

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФБУ «Пензенский ЦСМ»



Ю.Г. Тюрина

«26» декабря 2025 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

МЕРНИКИ ЭТАЛОННЫЕ 2-ГО РАЗРЯДА М2р-5000-01

Методика поверки

МП 676-2025

г. Пенза
2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки мерников эталонных 2-го разряда М2р-5000-01 (далее — мерники), используемых в качестве рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 3), утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2356 (далее – ГПС), и устанавливает порядок проведения первичной и периодических поверок.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

передача единицы объема жидкости и вместимости в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2356, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 216-2018.

В методике поверки реализован метод непосредственного сличения.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальная вместимость, дм ³	5000
Доверительные границы суммарной погрешности измерений объема жидкости при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, не более	$\pm 0,10$

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ (ДАЛЕЕ - ПОВЕРКА)

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер раздела, пункта методики поверки	Обязательность выполнения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование	7	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8	да	да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|---|--------------------------------|
| – рабочая жидкость | вода питьевая по ГОСТ Р 51232; |
| – температура воды и окружающей среды, °С | от 15 до 25; |
| – относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80; |
| – атмосферное давление, кПа | от 84 до 106; |
| – изменение температуры воды во время измерений, не более, °С | $\pm 0,5$; |
| – изменение температуры воздуха, не более, °С | $\pm 0,5$; |
| – изменение атмосферного давления, не более, кПа | 1,33. |

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению работ допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационную документацию мерников и средств поверки, и прошедших инструктаж по безопасности труда.

Перед началом поверки мерников следует проверить исправность:

– наружных лестниц с поручнями и подножками, помоста с ограждением.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Раздел 7	Диапазон измерений температуры от минус 20 до 60 °С, ПГ $\pm 0,3$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, ПГ ± 2 %; диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа, ПГ $\pm 0,25$ кПа Диапазон измерений температуры: от минус 50 до 199,99 °С, ПГ $\pm 0,05$ °С; от 200 до 300 °С, ПГ $\pm 0,2$ °С	Термогигрометры ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11 в ФИФ ОЕИ) Термометры лабораторные электронные ЛТ-300 (рег. № 61806-15 в ФИФ ОЕИ)
Раздел 8	Рабочий эталон 1-го разряда по ГПС (часть 3), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2356 вместимостью 2, 5, 10, 50, 100, 200 дм³ Рабочий эталон 1-го разряда по ГПС (часть 3), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2356 вместимостью $1 \cdot 10^{-4}$ м³, $1 \cdot 10^{-3}$ м³ Рабочий эталон 1-го разряда по ГПС (часть 3), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2356 вместимостью $2,5 \cdot 10^{-5}$ м³ Диапазон измерений температуры: от минус 50 до 199,99 °С, ПГ $\pm 0,05$ °С; от 200 до 300 °С, ПГ $\pm 0,2$ °С	Мерники металлические образцовые 1-го разряда (рег. № 5189-02 в ФИФ ОЕИ) Колбы 1-го и 2-го классов точности (рег. № 4783-04 в ФИФ ОЕИ) Бюретки без установленного времени ожидания (рег. № 70637-18 в ФИФ ОЕИ) Термометры лабораторные электронные ЛТ-300

Продолжение таблицы 3

1	2	3
		(рег. № 61806-15 в ФИФ ОЕИ)
	Диапазон измерений от 0 до 35999,99 с $ПГ \pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$, где T_x – значение измеренного интервала времени, с	Секундомеры электронные Интеграл С-01 (рег. № 44154-10 в ФИФ ОЕИ)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в данной таблице.		

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

При внешнем осмотре мерников проверяют:

- соответствие их конструкции требованиям технической документации, утвержденной в установленном порядке;
- четкость изображений, надписей на маркировочной табличке, а также числовых отметок на шкале горловины;
- отсутствие дефектов на прозрачной части горловины мерника, препятствующих наблюдению за уровнем жидкости.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

7.1 Перед проведением поверки мерников выполняют следующие подготовительные работы:

- мерники и резервуар с водой выдерживают в помещении, предназначенном для проведения поверки, до достижения ими температуры, требуемой при поверке;
- мерники смачивают: заполняют водой до отметки номинальной вместимости, сливают воду сплошной струей и выполняют выдержку 30 с на слив капель. После указанной выдержки сливной кран закрывают.

7.2 Опробование мерников проводят водой, при этом проверяют работу запорной арматуры, герметичность соединений, а также возможность регулирования вертикальности горловины.

После заполнения поверяемого мерника до отметки номинальной вместимости и последующей выдержки в течение 20 мин уровень воды в мернике не должен изменяться и на поверхности мерника не должны появляться капли.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

8.1 Вместимость мерника определяют объемным методом, заполняя его водой, объем которой предварительно измерен эталонным мерником 1-го разряда (метод налива) или выливая из него воду в эталонный мерник 1-го разряда (метод слива). Непосредственно перед заполнением должны быть смочены в первом случае – поверяемый мерник, а во второй случае – эталонный мерник.

