

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ФГУП «СНИИМ»

В.Ю. Кондаков

«17» июня 2019 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерений количества и параметров топливного газа на узле
коммерческого учета топливного газа УКУТГ ООО «СИБУР Тобольск»

Методика поверки

МП-200-РА.RU.310556-2019

г. Новосибирск

2019 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и параметров топливного газа на узле коммерческого учета топливного газа УКУТГ ООО «СИБУР Тобольск» (далее - система), предназначенную для измерений объемного расхода (объема) приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63, температуры и давления топливного газа (далее - газ).
- 1.2 Первичная поверка проводится при вводе в эксплуатацию системы, а также после ремонта.
- 1.3 . Периодическая поверка проводится по истечении интервала между поверками.
- 1.4 Интервал между поверками – 2 года.
- 1.5 Средства измерений (далее – СИ), входящие в состав Системы и поверяемые отдельно, поверяют с интервалом между поверками и по методикам поверки, установленным при утверждении их типа. Если очередной срок поверки какого-либо СИ наступает до очередного срока поверки Системы, поверяется только это СИ. При этом поверка Системы (в том числе в части измерительного канала, в состав которого входит это СИ) не проводится.
- 1.6 Допускается проведение поверки отдельных автономных блоков из состава Системы (измерительных линий) в соответствии с заявлением владельца Системы с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

- 2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки
1 Внешний осмотр	7.1
2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	7.2
3 Проверка защиты ПО от несанкционированного доступа	7.3
4 Опробование	7.4
5 Проверка метрологических характеристик	7.5

- 2.2 При получении отрицательного результата при проведении какой-либо из операций поверка прекращается.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

- 3.1 При проведении поверки применяют эталоны и средства измерений приведенные в таблице 2.
- 3.2 При проведении поверки СИ, входящих в состав системы и поверяемых отдельно, применяют средства поверки, указанные в документах на методики поверки, приведенных в таблице 3.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2 - 7.5	Измеритель-регистратор температуры и относительной влажности EClerk-M-11-RHT (Рег. № 61870-15) Температура: от -40 до +70 °С ПГ ±1,0 °С Относительная влажность: от 10 до 90 % ПГ ±3 %
7.2 - 7.5	Измеритель абсолютного и дифференциального давления газа МБГО-2. (Рег. № 39837-08) Диапазон измерений от 40 до 150 кПа; ПГ ±(30+0,001·Р) Па
7.5	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 Ex: диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 25 мА, пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения ±(10 ⁻⁴ ·I + 1) мкА
Примечания: 1 Все применяемые средства измерений должны быть поверены, а эталоны аттестованы в установленном порядке. 2 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик системы с требуемой точностью.	

Таблица 3 – Методики поверки СИ, входящих в состав системы и поверяемых отдельно

Наименование СИ	Документ
Счетчики газа ультразвуковые FLOWSIC 600 (Рег. № №43981-11)	МП 43981-11 «Инструкция. ГСИ. Счетчики газа ультразвуковые FLOWSIC 600. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП ВНИИР 5 апреля 2010 г.
Преобразователи (датчики) давления измерительные EJ* мод. EJX510A (рег. №59868-15)	МП 59868-15 «Преобразователи (датчики) давления измерительные EJ*. Методика поверки», утвержденный ФГУП «ВНИИМС» в 14.04.2014 г.
Термопреобразователи сопротивления серии TR мод. TR10-L (рег. № 64818-16)	ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки»
Преобразователи вторичные серии Т мод. Т32.1S (рег. № 50958-12)	МП 2411-0080-2012 «Преобразователи вторичные серии Т, модификаций Т32.1S , Т32.3S, фирмы «WIKА Alexander Wiegand SE & Co. KG», Германия. Методика поверки», утвержденный ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 24.07.2012г.
Комплексы измерительно-вычислительные и управляющие STARDOM (рег. № 27611-14)	МП 27611-14 «Комплексы измерительно-вычислительные и управляющие STARDOM. Методика поверки», утвержденный ФГУП «ВНИИМС» 01.09.2014 г.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Поверка выполняется специалистами, аккредитованной в установленном порядке метрологической службы, ознакомившимися с технической и эксплуатационной документацией и настоящей методикой поверки, имеющие удостоверение на право работы с напряжением до 1000 В (квалификационная группа по электробезопасности не ниже третьей).

