

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И  
МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РАСХОДОМЕТРИИ (ФГУП «ВНИИР»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по развитию

  
А.С. Тайбинский  
«12» апреля 2019г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерений количества и параметров свободного нефтяного газа  
АО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» на ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского  
месторождения**

Методика поверки

МП 0991-13-2019

Начальник отдела НИО-13



А.И. Горчев

Тел. (843)272-11-24

г. Казань  
2019 г.

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на систему измерений количества и параметров свободного нефтяного газа АО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» на ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – система измерений), изготовленную ООО «Автоматизация-Метрология-ЭКСПЕРТ», г. Уфа и устанавливает методику ее первичной и периодической поверок.

Система измерений предназначена для автоматизированного измерения объемного расхода (объема) свободного нефтяного газа (далее – СНГ) при рабочих условиях и приведения объемного расхода (объема) газа к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63

Система измерений состоит из семи измерительных линий различной конструкции, объединенные общим ИВК:

- ИЛ узла учета СНГ на КС ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на КС). Номинальный диаметр DN250;
- ИЛ узла учета СНГ на факел высокого давления ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на ФВД). Номинальный диаметр DN250;
- ИЛ узла учета СНГ на факел низкого давления ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на ФНД). Номинальный диаметр DN250;
- ИЛ узла учета СНГ на печи ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на печи). Номинальный диаметр DN40;
- ИЛ узла учета СНГ на котельную ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на котельную). Номинальный диаметр DN40;
- ИЛ узла учета СНГ на линию дежурного горения факельных систем (далее – УУ СНГ на ФС). Номинальный диаметр DN40;
- ИЛ узла учета СНГ на горизонтальную факельную установку (далее – УУ СНГ на ГФУ). Номинальный диаметр DN250.

Для системы измерений установлена поэлементная поверка. Измерительные и вычислительные компоненты поверяются в соответствии с их методиками поверки, представленными в приложении А.

Погрешность определения объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, рассчитываются по метрологическим характеристикам применяемых средств измерений температуры, давления и объемного расхода газа при рабочих условиях.

Интервал между поверками - 2 года.

## 1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции, представленные в таблице 1.

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 системы измерений	6.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения системы измерений	6.3	+	+

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Определение метрологических характеристик (далее – МХ):	6.4	+	+
- средств измерений (далее – СИ), входящих в состав системы измерений	6.4.2	+	+
- относительной погрешности измерений объемного расхода и объема СНГ, приведенных к стандартным условиям	6.4.3	+	+
Оформление результатов поверки	7	+	+

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства:

- рабочий эталон силы постоянного электрического тока 2 разряда в диапазоне от 4 до 20 мА по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 01.10.2018 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А»;

- средства измерений в соответствии с нормативными документами на поверку средств измерений, входящих в состав системы измерений;

- измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, пределы измерений температуры от минус 20 °С до 60 °С, пределы основной абсолютной погрешности при измерений температуры  $\pm 0,2$  °С, пределы измерений влажности от 0 до 99 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности  $\pm 2,0\%$ ;

- барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106,7 кПа, цена деления шкалы 100 Па;

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

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы измерений с требуемой точностью.

## 3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- Правилами безопасности труда, действующими на объекте;

- Правилами безопасности при эксплуатации средств измерений;

- Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления».

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:

- измеряемая среда

свободный нефтяной газ

- температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +36
- относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 96 до 104
- напряжение питания, В	220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub>
- частота переменного тока, Гц	50±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 и/или поверительные клейма применяемых СИ, входящих в состав системы измерений.

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 измерений следующим требованиям:

- длины прямых участков измерительного трубопровода до и после расходомера газа ультразвукового Flowsic 100, счетчика газа КТМ100 РУС и расходомера вихревого Prowirl (далее – расходомер) должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации, установленным изготовителями расходомеров.
- комплектность системы должна соответствовать РЭ;
- на компонентах системы измерений не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах системы измерений должны быть четкими и соответствовать РЭ;
- наличие маркировки на приборах, в том числе маркировки по взрывозащите.

