«УТВЕРЖДЕНО»
в части раздела «Поверка»
Зам. директора РЦИ СИ ФГУП «УНИИМ»
_____ В. В. Казанцев
«12» 02 2013 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ООО «Аква Сити Сервис»
_____ А. П. Трубин
«___» _____ 2012 г.

ТЕПЛОВЫЧИСЛИТЕЛИ АКСИОМА

Руководство по эксплуатации
АСС.000102.001 РЭ

ООО «Аква Сити Сервис»
Россия, 456209, Челябинская область, г. Златоуст, ул. Металлистов, 14А
Тел./факс: +7(3513) 67-44-25, 8-950-73-54-208
e-mail: aquacity@list.ru

Содержание

Введение 3
1.....Описание и принцип работы 4
1.1. Назначение 4
1.2. Технические и метрологические характеристики 5
1.3. Защита от несанкционированного вмешательства 8
1.4. Безопасность эксплуатации 9
2. Подготовка к эксплуатации и методика измерений 10
2.1. Распаковка 10
2.2. Место установки и крепление 10
2.3. Подключение внешних цепей 10
2.4. Ввод настроечных параметров 13
2.5. Апробация функционирования 13
3. Устройство и работа 14
3.1. Сведения о конструкции 14
3.2. Алгоритм работы 15
3.3. Принцип организации тепловычислителя 16
3.4. Индикатор и клавиатура 17
3.5. Структура меню 18
4. Настройка тепловычислителя 19
4.1. Программа ASKconfig 19
4.2. Схемы измерений 22
5. Использование по назначению 25
5.1. Просмотр текущих показаний 25
5.2. Просмотр накопленных показаний 26
5.3. Просмотр показаний с помощью программы AKSconfig 27
5.4. Перенос архивных показаний на сервер 27
6. Обслуживание при эксплуатации 29
6.1. Порядок эксплуатации 29
6.2. Устранение диагностируемых ситуаций (НС) 29
7. Транспортирование и хранение 31
8. Поверка 32
8.1. Операции поверки 32
8.2. Средства поверки 32
8.3. Условия проведения поверки и подготовка к ней 33
8.4. Проведение поверки 36
8.5. Оформление результатов поверки 41
Приложения 42

Введение

Настоящее руководство предназначено для специалистов, осуществляющих проектирование, монтаж, обслуживание, считывание показаний, контроль работы и поверку тепловычислителей Аксиома (далее – тепловычислители).

Тепловычислители соответствуют требованиям «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя», утвержденным Министерством топлива и энергетики Российской Федерации от 12.09.1995 № Вк-4936. Значения плотности и энтальпии воды вычисляются согласно МИ 2412 (МИ 2412-97) по измеренной температуре в диапазоне (0 – 180) °С и давлению в диапазоне от 0 до 1,6 МПа. Поверка тепловычислителей Аксиома производится с периодичностью один раз в четыре года в соответствии с методикой, согласованной ФГУП «УНИИМ». Данная методика изложена в разделе 8 настоящего руководства.

Настоящая редакция руководства актуальна для программной версии не менее 2.2 и аппаратной не менее 2.2. Дальнейшая постоянная работа изготовителя над совершенствованием возможностей, повышением надежности и удобства пользования может привести к некоторым непринципиальным изменениям в тепловычислителях Аксиома, не отраженным в настоящей редакции руководства.

1 Описание и принцип работы

1.1 Назначение

Тепловычислители предназначены для измерений выходных сигналов измерительных преобразователей параметров теплоносителя (расхода, температуры, давления) и вычислений по результатам измерений количества теплоты (тепловой энергии), потребляемой в закрытых и открытых водяных системах теплоснабжения в составе теплосчетчиков

Тепловычислители обеспечивают:

- измерение текущих значений расхода теплоносителя, температуры и давления с помощью первичных преобразователей. Данное измерение может происходить одновременно в четырех трубопроводах, с определением текущих и средних значений параметров теплоносителя.
- вычисление значений полной тепловой энергии и количество потребленной тепловой энергии в отдельном трубопроводе.
- архивирование результатов измерений, вычислений, диагностики и установочных параметров в энергонезависимой памяти.
- защищенность архивных данных и установочных параметров от несанкционированного доступа.
- индикацию измеряемых, расчетных, архивированных данных и установочных параметров.
- обмен данными с внешними устройствами через последовательные интерфейсы USB, RS-485, UART и CAN (в зависимости от модификации тепловычислителя).
- ввод и использование в расчетах договорных значений расхода, температуры и давления теплоносителя в трубопроводах, а также договорных значений расхода и тепловой мощности в теплосистеме.
- возможность программного конфигурирования системы измерений и расчетов, с учетом вида контролируемой теплосистемы и набора используемых первичных параметров расхода, температуры и давления теплоносителя.

Кроме того, тепловычислители позволяют:

- выбирать одну из пятнадцати схем учета тепла;
- использовать в расчетах текущие параметры холодной воды (температура, давление) и представлять их в отчетных формах;
- принимать сигналы от внешних датчиков, входящих в систему безопасности;
- функционировать как при автономном, так и при внешнем питании в штатном режиме.

Согласно выбранной схеме учета тепла, тепловычислители измеряют тепловую энергию по тепловому вводу, который может включать в себя следующие трубопроводы:

- подающий (ТР1);
- обратный (ТР2);
- горячего водоснабжения или подпитки (ТР3);
- холодного водоснабжения (ТР4).

Рассчитанные значения тепла, объема и массы в архивах (часовом, суточном и месячном) в тепловычислителях формируются нарастающим итогом.

Принцип действия тепловычислителей основан на измерении первичных параметров теплоносителя с помощью преобразователей расхода, температуры и давления, с последующей обработкой результатов измерений в соответствии с алгоритмом выбранной схемы теплоучета (см. п. 4.2).

1.2 Технические и метрологические характеристики

1.2.1 Подключаемые датчики

К тепловычислителям могут подключаться водосчетчики (ВС), термопреобразователи сопротивления (ТС) и преобразователи избыточного давления (ПД).

В качестве ВС могут использоваться электромагнитные, ультразвуковые, вихревые, тахометрические или основанные на иных физических принципах преобразователи расхода или расходомеры, имеющие частотно-импульсный выход с весом импульса от 0,0001 до 10000 литров. Выходная цепь ВС может быть реализована на герконе или открытом коллекторе (пассивная цепь) или основана на ТТЛ, КМОП и подобных элементах (активная цепь).

Частота импульсов пассивной цепи ВС – не более 16 Гц при длительности состояния «разомкнуто» более 50 мс.

Сопротивление цепи в состоянии «замкнуто» должно быть менее 3 кОм при напряжении менее 0,5 В, а в состоянии «разомкнуто» – более 3 МОм или токе утечки менее 1 мкА.

Частота импульсов активной цепи ВС – не более 1000 Гц при длительности каждого состояния выходной цепи не менее 0,5 мс.

Сопротивление цепи – не более 10 кОм. Напряжение активной цепи ВС в состоянии высокого уровня соответствует (2,4-5) В, а в состоянии низкого уровня – ± 0,4 В.

В применяемых тепловычислителях возможно подключение платиновых, медных или никелевых термопреобразователей с номинальным сопротивлением 50, 100, 500 или 1000 Ом и классом допуска не хуже В по ГОСТ 6651-2009;

Входной характеристикой от ПД является электрический ток от 0 до 20 мА (или от 4 до 20 мА, или от 0 до 5 мА). Верхний предел измерений ПД – не более 1,6 МПа.

Вместо измеряемого значения температуры или давления возможно использование индивидуального договорного значения (ИДЗ) соответствующего параметра.

1.2.2 Подключаемые внешние устройства

Тепловычислители имеет встроенный последовательный интерфейс USB для связи с внешними устройствами (в том числе USB FLASH карт) и передачи архивной информации, интерфейс UART для подключения адаптера сотовой связи (GSM-модема), RS-485 для объединения тепловычислителей в единую локальную сеть и CAN для подключения дополнительных различных первичных преобразователей.

Подключение GSM-модема к тепловычислителю дает возможность передавать информацию по каналу сотовой связи, в том числе и в сеть Интернет. Дальность связи по GSM-каналу определяется характеристиками сотовой связи.

С помощью канала сотовой связи, на базе программного комплекса «Аксиома-КС» можно организовать диспетчерскую сеть для одиночных тепловычислителей Аксиома.

Последовательный интерфейс USB обеспечивает возможность доступа к измерительным, расчетным и установочным параметрам, включая архивы. При этом, возможна модификация установочных параметров, а также – ввод текущих значений температуры и давления с целью использования их в расчетах. Через интерфейс USB возможно подключение персонального компьютера и USB FLASH карты.

1.2.3 Параметры архивирования

Тепловычислители архивирует результаты измерений, вычислений и диагностики в энергонезависимую FLASH память объемом 2 Gb не перезаписывая ее в течение 16 лет.

Архивирование данных ведется в трех интервалах: часовом, суточном и месячном. Пересчет средних показаний за прошедший период времени производится в начале каждого часа.

1.2.4 Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений: - тепловой энергии, Гкал - массы теплоносителя, т - объема теплоносителя, $м^3$ - температуры теплоносителя, °С - температуры окружающего воздуха, °С - разности температуры, °С - избыточного давления, МПа	 $0,01 – 10^8$ $0,01 – 10^8$ $0,01 – 10^8$ 0 – 180 минус 40 – 100 1 – 180 0,01 – 1,6
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении и преобразовании сигналов измерительных преобразователей в: - тепловую энергию, % - массу теплоносителя, % - объем теплоносителя, %	 $\pm (0,5 + \Delta t_{min}/\Delta t)$ ± 0,1 ± 0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении и преобразовании сигналов измерительных преобразователей в: - температуру теплоносителя, °С - температуру окружающего воздуха, °С - разность температуры, °С	 ± 0,1 ± 0,5 $\pm (0,03 + 0,0006\Delta t)$
Пределы допускаемой приведенной погрешности при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в избыточное давление, %	± 0,25
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении интервалов времени, %	± 0,01
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более	173x170x60
Масса, кг, не более	0,75

1.2.5 Эксплуатационные характеристики

Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха °С. - атмосферное давление, кПа; - относительная влажность окружающего воздуха при 35 °С, %, не более - напряженность внешнего переменного магнитного поля частотой 50 Гц, А/м, не более - вибрации частотой, Гц (амплитуда смещения, мм, не более)	 от минус 20 до 50 от 84 до 106,7 95 400 10-55 (0,35)
Степень защиты корпуса от проникновения пыли и воды	IP54
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	75000
Средний срок службы, лет, не менее	12

1.2.6 Электропитание

Автономное электропитание тепловычислителей, выходных цепей датчиков ВС (пассивного типа) и ТС осуществляется от литьевой батарей с номинальным напряжением 3,6 В и номинальной емкостью 17 А/ч. Расчетный ресурс батареи не менее 4 лет при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 10 до 25 °С;
- средняя частота импульсов от ВС до 30 Гц;
- период измерений температуры и давления 600 с;
- время работы с меню устройства до 1 минуты в месяц.

При автономном питании, если реальные условия эксплуатации отличаются от условий, указанных выше, расчетный ресурс батареи снижается.

Внешнее электропитание тепловычислителей должно осуществляться стабилизированным напряжением постоянного тока значением из диапазона от 9 до 24 В.

В случае подключения тепловычислителя к персональному компьютеру (ПК) через интерфейс USB будет осуществляться питание тепловычислителя от шины ПК.

1.3 Защита от несанкционированного вмешательства

Для предотвращения несанкционированного вмешательства в работу тепловычислителя существуют следующие методы защиты:

1.3.1 Защита калибровочных коэффициентов

Изменение калибровочных коэффициентов производится только по интерфейсу USB и через программу AKSconfig. Все данные при этом защищены паролем. Для доступа к настройкам необходимо ввести логин и пароль (рисунок 1.1).

