

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

ФГУП «ВНИИМ им Д. И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А. Н. Пронин

14 « ноября 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ «РУНА УНЛ-260»

МП 2550-0429-2025

Методика поверки

Руководитель отдела

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

К. В. Попов

Санкт-Петербург
2025

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры газа ультразвуковые «РУНА УНЛ-260» (далее — расходомеры), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость расходомеров к Государственному первичному эталону единиц объёмного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11.05.2022 г. № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объёмного и массового расходов газа»:

Методика поверки не предусматривает проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Методика поверки реализуется методом непосредственного сличения поверяемого СИ с эталонами той же величины, и методом косвенных измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1- Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7.1
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.1 10.2

2.2 Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25;
относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80;
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7;
изменение температуры окружающей среды при поверке	не более 2 °С.

3.2 Параметры электропитания – в соответствии с эксплуатационной документацией расходомера и средств поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Управление оборудованием и средствами поверки производят лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности и допущенные к обслуживанию технологического оборудования и средств поверки.

4.2 К работе по поверке расходомера должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию по поверке СИ расхода.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют нижеперечисленные средства поверки и вспомогательное оборудование:

Таблица 2 - метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Контроль условий поверки (Раздел 8)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 3,0$ %; средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	Прибор контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС 200А», (рег. № 27468-04)
Определение метрологических характеристик расходомеров (раздел 10.1)	Рабочий эталон 1 разряда Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной Приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133 (поверочная среда: воздух или природный газ, соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности поверяемого СИ должно быть не более 1/2,5 без избыточного давления и не более 1/2 при избыточном давлении)	Установка поверочная газовая «Аврора» (рег. № 82840-21)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
(раздел 10.2)	<p>Средства измерений давления с диапазоном измерений от 1,0 до 1,6 МПа, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 1,0\%$</p> <p>Средства измерений температуры, класс допуска В по ГОСТ 6651-2009</p> <p>Преобразователь электрических сигналов, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,5\%$</p> <p>Вспомогательное оборудование</p>	<p>Преобразователь давления измерительный ПД100 (рег. № 47586-11)</p> <p>Термопреобразователь сопротивления ДТС (рег. № 28354-10)</p> <p>Измеритель-регулятор микропроцессорный 2ТРМ0 (рег. № 17023-08)</p> <p>Имитатор ИТ100.4</p>

5.2 Все средства измерений должны быть поверены, эталоны единиц величин - аттестованы или поверены с учетом требований государственных поверочных схем.

5.3 Допускается применение средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

6.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации расходомеров и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

6.4 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки, снятие показаний средств измерений.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- правильность параметризации электронного блока расходомера при помощи переносного персонального компьютера (планшет, неттоп, ноутбук);
- внешний вид расходомера должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность и маркировка расходомера должны соответствовать описанию типа и эксплуатационным документам;

- отсутствие механических повреждений расходомера и других дефектов, препятствующих его применению;

- соответствие маркировки требованиям эксплуатационной документации;

- отсутствие нарушений пломбировки (при наличии требования по пломбированию).

7.2 По результатам внешнего осмотра принимают решение о проведении дальнейшей поверки или ее прекращении до устранения выявленных недостатков.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка выполнения условий разделов 3, 4, 5 и 6 настоящего документа;

- проверяют наличие паспорта на расходомер;

- проверяют соответствие маркировки, заводского (серийного) номера и комплектности расходомера и его составных частей паспортным данным;

- при периодической поверке проверяют наличие сведений о поверке в ФГИС Аршин о предыдущей поверке расходомера;

- проверяют наличие пломбы для защиты расходомера от несанкционированного доступа в месте, указанном в описании типа;

- подготавливают расходомер к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации.

8.1.2 В соответствии с эксплуатационной документацией подготавливают средства поверки для проведения измерений, проверить соблюдение требований п. 3.1 средствами измерений, осуществляющими контроль температуры, относительной влажности и атмосферного давления.

8.1.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены регламентные работы, предусмотренные в Руководстве по эксплуатации.

8.2 Опробование

Опробование заключается в проверке работоспособности поверяемого расходомера. Проверка может осуществляться при помощи программы управления и диагностики путём присоединения кабелем к разъёму LAN расходомера и переносного персонального компьютера, поставляемого заводом-изготовителем.

В случае поверки расходомеров имитационным способом, при проведении опробования формируют отчет о состоянии расходомера, полученный по результатам самодиагностики, включающий в себя основные сведения о технических характеристиках расходомера (например, уровень усиления сигнала, соотношение сигнал шум и другие).

