

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по  
развитию



А.С. Тайбинский

2016 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПАРАМЕТРОВ СВОБОДНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА  
21 И 22 УЗЛА РЕГУЛИРОВАНИЯ И ПОДГОТОВКИ ГАЗА НА ГАЗОПРОВОДЕ УПН-1  
ВЕРХНЕЧОНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАО «ВЧНГ»

Методика поверки

МП 0458-13-2016

Начальник отдела НИО-13

А.И Горчев  
Тел. отдела: 8 (843) 272-11-24

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая методика распространяется на единичную партию систем измерений количества и параметров свободного нефтяного газа 21 и 22 узла регулирования и подготовки газа на газопроводе УПН-1 Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения ОАО «ВЧНГ» (далее – системы измерений) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Поверка систем измерений проводится поэлементно.

Интервал между поверками – 2 года.

Средства измерений, входящие в состав систем измерений, и имеющие иной интервал между поверками, проходят поверку в соответствии с нормативными документами на эти средства измерений, представленными в приложении А.

## 1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции:

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	6.1	+	+
Проверка выполнения функциональных возможностей систем измерений	6.2	+	+
Определение метрологических характеристик (далее – МХ):	6.3	+	+
- средств измерений (далее – СИ), входящих в состав систем измерений	6.3.2	+	+
- абсолютных погрешностей каналов измерения абсолютного давления рабочей и контрольно-резервной измерительных линий	6.3.3	+	+
- абсолютных погрешностей каналов измерения температуры рабочей и контрольно-резервной измерительных линий	6.3.4	+	+
- абсолютных погрешностей при преобразовании входных частотно-импульсных сигналов по каналам измерения объема рабочей и контрольно-резервной измерительных линий	6.3.5		
- относительных погрешностей измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, системами измерений	6.3.6	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения системы измерений	7	+	+
Оформление результатов поверки	8	+	+

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства:

– устройство для поверки вторичной измерительной аппаратуры узлов учета нефти и нефтепродуктов УПВА, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки тока  $\pm 3$  мкА; диапазон задания количества импульсов в пачке канала "N" от 10 до  $5 \cdot 10^8$  импульсов, пределы допускаемой абсолютной погрешности задания количества импульсов в пачке  $\pm 2$  имп;

- барометр-анероид М67, диапазон измерений от 80 до 120 кПа (от 610 до 790 мм рт. ст.), пределы допускаемой погрешности  $\pm 0,8$  мм рт. ст.;
- психрометр ВИТ-1, диапазон измерений относительной влажности от 30% до 80%, цена деления термометров  $0,5$  °С по ТУ 25-11.1645;
- термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4 № 2, диапазон измерений температуры от  $0$  °С до плюс  $55$  °С, цена деления шкалы  $0,1$  °С, погрешность  $\pm 0,2$  °С по ТУ 25-2021.003-88.

2.2 Применяемые при поверке СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или поверительные клейма.

2.3 Допускается применять другие типы СИ с характеристиками, не уступающими указанным, аттестованных и поверенных в установленном порядке.

### 3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- Правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- Правилами безопасности при эксплуатации средств измерений;
- ПБ 12-529-2003 Правилами безопасности систем газораспределения и газопотребления;
- Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности.

3.2 Управление оборудованием и СИ проводится лицами, прошедшими обучение и проверку знаний и допущенными к обслуживанию применяемого оборудования и СИ.

### 4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| –поверочная среда  | свободный нефтяной газ   |
| –температура окружающего воздуха в помещении измерительных трубопроводов, °С | от плюс 5 до плюс 40 °С  |
| –температура окружающего воздуха в помещении контроллера, °С                 | от плюс 15 до плюс 25 °С |
| –относительная влажность окружающего воздуха, %                              | от 30 до 80              |
| –атмосферное давление, кПа   | от 84 до 106,7           |
| –напряжение питания переменного тока, В                                      | от 187 до 242            |
| –частота переменного тока, Гц  | $50 \pm 1$               |
| –внешнее магнитное поле (кроме земного), вибрация                            | отсутствуют              |

### 5 Подготовка к поверке

5.1 Подготовку к поверке проводят в соответствии с руководством по эксплуатации системы измерений (далее – РЭ) и нормативными документами на поверку СИ, входящих в состав системы измерений.

