

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала

ВНИИР — филиала

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

А.С. Тайбинский

М.п.

«14» апреля 2026 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
МЕРНИКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЭТАЛОННЫЕ 1-ГО РАЗРЯДА SERAPHIN

Методика поверки

МП 1802-1-2026

Заместитель директора
филиала по науке

A blue ink signature of A.I. Gorchev.

А.И. Горчев

Заместитель начальника научно-
исследовательского отдела

A blue ink signature of R.R. Minnullin.

Р.Р. Миннуллин

г. Казань
2026 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на мерники металлические эталонные 1-го разряда SERAPHIN (далее – мерник) с заводскими номерами 13-55153, 10-50891, 04-22197-01.

Прослеживаемость мерника к Государственному первичному эталону единиц объема жидкости в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$ до $1,0 \text{ м}^3$ ГЭТ 216-2018 обеспечивается 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 № 2356.

В методике поверки реализован косвенный метод передачи единицы объема (гравиметрический метод).

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение		
	серия «J»	серия «М»	
Модификация мерника			
Объем жидкости на номинальной отметке вместимости шкалы горловины при температуре +20 °С, дм^3	94,6	94,600	60,00
Объем жидкости на верхней (конечной) отметке вместимости шкалы горловины при температуре +20 °С, дм^3	95,5	95,319	60,65
Объем жидкости на нижней (начальной) отметке вместимости шкалы горловины при температуре +20 °С, дм^3	93,7	93,881	59,35
Цена деления шкалы горловины при температуре +20 °С, дм^3	0,01	0,004085	0,005
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости при температуре +20 °С, %, не более	$\pm 0,02$		

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений – определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости – определение вместимости горловины и номинала цены деления шкалы мерника	9.1	Да	Да
	9.2	Да	Нет
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

2.2 В случае получения отрицательного результата при выполнении любой из операций поверки, поверка прекращается.

2.3 Допускается проведение работ по выявлению и устранению причин, повлекших отрицательный результат, с последующим возобновлением поверки. При повторном получении отрицательного результата поверку прекращают в соответствии с пунктом 2.2.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Измеряемая среда – жидкость (дистиллированная вода по ГОСТ Р 58144-2018, вода питьевая) со следующими параметрами:

– температура, °C от +15 до +25

Окружающая среда – воздух с параметрами:

– температура, °C от +15 до +25

– относительная влажность, % от 30 до 80

– атмосферное давление, кПа от 84 до 106

3.2 Изменение температуры измеряемой среды за время одного измерения не должно превышать 0,5 °C.

3.3 Изменение температуры окружающей среды за время одного измерения не должно превышать 0,5 °C.

3.4 Вблизи мерника, вспомогательной емкости или резервуара запрещается размещать нагревательные приборы или отопительные системы, способствующие одностороннему нагреву. Расстояние от таких приборов или систем до указанных объектов должно быть не менее 1,5 м.

3.5 Перед проведением измерений необходимо убедиться в стабильности показаний массы весов в течение не менее 60 с.

3.6 Перед проведением поверки необходимо выдержать мерник, средства поверки и резервуар с измеряемой средой в помещении, предназначенном для поверки, до достижения ими одинаковой температуры, соответствующей установленным условиям проведения поверки, не менее 24 часов.

3.7 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности согласно паспорта на мерник, а также соблюдаться требования безопасности при использовании эталонов и средств измерений согласно их эксплуатационным документам.

3.8 При подготовке мерника к поверке должны выполняться в полном объеме операции, приведенные в паспорте.

3.9 Контроль влияющих факторов осуществляется путем измерений параметров, указанных в разделе 3.1 настоящей методики поверки, с применением средств измерений условий окружающей среды.

3.10 Средства измерений, используемые для контроля условий окружающей среды, на момент проведения поверки мерника должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