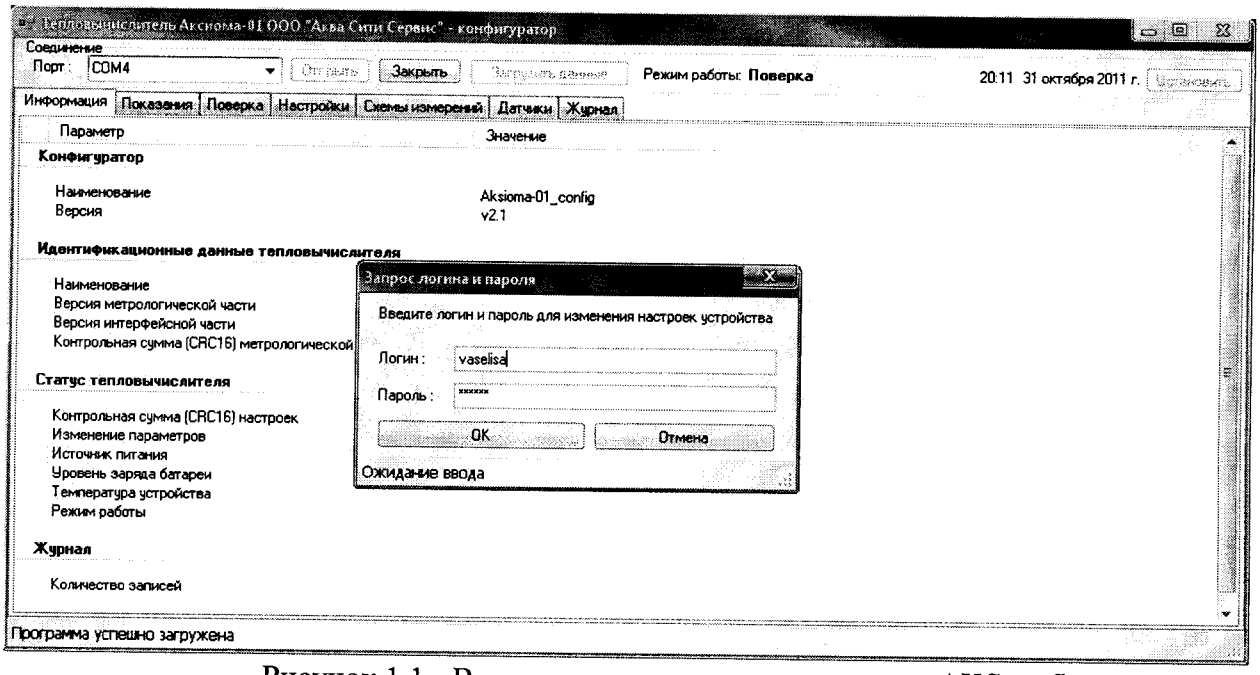


Рисунок 1.1 - Ввод логина и пароля в программе AKSconfig

1.3.2 Защита от записи

С помощью перемычки расположенной на верхней плате тепловычислителя можно разрешать или запрещать пользователю вносить изменения в настройки.

1.3.3 Защита от внесения изменений в электронный модуль

Тепловычислитель пломбируется инспектором теплоснабжающей организации.

1.4 Безопасность эксплуатации

Тепловычислитель не обладает факторами, имеющими опасный характер при работе с ним. При эксплуатации и испытаниях тепловычислителя должны соблюдаться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и требования ГОСТ 12.2.007.0. Общие требования безопасности при испытаниях по ГОСТ 12.3.019.

2 Подготовка к эксплуатации и методика измерений

2.1 Распаковка

После распаковки тепловычислителя необходимо поместить в теплое сухое помещение на сутки (24 часа).

2.2 Место установки и крепление

Допустимые рабочие условия тепловычислителя указаны в пункте 1.2.5 данного руководства. Наиболее благоприятной для функционирования устройства является температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С.

Недопустимо наличие в помещении паров щелочей, кислот, примесей аммиака, сернистых и других газов, вызывающих коррозию. Следует избегать помещения с чрезмерной конденсацией влаги.

Вблизи места установки устройства не должно быть электрощитов, силовых кабелей, сварочных аппаратов и т.п. Если этого не избежать, то следует защитить тепловычислитель заземленным металлическим коробом.

Крепление устройства производится на вертикальной поверхности винтами в 4-х точках. Разъемы для винтов расположены на основании корпуса.

2.3 Подключение внешних цепей

2.3.1 Общие требования

Подключение внешнего оборудования к тепловычислителю производится с помощью многожильного кабеля. Диаметр данного кабеля, не должен быть меньше 7 мм, и в то же время превышать 10 мм. Сечение проводников, подключаемых к разъемам, должно быть от 0,07 до 1 мм^2.

Если в непосредственной близости от тепловычислителя (а радиусе до 10 метров) и первичных датчиков отсутствуют промышленные агрегаты (трансформаторы, сварочные аппараты, двигатели), способствующие возникновению промышленных помех, то допускается использование неэкранированных кабелей.

Для защиты от электромагнитных помех рекомендуется использовать экранированные кабели, либо прокладывать кабели в металлорукавах или металлических трубах. Для прокладки сигнальных линий можно применить общий кабель. Экраны кабелей должны быть электрически соединены общим проводом прибора и между собой (только в одной точке).

Запрещается присоединять экраны к любым посторонним цепям, включая заземления и зануления, поэтому **следует применять кабели, которые имеют изоляцию поверх экрана**. Также запрещается применение датчиков, вход которых электрически связан с корпусом (землей).

Не требуется защитное заземление тепловычислителя от поражения электрическим током.

Необходимо помнить, что ошибки при подключении могут привести к отказу тепловычислителя.

Разъемы для подключения внешних цепей находятся на модуле в нижней части тепловычислителя. Схема подключения датчиков, GSM-модема, интерфейса RS-485, импульсных выходов и внешнего питания тепловычислителя модификации Аксиома-01 приведена на рисунке 2.1.

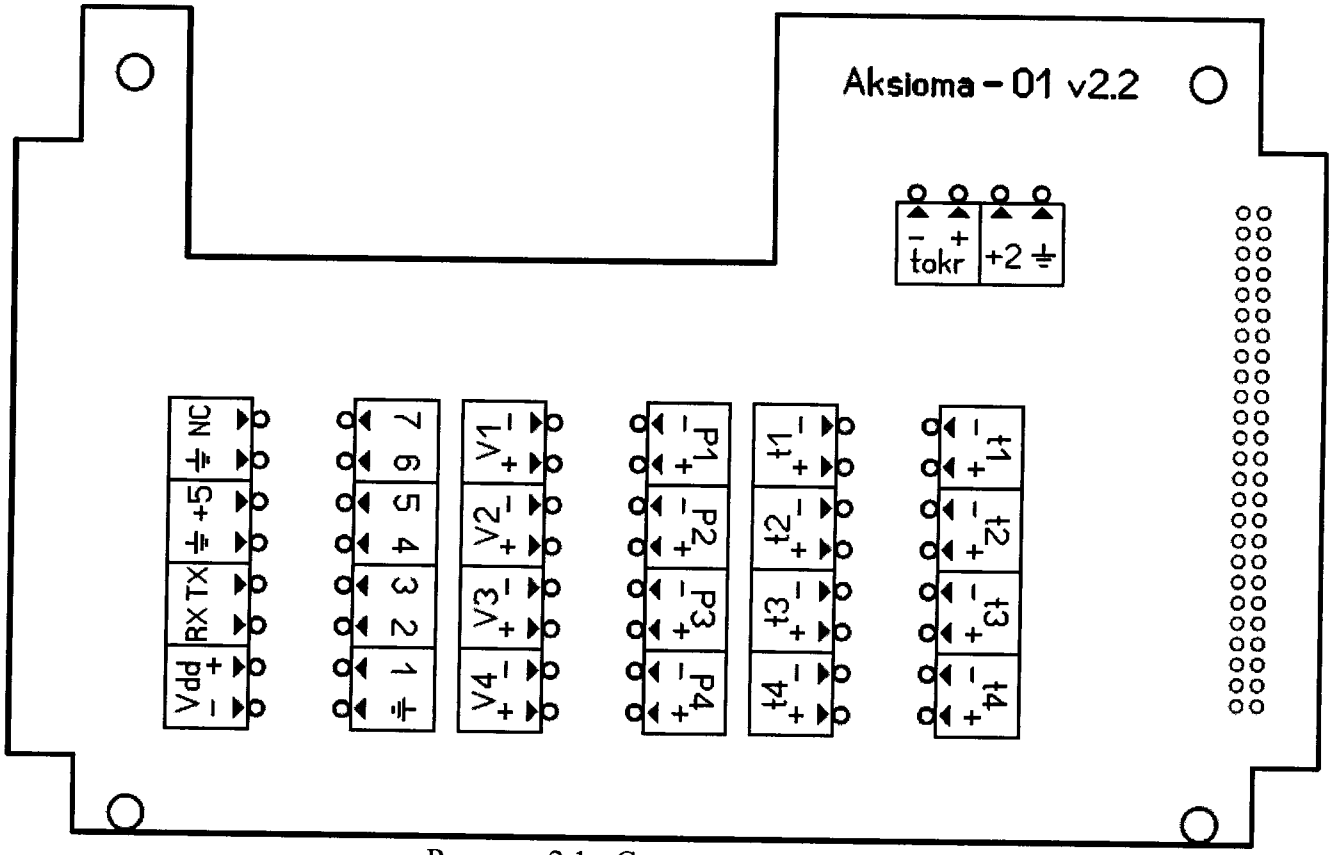


Рисунок 2.1 - Схема подключения

где разъемы:

$t_1 \ldots t_4$ – термопреобразователи сопротивления;

$P_1 \ldots P_4$ – датчики давления;

$V_1 \ldots V_4$ – импульсные датчики (водосчетчики);

t_{okr} – датчик окружающего воздуха;

Vdd – внешнее питание;

RX, TX – интерфейс RS-485;

1…7 – цифровые вводы/выводы (UART интерфейс / GSM модем);

+5, +2 – выводы питания.

Перед тем, как присоединять кабели к прибору, необходимо убедиться в отсутствии коротких замыканий и разрывов проводников схемы.

Подключение цепей датчиков производится в следующем порядке:

1. Необходимо отсоединить ответные части разъемов.
2. Зачистить заусеницы.
3. Пропустить кабели через кабельные вводы и разделать каждый кабель на длину 8–10 см.
4. Зачистить проводники кабелей, скрутить многожильные проводники или надеть кабельные наконечники, вставить в гнездо соответствующего разъема и закрепить винтом.
5. Присоединить ответные части разъемов.

2.3.2 Подключение термопреобразователей сопротивления (ТС)

ТС подключаются к устройству по четырехпроводной схеме. Длина кабеля не должна превышать 500 м, при условии, что сопротивление каждой из 4 жил не превышает 100 Ом.

Допускается подключение ТС по двухпроводной схеме. Не допускается наращивание неразъемного двухпроводного кабеля.

На рисунке 2.2 показаны схемы подключения ТС.

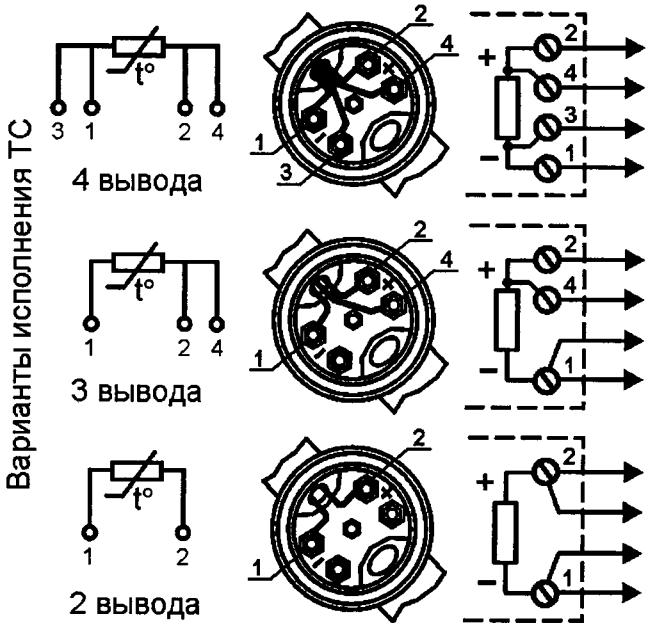


Рисунок 2.2 - Схемы подключения ТС

2.3.3 Подключение импульсных датчиков (водосчетчиков)

Для подключения импульсных датчиков необходимо использовать двухжильные кабели, длина которых не должна превышать 500 м. Сечение жилы при этом – не менее 0,07 мм^2.

К импульсному входу тепловычислителя могут подключаться устройства с питанием их выхода от вычислителя (пассивный тип) или от собственного источника (активный тип) (рисунок 2.3).

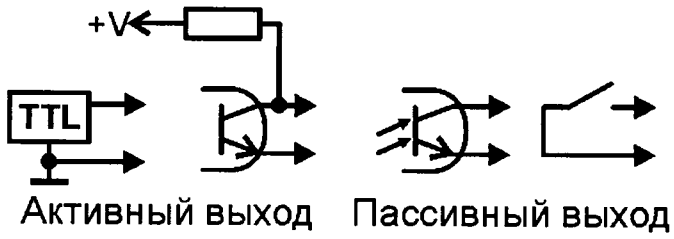


Рисунок 2.3 - Подключение импульсных датчиков

2.3.4 Подключение датчиков давления

Для подключения датчиков давления используются двухжильные кабели, длина которых не должна превышать 500 м. Сечение жилы при этом – не менее 0,07 мм^2.

Для питания датчиков давления необходимо использовать внешние блоки питания. Не допускается запараллеливание каналов измерения давления.

2.4 Ввод настроечных параметров

Перед тем, как вводить тепловычислитель в эксплуатацию, необходимо настроить его на конкретную конфигурацию системы теплоснабжения. Порядок ввода настроечных параметров приведен в разделе 4 настоящего руководства.

При необходимости предварительно выполняют **сброс суммарных показателей**.

2.5 Апробация функционирования

После монтажа и ввода базы данных необходимо убедиться в нормальном функционировании узла учета. Для этого следует последовательно вывести на индикатор значения температур и объемных расходов. При сомнениях в реальности их значений последовательно проверяют: монтаж цепей, настроечные параметры на соответствие паспорту датчиков и датчиков на соответствие их паспорту. При наличии кодов нештатных ситуаций (НС), следует устранить вызвавшую их причину, руководствуясь пунктом 6.2.

2.6 Методика измерений

Детальное описание способа и метода измерения физических величин тепловычислителем представлено в методики поверки (раздел 8)

3 Устройство и работа

3.1 Сведения о конструкции

Тепловычислитель представляет собой микропроцессорный измерительно-вычислительный блок с жидкокристаллическим графическим индикатором и емкостными кнопками управления.