Расходомер считают выдержавшим проверку, если отчеты программы самодиагностики или сервисные сообщения о работоспособности расходомера соответствуют документации производителя.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку сведений и состав модулей ПО проводят, в соответствии с руководством по эксплуатации, следующим образом:

- включить питание и дождаться завершения всех необходимых внутренних тестов;

- перейти в меню Службы/Информация, считать информацию о внешнем программном обеспечении: УНЛ260.XX (где XX – номер версии, если версия ниже 32, то для выполнения операций по п.10.2 необходимо провести её обновление на заводе-изготовителе для дальнейшего проведения процедуры поверки), состав модулей ПО.

- перейти в меню Службы/Идентификация, считать идентификационные данные метрологически значимого встроенного ПО.

Таблица 3 - Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Идентификационное наименование встроенного ПО	Цифровой идентификатор ПО (CRC-32)
Функция вычисления параметров	libgost30319.so	cf3427fe
Функция вычисления расхода	libflow.so	d8a8025d
Модуль диагностики и журнала	bf4d	9e51bfdd
Модуль формирования управляющих сигналов	ep2c5.jbc	8cddflaf
Модуль цифровой обработки сигнала	c674x.elf	cf3427fe

Результат проверки считается положительным, если идентификационные данные внутреннего ПО соответствуют указанным в таблице 3.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение метрологических характеристик методом непосредственного сличения при использовании поверочной установки

Для проведения поверки используют трубопровод с длиной прямого участка по направлению потока до места установки первичных преобразователей (точки измерения) не менее 30 Ду (оптимально 40 Ду) и не менее 10 Ду после точки измерения. Значения диаметра трубопровода, применяемого при поверке, заносят в электронный блок расходомера.

Измерения проводят при следующих значениях объемного расхода: Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$ и Q_{\min} . Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания расхода $\pm 0,025Q_{\max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\max}$.

Определяют относительную погрешность расходомера, в процентах, по формуле:

$$\delta_V = \frac{V_p - V_э}{V_э} \cdot 100, \quad \% \quad (1)$$

$$\delta_q = \frac{Q_p - Q_э}{Q_э} \cdot 100, \quad \% \quad (2)$$

где V_p , Q_p - значения объема (объемного расхода) газа по показаниям поверяемого расходомера, м^3 (/ч);

$V_э$, $Q_э$, - значения объема (объемного расхода) газа по показаниям эталона, м^3 ($\text{м}^3/\text{ч}$).

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов.

Расходомер считается прошедшим поверку если значения относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема не превышают $\pm 1,5\%$.

10.2 Определение метрологических характеристик имитационным методом (только при периодической поверке).

Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом при использовании имитатора трубы ИТ100.4 (далее имитатор), схема приведена на рисунке Б.1 в Приложении Б.

Комплект поверяемого расходомера УНЛ-260 в составе первичного (датчики без звукопроводов) и вторичного (электронный блок) преобразователей демонтируют (в случае арктического монолитного исполнения ПП демонтируют полностью) и не менее чем за 2 часа до начала проведения поверки переносят в помещение, соответствующее требованиям в п.5.

Датчики, в зависимости от типа, устанавливают на имитатор на соответствующие

звукопроводы для рабочей частоты 300 кГц или 500 кГц. Имитатор заполняют окружающим воздухом до необходимого давления (0,8 МПа) с помощью насоса. Необходимо выдержать в течение 15 минут имитатор с установленными датчиками в помещении для достижения температурного равновесия с окружающей средой. С помощью переносного персонального компьютера выполняют операции по пункту 9.

В меню «Имитационная поверка» запускают режим измерения нулевого расхода газа внутри имитатора, время каждого измерения должно составлять не менее 300 с.

Среднее значение расхода на имитаторе не должно превышать $\pm 0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В меню «Имитационная поверка» запускают режим измерения скорости звука газа в измеряемой среде внутри имитатора, время каждого измерения должно составлять не менее 300 с.

Табличное значение скорости звука C_T , (м/с), определяют согласно Приложению В.

Определяют относительную погрешность при измерении скорости звука по формуле:

$$\delta_c = \frac{C_p - C_T}{C_T} \cdot 100, \quad \% \quad (3)$$

где C_p - значение скорости звука по показаниям поверяемого расходомера, м/с.