3.11 Измерения влияющих факторов рекомендуется проводить непосредственно в месте расположения средств поверки. Если это невозможно из-за условий, например, нахождения оборудования во взрывоопасной зоне, допускается проведение измерений в ближайшем безопасном месте. При этом должно быть подтверждено, что параметры окружающей среды в этом месте близки к параметрам в зоне поверки и не имеют существенных различий.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы с применяемыми средствами измерений;
- знать требования данного документа;
- уметь применять требования настоящего документа на практике.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены 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
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	1) Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с ГПС № 1622 от 04.07.2022. В составе: гири в необходимом количестве и соответствующей массой (номинальные значения гирь от 1 кг до 200 кг); компаратором массы (максимальная нагрузка от 20 кг до 200 кг); или Рабочий эталон 5 разряда в соответствии с ГПС № 1622 от 04.07.2022. В составе: весы неавтоматического действия с диапазонами измерений с наибольшим пределом взвешивания от 5 кг до 200 кг и пределами допускаемой относительной погрешности 0,005 % (далее – эталон массы); 2) Термометр с диапазоном измерений от 10 °С до 30 °С и пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ °С; 3) Измеритель плотности жидкостей с диапазоном измерений плотности от 950 кг/м ³ до 1050 кг/м ³ и пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ кг/м ³ ^{1,2} (далее – эталон плотности).	1) Весы неавтоматического действия, регистрационный номер 66816-17; 2) Термометр электронный ExT-01, регистрационный номер 44307-10; 3) Измеритель плотности жидкостей вибрационный «ВИП-2МР», регистрационный номер 27163-09.
	Средство измерений температуры окружающей среды с диапазоном измерений температуры окружающей среды от 15 до 25 °С и пределами допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,5$ °С, с диапазоном измерений	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М5-Д, регистрационный номер 15500-12.

	относительной влажности от 30 до 80 % и пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 3 %, с диапазоном измерений атмосферного давления от 84 до 106 кПа и пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа.	
Дополнительное вспомогательное оборудование: – вспомогательная емкость (резервуар), используемая для взвешивания доз измеряемой среды, сливаемых из поверяемого мерника, либо для взвешивания измеряемой среды перед ее сливом в поверяемый мерник.		
Примечания: 1 Эталон плотности применяется только в случае использования в качестве измеряемой среды питьевой воды; 2 Допускается перед проведением поверки предварительное определение плотности измеряемой среды в аккредитованных лабораториях (в соответствии с требованиями национальной системы аккредитации) с использованием эталона плотности. Эталон плотности должен соответствовать установленным метрологическим и техническим требованиям, указанным в данной таблице. По результатам измерений оформляется протокол с указанием плотности измеряемой среды в кг/м^3 . Копия этого протокола должна быть приложена к протоколу поверки мерника; 3 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие положительные сведения о поверке, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений; 4 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать следующие требования (условия):

- правила техники безопасности, установленные на месте проведения поверки;
- правила безопасной эксплуатации средств поверки и поверяемого мерника, указанные в их эксплуатационной документации;
- правила охраны труда, действующие на месте проведения поверки.

6.2 Для обеспечения безопасного проведения поверки должен быть обеспечен свободный доступ к средствам поверки и мернику. При необходимости следует предусмотреть использование лестниц и площадок, соответствующих установленным требованиям безопасности.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливаются соответствие мерника следующим требованиям:

- внешний вид мерника должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность и маркировка мерника должны соответствовать паспорту;
- на поверхности мерника не допускаются механические повреждения, дефекты или следы коррозии, препятствующие его применению;
- конструкция мерника должна предусматривать элементы, обеспечивающие возможность нанесения знака поверки и установки пломбы в целях защиты от

несанкционированного вмешательства, а именно сливной кран и пластинчатая шкала должны быть оснащены технологическими отверстиями для пропуска пломбировочной проволоки.

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если мерник полностью соответствует требованиям, указанным в пункте 7.1. Если выявлены несоответствия требованиям пункта 7.1, результат осмотра считается отрицательным, и дальнейшие операции по поверке прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверка выполнения условий разделов 3, 4, 5 и 6 настоящего документа;
- подготовка к работе мерника и средств поверки согласно его паспорту.

8.2 Проверка герметичности, опробование

8.2.1 Мерник заполняют измеряемой средой до отметки верхнего (конечного) значения вместимости, указанной на шкале горловины, и выдерживают в течение 20 мин. По истечении времени осматривают наружную поверхность и места соединений. Отсутствие капель и следов увлажнения свидетельствует о герметичности.

8.2.2 После проверки герметичности измеряемую среду сливают сплошной струей. По окончании основного слива мерники выдерживают в течение 60 с для стекания капель, после чего сливной кран закрывают.

8.2.3 При опробовании проверяют работоспособность мерника. Плавность хода и исправность работы запорной арматуры, отсутствие заеданий при открытии и закрытии кранов. Отсутствие протечек в резьбовых и сварных соединениях при заполнении и сливе измеряемой среды. Целостность измерительной шкалы и четкость нанесенных отметок.