Тепловычислитель состоит из двух частей: верхней и нижней (основания). Внутри верхней части расположен интерфейсный модуль, на котором размещены электронные компоненты, индикатор, клавиатура, батарея и разъемы USB.

Нижняя часть состоит из разъемов для подключения внешних устройств и верхней платы, преобразователя интерфейса RS485 и стабилизатора внешнего питания.

После поверки тепловычислителя электронный модуль пломбируется поверителем. Место пломбирования указано на рисунке 3.1. Маркировка модели нанесена на лицевой стороне верхней части корпуса. Серийный номер указан сбоку на верхней части.

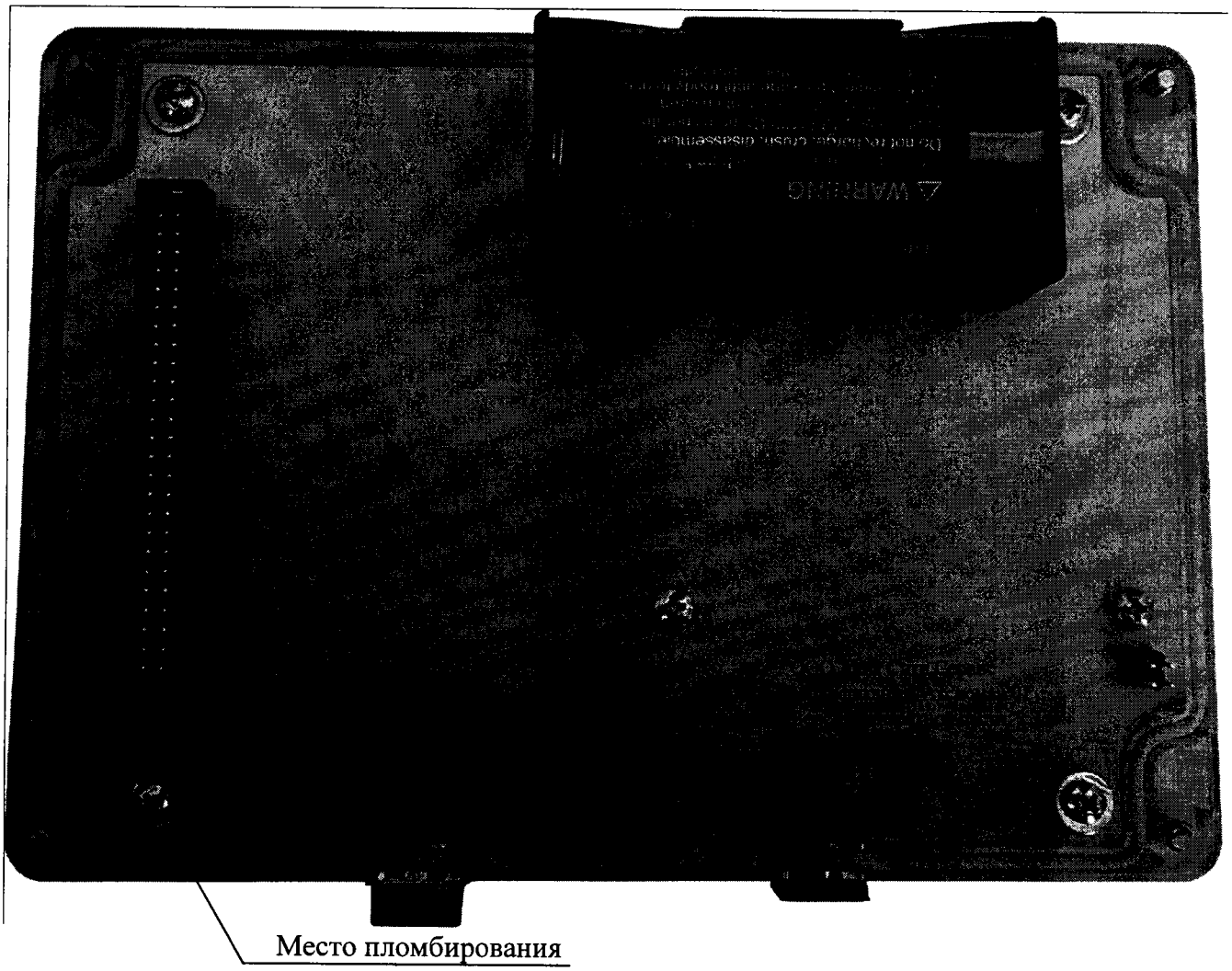


Рисунок 3.1 - Место пломбирования и клеймения

3.2 Алгоритм работы

Работа тепловычислителя заключается в приеме входных сигналов, преобразовании их в показания соответствующих физических величин и выдачи выходных сигналов. Сигналы ТС и ПД подвергаются преобразованию с назначаемым периодом измерений (ПИ). Полученные коды позволяют вычислять показания текущих температур и давлений. Преобразование значений сопротивления в показания температуры соответствует уравнениям ГОСТ 6651 и ГОСТ Р 8.625. Импульсы от ВС обрабатываются тепловычислителем в момент поступления (независимо от параметра ПИ). На основании параметров входных сигналов производится расчет измеряемых величин:

– *Среднеарифметические архивные показания температуры и давления* – частное от суммы текущих показаний на число их измерений за час, сутки или месяц;

– *Средневзвешенные часовые архивные показания температуры* – частное от суммы произведений показаний температуры и значений объема на периоде ПИ на часовые архивные показания объема. Данные показания определяются с учетом измеренного объема воды. При отсутствии импульсов от ВС показания принимают среднеарифметическое значение.

Примечание: Вычисления M1, M2, M3, M4, Mg, Qo и Qg обеспечиваются по соответствующим средневзвешенным температурам t_1, t_2, t_3,t_4 и давлениям P_1, P_2, P_3, P_4 при любом способе расчета их средних значений.

– *Часовые архивные показания объема* – сумма произведения количества импульсов за час на вес импульса (параметр **ВИ**).

– *Показания объемного расхода* – частное от суммы импульсов на период обновления показаний. При отсутствии импульсов на периоде показания объемного расхода на индикаторе обнуляются.

Плотность и энтальпия воды вычисляются по уравнениям, аппроксимирующим данные ГСССД, где в качестве аргументов служат средневзвешенная часовая температура и измеренное либо, при отсутствии датчиков давления, назначенное абсолютное давление.

Часовые архивные показания массы и тепловой энергии вычисляются по формулам, приведенным в пункте 4.2, в соответствии с введенными настройками.

Суточные архивные показания объема, массы и тепловой энергии – сумма часовых показаний.

Средневзвешенная суточная температура – частное от суммы произведений часовых значений температуры и объемов на архивное значение суточного объема.

Итоговые показания вычисляются в конце часа суммированием часовых показаний.

3.3 Принцип организации тепловычислителя

Расчетная теплосистема содержит четыре расчетных трубопровода <**TPs**> (s=1…4). Трубопроводы расчетной теплосистемы ставятся в соответствие трубопроводам контролируемой системы. Если в контролируемой теплосистеме меньше четырех трубопроводов, то в «лишних» расчетных трубопроводах индицируются нулевые значения расчетных данных.

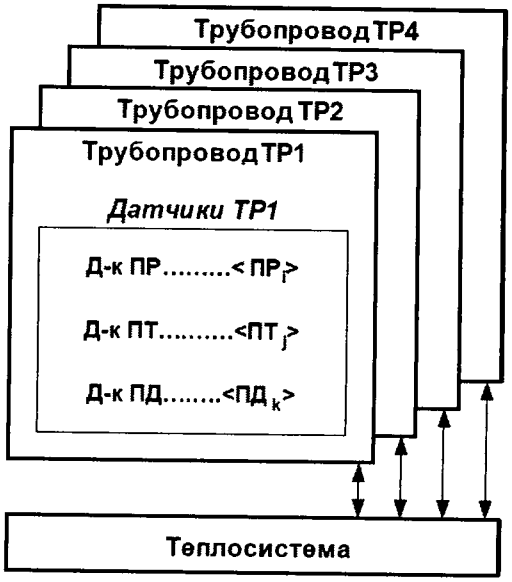


Рисунок 3.2 - Расчетная теплосистема

В каждом расчетном трубопроводе имеется набор из трех датчиков: расхода <Д-к ПР>, температуры <Д-к ПТ> и давления <Д-к ПД>. Датчики расчетного трубопровода поставлены в соответствие первичным преобразователям расхода $ПР_i$, температуры $ПТ_j$ и давления $ПД_k$, установленным в контролируемом трубопроводе и подключенным ко входам тепловычислителя. Измеренные значения температуры и давления могут передаваться по последовательному интерфейсу и использоваться в расчетах тепла (рисунок 3.2).

Датчики, подключаемые к тепловычислителю, имеют жесткую привязку к номеру и типу трубопровода. Трубопровод ТР1 – подающий, трубопровод ТР2 – обратный, трубопровод ТР3 – канал ГВС или подпитки, трубопровод ТР4 – ХВС.

Максимальное количество подключаемых датчиков:

– расхода: 4 шт. (i=1…4);

– термопреобразователей сопротивления: 4 шт. (j=1…4);

– давления: 4 шт. (k=1…4).

Тепловычислитель можно настроить на различные варианты теплопотребления, с помощью установки параметров настройки (номера схемы измерений, формулы расчета тепла) (см. 4.2).

При отсутствии прямого измерения температуры холодной воды на источнике, значение тепловой энергии в открытой теплосистеме, определенное теплосчетчиком с использованием энтальпии холодной подпиточной воды, может быть скорректировано в соответствии с утвержденной установленным образом методикой, в том числе, в соответствии с ГОСТ Р 8.592-2002.

3.4 Индикатор и клавиатура

Тепловычислитель имеет четырехстрочный индикатор с подсветкой, по 16 знакомест в каждой строке. Если не происходит нажатие клавиш в течение 30 с, индикатор гаснет.

Формат индикатора:

ДД.ММ.ГГГГ	ЧЧ:ММ ▶
X1	Y1 ▶
X2	Y2 ▶
	ед. изм. ▶

В верхней строке индикатора отображается дата и время. На второй и третьей строке – значение параметра и его обозначение, на четвертой – единица измерения (**ед.изм.**), где:

X1, X2 – измеряемый параметр;

Y1, Y2 – значение измеряемого параметра

Стрелочка (▶) справа указывает на выбранный раздел.

Считывание значений измеряемых параметров происходит с помощью пятью клавиш, расположенных на передней панели тепловычислителя.

Для переключения между разделами меню используется кнопки ▼ и ▲. Кнопки ◀ и ▶ позволяют переключить выводимые параметры активного раздела. Кнопка ○ включает дисплей тепловычислителя.

На индикатор можно вывести:

- информацию о тепловычислителе;
- текущее время;
- текущие значения измеряемых параметров;
- накопленные значения измеряемых параметров;
- средние значения измеряемых параметров;
- архивные значения измеряемых параметров.

3.5 Структура меню

Для просмотра текущих, итоговых и архивных параметров теплопотребления, а также информацию о устройстве (тепловычислителе) применяется многоуровневая система меню.

Меню содержит следующие разделы:

- Информация;
- Текущие;
- Накопленные;
- Архивные:
  - среднечасовые;
  - среднесуточные;
  - среднемесячные.

Раздел «**Информация**» содержит следующие данные: уровень заряда батареи, температуру электронной части тепловычислителя, контрольную сумму метрологической значимой части и введенных настроек, серийный номер, версии программной и аппаратной части.

Раздел **«Текущие»** содержит сведения о текущих параметрах измеряемых сред. Позволяет просматривать показания температуры, давления, объемного расхода, массового расхода и потребления энергии по состоянию на предыдущий период измерения.

Раздел **«Накопленные»** содержит значения параметров, накопленных за отчетный период. Позволяет просматривать суммарные показания объема, массы и потребленной энергии.

Раздел **«Архивные»** позволяет просматривать показания из архива за выбранный промежуток времени. Раздел включает в себя три подраздела: «Часовые», «Суточные» и «Месячные»

Подраздел **«Часовые»** отображает средние значения измеряемых параметров за промежуток времени в 60 минут (1 час). Определяет среднечасовые значения температуры, давления, объемного расхода, массового расхода и потребленной энергии.

Подраздел **«Суточные»** отображает средние значения измеряемых параметров за промежуток времени в 24 часа (1 сутки).

Подраздел **«Месячные»** отображает средние значения измеряемых параметров за прошедший месяц.