5.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке или поверительные клейма применяемых СИ.

5.3 Все используемые СИ должны быть приведены в рабочее положение, заземлены и включены в соответствии с руководством по их эксплуатации.

### 6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемой системы следующим требованиям:

- длины прямых участков измерительных трубопроводов до и после расходомера газа ультразвукового FLOWSIC 100 (далее – расходомер) должны соответствовать требованиям, установленным изготовителем расходомера;
- комплектность системы должна соответствовать РЭ;
- на компонентах системы не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах системы должны быть четкими и соответствовать РЭ;
- наличие маркировки на приборах, в том числе маркировки по взрывозащите.

## 6.2 Проверка выполнения функциональных возможностей систем измерений.

При проверке выполнения функциональных возможностей систем измерений проверяют функционирование задействованных измерительных каналов температуры, давления, расхода. Проверку проводят путем подачи на входы блоков размножения сигналов 2000РС (далее – блок размножения сигналов) сигналов, имитирующих сигналы от первичных преобразователей.

Результаты проверки считаются положительными, если при увеличении/уменьшении значений входных сигналов соответствующим образом изменяются значения измеряемых величин на дисплеях контроллеров измерительных FloBoss 107 (далее – контроллер) или подключенных к контроллерам ПЭВМ.

## 6.3 Определение метрологических характеристик.

6.3.1 Определение метрологических характеристик системы измерений заключается в расчете погрешности при измерении температуры, давления и объемного расхода газа в рабочих условиях, погрешности при определении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям.

6.3.2 Определение соответствия метрологических характеристик СИ, входящих в состав системы измерений, проводят в соответствии с нормативными документами на поверку, представленными в приложении А.

6.3.3 Определение абсолютных погрешностей каналов измерения абсолютного давления рабочей и контрольно-резервной измерительных линий.

Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: преобразователь абсолютного давления измерительный 3051S – блок размножения сигналов – контроллер.

Отключают преобразователь абсолютного давления измерительный 3051S и с помощью УПВА подают на вход блока размножения сигналов, с учетом линии связи, аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 4-20 мА это: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА, которые соответствуют значениям абсолютного давления 0 МПа; 0,2585 МПа; 0,517 МПа; 0,7755 МПа; 1,034 МПа. Фиксируют показания УПВА и контроллера.

Значение давления  $P_i$ , задаваемое УПВА, рассчитывают по формуле

$$P_i = P_{\min} + \frac{P_{\max} - P_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I_i - I_{\min}), \quad (1)$$

где  $P_{\max}$ ,  $P_{\min}$  - верхний и нижний пределы диапазона измерений давления, кПа;

$I_{\max}$ ,  $I_{\min}$  - максимальное и минимальное значения токового сигнала, соответствующие верхнему и нижнему пределам диапазона измерений давления  $P_{\max}$ , и  $P_{\min}$ , мА;

$I_i$  - значение подаваемого от УПВА входного сигнала постоянного тока, мА.

По результатам измерений в каждой реперной точке рассчитывают абсолютную погрешность по формуле

$$\Delta P_i = P_i - P_{yi} \quad (2)$$

где  $P_i$  - показание контроллера в  $i$ -той реперной точке;

$P_{yi}$  - заданное при помощи УПВА значение давления в  $i$ -той реперной точке. Значение давления задают в виде аналогового сигнала, соответствующего значению давления в контрольной точке.

Результаты проверки считаются положительными, если пределы абсолютной погрешности не превышают  $\pm 0,0025$  МПа.

6.3.4 Определение абсолютных погрешностей каналов измерения температуры рабочей и контрольно-резервной измерительных линий.

Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: датчик температуры 644 – блок размножения сигналов – контроллер.

Отключают датчик температуры 644 и с помощью УПВА подают на вход контроллера, с учетом линии связи, аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 4-20 мА это: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА, которые соответствуют значениям температуры 0 °С, плюс 25 °С, плюс 50 °С, плюс 75 °С, плюс 100 °С. Фиксируют показания УПВА и контроллера.