8.2.4 Результат проверки герметичности и опробования считают положительным, если мерники соответствуют требованиям, перечисленным в пунктах 8.2.1 и 8.2.3. При выявлении несоответствий дальнейшие операции по поверке прекращают, а результат признают отрицательным.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости методом прямого взвешивания или предварительного взвешивания или взвешивания во вспомогательную емкость

9.1.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) методом прямого взвешивания

9.1.1.1 Данную процедуру проводят с целью определения фактической вместимости мерника на отметке номинальной вместимости шкалы горловины, а также для выполнения требований пункта 9.2 на нижней (начальной) и на верхней (конечной) отметках вместимости шкалы горловины.

9.1.1.2 Мерник устанавливают на платформу весов и выравнивают поверяемый мерник, обеспечивая вертикальное положение горловины с помощью ампул уровня.

9.1.1.3 Выполняют тарирование весов, обнуляя показания с учетом массы пустого мерника. Если функция тарирования отсутствует, регистрируют массу пустого мерника для последующего вычитания.

9.1.1.4 Мерник заполняют измеряемой средой через горловину до соответствующей отметки вместимости, нанесенной на шкале.

9.1.1.5 Выдерживают заполненный мерник в течение 3 мин.

9.1.1.6 Измеряют и фиксируют параметры окружающей среды: температуру, атмосферное давление и относительную влажность воздуха в помещении.

9.1.1.7 Взвешивают заполненный мерник с измеряемой средой и регистрируют массу по показаниям весов.

9.1.1.8 Измеряют температуру измеряемой среды в мернике. Для этого используют термокарман мерника и выдерживают средство измерений температуры (термометр, датчик температуры, термопреобразователь) не менее 30 с до стабилизации показаний. Допускается для измерения температуры погружать средство измерений температуры в измеряемую среду через горловину. В этом случае средство измерений температуры также выдерживают не менее 30 с до стабилизации показаний, после чего фиксируют результат измерения.

9.1.1.9 Сливают измеряемую среду сплошной струей и выполняют выдержку для стекания капель в течение 60 с. Допускается для выполнения слива снимать мерник с платформы весов. По завершении слива измеряемой среды закрывают сливной кран.

9.1.1.10 Повторяют операции, указанные в пунктах с 9.1.1.2 по 9.1.1.9, не менее трех раз. Полученные результаты используют для расчета относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении объема жидкости в соответствии с пунктом 10.1.

9.1.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) методом предварительного взвешивания

9.1.2.1 Данную процедуру проводят с целью определения фактической вместимости мерника на отметке номинальной вместимости шкалы горловины, а также для выполнения требований пункта 9.2 на нижней (начальной) и на верхней (конечной) отметках вместимости шкалы горловины. Данный метод применяют в случаях, когда использование метода прямого взвешивания невозможно или нецелесообразно. Метод заключается в заполнении вспомогательного резервуара, установленного на весы, измеряемой средой с последующим сливом этой среды в мерник до соответствующей отметки на шкале горловины.

9.1.2.2 Весы устанавливают над рабочей зоной (выше уровня расположения мерника) для обеспечения подачи измеряемой среды самотеком. В центре платформы весов размещают вспомогательный резервуар, предназначенный для измеряемой среды.

9.1.2.3 Выполняют тарирование весов, обнуляя показания с учетом массы пустого вспомогательного резервуара. Если функция тарирования отсутствует, регистрируют массу пустого резервуара для последующего вычитания.

9.1.2.4 Поверяемый мерник устанавливают на горизонтальную поверхность под сливным отверстием резервуара и выравнивают, обеспечивая вертикальное положение горловины с помощью ампул уровня.

9.1.2.5 Заполняют вспомогательный резервуар измеряемой средой.

9.1.2.6 Регистрируют показания весов с заполненным резервуаром.

9.1.2.7 Сливают измеряемую среду из резервуара в мерник до соответствующей отметки на шкале горловины, закрывают сливной кран вспомогательного резервуара и выполняют выдержку для стекания капель в течение 60 с.

9.1.2.8 Регистрируют показания весов после слива измеряемой среды из резервуара.

9.1.2.9 Выдерживают заполненный мерник в течение 3 мин.

9.1.2.10 Измеряют и фиксируют параметры окружающей среды: температуру, атмосферное давление и относительную влажность воздуха в помещении.