- 4.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования охраны труда предприятия, на котором проводят поверку системы. Должны выполняться требования действующих нормативных актов, инструкций по охране труда и окружающей среды.
- 4.3 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей» и эксплуатационной документации системы, ее компонентов и применяемых средств поверки.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

- 5.1 Условия поверки измерительных компонентов системы указаны в методиках поверки на эти компоненты.
- 5.2 Условия поверки системы должны соответствовать условиям ее эксплуатации, нормированным в технической документации, но не выходить за нормированные условия применения средств поверки.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

- 6.1 Выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности.
- 6.2 Проверить наличие и работоспособность основных и вспомогательных средств поверки, перечисленных в таблице 2.
- 6.3 Проверить наличие действующих свидетельств или отметок о поверке на средства измерения, перечисленные в таблице 2.
- 6.4 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

- 7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:
- наличие паспорта на систему;
 - наличие паспортов (формуляров) на СИ, входящих в состав ИК системы;
 - наличие свидетельства о предыдущей поверке системы (при периодической поверке);
 - соответствие состава и комплектности системы паспорту;
 - выполнение требований технической документации к монтажу СИ, измерительно-вычислительных и связующих компонентов системы;
 - наличие и целостность пломб на средствах измерений, входящих в состав ИК, в местах, предусмотренных их эксплуатационной документацией;
 - отсутствие механических повреждений и дефектов компонентов, входящих в состав ИК, которые могут повлиять на их работоспособность;
 - наличие маркировки линий связи и компонентов ИК.
- 7.1.2 Внешний осмотр проводят визуально без снятия напряжения питания с компонентов ИК.
- 7.1.3 Результаты проверки считают положительными, если монтаж СИ, измерительно-вычислительных и связующих компонентов системы, внешний вид и комплектность системы соответствуют требованиям технической документации, средства измерений, входящие в состав измерительных каналов опломбированы в соответствии с требованиями технической документации на них.

7.2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

- 7.2.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения проводят путем сравнения идентификационных данных модулей ПО «КПТС Stardom-Flow» с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и указанных в описании типа.
- 7.2.2 Идентификационные признаки (контрольная сумма CRC16) применяемых модулей отображаются программой конфигурирования вычислителей «С-Flow» из состава ПО «КПТС Stardom-Flow» установленной на инженерной станции.
- 7.2.3 Результат проверки идентификационных данных ПО считают положительным, если установлено полное соответствие идентификационных данных ПО.

7.3 Проверка защиты ПО от несанкционированного доступа

- 7.3.1 Проверку защиты ПО от несанкционированного доступа проводят на физическом и программном уровнях.
- 7.3.2 Защиту ПО от несанкционированного доступа на физическом уровне проводят проверкой ограничения доступа в шкафы с оборудованием системы.
- 7.3.3 Проверку защиты ПО от несанкционированного доступа на программном уровне проводят следующим образом:
 - проверяют корректность реализации управления доступом пользователя к программному обеспечению системы и данным при вводе неправильных логина или пароля пользователя;
 - проверяют возможность получения доступа без авторизации пользователя;
 - проверяют соответствие полномочий пользователей, имеющих различные права доступа.
- 7.3.4 Результат проверки считают положительным, если осуществляется авторизованный доступ к программному обеспечению и данным системы и ограничен доступ в шкафы с оборудованием.

7.4 Опробование

- 7.4.1 Опробование работы системы проводят путем вывода значений на панель оператора.
- 7.4.2 Проверку функционирования и исправности линий связи проводят с рабочего места оператора путем визуального наблюдения на экране текущих значений технологических параметров и архивных данных в установленных единицах.
- 7.4.3 Проверяют отсутствие сообщений об ошибках и неисправностях ИК системы.
- 7.4.4 Результат опробования считают положительным, если на панели оператора отображается информация о текущих и архивных значениях, отсутствуют сообщения об ошибках.