По результатам измерений в каждой реперной точке вычисляют абсолютную погрешность по формуле

$$\Delta T_i = T_i - T_{yi} \quad (3)$$

где  $T_i$  - показание контроллера в  $i$ -той реперной точке;

$T_{yi}$  - заданное при помощи УПВА значение температуры в  $i$ -той реперной точке. Значение температуры задают в виде аналогового сигнала, соответствующего значению температуры в контрольной точке.

Результаты поверки считают положительными, если пределы абсолютной погрешности не превышают  $\pm 0,24$  °С.

6.3.5 Определение абсолютных погрешностей при преобразовании входных частотно-импульсных сигналов по каналам измерения объема рабочей и контрольно-резервной измерительных линий.

Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер газа ультразвуковой – контроллер.

Отключают расходомер газа ультразвуковой и с помощью УПВА подают на вход контроллера импульсные сигналы амплитудой 3,5В прямоугольной формы. Количество задаваемых импульсов не менее 300000. Испытания проводят при трех разных значениях частоты, соответствующих рабочему диапазону выходного сигнала расходомера газа ультразвукового. Фиксируют показания УПВА и контроллера.

По результатам измерений в каждой реперной точке вычисляют абсолютную погрешность.

Результаты поверки считают положительными, если количество импульсов, измеренное контроллером и поданных УПВА, отличается не более чем на 1 импульс.

6.3.6 Определение относительных погрешностей измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, системами измерений.

По метрологическим характеристикам применяемых СИ рассчитывают относительные погрешности измерений расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, при помощи сертифицированного программного комплекса «Расходомер-ИСО» (расчет при помощи программного комплекса производят с учетом дополнительных погрешностей средств измерений и погрешностей определения компонентного состава газа). Из таблицы расчета относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, при помощи программного комплекса «Расходомер-ИСО», при заданных отклонениях температуры, давления и заданных значениях расхода газа при рабочих условиях, выбирают

максимальное значение относительной погрешности в определенном диапазоне расхода и назначают границы (пределы) допускаемой относительной погрешности при измерении расхода системой измерений. Количество среды (объем), прошедший по измерительному трубопроводу за определенный период времени, представляет собой интеграл функции расхода по времени. При применении контроллера учитывается погрешность результата определения интервала времени, в течение которого рассчитывается количество (объем) газа.

Для расчета относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, допускается использовать иные аттестованные программные комплексы.

Формулы для расчетного определения относительной погрешности расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, представлены в пунктах 6.3.5.1-6.3.5.8.

6.3.5.1 Относительную погрешность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, рассчитывают по формуле

$$\delta_{Q_c} = \sqrt{\delta_{Q_v}^2 + \delta_e^2 + \mathcal{G}_P^2 \cdot \delta_P^2 + \mathcal{G}_T^2 \cdot \delta_T^2 + \delta_K^2} \quad (4)$$

где  $\delta_{Q_v}$  - относительная погрешность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях, %;

$\delta_e$  - относительная погрешность контроллера при вычислении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, %;

$\mathcal{G}_P$  - коэффициент влияния давления на объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям;

$\delta_P$  - относительная погрешность измерений давления газа, %;

$\mathcal{G}_T$  - коэффициент влияния температуры газа на объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям;

$\delta_T$  - относительная погрешность измерений температуры газа, %;

$\delta_K$  - относительная погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа, %.

6.3.5.2 Относительную погрешность измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, рассчитывают по формуле

$$\delta_{V_c} = \sqrt{\delta_{Q_c}^2 + \delta_\tau^2} \quad (5)$$

где  $\delta_\tau$  - относительная погрешность контроллера при измерении времени, %;

6.3.5.3 Относительную погрешность измерений объемного расхода газа в рабочих условиях рассчитывают по формуле

$$\delta_{Q_v} = \sqrt{\delta_{Q_{v1}}^2 + \delta_{Q_{v2}}^2} \quad (6)$$

где  $\delta_{Q_{v1}}$  - относительная погрешность расходомера газа ультразвукового, %;

$\delta_{Q_{v2}}$  - относительная погрешность контроллера при преобразовании входного импульсного сигнала в цифровой сигнал по каналу ввода счетчика импульсного, %.