9.1.2.11 Измеряют температуру измеряемой среды в мернике. Для этого используют термокарман мерника и выдерживают средство измерений температуры не менее 30 с до стабилизации показаний. Допускается для измерения температуры погружать средство измерений температуры в измеряемую среду через горловину мерника или непосредственно во вспомогательный резервуар, если в нем осталось достаточное количество среды для проведения измерения. В этом случае средство измерений температуры также выдерживают не менее 30 с до стабилизации показаний, после чего фиксируют результат измерения.

9.1.2.12 Сливают остатки измеряемой среды из вспомогательного резервуара в отдельную емкость, после чего снимают резервуар с платформы весов.

9.1.2.13 Сливают измеряемую среду из мерника сплошной струей и выполняют выдержку для стекания капель в течение 60 с. По завершении слива измеряемой среды закрывают сливной кран.

9.1.2.14 Повторяют операции, указанные в пунктах с 9.1.2.2 по 9.1.2.13, не менее трех раз. Полученные результаты используют для расчета относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении объема жидкости в соответствии с пунктом 10.1.

9.1.3 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) методом взвешивания во вспомогательную емкость

9.1.3.1 Данную процедуру проводят с целью определения фактической вместимости мерника на отметке номинальной вместимости шкалы горловины, а также для выполнения требований пункта 9.2 на нижней (начальной) и на верхней (конечной) отметках вместимости шкалы горловины. Данный метод применяют в случаях, когда масса мерника, заполненного измеряемой средой, превышает предел взвешивания весов, а также в иных случаях, когда использование метода прямого взвешивания невозможно или нецелесообразно. Метод заключается в заполнении мерника измеряемой средой до отметки вместимости с последующим опорожнением путем слива измеряемой среды отдельными дозами во вспомогательную емкость, установленную на весы. Вспомогательную емкость взвешивают пустой и заполненной каждой дозой измеряемой среды.

Примечание – Общее количество доз не должно превышать 20.

9.1.3.2 Устанавливают и выравнивают поверяемый мерник на устойчивой приподнятой платформе, например на металлической площадке, с использованием ампул уровня. Горловина мерника должна быть вертикальна. Расстояние от нижней образующей сливного патрубка до верхней кромки вспомогательной емкости должно составлять не менее 250 мм.

9.1.3.3 Мерник заполняют измеряемой средой через горловину до соответствующей отметки вместимости, нанесенной на шкале.

Примечание – При измерении температуры измеряемой среды через горловину допускается неполное заполнение до уровня на несколько миллиметров ниже отметки вместимости. После измерения температуры по пункту 9.1.3.4 проводят долив измеряемой среды до необходимой отметки вместимости.

9.1.3.4 Измеряют температуру измеряемой среды в мернике. Для этого используют термокарман мерника и выдерживают средство измерений температуры не менее 30 с до стабилизации показаний. Допускается для измерения температуры погружать средство измерений температуры в измеряемую среду через горловину мерника. Допускается измерять температуру во вспомогательной емкости после выполнения операции по пункту 9.1.3.10. В этих случаях средство измерений температуры также выдерживают не менее 30 с до стабилизации показаний, после чего фиксируют результат измерения.

9.1.3.5 Выдерживают заполненный мерник в течение 3 мин.

9.1.3.6 Измеряют и фиксируют параметры окружающей среды: температуру, атмосферное давление и относительную влажность воздуха в помещении.

9.1.3.7 На платформу весов устанавливают смоченную вспомогательную емкость. Весы располагают таким образом, чтобы обеспечить удобство подстановки емкости под сливной патрубок мерника.

9.1.3.8 Выполняют тарирование весов, обнуляя показания с учетом массы пустой вспомогательной емкости. Если функция тарирования отсутствует, регистрируют массу пустой емкости для последующего вычитания.

9.1.3.9 Сливают дозы измеряемой среды из мерника во вспомогательную емкость. Слив каждой дозы осуществляют тонкой струей, не превышая наибольший предел взвешивания весов.

По окончании слива каждой дозы выполняют выдержку для стекания капель в течение 60 с. После завершения слива последней дозы полностью открывают сливной кран мерника и выполняют выдержку для стекания капель в течение 60 с.

9.1.3.10 Взвешивают вспомогательную емкость с дозой измеряемой среды и регистрируют массу слитой дозы.