7.5 Проверка метрологических характеристик

- 7.5.1 Проверяют наличие действующих результатов поверки на средства измерений, входящие в состав системы.
- 7.5.2 Метрологические характеристики средств измерений принимают равными значениям, приведенным в эксплуатационной документации при наличии на них действующих результатов поверки.
- 7.5.3 Проверка метрологических характеристик ИК температуры и давления проводят поэлементным методом: погрешности определяют отдельно для ПИП и связующих и комплексных компонентов ИК.
- 7.5.4 Погрешность преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в значение измеряемого параметра проводят в следующем порядке:

- отключают ПИП от линии связи;
- к соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим имитации электрических сигналов силы постоянного тока согласно инструкции по эксплуатации на него;
- выбирают пять проверяемых точек X_i , $i = 1..5$, равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра ИК.
- на вход связующих и комплексных компонентов ИК через линию связи подают от калибратора электрический сигнал I_i , мА, значение которого соответствует значению X_i , который рассчитывают по формуле:

$$I_i = \frac{16}{X_{max} - X_{min}} (X_i - X_{min}) + 4 \quad (1)$$

где X_{max} – максимальное значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, в единицах измерений физической величины

X_{min} – минимальное значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, в единицах измерений физической величины.

- считывают с панели оператора и фиксируют показания Y_i в единицах измерений физической величины;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение погрешности (в зависимости от вида нормируемой погрешности):

$$\Delta_{ЭТi} = Y_i - X_i \quad (2)$$

$$\gamma_{ЭТi} = \frac{\Delta_{ЭТi}}{X_n} \cdot 100 \quad (3)$$

где $\Delta_{ЭТi}$ - абсолютная погрешность связующих и комплексных компонентов ИК, в абсолютных единицах измерений физической величины;

$\gamma_{ЭТi}$ – приведенная погрешность связующих и комплексных компонентов ИК, %;

X_n – нормирующее значение, в абсолютных единицах измерений физической величины.

7.5.5 Значение погрешности ИК абсолютного давления, γ_p , %, вычислить по формуле:

$$\gamma_p = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{ПИП}^2 + \gamma_{ЭТ}^2} \quad (4)$$

где

$\gamma_{ПИП}$ – пределы приведенной погрешности измерений ПИП абсолютного давления, %;

$\gamma_{ЭТ}$ - значение приведенной погрешности ЭТ ИК, %.

7.5.6 Значение погрешности ИК температуры, Δ_m , °С, вычислить по формуле:

$$\Delta_T = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{ПИП}^2 + \Delta_{ЭТ}^2} \quad (5)$$

где

$\Delta_{ПИП}$ – сумма пределов абсолютных погрешностей термопреобразователя сопротивления TR10-L и вторичного преобразователя T32.1S, °С;

$\Delta_{ЭТ}$ – значение абсолютной погрешности ЭТ ИК, °С.

7.5.7 Относительную погрешность измерений объемного расхода (объема) газа в рабочих условиях принимают равной пределу допускаемой относительной погрешности измерений счетчиков газа ультразвуковых FLOWSIC 600, приведенных в их эксплуатационной документации.

7.5.8 Проверку относительной погрешности измерений объемного расхода и объема топливного газа, приведенного к стандартным условиям проводят в следующем порядке:

7.5.8.1 Значения границ относительной погрешности измерений (при доверительной вероятности 0,95) объемного расхода и объема топливного газа, приведенных к стандартным условиям, принимают равной относительной расширенной неопределенности при измерении (при коэффициенте охвата 2) объемного расхода и объема топливного газа, приведенных к стандартным условиям.

7.5.8.2 Расчет относительной расширенной неопределенности измерений объемного расхода и объема топливного газа, приведенных к стандартным условиям выполняют ручным способом или при помощи программного комплекса «Расходомер ИСО» (модуль ГОСТ 8.611-2013), а также другими программными комплексами, аттестованными в установленном порядке.