### 6.2 Проверка выполнения функциональных возможностей системы измерений.

6.2.1 При проверке выполнения функциональных возможностей системы измерений проверяют функционирование задействованных измерительных каналов температуры, давления и расхода. Проверку проводят путем подачи на входы комплекса измерительно-вычислительного «ОКТОПУС-Л» («ОСТОПУС-L») (далее – контроллер) сигналов, имитирующих сигналы от первичных преобразователей температуры, давления и расхода.

Результаты проверки считаются положительными, если при увеличении/уменьшении значения входного сигнала соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины на дисплее контроллера или ПЭВМ.

### 6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения системы измерений.

Программное обеспечение (ПО) системы измерений базируется на ПО, входящих в состав системы измерений серийно выпускаемых компонент, имеющих свидетельства (сертификаты) об утверждении типа средств измерений, дополнительного метрологически значимого ПО система измерений не имеет.

Проверку идентификационных данных операционной системы основного вычислительного компонента – комплекса измерительно-вычислительного «ОКТОПУС-Л» проводят в соответствии с руководством пользователя на контроллер. Идентификационные данные контроллера должны соответствовать представленным в описании типа.

#### 6.4 Определение метрологических характеристик.

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

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

6.4.3 Относительную погрешность измерений объемного расхода СНГ, приведенного к стандартным условиям  $\delta_{qc}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{qc} = \sqrt{\delta_q^2 + \mathcal{G}_T^2 \delta_T^2 + \mathcal{G}_P^2 \delta_P^2 + \delta_K^2 + \delta_{ИВК}^2}, \quad (1)$$

где  $\delta_q$  – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода СНГ в рабочих условиях, %;

$\mathcal{G}_T$  – коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости СНГ;

$\mathcal{G}_P$  – коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости СНГ;

$\delta_P$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления, %;

$\delta_T$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры, %;

$\delta_K$  – пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости СНГ, %;

$\delta_{ИВК}$  – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, %.

6.4.3.1 Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода СНГ в рабочих условиях определяются по формуле

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{q_{ПР}}^2 + \delta_{нрИВК}^2}, \quad (2)$$

где  $\delta_{q_{ПР}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода СНГ в рабочих условиях, %;

$\delta_{нрИВК}$  – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код, %.

6.4.3.2 Пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код определяют по формуле:

$$\delta_{нрИВК} = \frac{\Delta_q}{I_i} \cdot \gamma_{нрИВК}, \quad (3)$$

где  $\Delta_q$  – абсолютная погрешность преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения расхода, мА;

$I_i$  – показание контроллера в  $i$ -той реперной точке, мА;

$\gamma_{нрИВК}$  – пределы допускаемой приведенной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код, %.

6.4.3.3 Определение абсолютной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения расхода.

Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер – контроллер. Для этого отключают расходомер и с помощью эталона 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) и считывают значение тока для соответствующего расхода с дисплея контроллера или с экрана ПЭВМ.

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

$$\delta_i = I_i - I_{yi}, \quad (4)$$

где  $I_i$  - показание контроллера в  $i$ -той реперной точке, мА;  
 $I_{yi}$  - показание калибратора в  $i$ -той реперной точке, мА.

Результаты поверки считаются положительными, если пределы абсолютной погрешности не превышают  $\pm 0,015$  мА.

6.4.3.4 Коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости СНГ определяют по формуле:

$$\vartheta_T = \frac{\partial f}{\partial T} \times \frac{T}{f} \quad (5)$$

6.4.3.5 Коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости СНГ определяют по формуле:

$$\vartheta_P = \frac{\partial f}{\partial P} \times \frac{P}{f} \quad (6)$$

6.4.3.6 Пределы допускаемой относительной погрешности определения температуры определяют по формуле:

- при использовании в качестве СИ температуры термопреобразователя с унифицированным выходным сигналом Метран-270 (ТСМУ):

$$\delta_T = \sqrt{\left( \frac{t_g - t_n}{t_n + 273,15} \cdot \gamma_{t_{осн}} \right)^2 + \left( \frac{t_g - t_n}{t_n + 273,15} \cdot \gamma_{t_{доп}} \cdot \Delta_T \right)^2} + \delta_{нрИВК}^2, \quad (7)$$

где  $t_g, t_n$  - верхний и нижний пределы шкалы СИ температуры, °С;  
 $\gamma_{t_{осн}}$  - основная приведенная погрешность СИ температуры, %;  
 $\gamma_{t_{доп}}$  - дополнительная приведенная погрешность СИ температуры при изменении температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С, %/°С;  
 $\Delta_T$  - максимальная разница между температурой окружающего воздуха и температурой при калибровке, °С.