9.1.3.11 Сливают содержимое вспомогательной емкости, выполняют выдержку для стекания капель в течение 60 с, после чего возвращают пустую емкость на платформу весов.

9.1.3.12 Повторяют операции, указанные в пунктах с 9.1.3.7 по 9.1.3.11, до полного опорожнения мерника.

9.1.3.13 По завершении слива всей измеряемой среды из мерника закрывают его сливной кран.

9.1.3.14 Рассчитывают массу измеряемой среды по формуле

$$M = \sum_{i=1}^m M_i, \quad (1)$$

где M – суммарная масса измеряемой среды, кг;
 M_i – масса i -й дозы, кг;
 i – номер измерения;
 m – количество взвешиваемых доз.

9.1.3.15 Повторяют операции, указанные в пунктах с 9.1.3.2 по 9.1.3.13, не менее трех раз. Полученные результаты используют для расчета относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении объема жидкости в соответствии с пунктом 10.1.

9.2 Определение вместимости горловины и номинала цены деления шкалы мерника

9.2.1 Измерения выполняют в два этапа:

– определяют объем измеряемой среды в мернике, заключенный между нижней (начальной) отметкой шкалы вместимости горловины $V_{t_{ж}[ниж]}$, дм^3 и номинальной отметкой вместимости шкалы мерника $V_{t_{ж}[ном]}$, дм^3 при температуре измеряемой среды в мернике $t_{ж}$ в соответствии с действиями, приведенными в одном из пунктов 9.1.1 или 9.1.2 или 9.1.3.

– определяют объем измеряемой среды в мернике, заключенный между номинальной отметкой вместимости шкалы $V_{t_{ж}[ном]}$, дм^3 и верхней (конечной) отметкой шкалы вместимости горловины $V_{t_{ж}[верх]}$, дм^3 при температуре измеряемой среды в мернике $t_{ж}$ в соответствии с действиями, приведенными в одном из пунктов 9.1.1 или 9.1.2 или 9.1.3.

9.2.2 Для обработки результатов должно быть получено не менее трех измерений для каждого этапа.

9.2.3 Определяют приведенные объемы $\overline{V}_{t_n[ниж]}$, $\overline{V}_{t_n[ном]}$, $\overline{V}_{t_n[верх]}$, дм^3 , по формуле

$$\overline{V}_{t_n[ниж]}, \overline{V}_{t_n[ном]}, \overline{V}_{t_n[верх]} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\overline{V}_{t_n})_{ji}, \quad (2)$$

где j – индекс измерительной отметки шкалы (нижняя, номинальная, верхняя).

t_n – температура приведения к 20, °C;

V_{t_n} – объем измеряемой среды мерника V_{t_n} рассчитанной на нижней отметке шкалы горловины $V_{t_n[ниж]}$, на номинальной отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_n[ном]}$ и на верхней отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_n[верх]}$ при температуре t_n , дм^3 по формуле 8.

9.2.4 Обработывают результаты измерений в соответствии с пунктом 10.1.

9.2.5 Номинальное значение цены деления шкалы горловины мерника C_{t_n} , дм^3 при температуре t_n , вычисляют по формуле

$$C_{t_n} = \frac{(\overline{V_{t_n[\text{ном}]}} - \overline{V_{t_n[\text{ниж}]}}) + (\overline{V_{t_n[\text{верх}]} - \overline{V_{t_n[\text{ном}]}}})}{k}, \quad (3)$$

где k – количество делений шкалы горловины мерника.

9.2.6 Полученное по формуле (3) расчетное значение цены деления шкалы горловины мерника сравнивают с номинальным значением, указанным в паспорте.

$$C \approx C_{t_n} \quad (4)$$

9.2.7 Результат считается положительным, если полученное значение цены деления шкалы горловины находится в пределах допустимых значений, установленных в паспорте. При отрицательном результате дальнейшие операции по поверке прекращают.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости.

