

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –  
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«ВЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала



А.С. Тайбинский

« 24 » ноября 2023 г.

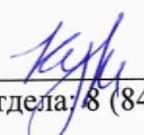
Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПАРАМЕТРОВ СВОБОДНОГО НЕФТЯНОГО  
ГАЗА (СИКГ) «ДНС-ЗЕЕ ГАЗ НА ФВД»

Методика поверки

МП 1589-13-2023

Заместитель начальника отдела  
НИО-13

 И.Н. Куликов  
Тел. отдела: 8 (843) 272-11-24

г. Казань  
2023

## 1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для системы измерений количества и параметров свободного нефтяного газа (СИКГ) «ДНС-ЗЕЕ Газ на ФВД» (далее – СИКГ) и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки при эксплуатации.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, приведены в таблице 1

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, м <sup>3</sup> /ч	от 500 до 80000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, %	± 5,0

Для СИКГ установлена поэлементная поверка.

Объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, определяется косвенным методом динамических измерений, основанным на измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, давления и температуры.

Поверка средства измерения расхода газа из состава СИКГ обеспечивает передачу единицы объемного и массового расхода газа в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 11.11.2022 г. № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа», подтверждающую прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017.

Поверка средства измерения давления газа из состава СИКГ обеспечивает передачу единицы давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$  Па», подтверждающую прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления ГЭТ 101-2011.

Поверка средства измерения температуры газа из состава СИКГ обеспечивает передачу единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», подтверждающую прослеживаемость к Государственным первичным эталонам единицы температуры ГЭТ 34-2020 и ГЭТ 35-2021.

Интервал между поверками СИ из состава СИКГ указан в документах на методики поверки этих СИ.

Если очередной срок поверки СИ из состава СИКГ наступает до очередного срока поверки СИКГ, поверяется только это СИ, при этом поверку СИКГ не проводят.

## 2. Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Проведение операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование СИКГ	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик СИКГ	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

### 3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка СИКГ осуществляется в условиях эксплуатации.

3.2 При проведении поверки соблюдают условия в соответствии с требованиями документов на методики поверки СИ, входящих в состав СИКГ.

3.3 Условия проведения поверки должны соответствовать приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения поверки

Наименование характеристики	Значение
температура окружающей среды, °С	от -54 до +35
относительная влажность, %	не более 90
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

### 4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства поверки, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.9.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям	Средства генерации и воспроизведения сигналов частоты и силы тока в диапазоне воспроизведения сигналов: - силы постоянного тока от 0 до 25 мА с пределами допускаемой основной погрешности $\pm(0,02 \% \text{ показ.} + 1 \text{ мкА})$ ; - последовательности импульсов от 0 до 9999999 импульсов;	Калибратор многофункциональный MC5-R (далее – калибратор), регистрационный номер в федеральном информационном фонде 22237-08

	- частоты сигналов от 0,0028 Гц до 50 кГц с пределом допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01$ %.	
Раздел 3 Требования к условиям проведения поверки	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений, охватывающем температуру проведения поверки с пределы основной абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С.	Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный номер в федеральном информационном фонде 46434-11
Раздел 3 Требования к условиям проведения поверки	Средства измерений влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 до 99 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,0$ %.	
Раздел 3 Требования к условиям проведения поверки	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 75 до 115 кПа с пределами основной приведенной погрешности $\pm 0,02$ %.	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

4.2 Каждое применяемое СИ из состава СИКГ должно быть поверено. Результаты поверки СИ подтверждаются сведениями о результатах поверки СИ, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При необходимости на СИ наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке СИ, и (или) в паспорт (формуляр) СИ вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки.

## 5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- Правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- Правилами безопасности при эксплуатации СИ;
- Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности».

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

## 6. Внешний осмотр

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

- монтаж расходомера-счетчика «Вега-Соник ВС-12» (далее – расходомер) должен соответствовать требованиям, установленным изготовителем расходомера;
- комплектность СИКГ должна соответствовать ее руководству по эксплуатации;
- на компонентах СИКГ не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах СИКГ должны быть четкими и соответствовать руководству по эксплуатации;
- наличие маркировки на приборах.

Результаты поверки считаются положительными, если установлено соответствие СИКГ всем требованиям, перечисленным выше. При обнаружении дефектов необходимо принять решение о прекращении поверки (до устранения обнаруженных дефектов) или о возможности проведения дальнейшей поверки.

## **7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

7.1 Подготовку к поверке проводят в соответствии с руководством по эксплуатации СИКГ и нормативными документами на поверку СИ, входящих в состав СИКГ.

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

7.3 При опробовании СИКГ проверяют отсутствие сообщений об ошибках и соответствие текущих измеренных СИКГ значений температуры, давления, объемного расхода данным, отраженным в описании типа СИКГ.