- при использовании в качестве СИ температуры термопреобразователя с унифицированным выходным сигналом ТСПУ 902820:

$$\delta_T = \sqrt{\left( \frac{\Delta_{902820}}{t_{изм} + 273,15} \right)^2} + \delta_{нрИВК}^2, \quad (8)$$

где  $\Delta_{902820}$  - пределы допускаемой абсолютной погрешности СИ температуры, °С;

при этом значение переменной  $t_{изм}$  не выходит за пределы настроенного диапазона измерений используемого термопреобразователя

6.4.3.7 Пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код определяют по формуле:

$$\delta_{нрИВК} = \frac{\Delta_T}{I_i} \cdot \gamma_{нрИВК}, \quad (9)$$

где  $\Delta_T$  - абсолютная погрешность преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения температуры, мА;  
 $I_i$  - показание контроллера в  $i$ -той реперной точке, мА;  
 $\gamma_{нрИВК}$  - пределы допускаемой приведенной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код, %.

6.4.3.8 Определение абсолютной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения температуры.

Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-270 (ТСПУ 902820, ТСМУ) – контроллер.

Для этого отключают термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-270 (ТСПУ 902820, ТСМУ) и с помощью калибратора 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) и считывают значение тока для соответствующей температуры с дисплея контроллера или с экрана ПЭВМ.

По результатам измерений в каждой реперной точке вычисляют абсолютной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по формуле (4).

Результаты поверки считаются положительными, если пределы абсолютной погрешности не превышают  $\pm 0,015$  мА.

6.4.3.9 Пределы допускаемой относительной погрешности определения давления определяют по формуле:

$$\delta_P = \sqrt{\delta_{P_{абс}}^2 + \delta_{прИВК}^2}, \quad (10)$$

где  $\delta_{P_{абс}}$ , – пределы допускаемой относительной погрешности измерений абсолютного давления, %.

6.4.3.10 Пределы допускаемой относительной погрешности определения абсолютного давления определяют по формуле:

$$\delta_{P_{абс}} = \sqrt{\delta_{P_{осн}}^2 + \delta_{P_{доп}}^2}, \quad (11)$$

где  $\delta_{P_{осн}}$ , – пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений абсолютного давления, %;

$\delta_{P_{доп}}$  – пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений абсолютного давления от изменения температуры окружающей среды на каждые 10 °С, %.

6.4.3.11 Пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код определяют по формуле:

$$\delta_{прИВК} = \frac{\Delta_P}{I_i} \cdot \gamma_{прИВК}, \quad (12)$$

где  $\Delta_P$  – абсолютная погрешность преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения расхода, мА;

$I_i$  – показание контроллера в  $i$ -той реперной точке, мА;

$\gamma_{прИВК}$  – пределы допускаемой приведенной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код, %.

6.4.3.12 Определение абсолютной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения абсолютного давления.

Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: датчик давления Метран-150 – контроллер.

Для этого отключают датчик давления Метран-150 и с помощью калибратора 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) и считывают значение тока для соответствующего давления с дисплея контроллера или с экрана ПЭВМ.

По результатам измерений в каждой реперной точке вычисляют абсолютную погрешность по формуле (4)

Результаты поверки считаются положительными, если пределы абсолютной погрешности не превышают  $\pm 0,015$  мА.

6.4.3.13 Пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости СНГ определяется по формуле:



$$\delta K = \sqrt{\delta K_M^2 + \delta K_{ид}^2 + \delta K_{нс}^2}, \quad (13)$$

- где  $\delta K_M$  – методическая погрешность определения коэффициента сжимаемости СНГ, %;
- $\delta K_{ид}$  – относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости СНГ, связанная с погрешностью измерения исходных данных, %;
- $\delta K_{нс}$  – относительное изменение значения коэффициента сжимаемости СНГ, %.