4 Настройка тепловычислителя

4.1 Программа AKSconfig

4.1.1 Установка программы

Программа AKSconfig (далее – конфигуратор) предназначена для настройки тепловычислителя и просмотра измеряемых показаний. Для установки данной программы на ПК необходимо выполнить последовательность следующих действий:

1) соединить кабелем USB тепловычислитель и ПК через соответствующие разъемы;

2) установить драйвер для работы с тепловычислителем (поставляется с ПО);

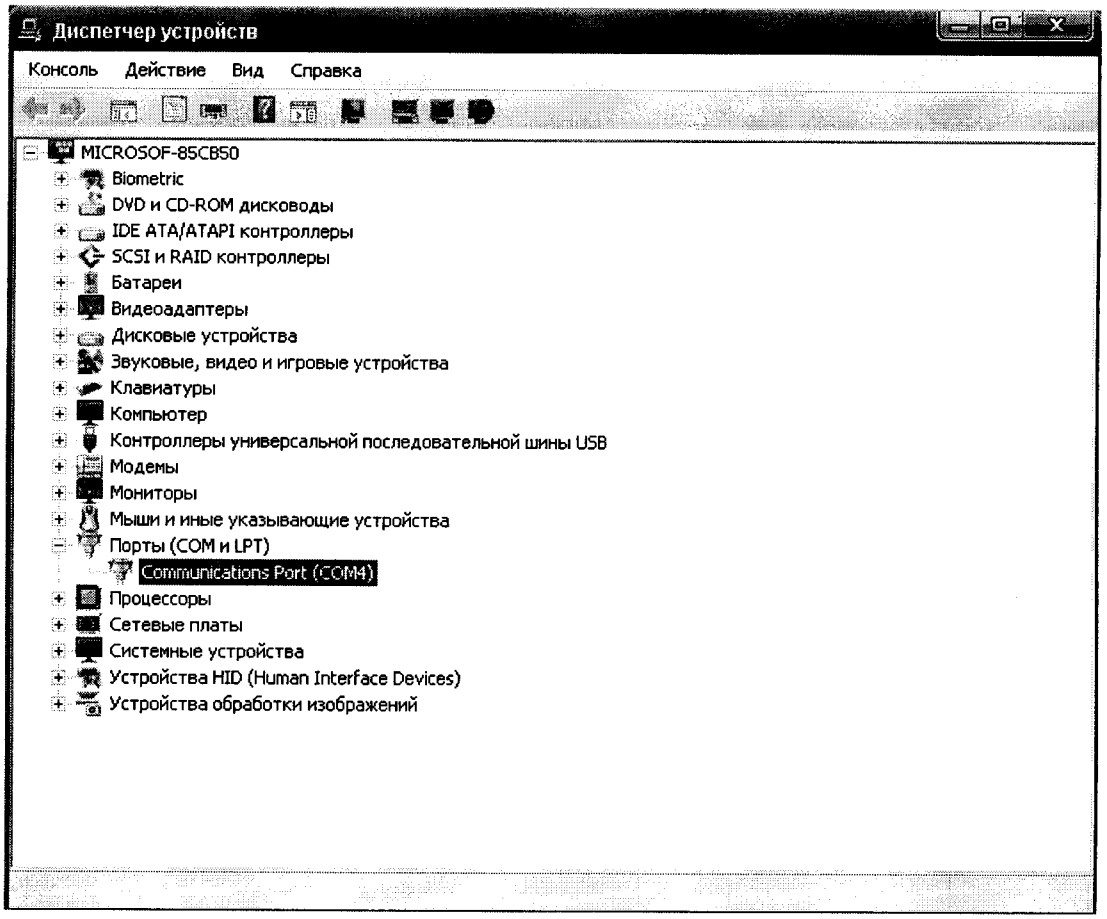


Рисунок 4.1 – Диспетчер устройств

3) в диспетчере устройств открыть пункт «Порты», обратить внимание на номер, присвоенный COM-порту в строке «Communications Port» (рисунок 4.1);

4) запустить программу «AKSconfig (необходим установленный .NET Framework не ниже v. 4.0);

5) выбрать порт с номером, присвоенным «Communications Port» в пункте 3;

6) нажать кнопку «Открыть»;

7) ввести в появившимся окне логин и пароль (рисунок 4.2).

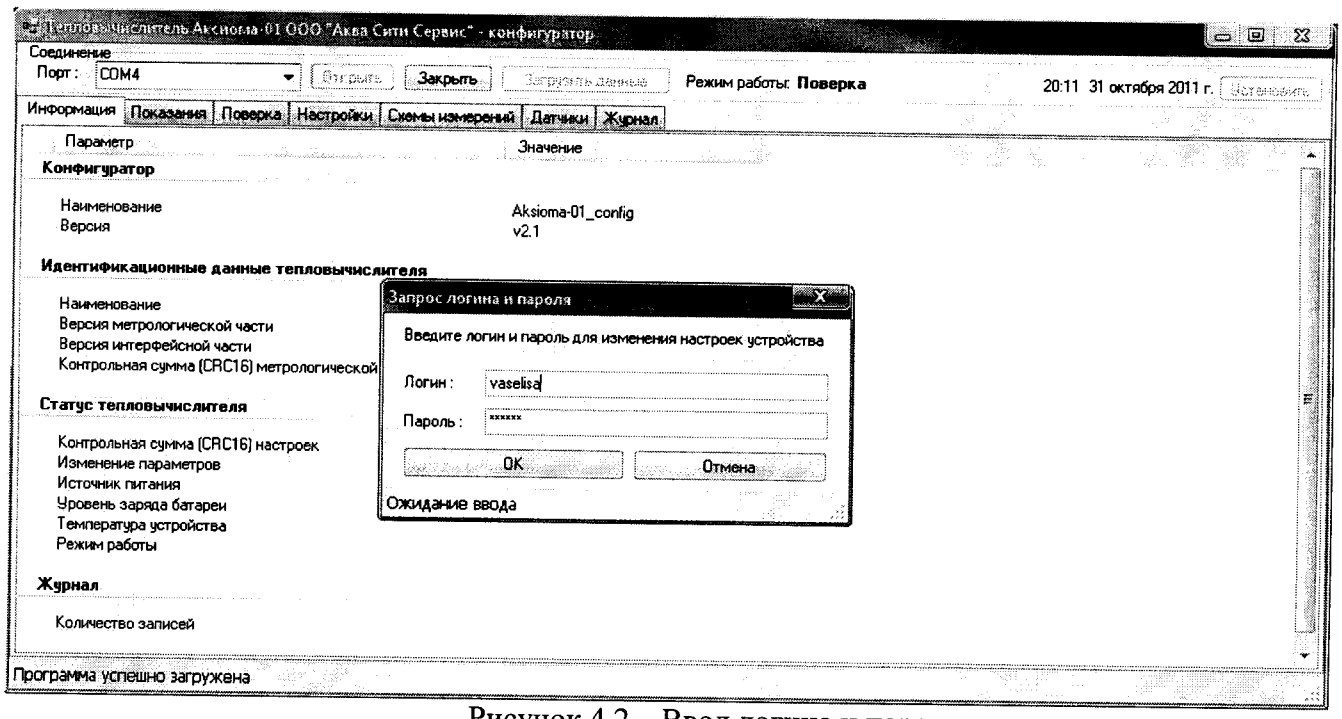


Рисунок 4.2 – Ввод логина и пароля

4.1.2 Структура программы

Программа AKSconfig имеет доступный и удобный интерфейс. Структура программы включает в себя разделы, которые, также как и разделы тепловычислителя, делятся на подразделы и группы.

Информация	Идентификационные данные тепловычислителя и конфигуратора
Показания	Текущие; Накопленные; Среднечасовые; Среднесуточные; Среднемесячные
Поверка	Первичные показатели; Текущие показатели; Накопленные показатели; Внутренние показатели; График; Нештатные ситуации
Настройки	GSM модем; Подключение к информационному центру; Тепловычислитель
Схемы измерений	Алгоритм расчета (схема измерений и формулы расчета)
Датчики	Конфигурация датчиков температуры, давления и объемного расхода;
Журнал	Дерево показаний; График; Среднечасовые; Среднесуточные; Среднемесячные; Накопленные; События и НС

4.1.3 Просмотр и изменение настроечных параметров

Настроечные параметры, внесенные в БД тепловычислителя доступны для просмотра и изменения на ПК через программу AKSconfig (рисунок 4.3). Чтобы просмотреть все настройки тепловычислителя, необходимо выполнить действия 4-8 из пункта 4.1.1.

Просмотр необходимых данных производится путем переключения вкладок в программе.

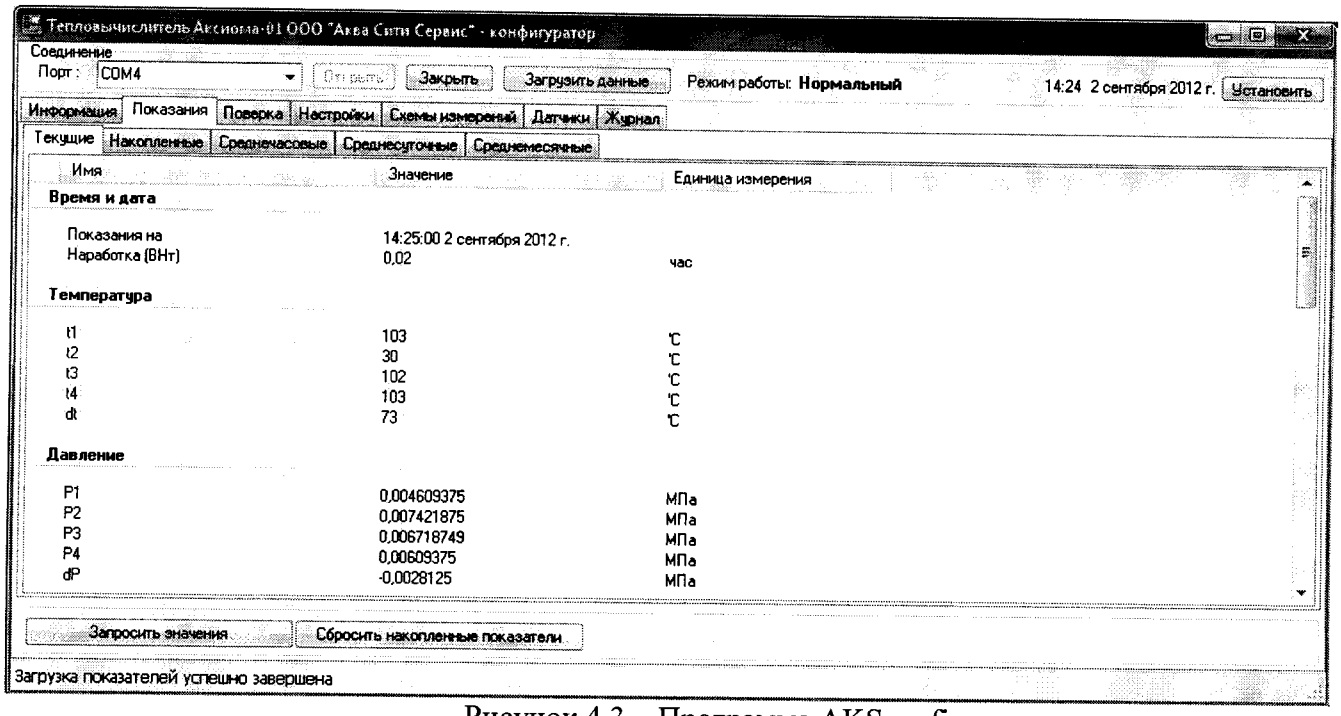


Рисунок 4.3 – Программа AKSconfig

Ввод значений настроечных параметров рекомендуется проводить до монтажа внешних цепей. Для того чтобы изменить настроечные параметры (рисунок 4.4), необходимо выполнить последовательность действий:

1) выбрать вкладку нужных настроек;
2) выбрать строку необходимого параметра;
3) нажать кнопку «Настроить», «Калибровать» или «Изменить параметры»
4) ввести (выбрать) в появившимся окне новое значение;
5) нажать кнопку «Внести изменения».