Относительная погрешность при измерении скорости звука не должна быть более $\pm 0,2\%$.

Расходомер считается прошедшим поверку, если относительная погрешность при измерении скорости звука не превышает $\pm 0,2\%$ и нулевое значение расхода не превышает $\pm 0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.3.1 Расходомер соответствует метрологическим требованиям и признан пригодным к применению, если значения относительной погрешности при измерении объёмного расхода, определенные по п. 10.1, не превышают $\pm 1,5\%$.

10.3.2 Расходомер соответствует метрологическим требованиям и признан пригодным к применению, если относительная погрешность при измерении скорости звука не превышает $\pm 0,2\%$ и нулевое значение расхода не превышает $\pm 0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$. При невыполнении данных условий необходимо выполнение операций поверки в соответствии с п.10.1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом (рекомендуемая форма приведена в Приложении А).

11.2 При отрицательных результатах периодической поверки расходомер бракуют с выдачей извещения о непригодности установленного образца.

11.3 Информация о поверке расходомера передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

Протокол поверки

Наименование СИ: _____

Зав. № _____

Дата выпуска _____

Регистрационный номер: _____

Заказчик: _____

Дата предыдущей поверки: _____

Методика поверки: _____

Основные средства поверки: _____

Условия поверки:

температура окружающей среды °С

относительная влажность воздуха %

атмосферное давление кПа

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1 Результаты внешнего осмотра _____

2 Результаты опробования

2.1 Контроль условий поверки

2.2 Опробование

3 Подтверждение соответствия программного обеспечения _____

4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Определение погрешности при измерении объёмного расхода

$Q,$ $\text{м}^3/\text{ч}$	№ измер.	$Q_э, (V_э)$ $\text{м}^3/\text{ч}, (\text{м}^3)$	$Q_p, (V_p)$ $\text{м}^3/\text{ч}, (\text{м}^3)$	$\delta,$ %	Допуск, %

Поверитель: _____

Дата поверки: _____

Расчет скорости звука в воздухе при имитационной поверке

Рассчитать скорости звука в воздухе по измеренным значениям температуры и относительной влажности воздуха в имитаторе t , °C и H , % по формуле:

$$C_d = \sqrt{10^3 \frac{RT}{M} \cdot Z \cdot k} \quad (B.1)$$

где

- R – универсальная газовая постоянная, составляет 8,31451, кДж/кмоль·К
- T – термодинамическая температура воздуха в камере, составляет $T=273,15+t$, К
- Z – фактор сжимаемости, составляет 1,00
- k – показатель адиабаты, составляет 1,4
- M – молярная масса воздуха в камере, г/моль

- рассчитать молярную массу воздуха в имитаторе по формуле:

$$M = M_{\text{воз}} \cdot V_{\text{воз}} + M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} \quad (B.2)$$

где

- $M_{\text{воз}}$ – молярная масса сухого воздуха, составляет 28,98, г/моль
- $V_{\text{воз}}$ – объемная доля воздуха, составляет $V_{\text{воз}} = 1 - V_{\text{H}_2\text{O}}$ (безразмерная величина)
- $M_{\text{H}_2\text{O}}$ – молярная масса воды, составляет 18,016, г/моль
- $V_{\text{H}_2\text{O}}$ – объемная доля воды (безразмерная величина)

- рассчитать объемную долю воды в соответствии с Приложением Б Приказа №2885 Росстандарта от 15.12.2021 для измеренных значений температуры и относительной влажности воздуха в камере.

Примечание: рассчитанные значения скорости звука для ряда значений температуры, давления и относительной влажности 100% приведены в Таблице В.1

Таблица В.1 – Значения скорости звука в воздухе, C_d , м/с

	Давление, Па					
	101325	501325	551325	601325	651325	671325
Температура, С						
15	341,29	340,43	340,41	340,39	340,38	340,37
16	341,96	341,03	341,01	340,99	340,98	340,97
17	342,63	341,63	341,61	341,59	341,58	341,57
18	343,30	342,24	342,22	342,20	342,18	342,17
19	343,97	342,84	342,82	342,80	342,78	342,77
20	344,65	343,45	343,42	343,40	343,38	343,37
21	345,34	344,05	344,02	344,00	343,98	343,97
22	346,03	344,66	344,63	344,60	344,58	344,57
23	346,72	345,26	345,23	345,20	345,18	345,17
24	347,42	345,87	345,83	345,80	345,78	345,77
25	348,13	346,47	346,44	346,40	346,38	346,37