10.1.1 Объем измеряемой среды в мернике $V_{t_{жji}}$ на нижней отметке шкалы вместимости горловины $V_{t_{ж[\text{ниж}]}}$, на номинальной отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_{ж[\text{ном}]}}$, на верхней отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_{ж[\text{верх}]}}$ при температуре измеряемой среды в мернике $t_{жji}$, дм^3 , определяют по формуле

$$V_{t_{жji}} = 10^3 \cdot M_{ji} \cdot \frac{\rho_r - \rho_{вji}}{\rho_r \cdot (\rho_{жji} - \rho_{вji})}, \quad (5)$$

где M_{ji} – масса измеряемой среды в мернике по показаниям эталона массы, кг (измерения по дозам, необходимо считать, как сумму массы и рассчитывают по формуле 1);

ρ_r – плотность гирь, кг/м^3 , которые применялись при передаче единицы эталону (значение берут из документации на гири, при отсутствии информации принимают равной 8000 кг/м^3);

$\rho_{жji}$ – плотность измеряемой среды, кг/м^3 (рассчитывают по формуле 6);

$\rho_{вji}$ – плотность окружающей среды, кг/м^3 (функция от температуры окружающей среды, относительной влажности окружающей среды и атмосферного давления окружающей среды, вычисляют по формуле 7);

$t_{жji}$ – температура измеряемой среды, $^\circ\text{C}$.

10.1.2 Плотности измеряемой среды $\rho_{жji}$ при температуре $t_{ж}$, кг/м^3 , определяют по формуле

$$\rho_{жji} = \left\{ \rho_0 \cdot \left[1 - \frac{(t_{жji} + a_1)^2 \cdot (t_{жji} + a_2)}{a_3 \cdot (t_{жji} + a_4)} \right] + (s_0 + s_1 \cdot t_{жji}) \right\} + K_{\rho_{ж}}, \quad (6)$$

где $a_1 = -3,983035 \text{ } ^\circ\text{C}$;
 $a_2 = 301,797 \text{ } ^\circ\text{C}$;
 $a_3 = 522528,9 \text{ } ^\circ\text{C}^2$;
 $a_4 = 69,34881 \text{ } ^\circ\text{C}$;
 $\rho_0 = 999,9744 \text{ кг/м}^3$;
 $s_0 = -0,004612 \text{ кг/м}^3$;
 $s_1 = 0,000106 \text{ кг/(м}^3 \text{ } ^\circ\text{C)}$.
 K_{ρ_x} – поправочный коэффициент в кг/м^3 .

Примечание – Поправочный коэффициент K_{ρ_x} применяют при использовании в качестве измеряемой среды питьевой воды и определяется как разность между значением плотности измеряемой среды, полученным при исследовании на эталоне плотности при температуре $20 \text{ } ^\circ\text{C}$, и значением плотности $998,204 \text{ кг/м}^3$. В случае использования в качестве измеряемой среды дистиллированной воды поправочный коэффициент принимают равным нулю (0).

10.1.3 Плотность окружающей среды $\rho_{a,ji}$, кг/м^3 , вычисляют по формуле

$$\rho_{a,ji} = \frac{0,34848 \cdot P_{a,ji} - 0,009024 \cdot h_{a,ji} \cdot e^{0,0612 \cdot T_{a,ji}}}{273,15 + T_{a,ji}} \quad (7)$$

где P_a – атмосферное давление окружающей среды, гПа;
 h_a – относительная влажность окружающей среды, %;
 T_a – температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$;
 e – число Эйлера, равное 2,718281828.

10.1.4 Объем измеряемой среды в мернике $V_{t_n,ji}$ рассчитанной на нижней отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_n[\text{ниж}]}$, на номинальной отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_n[\text{ном}]}$, на верхней отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_n[\text{верх}]}$ при температуре t_n , дм^3 , определяют по формуле

$$V_{t_n,ji} = V_{t_{ж,ji}} \cdot \frac{1}{(1 + \beta \cdot (t_{ж,ji} - t_n))}, \quad (8)$$

где β – коэффициент объемного теплового расширения материала стенок мерника, значение которого берут из таблички либо из паспорта на мерник, $1/^\circ\text{C}$.

10.1.5 Отклонение показаний объема жидкости в мернике при температуре t_n от объема измеряемой среды при температуре t_n рассчитанного по показаниям эталона массы, %, вычисляют по формуле

$$\delta(V)_{ji} = \left(\frac{V_j - V_{t_n,ji}}{V_{t_n,ji}} \right) \cdot 100, \quad (9)$$

где V_j – объем жидкости в мернике (на отметках нижней вместимости шкалы горловины, на отметках номинальной вместимости шкалы горловины, на отметках верхней вместимости шкалы горловины) при температуре t_n , дм^3 , в соответствии с паспортом.