6.4.3.14 Относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости СНГ, связанная с погрешностью измерения исходных данных определяется по формуле:

$$\delta K_{ид} = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(\mathcal{G}x_i \times \delta x_i)^2]}, \quad (14)$$

- где  $\delta x_i$  – относительная погрешность определения  $i$ -го компонента в газовой смеси, %;
- $\mathcal{G}x_i$  – коэффициенты влияния  $i$ -го компонента в газовой смеси на коэффициент сжимаемости.

6.4.3.15 Коэффициенты влияния  $i$ -го компонента в газовой смеси на коэффициент сжимаемости определяются по формуле:

$$\mathcal{G}x_i = \frac{\Delta K}{\Delta x_i} \times \frac{x_i}{K}, \quad (15)$$

- где  $\Delta K$  – изменение значения коэффициента сжимаемости  $K$  при изменении содержания  $i$ -го компонента в газовой смеси  $x_i$  на величину  $\Delta x_i$ , %;

6.4.3.16 Предел относительной погрешности измерений объема СНГ, приведенного к стандартным условиям  $\delta V_c$ , %, определяют по формуле:

$$\delta V_c = \sqrt{\delta_{q_c}^2 + \delta_{\tau}^2}, \quad (16)$$

- где  $\delta_{q_c}$  – относительная погрешность измерений объемного расхода СНГ, приведенного к стандартным условиям, %;
- $\delta_{\tau}$  – относительная погрешность ИВК определения интервала времени (измерения текущего времени), %.

6.4.3.17 Результаты испытаний считаются положительными, если пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по формуле (2) не превышают:

- ±2,0 % для УУ СНГ на КС, УУ СНГ на ФНД, УУ СНГ на ФВД, УУ СНГ на ГФУ;
- ±2,5 % для УУ СНГ на котельную, УУ СНГ на печи, УУ СНГ на ФС..

## 7 Оформление результатов поверки

7.1. Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

7.2. Положительные результаты поверки оформляют свидетельством по Приказу Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или паспорт.

7.3. При отрицательных результатах поверки систему измерений не допускают к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению.

**Приложение А**  
(обязательное)

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

Наименование СИ	Нормативный документ
Расходомер газа ультразвуковой Flowsic 100	МП 43980-10 «Инструкция. ГСИ. Расходомеры газа ультразвуковые Flowsic 100. Методика поверки», утвержденный ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИР» в марте 2010 г., с изменением № 1 от 18.03.2015 г. и изменением №2 от 10.11.2015 г.
Счетчик газа КТМ100 РУС	МП 0239-13-2015 «Инструкция. ГСИ. Счетчики газа КТМ100 РУС. Методика поверки», утвержденной ФГУП «ВНИИР» 25 января 2015 г.
Расходомер вихревой Prowirl	МП 15202-14 «ГСИ. Расходомеры вихревые Prowirl. Методика поверки», утвержденным ФГУП «ВНИИМС» в июне 2014 г.
Датчик давления Метран-150ТА	МП 4212-012-2013 «Датчики давления Метран-150. Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в ноябре 2013 г.
Термопреобразователь унифицированным выходным сигналом Метран-270	с Раздел 3.4 Руководства по эксплуатации 271.01.00.000 РЭ, утвержденным ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в сентябрь 2011 г.
Термопреобразователь унифицированным выходным сигналом ТСПУ 902820	с «Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом ТСПУ 902820. Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в январе 2006 г.
Термопреобразователь унифицированным выходным сигналом ТСМУ	с Раздел 2.5 «Методики поверки» руководства по эксплуатации 2.821.071 РЭ
Комплекс измерительно-вычислительный «ОКТОПУС-Л»	МП 0177-2-2014 «Инструкция. ГСИ. Комплексы измерительно-вычислительные «ОКТОПУС-Л («ОСТОПУС-L»)). Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИР» 09 сентября 2014 г.