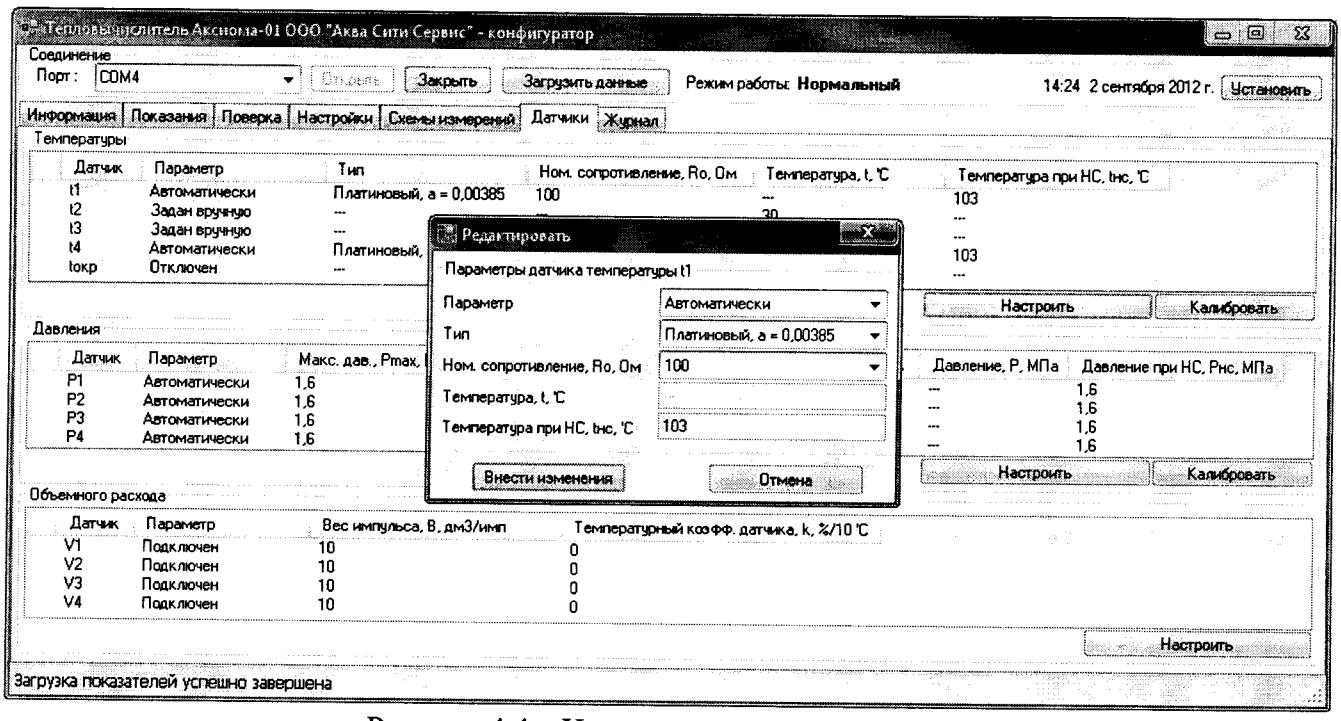


Рисунок 4.4 – Изменение настроечных параметров

4.2 Схемы измерений

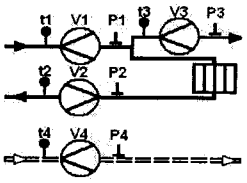
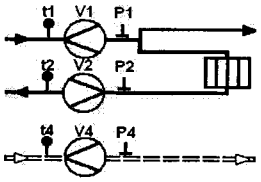
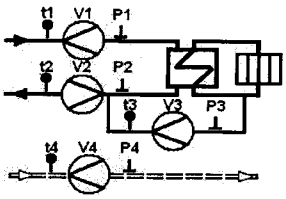
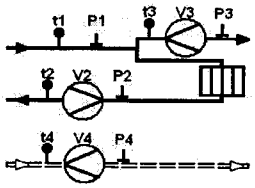
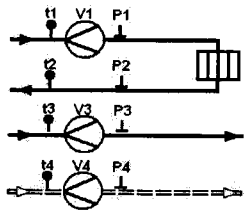
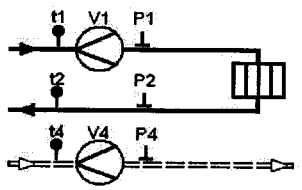
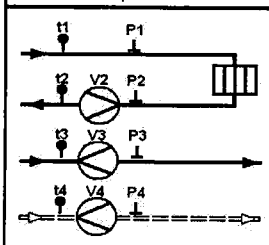
Схема	Настройки		Соответствие параметров настройки и измеряемых величин						
	СИ	ФТ	M1/G1	M2/G2	M3/G3	M4/G4	Mg/Gg	Q/Qr	Qгвс/Qгвсr
Открытая система теплоснабжения, измерение расхода в трех или четырех трубопроводах									
	1	0	ρ1V1	ρ2V2	ρ3V3	ρ4V4	M3	M1(h1-h2)	M3(h3-h4)
		1						M1(h1-h2)+Mg(h2-h4)	
		2						M2(h1-h2)	
		3						M2(h1-h2)+Mg(h1-h4)	
Закрытая или открытая системы отопления, ГВС с циркуляцией									
	2	0	ρ1V1	ρ2V2	нет	ρ4V4	M1-M2	M1(h1-h2)	нет
		1						M1(h1-h2)+Mg(h2-h4)	Mg(h2-h4)
		2						M2(h1-h2)	нет
		3						M2(h1-h2)+Mg(h1-h4)	Mg(h1-h4)
Закрытая система отопления, подпитка вторичного контура из обратного трубопровода									
	3	0	ρ1V1	ρ2V2	ρ3V3	ρ4V4	M3	M1(h1-h2)	M3(h3-h4)
		1						M1(h1-h2)+Mg(h2-h4)	
		2						M2(h1-h2)	
		3						M2(h1-h2)+Mg(h1-h4)	
Открытая система теплоснабжения, измерение расхода в трубопроводах обратном и ГВС									
	4	0	M2 + M3	ρ2V2	ρ3V3	ρ4V4	M3	M1(h1-h2)	M3(h3-h4)
		1						M1(h1-h2)+Mg(h2-h4)	
		2						M2(h1-h2)	
		3						M2(h1-h2)+Mg(h1-h4)	
Закрытая система отопления, измерение расхода в подающем трубопроводе,дополнительный канал измерения тепла									
	5	0	ρ1V1	M1	ρ3V3	ρ4V4	M3	M1(h1-h2)	M3(h3-h4)
Закрытая система отопления, измерение расхода в подающем трубопроводе									
	6	0	ρ1V1	M1	нет	ρ4V4	нет	M1(h1-h2)	нет
Закрытая система отопления, измерение расхода в обратном трубопроводе,дополнительный канал измерения тепла									
	7	2	M2	ρ2V2	ρ3V3	ρ4V4	M3	M2(h1-h2)	M3(h3-h4)

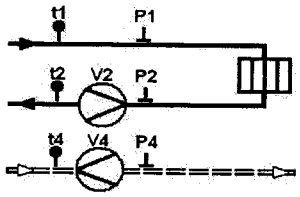
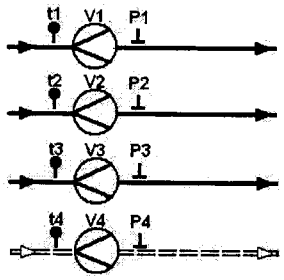
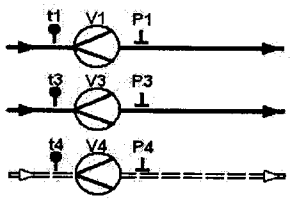
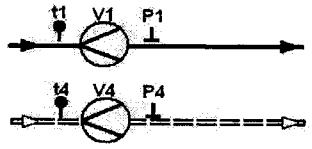
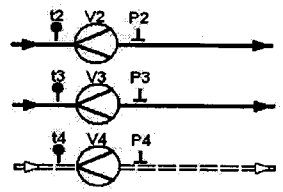
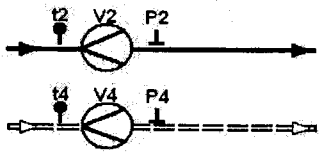
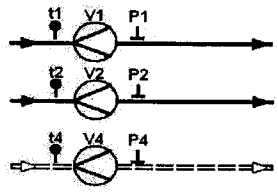
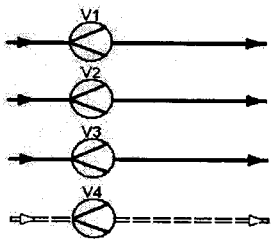
Схема	Настройки		Соответствие параметров настройки и измеряемых величин						
	СИ	ФТ	M1/G1	M2/G2	M3/G3	M4/G4	Mg/Gg	Q/Qr	Qгвс/Qгвсг
Закрытая система отопления, измерение расхода в обратном трубопроводе									
	8	2	M2	ρ2V2	нет	ρ4V4	нет	M2(h1-h2)	нет
Летний режим теплопотребления. Тупиковые системы ГВС по подающему или обратному трубопроводам, дополнительный канал									
	9	6	ρ1V1	ρ2V2	ρ3V3	ρ4V4	M3	M1(h1-h4)+M2(h2-h4)	M3(h3-h4)
Тупиковая система ГВС (подающий трубопровод), дополнительный канал измерения тепла									
	10	4	ρ1V1	нет	ρ3V3	ρ4V4	M3	M1(h1-h4)	M3(h3-h4)
Тупиковая система ГВС (подающий трубопровод)									
	11	4	ρ1V1	нет	нет	ρ4V4	нет	M1(h1-h4)	нет
Тупиковая система ГВС (обратный трубопровод), дополнительный канал измерения тепла									
	12	5	нет	ρ2V2	ρ3V3	ρ4V4	M3	M2(h2-h4)	M3(h3-h4)
Тупиковая система ГВС (обратный трубопровод)									
	13	5	нет	ρ2V2	нет	ρ4V4	нет	M2(h2-h4)	нет

Схема	Настройки		Соответствие параметров настройки и измеряемых величин						
	СИ	ФТ	M1/G1	M2/G2	M3/G3	M4/G4	Mg/Gg	Q/Qr	Qгвс/Qгвсг
Летний режим теплопотребления. Тупиковые системы ГВС по подающему или обратному трубопроводам									
	14	6	ρ1V1	ρ2V2	нет	ρ4V4	нет	M1(h1-h4)+M2(h2-h4)	нет
Учет объема									
	15	7	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет

5 Использование по назначению

Для того, чтобы активировать тепловычислитель, необходимо в течение 2 с держать в нажатом состоянии центральную кнопку ○. По умолчанию, тепловычислитель начинает работу с раздела «Текущие», об этом свидетельствует стрелка напротив данного раздела.

Переход по разделам меню осуществляется с помощью кнопок ▽ и △. Кнопки ◁ и ▷ позволяют переключить выводимые параметры активного раздела.

5.1 Просмотр текущих показаний

Просмотр текущих показаний осуществляется в разделе **«Текущие»**.

В разделе текущие возможен просмотр следующих параметров:

– температуры воды:

18.03.2012	13:05		18.03.2012	13:05		18.03.2012	13:05	
t1	0.000 ▶		t3	0.000 ▶		dt	0.000 ▶	
t2	0.000		t4	0.000		tokr	0.000	
	°C			°C			°C	

где **t1-t4** – температуры воды в трубопроводах

dt – разность температур воды (t1 – t2).

tokr – температура окружающего воздуха

– давление воды:

18.03.2012	13:05		18.03.2012	13:05		18.03.2012	13:05	
P1	0.000 ▶		P3	0.000 ▶		dP	0.000 ▶	
P2	0.000		P4	0.000				
	МПа			МПа			МПа	

где **P1-P4** – давление воды в трубопроводах

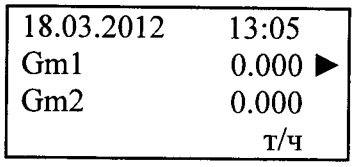
dP – перепад давления воды (P1 – P2).

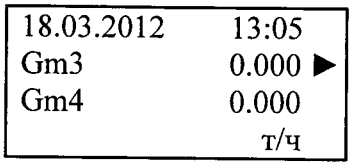
– объемного расхода воды:

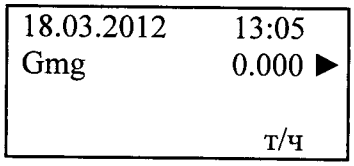
18.03.2012	13:05		18.03.2012	13:05		18.03.2012	13:05	
Go1	0.000 ▶		Go3	0.000 ▶		Gog	0.000 ▶	
Go2	0.000		Go4	0.000				
	м3/ч			м3/ч			м3/ч	

где **Go1-Go4** – показания объемного расхода теплоносителя в трубопроводах, **Gog** – объемный расход ГВС, расчет которого зависит от выбранной схемы измерений.

– массового расхода воды:

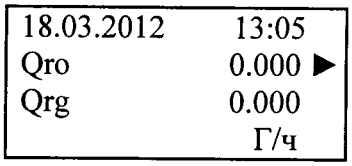






где **Gm1 – Gm4** – показания массового расхода воды, **Gmg** – массовый расход ГВС, расчет которого зависит от выбранной схемы измерений.

– потребление энергии:

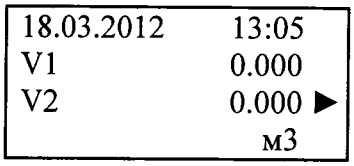


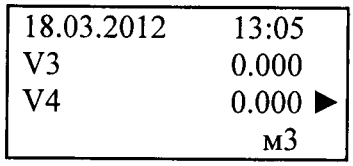
где **Qro** – текущее потребление полной тепловой энергии в теплосистеме, **Qrg** – текущее потребление тепловой энергии ГВС.

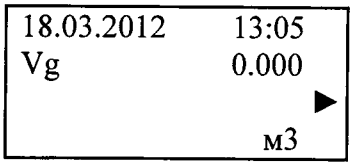
5.2 Просмотр накопленных показаний

Накопленные за отчетный период показания отображаются в разделе **«Накопленные»**. Раздел содержит суммарные показания объема, массы и потребленной энергии.

– суммарный объем:

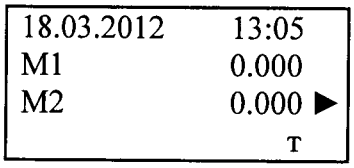


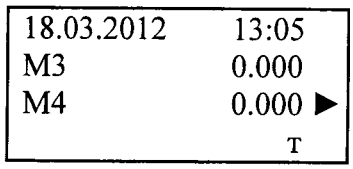


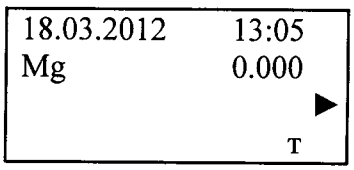


где **V1 – V4** – объемы теплоносителя, прошедшие по трубопроводам, с начала отчетного периода, **Vg** – объем ГВС – с начала отчетного периода

– суммарная масса:

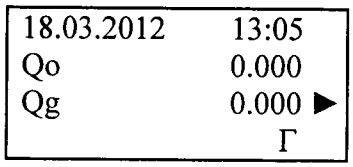






где **M1 – M4** – массы теплоносителя, прошедшие по трубопроводам, с начала отчетного периода, **Mg** – масса ГВС – с начала отчетного периода.

