каждый комплект поставки СИ "ИСТОК", в обязательном порядке, обеспечивается свидетельством о Госповерке и протоколом поверки, в котором произведен расчет заданного диапазона измерения, выбор расходомера и датчиков, а также расчет метрологической погрешности комплекса в выбранном диапазоне измерения.

Законченное конструктивное исполнение – характерная особенность любого комплекта поставки СИ "ИСТОК". Монтаж основных элементов системы и разводка внутренних линий выполняются в шкафу управления. При монтаже на объекте требуется произвести только установку первичных измерительных приборов на измеряемом трубопроводе и проложить линии связи от первичных приборов к шкафу управления.

Основным звеном в каждой технологической цепочке любого производства был и остается человек. Поэтому все основные эксплуатационные параметры КТС "ИСТОК" были сориентированы на обеспечение потребностей обслуживающего и оперативного персонала. Исходя из этого, поставляемое оборудование и приборы являются надежными, простыми в обслуживании, и имеют ряд эксплуатационных возможностей, чтобы в кратчайшие сроки помочь найти и устранить возникшие неисправности.

Использование в качестве нормативной базы товарного учета энергоресурсов несложных, но эффективных метрологических и технических решений, реализованных в СИ "ИСТОК", позволяет упорядочить их комплексный учет на всех этапах движения от поставщика до потребителя.

Григорьев Сергей Николаевич – директор НПЦ "Спецсистема".

Контактные телефоны/факсы: (8-10375-212) 24-06-44; 24-29-12. [Http://www.spsys.net](http://www.spsys.net) E-mail: spsys@vitebsk.by

Университет новых информационных технологий управления при Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, журнал "Автоматизация в промышленности"

3 - 6 апреля 2007 г.

31 Международный семинар-презентация и выставка



АВТОМАТИЗАЦИЯ

Программно-технические средства. Системы. Применение

Научный руководитель семинара – д-р техн. наук, проф. Ицкович Э.Л.

Тематика семинара

- АСУ производством
- ПТК и контроллеры. Обзор семейств сетевых комплексов контроллеров зарубежных производителей и опыт их внедрения. Технические характеристики, особенности и опыт внедрения отечественных ПТК и контроллеров
- Программное обеспечение АСУТП: операционные системы, SCADA-системы, средства программирования контроллеров и т.д.
- Технические средства автоматизации

Круглый стол "О рациональном уровне автоматизации промышленных предприятий".

Время проведения семинара-презентации и выставки:

- 2.04.2007 – регистрация участников, размещение в гостиницах"
- 3.04.2007 - 5.04.2007 – проведение семинара-презентации и выставки "Автоматизация. Программно-технические средства. Системы. Применение.
- 4.04.2007 – проведение круглого стола (ориентировочное время начала заседания 16.00).

6.04.2007 – посещение 12-й Международной выставки по энергетике и энергосбережению POWERTEK (Центр Международной торговли).

Информационная поддержка: журналы "Датчики и системы", "Мир компьютерной автоматизации", PCWeek, Internet-ресурс: www.asupr.ru

Формы участия для слушателей семинара: платная и бесплатная (*подробнее см. на www.avtprom.ru*). Для участия в семинаре обязательна предварительная регистрация, которая доступна на сайте www.avtprom.ru или по телефонам Оргкомитета.

Место проведения семинара-презентации и выставки: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.

Адрес Оргкомитета. 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 65, ИПУ РАН.

Контактные телефоны: (495) 334-91-30, 334-87-59. E-mail: avtprom@ipu.ru nikfone@ipu.ru [Http://www.avtprom.ru](http://www.avtprom.ru)