Если вместимость поверяемого мерника превышает вместимость эталонного, применяют многократное использование эталонного мерника или набор эталонных средств измерений.

Эталонный мерник в этом случае должен иметь такую вместимость, чтобы число измерений не превышало 50.

8.2 Измеряют температуру воздуха и атмосферное давление в помещении, предназначенном для поверки, а также температуру подготовленной для измерений воды в

резервуаре, записывают их значения.

8.3 Перед заполнением эталонный и поверяемый мерники устанавливают по уровню, обеспечив вертикальность горловины.

8.4 После заполнения эталонного или поверяемого мерника необходимо убедиться, что уровень воды окончательно установлен, а после опорожнения мерников убедиться, что вода полностью удалена. Для этого после слива сплошной струей выполняют выдержку на слив капель 30 с и закрывают сливной кран.

8.5 Если в поверяемом по методу налива мернике или в эталонном мернике при проверке по методу слива установившейся уровень воды не совпадает с отметкой вместимости, то с помощью колб и бюреток доливают (отливают) воду до совмещения ее уровня с отметкой вместимости. По истечении 10 мин выдержки измеряют температуру t воды в мернике, принимая температуру мерника равной температуре воды.

8.6 Вместимость мерника на любой отметке шкалы определяют как сумму (разность) номинальной вместимости мерника и вместимости его горловины от отметки номинальной вместимости до выбранной отметки.

Суммируют вместимости при выбранной отметке, расположенной выше отметки номинальной вместимости. Разность используют при выбранной отметке, расположенной ниже отметки номинальной вместимости.

8.7 Вместимость мерника, V_t , дм^3 , при температуре t , определяют по формуле

$$V_t = V_{mt} \pm \Delta V, \quad (1)$$

где V_{mt} – объем воды из мерника 1-го разряда при температуре t , дм^3 ;

$+\Delta V$ – объем добавленной воды, дм^3 ;

$-\Delta V$ – объем отобранной воды, дм^3 .

Действительную вместимость мерника V_{20} , (дм^3), соответствующую температуре 20 °C, вычисляют по формуле

$$V_{20} = n \cdot V_t, \quad (2)$$

где n – коэффициент, учитывающий изменение вместимости мерника от изменения его температуры, значения которого приведены в таблице Б.1 приложения Б.

Действительную вместимость поверяемого мерника на отметке номинальной вместимости определяют дважды. Разность между результатами двух измерений не должна превышать 0,01 % от номинальной вместимости мерника, указанной в таблице 1.

За результат измерений принимают полусумму двух измерений:

$$\overline{V_{20}} = \frac{1}{2} (V_{20,1} + V_{20,2}), \quad (3)$$

где $V_{20,1}$ и $V_{20,2}$ – значения действительной вместимости мерника, соответствующие температуре 20 °C, полученные в первом и втором измерениях соответственно.

Полученное значение вместимости поверяемого мерника должно находиться в пределах $\pm 0,05$ % от номинальной вместимости мерника, указанной в таблице 1.

8.8 Определение доверительных границ суммарной погрешности мерника

Отклонение вместимости поверяемого мерника от вместимости эталонного мерника при i -ом измерении $\delta(V)_i$, %, вычисляют по формуле

$$\delta(V)_i = \left(\frac{V_{20i} - \sum_{j=1}^m V_j}{\sum_{j=1}^m V_j} \right) \cdot 100, \quad (4)$$

где V_{20i} – вместимость поверяемого мерника, соответствующую температуре 20 °C, дм^3 ;

V_j – вместимость эталонного мерника, соответствующую температуре 20 °C, дм^3 ;

i – индекс измерения;

j – индекс количества эталонных мерников, необходимых для определения вместимости поверяемого мерника;

m – количество эталонных мерников, необходимых для определения вместимости поверяемого мерника.

Среднее арифметическое отклонение вместимости поверяемого мерника от вместимости эталонного мерника при передаче единицы объема жидкости $\overline{\delta(V)}_i$, %, вычисляют по формуле

$$\overline{\delta(V)}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_i, \quad (5)$$

где n – количество измерений, равное 2.

Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) вместимости поверяемого мерника от вместимости эталонного мерника при передаче единицы объема жидкости $S(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S(V) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_i - \overline{\delta(V)}_i)^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (6)$$

Неисключенную систематическую погрешность (далее – НСП) поверяемого мерника при воспроизведении единицы объема жидкости $\theta(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\theta(V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\theta(V)_э}{1,1}\right)^2 + (\overline{\delta(V)}_i)^2}, \quad (7)$$

где $\theta(V)_э$ – НСП эталонного мерника при воспроизведении единицы объема жидкости, %, (берут из паспорта на эталон).

Примечание:

Допускается вместо НСП эталонного мерника при воспроизведении единицы объема жидкости брать относительную погрешность эталонного мерника при измерении объема жидкости.

Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) НСП поверяемого мерника при воспроизведении единицы объема жидкости $S_\theta(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_\theta(V) = \frac{\theta(V)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (8)$$

Суммарное СКО поверяемого мерника при воспроизведении единицы объема жидкости $S_\Sigma(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_\Sigma(V) = \sqrt{S(V)^2 + S_\theta(V)^2}, \quad (9)$$

Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью $P=0,95$, и отношением случайных погрешностей и НСП, $K_\Sigma(V)$, вычисляют по формуле

$$K_\Sigma(V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(V) + \theta(V)}{S(V) + S_\theta(V)}, \quad (10)$$

где $t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при $P=0,95$ и количестве измерений n .

Доверительные границы суммарной погрешности поверяемого мерника при измерении объема вместимости $\delta_\Sigma(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_\Sigma(V) = \pm K_\Sigma(V) \cdot S_\Sigma(V), \quad (11)$$

Результат считают положительным, если значение доверительных границ суммарной погрешности не превышает значений, указанных в таблице 1.

8.9 При положительных результатах поверки мерник соответствует рабочему эталону 2-го разряда единицы объема жидкости в соответствии с ГПС (часть 3), утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2356.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки (рекомендованная форма приведена в приложении А).

Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

9.2 При положительных результатах поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие мерника обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), а также на свинцовые пломбы, установленные на шкале горловины и патрубке сливного крана мерника.

9.3 При отрицательных результатах поверки мерник к применению не допускают, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Протокол поверки № _____

Дата проведения поверки (составления протокола):

Место проведения поверки:

Наименование и тип поверяемого средства измерений:

Заводской (серийный) номер:

Наименование и адрес Заказчика:

Методика поверки:

Условия проведения поверки:

Температура воздуха, °C

Относительная влажность, %

Атмосферное давление, кПа

Изменение температуры воды во время измерений, °C

Изменение температуры воздуха, °C

Изменение атмосферного давления, не более, кПа

Средства поверки и их метрологические характеристики:

Дополнительные сведения:

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр:

2. Опробование:

3. Определение метрологических характеристик:

Номер измерения	Температура воды, °C		V_i	V_{20}	$\overline{V}_{20}$	$\delta(V)_i$	$S(V)$	$\theta(V)$	$S_\theta(V)$	$S_\Sigma(V)$	$K_\Sigma(V)$	$\delta_\Sigma(V)$
	В эталонном мернике	В поверяемом мернике	дм³			%						%
1												
2												

Заключение:

Поверитель

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Поправочный коэффициент n

Таблица Б.1

Температура мерника или воды, °С	Поправочный коэффициент n для стали
1	2
15,0	1,00018
15,1	1,00018
15,2	1,00017
15,3	1,00017
15,4	1,00017
15,5	1,00016
15,6	1,00016
15,7	1,00015
15,8	1,00015
15,9	1,00015
16,0	1,00014
16,1	1,00014
16,2	1,00014
16,3	1,00013
16,4	1,00013
16,5	1,00013
16,6	1,00012
16,7	1,00012
16,8	1,00012
16,9	1,00011
17,0	1,00011
17,1	1,00011
17,2	1,00010
17,3	1,00010
17,4	1,00010
17,5	1,00009
17,6	1,00009
17,7	1,00008
17,8	1,00008
17,9	1,00008
18,0	1,00007
18,1	1,00007
18,2	1,00007
18,3	1,00006
18,4	1,00006
18,5	1,00006
18,6	1,00005
18,7	1,00005
18,8	1,00005
18,9	1,00004
19,0	1,00004
19,1	1,00004
19,2	1,00003
19,3	1,00003
19,4	1,00002

Продолжение таблицы Б.1

1	2
19,5	1,00002
19,6	1,00002
19,7	1,00001
19,8	1,00001
19,9	1,00000
20,0	1,00000
20,1	0,99999
20,2	0,99999
20,3	0,99998
20,4	0,99998
20,5	0,99998
20,6	0,99997
20,7	0,99997
20,8	0,99997
20,9	0,99996
21,0	0,99996
21,1	0,99996
21,2	0,99995
21,3	0,99995
21,4	0,99995
21,5	0,99994
21,6	0,99994
21,7	0,99994
21,8	0,99993
21,9	0,99993
22,0	0,99993
22,1	0,99993
22,2	0,99992
22,3	0,99992
22,4	0,99992
22,5	0,99991
22,6	0,99991
22,7	0,99991
22,8	0,99990
22,9	0,99990
23,0	0,99990
23,1	0,99989
23,2	0,99989
23,3	0,99989
23,4	0,99988
23,5	0,99988
23,6	0,99988
23,7	0,99987
23,8	0,99987
23,9	0,99987
24,0	0,99986
24,1	0,99986
24,2	0,99985
24,3	0,99985
24,4	0,99985

Продолжение таблицы Б.1

1	2
24,5	0,99984
24,6	0,99984
24,7	0,99984
24,8	0,99983
24,9	0,99982
25,0	0,99982

Поправочный коэффициент n , учитывающий изменение вместимости мерника в зависимости от его температуры t , рассчитывают по формуле

$$n = \frac{1}{1 + (t - 20^\circ \text{C})\beta} \quad (\text{Б.1})$$

где β – коэффициент объемного расширения материала, из которого изготовлен мерник, равный $0,0000355 \text{ 1/}^\circ\text{C}$.