7.5.8.3 Относительную расширенную неопределенность измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, U'_{qc} , %, рассчитывают по формуле:

$$U'_{qc} = \pm 2u'_{qc} \quad (6)$$

где u'_{qc} - относительная суммарная стандартная неопределенность измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, %

7.5.8.4 Относительную суммарную стандартную неопределенность измерений объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, u'_{qc} , %, рассчитывают по формуле:

$$u'_{qc} = [u'^2_{qv} + u'^2_b + (1 - \vartheta_{kp})u'^2_p + (1 + \vartheta_{kt})u'^2_T + \tilde{u}'^2_k]^{0,5} \quad (7)$$

где u'_{qv} - относительная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях;

u'_b - относительная стандартная неопределенность КИТС «STARDOM-Flow» при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, %;

u'_p - относительная стандартная неопределенность измерений абсолютного давления газа;

u'_T - относительная стандартная неопределенность измерений температуры газа;

\tilde{u}'_k - относительная стандартная неопределенность определения коэффициента сжимаемости газа с учетом неопределенности определения компонентного состава газа, без учета неопределенности измерений давления и температуры;

p - абсолютное давление газа, МПа;

T - термодинамическая температура газа, К;

ϑ_{kp} - относительный коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости к изменению давления;

ϑ_{kt} - относительный коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости к изменению температуры;

7.5.8.5 Относительную стандартную неопределенность результата измерений объемного расхода газа при рабочих условиях рассчитывают по формуле:

$$u'_{qv} = \sqrt{(0,5 \cdot \delta_q)^2 + (0,5 \cdot \delta_n)^2} \quad (8)$$

где δ_q - пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода газа в рабочих условиях с помощью расходомера счетчика, %;

δ_n - пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразования входного число-импульсного сигнала модулем комплекса измерительно-вычислительного и управляющим STARDOM.

7.5.8.6 Относительную стандартную неопределенность результата измерений абсолютного давления газа рассчитывают по формуле:

$$u'_p = \sqrt{\left(0,5 \cdot \frac{p_B - p_H}{p}\right)^2 \cdot (\gamma_{op}^2 + \gamma_{oивк}^2 + \gamma_{дивк}^2)} \quad (9)$$

где γ_{op} - пределы допускаемой основной приведенной погрешности EJX510A, %;

$\gamma_{oивк}$ - пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала модулем ввода комплекса измерительно-вычислительного и управляющего STARDOM, %;

$\gamma_{дивк}$ - пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала модулем ввода комплекса измерительно-вычислительного и управляющего STARDOM

7.5.8.7 Относительную стандартную неопределенность результата измерений температуры газа рассчитывают по формуле:

$$u'_T = \frac{0,5(t_B - t_H)}{273,15 + t} \sqrt{\left(\Delta_c \frac{100}{(t_B - t_H)}\right)^2 + \left(\Delta_{про} \frac{100}{(t_B - t_H)}\right)^2 + \left(\Delta_{прд} \frac{100}{(t_B - t_H)}\right)^2 + \gamma_{oивк}^2 + \gamma_{дивк}^2} \quad (10)$$

где

t_B - верхний предел диапазона измерений температуры, °C

t_H - нижний предел диапазона измерений температуры, °C

t - температура газа, °C

Δ_c - пределы абсолютной погрешности измерений TR10-L, °C

$\Delta_{про}$ - пределы основной абсолютной погрешности T32.1S, °C

$\Delta_{прд}$ - пределы дополнительной абсолютной погрешности измерений T32.1S, °C

7.5.8.8 Составляющую относительной стандартной неопределенности определения коэффициента сжимаемости газа, \tilde{u}'_K , без учета неопределенности измерений давления и температуры, рассчитывают по формуле:

$$\tilde{u}'_K = \sqrt{u'_{z_f}{}^2 + u'_{z_{cf}}{}^2 + \sum_{i=1}^n (\vartheta_{z/z_{cx_i}} \cdot u'_{x_i})^2} \quad (11)$$