6.3.5.4 Относительную погрешность измерений объема газа при рабочих условиях рассчитывают по формуле

$$\delta_V = \sqrt{\delta_{Q_v}^2 + \delta_\tau^2} \quad (7)$$

6.3.5.5 Относительную погрешность измерений абсолютного давления газа рассчитывают по формуле

$$\delta_P = \sqrt{\delta_{P1_{осн}}^2 + \delta_{P1_{дон}}^2 + \delta_{P2}^2 + \delta_{P3}^2} \quad (8)$$

где  $\delta_{P1_{осн}}$  - основная относительная погрешность преобразователя абсолютного давления измерительного 3051S, %;

$\delta_{P1_{дон}}$  - дополнительная относительная погрешность преобразователя абсолютного давления измерительного 3051S, вызванная отклонением температуры окружающей среды от 20 °С, %;

$\delta_{P2}$  - относительная погрешность преобразования аналоговых сигналов блоком размножения сигналов с учетом основной и дополнительной составляющих, %;

$\delta_{P3}$  - относительная погрешность контроллера при измерении токовых сигналов, %.

6.3.5.6 Относительную погрешность измерений температуры газа рассчитывают по формуле

$$\delta_T = \frac{100 \cdot (t_{\max} - t_{\min})}{273,15 + t} \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta_{t1}}{t_{1\max} - t_{1\min}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{t1_{дон}}}{t_{1\max} - t_{1\min}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{t2}}{t_{2\max} - t_{2\min}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{t3}}{t_{3\max} - t_{3\min}}\right)^2} \quad (9)$$

где  $\Delta_{t1}$  - абсолютная погрешность датчика температуры с термопреобразователем сопротивления;

$\Delta_{t1_{дон}}$  - дополнительная абсолютная погрешность датчика температуры с аналоговым выходным сигналом, вызванная отклонением температуры окружающей среды от 20 °С, мА;

$\Delta_{t2}$  - абсолютная погрешность блока размножения сигналов при преобразовании токового сигнала с учетом основной и дополнительной составляющих, мА;

$\Delta_{t3}$  - абсолютная погрешность контроллера при измерении токовых сигналов, мА;

$t_{\max}, t_{\min}$  - максимальное и минимальное значения диапазона шкалы комплекта средств измерений температуры, °С;

$t_{1\max}, t_{1\min}$  - максимальное и минимальное значения настроенного диапазона измерений датчика температуры, °С;

$t_{2\max}, t_{2\min}$  - максимальное и минимальное значения диапазона измерений блока размножения сигналов, мА;

$t_{3\max}, t_{3\min}$  - максимальное и минимальное значения диапазона измерений аналоговых сигналов контроллером, мА.

6.3.5.7 Относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа рассчитывают по формуле

$$\delta_K = \sqrt{\delta_{K_{метод}}^2 + \sum_{i=1}^n (g_{x_i} \cdot \delta_{x_i})^2} = \sqrt{\delta_{K_{метод}}^2 + \delta_{ИД}^2} \quad (10)$$

где  $\delta_{K_{метод}}$  - методическая погрешность определения коэффициента сжимаемости газа; принимается равной методической погрешности определения плотности газа, определяемая по ГСССД МР 113 ( $\delta_{K_{метод}} = 0,4\%$ );

$g_{x_i}$  - коэффициент влияния  $i$ -го компонента газа на значение коэффициента сжимаемости;

$\delta_{x_i}$  - относительная погрешность измерений молярной доли  $i$ -го компонента газа, %;

$n$  - число компонентов в газе;

$\delta_{ИД}$  - относительная погрешность вычисления коэффициента сжимаемости, связанная с погрешностью измерения исходных данных, %.



6.3.5.8 Коэффициент влияния  $\mathcal{G}_{x_i}$ ,  $\mathcal{G}_T$ ,  $\mathcal{G}_P$  рассчитывают по формуле

$$\mathcal{G}_{y_i} = \frac{\Delta y}{\Delta y_i} \cdot \frac{y_i}{y} \quad (11)$$

где  $y_i$  -  $i$ -ый измеряемый параметр ( $x_i, P, T$ );

$y$  - определяемая величина ( $K, Q_c$ );

$\Delta y_i$  - абсолютная погрешность  $i$ -го измеряемого параметра;

$\Delta y$  - изменение определяемой величины при изменении параметра  $y_i$  на значение  $\Delta y_i$ .