– суммарная потребленная энергия:



где **Qo** – полная тепловая энергия теплосистемы, рассчитанная с начала отчетного периода, **Qg** – тепловая энергия ГВС, рассчитанная с начала отчетного периода.

– суммарное время наработки:

18.03.2012	13:05
Наработка	
ВН	0.000 ▶
	час

где **ВН** – суммарное время работы тепловычислителя за период с момента последнего обнуления суммарных показателей.

5.3 Просмотр показаний с помощью программы AKSconfig

Просмотр всех показаний также возможен при подключении устройства к ПК, с помощью программы AKSconfig. Для этого необходимо выполнить действия 4-8 из 4.1.1, а затем, при открытой вкладке «Показания», нажать кнопку в нижнем левом углу «Запросить значения» (рисунок 5.1).

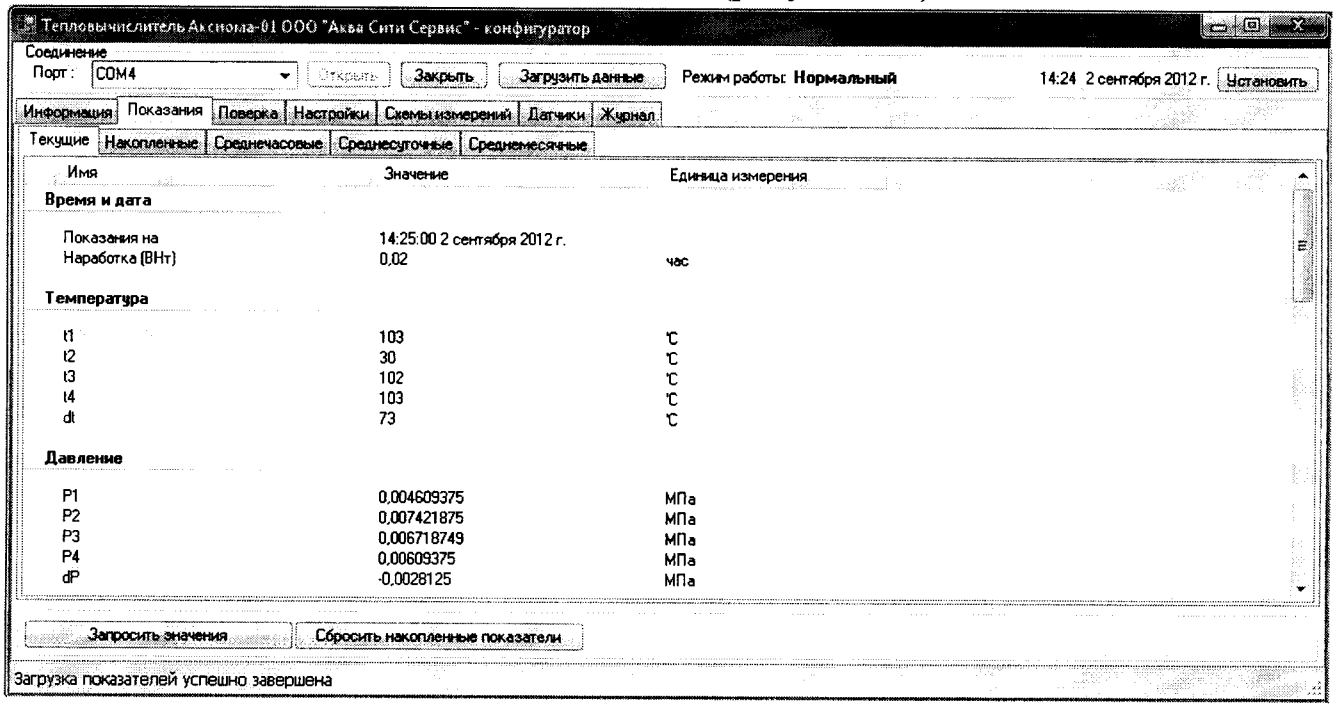


Рисунок 5.1 – Просмотр текущих показаний

5.4 Перенос архивных показаний на сервер

Перенос архивных показаний, измеренных и рассчитанных величин тепловычислителем, возможен при его подключении к ПК через интерфейс USB. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1) установить соединение согласно пункту 4.1.1.;

2) выбрать вкладку «Журнал» (рисунок 5.2)

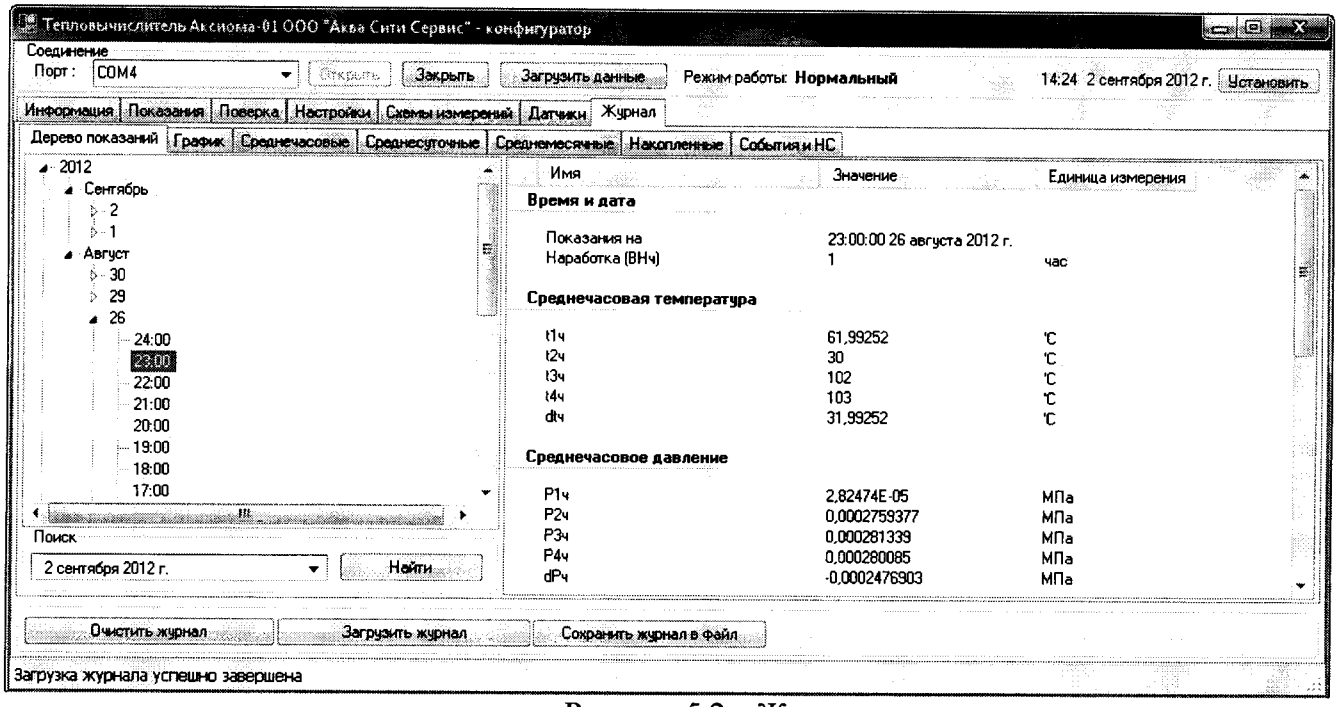


Рисунок 5.2 – Журнал

3) нажать на кнопку «Загрузить журнал»;
4) дождаться завершения загрузки журнала;
5) сохранить считанные значения в файл, нажав кнопку «Сохранить журнал в файл»;
6) передать сохраненный файл в центр диспетчеризации.

6 Обслуживание при эксплуатации

6.1 Порядок эксплуатации

В процессе эксплуатации взаимодействие пользователя с тепловычислителем сводится к внешнему осмотру и считыванию текущих и архивных показаний.

При необходимости также производят смену схемы измерений и подключают компьютер (без снятия пломбы, в случае если установлена разрешающая перемычка на изменение настроек). Один раз в 4 года проводят поверку.

При снятии с эксплуатации на поверку необходимо зафиксировать архивные показания, поскольку в результате поверки они будут стерты из памяти тепловычислителя.

6.2 Устранение нештатных ситуаций (НС)

Тепловычислитель имеет систему диагностики. Диагностике подвергаются:

- параметры системы теплоснабжения;
- аппаратная часть тепловычислителя.

Для устранения НС в системе теплоснабжения проводят мероприятия по проверке и устранению возможных причин. В первую очередь следует проверить:

- надежность контактов на стороне датчика и тепловычислителя;
- обрыв, короткое замыкание или замыкание на землю линии связи;
- соответствие полярности сигнала.

Рекомендации по устранению НС приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Рекомендации по устранению НС

Температура вне диапазона измерений	Проверить: - Герметичность гильзы ТС - на предмет проникновения воды. - Целостность чувствительного элемента. - Правильность подключения ТС к тепловычислителю, обращая внимание на номера контактов.
Давление вне диапазона измерений	Проверить - Функционирование блока питания датчика давления. - Наличие выходного тока от датчика.
Объем вне диапазона уставок	Проверить - Наличие сигнала от ВС. - Соответствие ВС требованиям пункта 1.2.1.
Отсутствуют показания	Проверить наличие кодов НС по указанным параметрам.

V, M и Q в архиве	
При перекрытии трубопровода показания текущего расхода не изменяются	Проверить обоснованность выбора величины уставки на отсечку показаний объемного расхода (параметр УО по каждой трубе)
Небаланс масс вне диапазона уставки	Проверить - Действительно ли нет подпитки системы теплоснабжения, а для закрытой системы - несанкционированного водоразбора. - Обоснованность значения уставки БМ.
Тепловая энергия отрицательна	Проверить, что нет подпитки системы теплоснабжения и температура воды в обратном трубопроводе ниже, чем в подающем.
Перерывы в электропитании ВС	Проверить имеется ли возможность несанкционированного отключения питания ВС. Для его исключения пломбируют разъемные соединения цепей питания, в том числе подключение блока питания к электросети. При необходимости обеспечения надежного электропитания ВС применить блок бесперебойного питания.
Неисправности в тепловычислителе	Отправить на предприятие-изготовитель.

7 Транспортирование и хранение

Тепловычислитель может транспортироваться любым видом транспорта, при условии соблюдения следующих норм: обязательное упаковывание в транспортную тару, обеспечение защиты от дождя и снега. При транспортировании также должны соблюдаться: температура окружающего воздуха (от минус 50 до 50 °С); относительная влажность (до 95 % без конденсации влаги).

Хранение тепловычислителя возможно без упаковки, в закрытых отапливаемых помещениях, при температуре от 10 до 30 °С и относительной влажности до 95 %. Не допускается конденсация влаги. Хранить тепловычислители следует на стеллажах, избегая их складирования друг на друга. Расстояние до отопительных устройств должно быть не менее 0,5 м. Воздух не должен содержать пыли, паров кислот и щелочи, а также газов, вызывающих коррозию. При хранении не требуется консервации и обслуживания.

8 Поверка

Настоящая методика распространяется на тепловычислители Аксиома и устанавливает методы и средства их поверки. Тепловычислители, в соответствии с ПР 50.2.006, подвергают поверке при выпуске из производства, после ремонта, в процессе эксплуатации, после хранения, в случае нарушения пломб, а также, в случае утраты документа, подтверждающего их поверку. В случае ремонта, не связанного с повреждением пломб, поверка тепловычислителя не проводится до истечения срока установленной периодичности.

Интервал между поверками – 4 года.

8.1 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр (8.4.1);
- опробование (8.4.2);
- определение метрологических характеристик (8.4.3);
- проверка идентификационных данных программного обеспечения (8.4.4).

8.2 Средства поверки

При проведении поверки используются следующие средства поверки:

- Магазин сопротивлений Р4831, диапазон (0,001 - 111111,110) Ом, класс точности 0,02;
- Милливольтметр цифровой В7-34А, диапазон измерения от 1 мкА до 50 мА, класс точности 0,1;
- Частотомер Ч3-54, диапазон от 0,1 Гц до 150 МГц, погрешность $\pm 2 \cdot 10^{-8}$.

Вспомогательные средства:

- IBM PC-совместимый ПК;
- Имитатор импульсов ИИ НПЦВ 468999.001ТУ, диапазон от 0,0001 до 99,9999 с.
- Имитатор тока ИТ НПЦВ 468999.001ТУ, диапазон (0 – 50) мА

Допускается использование средств поверки, отличающихся от указанных, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

Все средства измерения должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и знаки поверки.

8.3 Условия проведения поверки и подготовка к ней

8.3.1 Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха (65 ± 15) %;
- атмосферное давление (84 – 106,7) кПа;

8.3.2 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должна быть собрана схема в соответствии с рисунком 8.1. Электрическая схема подключения к тепловычислителю приведена в приложении Б и В.