где

u'_{z_f} - относительная неопределенность, приписанная уравнению, применяемому для расчета фактора сжимаемости при рабочих условиях согласно ГСССД МР 118-2005;

$u'_{z_{cf}}$ - относительная неопределенность, приписанная уравнению, применяемому для расчета фактора сжимаемости при стандартных условиях согласно ГСССД МР 118-2005;

$\vartheta_{z/z_{cx_i}}$ - относительные коэффициенты чувствительности отношения фактора сжимаемости газа при рабочих условиях к фактору сжимаемости газа при стандартных условиях к изменению содержания i -го компонента газа.

7.5.8.9 Относительную стандартную неопределенность определения объемной доли i -го компонента газа u'_{x_i} , рассчитывают по формуле:

$$u'_{x_i} = \frac{100}{\sqrt{6}} \cdot \left(\frac{x_{imax} - x_{imin}}{x_{imax} + x_{imin}}\right) \quad (12)$$

где

x_{imax} - наибольшее значение объемной доли i -го компонента газа;

x_{imin} - наименьшее значение объемной доли i -го компонента газа.

7.5.8.10 Относительный коэффициент чувствительности рассчитывают по формуле:

$$\vartheta_{y_i} = f'_{y_i} \cdot \frac{y_i}{y} \quad (13)$$

где f'_{y_i} - частная производная функции f по y_i .

7.5.8.11 Если неизвестна математическая взаимосвязь величины y с величиной y_i или дифференцирование функции f затруднено, значение частной производной f'_{y_i} рассчитывают по формуле:

$$f'_{y_i} = \frac{f(y_i + \Delta y_i) - f(y_i)}{\Delta y_i} \quad (14)$$

где Δy_i – приращение i -й измеряемой величины.

Значение приращения аргумента Δy_i рекомендуется выбирать не более абсолютной неопределенности измерений величины y_i .

7.5.8.12 При относительной стандартной неопределенности определения интервалов времени не более 0,01 %, относительную расширенную неопределенность объема газа, приведенного к стандартным условиям U'_{Vc} , % принимают равной относительной расширенной неопределенности измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, U'_{qc} .

7.5.9 Результаты проверки считать удовлетворительными если рассчитанная погрешность не выходит за пределы, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допускаемых погрешностей ИК системы

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) газа в рабочих условиях, %: - в диапазоне от 50 до 240 м ³ /ч включ. - в диапазоне св. 240 до 7000 м ³ /ч включ.	±1,0 ±0,5
Границы допускаемой относительной погрешности измерений (при доверительной вероятности 0,95) объемного расхода (объема) газа приведенного к стандартным условиям, в зависимости от объемного расхода газа при рабочих условиях, %: - в диапазоне от 50 до 240 м ³ /ч включ. - в диапазоне св. 240 до 7000 м ³ /ч включ.	±1,3 ±1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±0,5
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерений абсолютного давления, %	±0,2

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

8.2 Положительные результаты поверки системы оформляют свидетельством о поверке в соответствии с приказом Минпромторга РФ № 1815 от 2 июля 2015 г. На обратной стороне свидетельства о поверке или в приложении к свидетельству о поверке приводят состав Системы и указание о том, что свидетельство о поверке системы считается действующим при наличии действующих результатов поверки на все СИ, входящие в состав Системы и поверяемые отдельно.

8.3 В случае поверки отдельных автономных блоков из состава системы (измерительных линий) в свидетельстве о поверке на обратной стороне или в приложении к свидетельству о поверке приводят только перечень и состав поверенных автономных блоков и указание о том, что свидетельство о поверке системы считается действующим при наличии действующих результатов поверки на все СИ, входящие в состав поверенных автономных блоков и поверяемые отдельно.

8.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.5 Результаты поверки считают отрицательными, если при проведении поверки установлено несоответствие хотя бы по одному из пунктов настоящей методики.

8.6 Отрицательные результаты поверки оформляют выдачей извещения о непригодности.