Результаты опробования считают положительными, если отсутствуют сообщения об ошибках и текущие измеренные СИКГ значения расхода, давления и температуры соответствуют данным, отраженным в описании типа СИКГ.

## **8 Проверка программного обеспечения**

8.1 Программное обеспечение (далее – ПО) СИКГ базируется на ПО, входящих в состав СИКГ серийно выпускаемых компонентов утвержденного типа.

Проверку идентификационных данных ПО системы измерений осуществляют как для основного вычислительного компонента системы – вычислителя УВП-280 (далее – вычислителя).

Проводится проверка заявленных идентификационных данных (признаков) ПО:

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

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

## **9 Определение метрологических характеристик СИКГ**

9.1 Определение метрологических характеристик СИКГ заключается в расчете относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема свободного нефтяного газа (далее – газ), приведенных к стандартным условиям.

9.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям.

По метрологическим характеристикам применяемых СИ рассчитывают общую результирующую погрешность определения расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям.

Расчет относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям осуществляется по формулам (1) – (13).

Допускается проводить расчет относительной погрешности СИКГ при измерении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, с помощью аттестованного программного обеспечения. Пределы относительной погрешности принимаются

равными относительной расширенной неопределенности (при коэффициенте охвата 2), рассчитанной в диапазоне рабочих параметров.

9.2.1 Относительную погрешность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям  $\delta_{qc}$ , %, рассчитывают 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 газа в рабочих условиях, %;

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

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

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

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

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

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

#### 9.2.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода газа

Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях по измерительной линии рассчитывают по формуле

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{q_p}^2 + \delta_{нр_{выч}}^2}, \quad (2)$$

где  $\delta_{q_p}$  – пределы допускаемой относительной погрешности расходомера-счетчика при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях, %;

$\delta_{нр_{выч}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя при преобразовании сигналов расходомера-счетчика в цифровой код, %.

Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер – вычислитель. Для этого отключают расходомер и с помощью калибратора подают на вход вычислителя с учетом линии связи частотные сигналы: 100 Гц, 1250 Гц, 2500 Гц, 3750 Гц, 5000 Гц, которые соответствуют значениям расхода из настроенного диапазона. Фиксируют значение расхода с дисплея вычислителя.

Относительную погрешность вычислителя при преобразовании сигналов расходомера-счетчика газа в цифровой код определяют по формуле:

$$\delta_{нр_{выч}} = 100 \frac{Q_{выч_i} - Q_{к_i}}{Q_{к_i}}, \quad (3)$$

где  $Q_{выч_i}$  – показание вычислителя в  $i$ -той точке, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{к_i}$  – заданное при помощи калибратора значение расхода в  $i$ -той реперной точке, м<sup>3</sup>/ч;

Выбирают максимальное значение и подставляют в формулу (2).

#### 9.2.1.2 Определение относительной погрешности измерений давления газа

Пределы допускаемой относительной погрешности определения давления рассчитывают по формуле

$$\delta_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\delta_{pi})^2}, \quad (4)$$

где  $n$  – число последовательно соединенных измерительных преобразователей, используемых для измерения давления;

$\delta_{pi}$  – относительная погрешность, вносимая  $i$ -м измерительным преобразователем давления с учетом дополнительных погрешностей, %.

Абсолютную погрешность преобразования аналоговых сигналов в цифровое значение измеряемого параметра по каналу измерений давления определяют следующим образом.

Проверяют передачу информации на участке линии связи: Датчик давления ЭМИС-БАР –вычислитель. Для этого отключают датчик давления ЭМИС-БАР и с помощью калибратора подают на вход вычислителя 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 давления из настроенного диапазона. Фиксируют значение давления с дисплея вычислителя.

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

$$P_i = P_{\min} + \frac{P_{\max} - P_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I_i - I_{\min}), \quad (5)$$

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

$I_{\max}, I_{\min}$  – 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 калибратора входного сигнала постоянного тока, мА.

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

$$\Delta P_i = P_i - P_{yi}, \quad (6)$$

где  $P_i$  – показание вычислителя в  $i$ -той реперной точке, МПа;

$P_{yi}$  – заданное при помощи калибратора значение давления в  $i$ -той реперной точке, МПа.