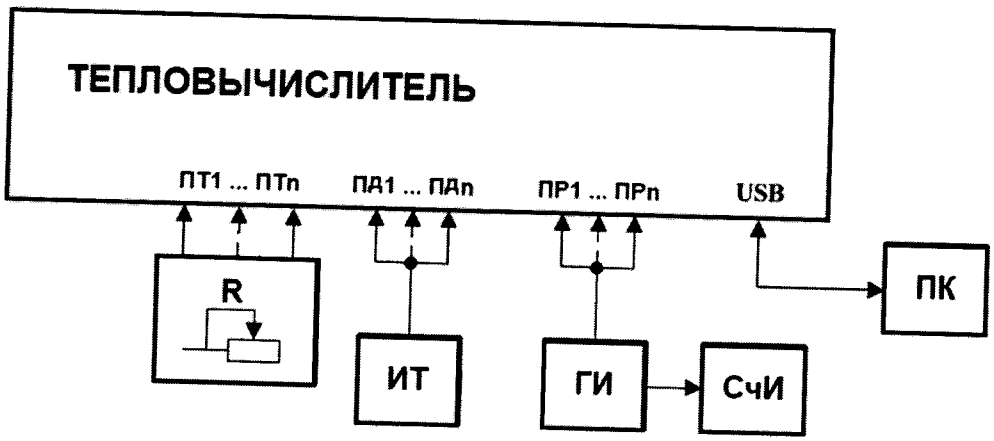


Рисунок 8.1 - Схема подключения тепловычислителя

где,

R – магазин сопротивлений;
ГИ – генератор импульсов;
ПК – персональный компьютер;
ПР – преобразователь расхода (расходомер, расходомер-счетчик и т.д.);
ПТ – преобразователь температуры;
ПД – преобразователь давления;
ИТ – источник тока;
СчИ –счетчик импульсов.

При имитационной поверке тепловычислителя магазин сопротивлений (R) имитирует ПТ, генератор импульсов (ГИ) – ПР, источники тока (ИТ) - ПД.

Подключение тепловычислетеля к ПК осуществляется через интерфейс USB. Для просмотра измеряемых значений сопротивления, тока и частоты и других величин предназначена вкладка «Поверка» в программе «AKSconfig».

Перед началом измерений выполняют следующие действия:

- устанавливают переключатель защиты на верхней части тепловычислителя согласно рисунку 8.2;

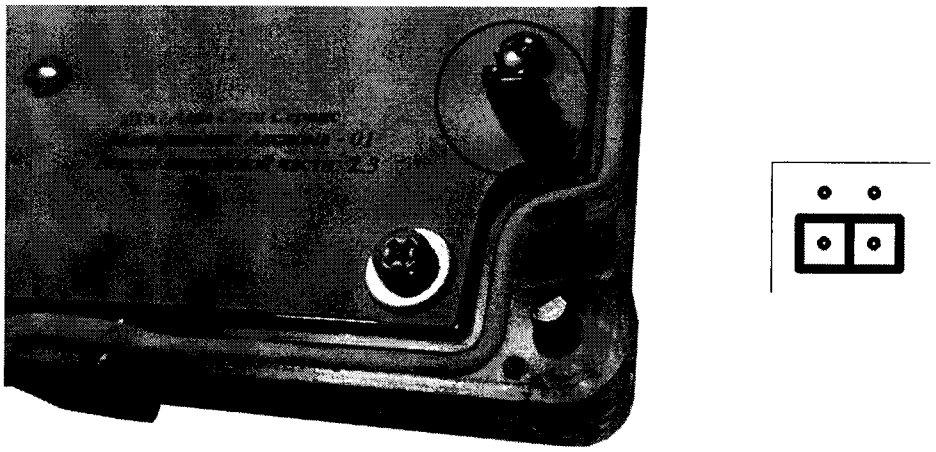


Рисунок 8.2 – Переключатель защиты тепловычислителя

- соединяют кабелем USB тепловычислитель и ПК через соответствующие разъемы;

- устанавливают драйвер для работы с тепловычислителем (поставляется с ПО);

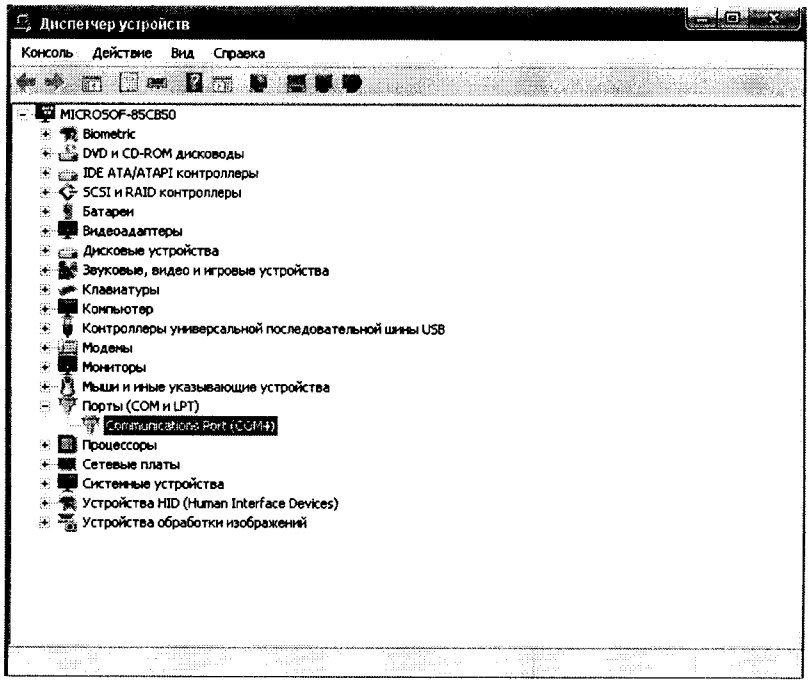


Рисунок 8.3 – Диспетчер устройств

- в диспетчере устройств открывают пункт «Порты», и обращают внимание на номер, присвоенный COM-порту в строке «Communications Port» (рисунок 8.3);

- запускают программу «AKSconfig (необходим установленный .NET Framework не ниже v. 4.0);

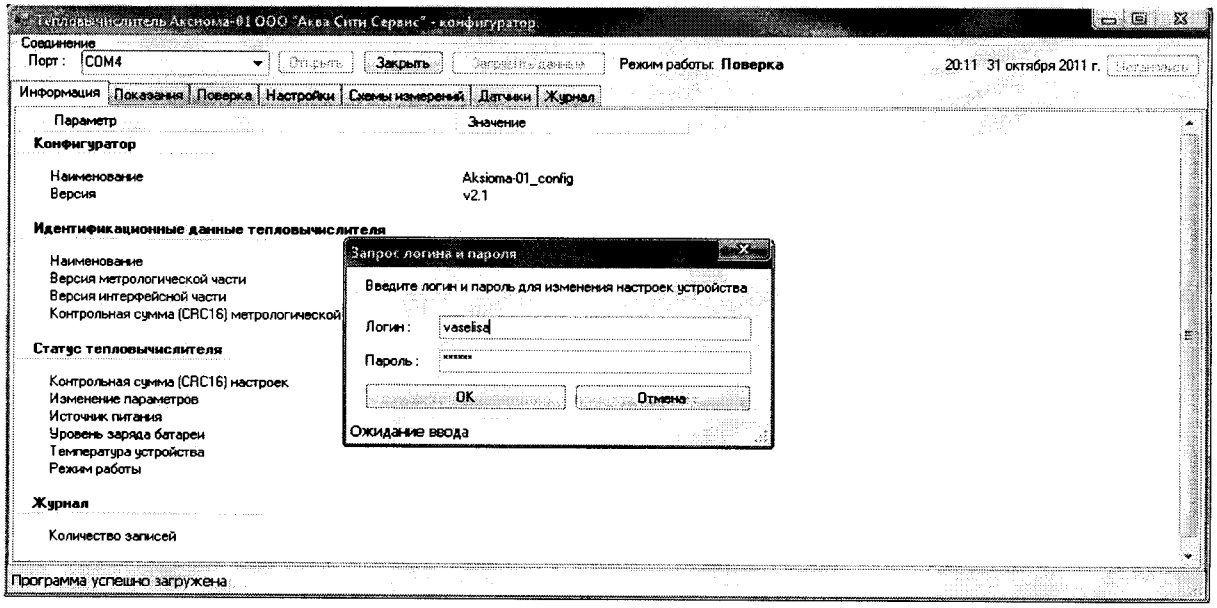


Рисунок 8.4 – Ввод логина и пароля

- выбирают порт с номером, присвоенным «Communications Port»;

- нажимают кнопку «Открыть». В появившимся окне вводят логин и пароль (рисунок 8.4);

- выбирают вкладку «Настройки», в разделе «Тепловычислитель», выделяют строку настройки «Режим работы» и нажимают кнопку «Изменить параметры». В появившемся окне устанавливают параметр «Поверка» и наживают «Внести изменения»;

- настраивают тепловычислитель на схему измерений. Для этого выбирают вкладку «Схемы измерений», в разделе «Алгоритм расчета» и нажимают кнопку «Изменить». В появившимся окне, выбирают схему измерений и формулу расчета по номеру 1. По данной схеме будут задействованы все каналы измерений;

- настраивают каналы измерений тепловычислителя, для этого во вкладке «Датчики» выбирают соответствующие первичные преобразователи и необходимые каналы измерения, вводят значения согласно таблице 8.2;

Таблица 8.2 – настройка каналов измерения тепловычислителя

Первичный преобразователь	Условное обозначение канала измерения	Настройки датчиков тепловычислителя
Термопреобразователь сопротивления	$t_{1...4}$	Параметр – Автоматически; Тип – Платиновый, a = 0,00385; Ном. сопротивление – 500 Ом; Температура при НС, $t_{нс}$ – 60 °С.
Преобразователь давления	$P_{1...4}$	Параметр – Автоматически; Макс. давление, P_{max} – 1,6 МПа; Знач. тока при P=0, I_0 – 4 мА; Знач. тока при P= P_{max}, I_{max} – 20 мА; Давление при НС, $P_{нс}$ – 1 МПа.
Преобразователь расхода (водосчетчик)	$V_{1...4}$	Вес импульса, В – 100 дм^3/имп; Температурный коэфф., k – 0 %/10°С

- переходят во вкладку «Поверка» и нажимают кнопку «Активировать».

Примечание

Поверка может выполняться в режиме настройки тепловычислителя. Каналы измерения и функции тепловычислителя, не связанные с поверяемым каналом, могут отключаться.

8.4 Проведение поверки

8.4.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

- маркировка тепловычислителя и условные обозначения клавиш должны быть четкими;
- корпус и дисплей не должны иметь механических повреждений, препятствующих работе тепловычислителя.

Результаты считают положительными, если выполняются требования 8.4.1.

8.4.2 Опробование

При опробовании проверяется наличие индикации измеряемых и контролируемых параметров, коммуникационной связи с персональным компьютером, сигналов на выходах. При подаче на измерительные каналы тепловычислителя сигналов, соответствующих измеряемым параметрам, должны изменяться соответствующие показания тепловычислителя и значения сигналов на информационных выходах.

Результаты считают положительными, если выполняются требования 8.4.2.

8.4.3 определение метрологических характеристик

8.4.3.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в температуру теплоносителя

Подключить магазин сопротивлений ко входу (каналу) тепловычислителя. Установить сопротивление магазина R1 в соответствии с таблицей 8.3.

Таблица 8.3 – Соответствие температуры задаваемому сопротивлению (по ГОСТ 6651-2009)

НСХ	Значения температуры $t_з$, °С				
	0	50	100	150	180
	Значения сопротивления, Ом				
Pt500	500,0	597,0	692,55	786,65	842,4

Абсолютную погрешность при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в температуру теплоносителя рассчитывают по формуле

$$\Delta_t = t_и - t_з, \quad (1)$$

где $t_и$ – значение температуры, измеренное тепловычислителем, °С;

$t_з$ – значение температуры, соответствующее заданному значению сопротивления по таблице 8.3, °С.

Операции по 8.4.3.1 повторить с каждым каналом.

Результаты считают положительными, если абсолютная погрешность для каждого канала находится в интервале ±0,1 °С.

8.4.3.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности при измерении и преобразовании сигналов измерительных преобразователей в разность температур

Установить сопротивление магазина R1 (канал t1) и R2 (канал t2) в соответствии с таблицей 8.4.

Абсолютную погрешность при измерении и преобразовании сигналов измерительных преобразователей в разность температур теплоносителя рассчитать по формуле

$$\Delta(\Delta t) = \Delta t_и - \Delta t_з, \quad (2)$$

где $\Delta t_и$ - значение разности температур теплоносителя, измеренное тепловычислителем, °С;

$\Delta t_з$ - заданное значение разности температур теплоносителя из таблицы 8.4,°С.

Таблица 8.4 – Соответствие разности температур задаваемому сопротивлению (по ГОСТ 6651-2009)

НСХ	α, °С$^{-1}$	Сопротивление, Ом		Заданное значение температуры, °С		
		Канал t1	Канал t2	Канал t1	Канал t2	Δt
Pt500	0,00385	509,75	511,7	5	6	1
Pt500	0,00385	509,75	548,65	5	25	20
Pt500	0,00385	509,75	842,4	5	180	175

Операции по 8.4.3.2 повторить с каждой парой каналов.

Результаты считают положительными, если абсолютная погрешность для каждой пары каналов находится в интервале ± (0,03 + 0,0006Δt) °С.

8.4.3.3 Проверка диапазона измерений и определение приведенной погрешности при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в давление

Тепловычислитель настроить на диапазон от 0 до 20 мА и соответствующее ему давление от 0 до 1,6 МПа.