10.1.6 Среднее арифметическое значение отклонений показаний объема жидкости мерника от объема измеряемой среды, рассчитанного по показаниям эталона массы в j точке $\overline{\delta(V)}_j$, %, вычисляют по формуле

$$\overline{\delta(V)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_{ji}. \quad (10)$$

10.1.7 Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) среднего арифметического относительных отклонений показаний мерника при передаче единицы объема жидкости в j точке $S(V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (11)$$

10.1.8 Неисключенную систематическую погрешность (далее – НСП) измерений плотности окружающей среды $\Theta(\rho_a)$, кг/м^3 , вычисляют по формуле

$$\Theta(\rho_a) = (|\varphi(T_a) \cdot \Delta(T_a)| + |\varphi(P_a) \cdot \Delta(P_a)| + |\varphi(h_a) \cdot \Delta(h_a)|), \quad (12)$$

где $\Delta(T_a)$ – абсолютная погрешность средства измерений температуры окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta(P_a)$ – абсолютная погрешность средства измерений атмосферного давления окружающей среды, гПа ;

$\Delta(h_a)$ – абсолютная погрешность средства измерений относительной влажности окружающей среды, %.

$\varphi(T_a), \varphi(P_a), \varphi(h_a)$ – коэффициенты влияния, значения которых составляет: $\varphi(T_a) = 0,0048 (\text{кг/м}^3)/^{\circ}\text{C}$, $\varphi(P_a) = 0,0012 (\text{кг/м}^3)/\text{гПа}$, $\varphi(h_a) = 0,00014 (\text{кг/м}^3)/\%$.

10.1.9 НСП измерений плотности измеряемой среды $\Theta(\rho_{\text{жа}})$, кг/м^3 , вычисляют по формуле

$$\Theta(\rho_{\text{жа}}) = (|\varphi(t_{\text{ж}}) \cdot \Delta(t_{\text{ж}})| + \Delta(\rho_{\text{ж}})), \quad (13)$$

где $\Delta(t_{\text{ж}})$ – абсолютная погрешность средства измерений температуры измеряемой среды, $^{\circ}\text{C}$;

$\varphi(t_{\text{ж}})$ – коэффициент влияния температуры на плотность, равный $0,15 (\text{кг/м}^3)/^{\circ}\text{C}$;

$\Delta(\rho_{\text{ж}})$ – абсолютная погрешность средства измерений плотности, кг/м^3 (при применении в качестве измеряемой среды питьевой воды); при применении дистиллированной воды по ГОСТ Р 58144-2018 абсолютная погрешность плотности составляет $0,1 \text{ кг/м}^3$.

10.1.10 НСП при передаче единицы объема жидкости, $\Theta(V_{t_{\kappa}})_j$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(V_{t_{\kappa}})_j = \frac{1,1 \cdot 100}{V_{t_{\kappa j}}} \sqrt{\left(\frac{\partial V_{t_{\kappa}}}{\partial M}\right)_j^2 \cdot \left(\frac{\Delta(M)}{1,1}\right)^2 + \left(\frac{\partial V_{t_{\kappa}}}{\partial \rho_{\text{в}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{в}})^2 + \left(\frac{\partial V_{t_{\kappa}}}{\partial \rho_{\text{ж}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{жа}})^2}, \quad (14)$$

где $\Delta(M)$ – доверительные границы абсолютной погрешности эталона массы (пределами допускаемой относительной погрешности), кг;

$$\left(\frac{\partial V_{t_{\kappa}}}{\partial M}\right)_j = 10^3 \cdot \frac{\rho_{\text{г}} - \overline{\rho_{\text{в}j}}}{\rho_{\text{г}} \cdot (\overline{\rho_{\text{ж}j}} - \overline{\rho_{\text{в}j}})}. \quad (15)$$

$$\left(\frac{\partial V_{t_{\kappa}}}{\partial \rho_{\text{в}}}\right)_j = 10^3 \cdot \overline{M_j} \cdot \frac{\rho_{\text{г}} - \overline{\rho_{\text{ж}j}}}{\rho_{\text{г}} \cdot (\overline{\rho_{\text{ж}j}} - \overline{\rho_{\text{в}j}})^2}. \quad (16)$$

$$\left(\frac{\partial V_{t_{\kappa}}}{\partial \rho_{\text{ж}}}\right)_j = 10^3 \cdot \overline{M_j} \cdot \frac{\rho_{\text{г}} - \overline{\rho_{\text{в}j}}}{\rho_{\text{г}} \cdot (\overline{\rho_{\text{ж}j}} - \overline{\rho_{\text{в}j}})^2}. \quad (17)$$

Примечания

1 Для вычисления коэффициентов влияния (частных производных) необходимо применять средние значения входящих в них величин.