При известном значении абсолютной погрешности относительная погрешность находится по формуле

$$\delta_p = 100 \frac{\Delta P_i}{P_{yi}} \quad (7)$$

### 9.2.1.3 Определение относительной погрешности измерений температуры газа

Пределы допускаемой относительной погрешности определения температуры вычисляют по формуле

$$\delta_T = \frac{100(t_g - t_n)}{273,15 + t} \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta T_i}{y_{gi} - y_{ni}} \right)^2}, \quad (8)$$

где  $n$  – число последовательно соединенных измерительных преобразователей, используемых для измерения температуры;

$t_g, t_n$  – соответственно, верхнее и нижнее значения диапазона шкалы комплекта СИ температуры, °С;

$t$  – температура газа, °С;

$\Delta T_i$  – абсолютная погрешность  $i$ -го измерительного преобразователя температуры с учетом дополнительных погрешностей, °С;

$y_{gi}, y_{ni}$  – соответственно, верхнее и нижнее значения диапазона шкалы или выходного

сигнала  $i$ -го измерительного преобразователя температуры, °С.

Абсолютную погрешность преобразования аналоговых сигналов в цифровое значение измеряемого параметра по каналу измерений температуры определяют следующим образом:

Проверяют передачу информации на участке линии связи: преобразователь температуры программируемый ТСПУ 031 – вычислитель. Для этого отключают преобразователь температуры программируемый ТСПУ 031 и с помощью калибратора подают на вход вычислителя 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 из настроенного диапазона. Фиксируют значение температуры с дисплея вычислителя.

Значение температуры  $T_i$ , задаваемое калибратором, рассчитывают по формуле

$$T_i = T_{\min} + \frac{T_{\max} - T_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I_i - I_{\min}), \quad (9)$$

где  $T_{\max}, T_{\min}$  – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры, °С;

$I_{\max}, I_{\min}$  – максимальное и минимальное значения токового сигнала, соответствующие верхнему и нижнему пределам диапазона измерений температуры  $T_{\max}$  и  $T_{\min}$ , мА;

$I_i$  – значение подаваемого от калибратора входного сигнала постоянного тока, мА.

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

$$\Delta T_i = T_i - T_{yi}, \quad (10)$$

где  $T_i$  – показание вычислителя в  $i$ -той реперной точке, °С;

$T_{yi}$  – заданное при помощи калибратора значение температуры в  $i$ -той реперной точке, °С.

9.2.1.4 Относительную погрешность определения коэффициента сжимаемости газа, для многокомпонентного газа, при расчете коэффициента сжимаемости по давлению, температуре и компонентному составу, без учета погрешности измерений давления и температуры, рассчитывают по формуле

$$\delta_K = \sqrt{\delta_{K_f}^2 + \sum_{i=1}^N [\mathcal{G}_{K_{x_i}} \cdot \delta_{x_i}]^2} \quad (11)$$

где  $\delta_{K_f}$  – относительная погрешность, приписанная уравнению, применяемому для расчета коэффициента сжимаемости газа;

$N$  – число компонентов газовой смеси;

$\mathcal{G}_{K_{x_i}}$  – относительный коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости к изменению  $i$ -го компонента газа;

$\delta_{x_i}$  – относительная погрешность определения молярной доли  $i$ -го компонента газовой смеси.

9.2.1.5 Относительный коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости  $K$  к изменению значения  $i$ -го компонента газовой смеси рассчитывают по формуле

$$\mathcal{G}_{K_{x_i}} = f'_{K_{x_i}} \frac{x_i}{K} \quad (12)$$

где  $f'_{K_{x_i}}$  – частная производная функции  $f$  по  $x_i$ ;

$x_i$  – содержание  $i$ -го компонента в газовой смеси;

$K$  – коэффициент сжимаемости.

9.2.1.6 Предел относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям,  $\delta_{V_c}$  %, определяют по формуле:

$$\delta_{V_c} = \sqrt{\delta_{q_c}^2 + \delta_{\tau}^2}, \quad (13)$$

где  $\delta_{q_c}$  – относительная погрешность измерений объемного расхода СНГ, приведенного к стандартным условиям, %;

$\delta_{\tau}$  – относительная погрешность вычислителя при определении интервала времени (измерения текущего времени), %.

Относительная погрешность вычислителя при определении интервала времени пренебрежимо мала, поэтому относительная погрешность измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, принимается численно равной относительной погрешности измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям.

## **10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

10.1 Метрологические характеристики СИ, входящих в состав СИКГ, должны соответствовать метрологическим требованиям, указанным в описании типа СИ, и подтверждаться действующими результатами поверки.

10.2 Пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по формуле (1) не должны превышать  $\pm 5,0$  %.

## **11. Оформление результатов поверки**

Результаты поверки СИКГ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

По заявлению владельца СИКГ или лица, представившего СИКГ на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510, или в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности применения СИКГ.

СИ, входящие в состав СИКГ, должны быть снабжены средствами защиты (пломбировки) в соответствии с описанием типа на СИ или эксплуатационной документацией.

Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКГ.

При отрицательных результатах поверки СИКГ к эксплуатации не допускают.