Установить ток с помощью имитатора ИТ в соответствии с таблицей 8.5. Измерить значение тока милливольтметром.

Таблица 8.5 - Соответствие давления задаваемому току

Значение тока, мА	Заданное давление, МПа
1,250	0,1000
2,500	0,2000
3,750	0,3000
8,000	0,6400
12,000	0,9600
16,000	1,2800
20,000	1,6000

Приведенную погрешность при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в давление рассчитать по формуле

$$\gamma P = \frac{P_и - P_з}{P_д} \cdot 100, \quad (3)$$

где $P_и$ – значение давления теплоносителя, измеренное тепловычислителем, МПа;

$P_з$ – заданное значение давления теплоносителя из таблицы 8.5, МПа;

$P_д$ – верхний предел диапазона измерений давления теплоносителя (1,6 МПа).

Операции по 8.4.3.3 повторить с каждым каналом.

Результаты считают положительными, если приведенная погрешность для каждого канала находится в интервале ± 0,25 %.

8.4.3.4 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в объем теплоносителя

Подключить частотомер и имитатор импульсов к каналу V1.

Установить в настройках тепловычислителя вес импульса согласно таблице 8.6.

Таблица 8.6 - Параметры тепловычислителя при измерении объема

Заданное значение объема $V_з$, м^3	Установленный вес импульса В, дм^3/имп (№ канала)				Количество импульсов, шт
	1	2	3	4	
0,01	0,1	0,1	0,1	0,1	100
10000	1000	1000	1000	1000	10000
100000000	10^6	10^6	10^6	10^6	100000

Подать на тепловычислитель количество импульсов с частотой не более 1000 Гц согласно таблице 8.6 и их количество измерить частотомером.

4.8.2 Относительную погрешность при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в объем теплоносителя рассчитать по формуле

$$\delta V = \frac{V_и - V_з}{V_з} \cdot 100, \quad (4)$$

где $V_и$ – значение объема теплоносителя, измеренное тепловычислителем, м^3;

$V_з$ – заданное значение объема теплоносителя, согласно таблице 8.6, м^3.

Операции по 8.4.3.4 повторить с каждым каналом.

Результаты считают положительными, если относительная погрешность для каждого канала находится в интервале ± 0,1 %.

8.4.3.5 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в массу

Задать значения температуры t_1 = 0; 100; 180 °С, значения давления P_1=1,6 МПа, P_2, P_3, P_4 = 0,1 МПа.

Подключить частотомер и имитатор импульсов к каналу V1. Установить в настройках тепловычислителя вес импульса согласно таблице 6 и температурный коэффициент k = 0 %/10 °С. Подать на тепловычислитель количество импульсов указанных в таблице 8.7 с частотой не более 1000 Гц и их количество измерить частотомером.

4.9.3 Относительную погрешность при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в массу теплоносителя рассчитать по формуле

$$\delta M = \frac{M_и - M_з}{M_з} \cdot 100, \quad (5)$$

где $M_и$ – значение массы теплоносителя, измеренное тепловычислителем, т;

$M_з$ – заданное значение массы теплоносителя, согласно таблице 8.7, т.

Таблица 8.7 – Параметры тепловычислителя при измерении массы

Заданное значение массы M_3, т	Заданное значение температуры, °С (№ канала)				Установленный вес импульса В, $дм^3$/имп (№ канала)				Количество импульсов, шт.
	1	2	3	4	1	2	3	4	
0,01186	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	100
10023,16	100	100	100	100	1000	1000	1000	1000	10000
90422200,00	180	180	180	180	10^6	10^6	10^6	10^6	100000

Операции по 8.4.3.5 повторить с каждым каналом.

Результаты считают положительными, если относительная погрешность для каждого канала находится в интервале ± 0,1 %.

8.4.3.6 Определение относительной погрешности при измерении интервалов времени

Подключить частотомер к тепловычислителю, установить в тепловычислителе режим генерации импульсов длительностью 1 с, измерить длительность импульса частотомером.

Относительную погрешность при измерении интервалов времени рассчитать по формуле

$$\delta T = \frac{T_т - T_ч}{T_ч} \cdot 100, \qquad (6)$$

где $T_т$ – установленное значение длительности импульса в тепловычислителе, 1 с;

$T_ч$ – измеренное значение длительности импульса частотомером, с.

Результаты считают положительными, если относительная погрешность находится в интервале ± 0,01 %.

По завершению поверки тепловычислителя выполнить операции:

- нажать кнопку «Деактивировать».
- перевести тепловычислитель в режим «Отключен», для этого выбрать вкладку «Настройки», в разделе «Тепловычислитель» выделить строку настройки «Режим работы» и нажать кнопку «Изменить параметры». В появившемся окне установить параметр «Отключен» и нажать «Внести изменения»;
- нажать кнопку «Закрыть»
- завершить программу «AKSconfig»;

- отключить соединители от разъемов тепловычислителя, соединить вместе обе части корпуса тепловычислителя и закрутить крепежные винты.

8.4.4 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения тепловычислителя проводится сравнением идентификационных данных в меню «Информация» с идентификационными данными, указанными в таблице 8.6.

Результаты считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения тепловычислителя соответствуют приведенным в таблице 8.6.

Таблица 8.6 – Идентификационные данные программного обеспечения тепловычислителя

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Тепловычислители Аксиома	TV	2.01	0xC7ED	CRC16

8.5 Оформление результатов поверки

Результаты заносят в протокол, форма которого приведена в приложении А.

При положительных результатах поверки тепловычислитель признают пригодным к эксплуатации, оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006 или делают запись в паспорте, заверенную подписью поверителя с нанесением знака поверки.

При отрицательных результатах поверки тепловычислитель признают непригодным к эксплуатации, свидетельство и запись в паспорте о предыдущей поверке аннулируют, выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006 и делают соответствующую запись в паспорте.

Приложение А – Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____

Тепловычислитель Аксиома, модификация Аксиома-_____

Заводской номер:

Принадлежит:

Дата изготовления:

Средства поверки:

Условия поверки:

1 Результаты внешнего осмотра:

2 Результаты опробования:

Таблица – Результаты расчета основной абсолютной погрешности при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в температуру теплоносителя

Заданное значение температуры $t_з$, °С	Значения сопротивления, Ом	Значение температуры измеренное тепловычислителем $t_и$, °С	Абсолютная погрешность при измерении и преобразовании сигнала ИП температуры Δt, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении и преобразовании сигнала ИП температуры, °С
		№ канала		
0	500,0			± 0,1
50	597,0			± 0,1
100	692,55			± 0,1
150	786,65			± 0,1
180	842,4			± 0,1

Таблица – Результаты расчета абсолютной погрешности при измерении и преобразовании сигналов измерительных преобразователей в разность температур

НСХ	Сопротивление Ом		Заданное значение температуры, °С			Измеренное значение разности температур, $\Delta t_{изм}$ °С	Абсолютная погрешность при измерении и преобразовании сигналов измерительных преобразователей в разность температур, Δt, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении и преобразовании сигналов измерительных преобразователей в разность температур, °С
	Канал t1	Канал t2	Канал t1	Канал t2	Δt			
Pt500	509,75	515,6	5	6	1			± 0,031
Pt500	509,75	548,65	5	25	20			± 0,042
Pt500	509,75	842,4	5	180	175			± 0,14

Таблица – Результаты расчета приведенной погрешности при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в давление

№ измерения	Установленное значения тока, мА	Расчетное значение давления, МПа	Измеренное значение давления, МПа	Приведенная погрешность преобразования и вычисления давления, %	Пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования и вычисления давления, %
1	1,250	0,1000			± 0,25
2	2,500	0,2000			± 0,25
3	3,750	0,3000			± 0,25
4	8,000	0,6400			± 0,25
5	12,000	0,9600			± 0,25
6	16,000	1,2800			± 0,25
7	20,000	1,6000			± 0,25

Таблица – Результаты расчета относительной погрешности при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в объем теплоносителя

Заданное значение объема $V_з$, $м^3$	Значение объема, измеренное тепловычислителем, $м^3$ (№ канала)				Относительная погрешность при измерении и преобразовании сигнала ИП расхода в объем δV, % (№ канала)				Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении и преобразовании сигнала ИП расхода в объем, %
	1	2	3	4	1	2	3	4	
0,01									±0,1
10000									±0,1
100000000									±0,1

Таблица – Результаты расчета относительной погрешности при измерении и преобразовании сигнала измерительного преобразователя в массу теплоносителя

Заданное значение объема $M_з$, т	Заданное значение температуры, °С	Значение массы, измеренное тепловычислителем, т (№ канала)				Относительная погрешность при измерении и преобразовании сигнала ИП в массу δM, % (№ канала)				Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении и преобразовании сигнала ИП в массу, %
		1	2	3	4	1	2	3	4	
0,01186	0									±0,1
10023,16	100									±0,1
90422200,00	180									±0,1

Таблица – Расчет относительной погрешности при измерении интервалов времени

Заданное значение длительности импульса, с	Измеренное значение длительности импульса, с	Относительная погрешность при измерении интервалов времени, %	Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении интервалов времени, %
1			± 0,01

Заключение по результатам поверки:

На основании положительных результатов поверки выдано свидетельство о поверке

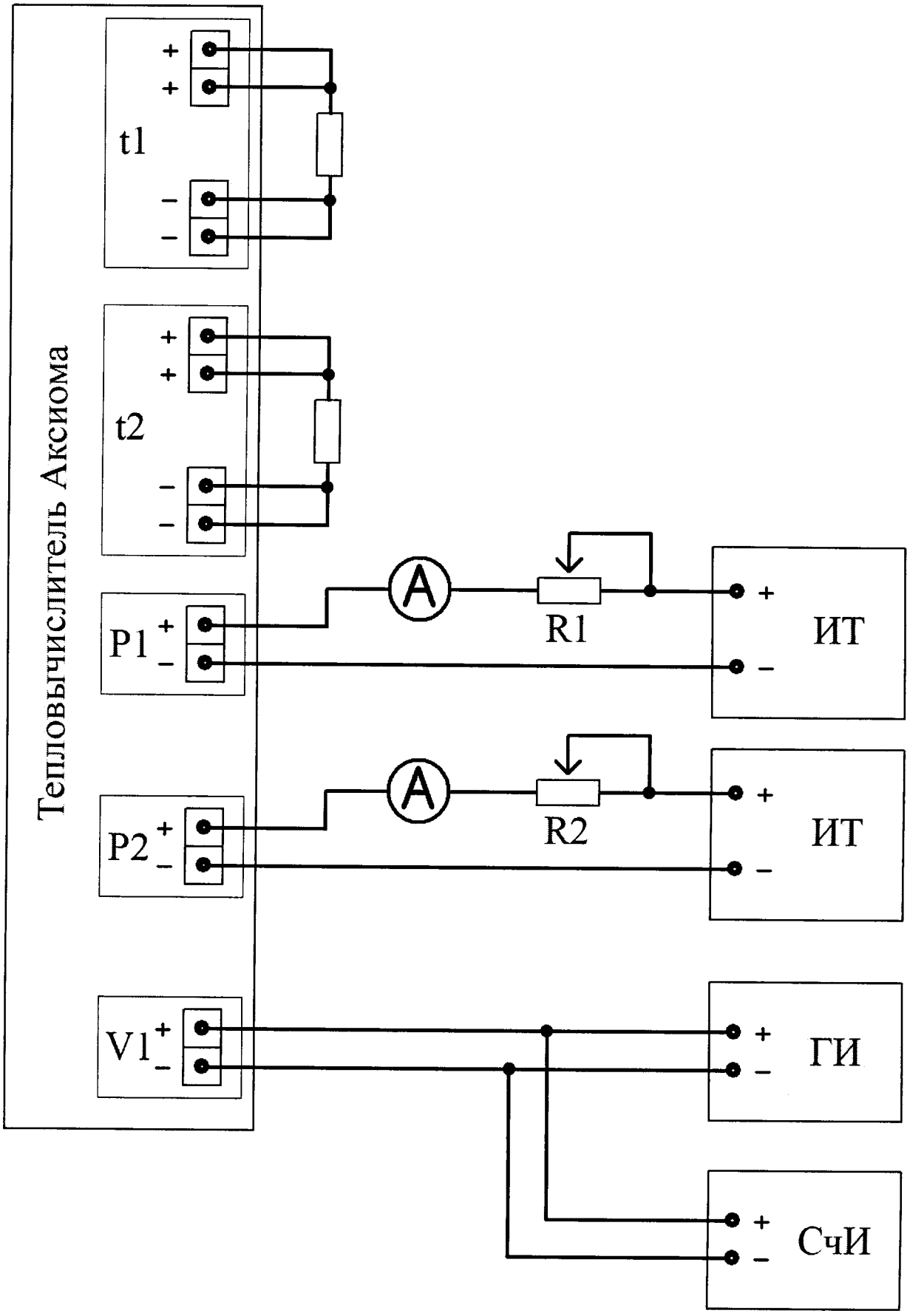
На основании отрицательных результатов поверки выдано извещение о непригодности

№ _____ от _____201_ г.

Дата поверки _____ Подпись поверителя _____

Организация, проводившая поверку_____

Приложение Б – Схема подключения при поверке



Приложение В – Схема подключения для измерения интервалов времени