Система измерений считается выдержавшей испытания, если пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, не превышают  $\pm 2,5\%$ .

## 7 Подтверждение соответствия программного обеспечения системы измерений

7.1 Проводится проверка заявленных идентификационных данных (признаков) программного обеспечения:

- идентификационное наименование программного обеспечения;
- номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения;
- цифровой идентификатор программного обеспечения.

Проводится проверка уровня защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077–2014 «Рекомендации по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения».

7.2 При проверке заявленных идентификационных данных (признаков) ПО должно быть установлено соответствие идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа на систему измерений.

Проверку идентификационных данных (признаков) ПО основного вычислительного компонента – контроллера измерительного FloBoss 107 проводят в соответствии с его руководством пользователя в следующей последовательности:

- а) включить питание контроллера FloBoss 107, подключить персональный компьютер к контроллеру FloBoss 107 и запустить программу ROCLINK800;
- б) ввести USER ID и PASSWORD;
- в) открыть вкладку BIR, выбрать устройство F107. Двойным нажатием левой кнопки мыши установить соединение с контроллером;
- г) в командной строке выбрать вкладку Utilities, далее User Program Administrator;
- д) открыть вкладку Wet Gas MR113 Props и считать необходимые идентификационные данные (признаки) ПО. Идентификационные данные ПО контроллера FloBoss 107 должны соответствовать указанным в описании типа.

7.3 Идентификационные данные (признаки) ПО основного вычислительного компонента – контроллера измерительного FloBoss 107 приведены в описании типа.

Уровень защиты ПО контроллера измерительного FloBoss 107 от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню – высокий.

Результаты проверки обеспечения защиты программного обеспечения считают положительными, если идентификационные данные (признаки) ПО основного вычислительного компонента системы измерений – контроллера измерительного FloBoss 107 соответствуют представленным в описании типа.

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки системы измерений выдают свидетельство о поверке установленной формы в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

8.3 При отрицательных результатах поверки систему измерений не допускают к применению. Свидетельство о поверке аннулируется, выписывают «Извещение о непригодности» в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

**Приложение А**  
(обязательное)

Список нормативных документов на поверку СИ, входящих в состав системы измерений.

Наименование СИ	Нормативный документ
Расходомер газа ультразвуковой FLOWSIC 100, фирмы «SICK МАІНАК»	«Инструкция. ГСИ. Расходомеры газа ультразвуковые FLOWSIC 100. Методика поверки», утверждена ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИР» в 2010 г.
Преобразователь абсолютного давления измерительный 3051S фирмы «Emerson Process Management GmbH & Co. OHG»	«Рекомендация. ГСИ. Преобразователи давления измерительные 3051S Методика поверки», утверждена ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 17.12.02 г.
Датчик температуры 644, фирмы «Rosemount, Inc./Emerson Process Management GmbH & Co. OHG»	«Датчики температуры 644, 3144Р. Методика поверки», согласована ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в августе 2008 г.
Блок размножения сигналов 2000РС, производства ООО «Теплоприбор-Сенсор»	Раздел 10 «Методы и средства поверки» документа 2.087.017 РЭ «Блоки размножения сигналов 2000РС. Руководство по эксплуатации», утвержденного ФГУП «ВНИИМС» 23 сентября 2013 г.
Термометры биметаллические показывающие, производства ОАО «Теплоконтроль», г.Казань	«Термометры биметаллические. Методика поверки», разработана и утверждена ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС», сентябрь 2010г.
Манометры МП-4У, производства ОАО «Манотомь»	МИ 2124-90 «ГСИ. Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры, тягонапоромеры показывающие и самопишущие. Методика поверки».
Контроллеры измерительные FloBoss 107	«Контроллеры измерительные ROC/FloBoss. Методика поверки», утверждена ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 27.03.2008 г.