2 Значение $V_{t_{\kappa}}$ берется как среднее значение из i -х измерений в j -м уровне шкалы налива мерника.

10.1.11 НСП мерника при воспроизведении единицы объема жидкости $\Theta(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(V_{t_{\kappa}})_{j\max}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(V)_{j\max}^2}}, \quad (18)$$

где $\max$ – индекс наибольшего из значений.

10.1.12 СКО НСП мерника при воспроизведении единицы объема жидкости $S_{\Theta}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(V) = \frac{\Theta(V)}{1,1\sqrt{3}}. \quad (19)$$

10.1.13 Суммарное СКО полученных результатов при воспроизведении единицы объема жидкости $S_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(V) = \sqrt{S(V)_{j\max}^2 + S_{\Theta}(V)^2}. \quad (20)$$

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

$$K_{\Sigma}(V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(V)_{j\max} + \Theta(V)}{S(V)_{j\max} + S_{\Theta}(V)}. \quad (21)$$

Примечание – Значение $t_{0,95}$ (коэффициент Стьюдента при $P=0,95$) в зависимости от количества измерений n выбирается из таблицы 4.

Таблица 4 – Значение $t_{0,95}$ в зависимости от количества измерений n

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$t_{0,95}$	4,303	3,182	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228

10.1.15 Доверительные границы суммарной погрешности (пределы допускаемой относительной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости при температуре плюс 20 °С $\delta_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm K_{\Sigma}(V) \cdot S_{\Sigma}(V). \quad (22)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости при температуре плюс 20 °С не превышают значений, указанных в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.2 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону

При получении положительных результатов поверки мерник признается соответствующим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы объема жидкости 1-го разряда, в соответствии с частью 3 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 № 2356.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки (рекомендуемая форма указана 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.

11.2 При положительных результатах поверки оформляется протокол поверки. По заявлению заказчика оформляется свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие мерника обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), а также на пломбу, установленную на сливной кран и пластинчатую шкалу.

11.3 При отрицательных результатах поверки мерника 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

Форма протокола поверки средства измерений
(Рекомендуемая)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № ____

Стр. ____ из ____

Наименование средства измерений: _____
Тип, модель, изготовитель: _____
Заводской номер: _____
Наименование и адрес заказчика: _____

Методика поверки: _____
Место проведения поверки: _____
Поверка выполнена с применением: _____

Условия проведения поверки:
Температура окружающей среды _____
Атмосферное давление _____
Относительная влажность _____

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

Наименование операций	Раздел документа по поверке	Отметка о соответствии
1. Внешний осмотр средства измерений	7	положительный/отрицательный
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	положительный/отрицательный
3. Определение метрологических характеристик средства измерений	9.1 (9.2)	положительный/отрицательный
4. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	положительный/отрицательный

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении) единицы) объема жидкости (п. 9.1 и 9.2 МП 1802-1-2026)

Таблица А.1 – Результаты измерений

№ изм.	V [ниж. ном. верх]	P_a , гПа	T_a , °C	h_a , %	$t_{ж}$, °C	t_n , °C	ρ_v , кг/м³	$\rho_{ж}$, кг/м³	M , кг	$V_{t_{ж}}$, дм³	$\overline{V_{t_{ж}}}$, дм³	V_{t_n} , дм³	$\overline{V_{t_n}}$, дм³	$\delta(V)$, %	$\overline{\delta(V)}$, %	$\Theta(V_{t_{ж}})$, %	$S(V)$, %
1																	
...																	
i																	
1																	
...																	
i																	
1																	
...																	
i																	

Продолжение таблицы А.1

k	$C_{t_{ж}}$, дм³	C , дм³

Таблица А.2 – Обработка полученных данных

$\Theta(\rho_v)$, кг/м³	$\Theta(\rho_{ж})$, кг/м³	$\Theta(V)$, %	$S_{\Theta(V)}$, %	$S_{\Sigma(V)}$, %	$K_{\Sigma(V)}$, %	$\delta_{\Sigma(V)}$, %

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Заключение по результатам поверки (годен / негоден): _____

Подпись поверителя _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата « ____ » _____ 20 ____ г.