

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский
научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»
Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский
научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



Е.П. Соби́на

№ 06 " 10 2025 г.

«ГСИ. Системы анализа термодинамических свойств
Fluid-Eval.
Методика поверки»
МП 113-251-2022

Екатеринбург

2025

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1. РАЗРАБОТАНА** Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
- 2. ИСПОЛНИТЕЛЬ** зам. зав. лаб. 251, Вострокнутова Е.В.
- 3. СОГЛАСОВАНА** директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	4
2	Нормативные ссылки	5
3	Перечень операции поверки	5
4	Требования к условиям проведения поверки	6
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	6
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	8
8	Внешний осмотр средства измерений	8
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	8
10	Проверка программного обеспечения средства измерений.....	8
11	Определение метрологических характеристик средства измерений	8
12	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	10
13	Оформление результатов поверки	11

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы анализа термодинамических свойств Fluid-Eval (далее – системы) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка систем должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость систем:

- к ГЭТ 43-2022 «Государственный первичный эталон единиц избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см²» в соответствии с приказом Росстандарта № 2653 от 20.10.2022 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

- к ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

- к ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» в соответствии с приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

- к ГЭТ 3-2020 «Государственный первичный эталон единицы массы - килограмма» путем косвенных измерений на поверенных весах в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений массы, утвержденной приказом Росстандарта № 1622 от 04.07.2022 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений массы».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методами прямых и косвенных измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки систем, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение для модели			
	Standard	Maxi	Mini	Mobile
Диапазон измерений избыточного давления, МПа	от 0 до 100			
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления, %	± 0,04			
Диапазон измерений температуры, °С	от -20 до +200			

Наименование характеристики	Значение для модели			
	Standard	Maxi	Mini	Mobile
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C	± 0,3			
Диапазон измерений объема флюида в ячейке, см ³	от 0 до 500	от 0 до 1000	от 0 до 300	от 0 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объема флюида в ячейке, см ³	± (0,05+0,001 · V _v ¹⁾)			
¹⁾ V _v - верхний предел диапазона измерений объема флюида в ячейке, см ³				

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- Приказ Министерства труда и Социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- Приказ Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;
- Приказ Росстандарта от 19.11.2024 г. № 2712 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;
- Приказ Росстандарта от 04.07.2022 г. № 1622 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений массы»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ Р 58144-2018 «Вода дистиллированная. Технические условия»;
- ГОСТ 32686-2022 «Бутылки из полиэтилентерефталата для пищевых жидкостей. Общие технические условия».

3 Перечень операции поверки

3.1 Для поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	9
Проверка программного обеспечения	да	да	10
Определение метрологических характеристик			11
Определение приведенной погрешности измерений избыточного давления	да	да	11.1

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка диапазона измерений избыточного давления	да	да	11.2
Определение абсолютной погрешности измерений температуры	да	да	11.3
Проверка диапазона измерений температуры	да	да	11.4
Определение абсолютной погрешности измерений объема флюида в ячейке	да	да	11.5
Проверка диапазона измерений объема флюида в ячейке	да	да	11.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

3.2 На основании письменного заявления владельца системы или лица, представившего систему на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин (поверка в сокращенном объеме) с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +20 до +29
- относительная влажность, %, не более 80

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке системы допускаются лица, прошедшие специальное обучение и аттестованные в установленном порядке в качестве поверителя, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и руководством пользователя по эксплуатации и техническому обслуживанию (далее – РЭ) на систему.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – 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
Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование	Средство измерений температуры и относительной влажности: диапазон измерений температуры от +20 °С до	Термогигрометр электронный «CENTER» 313, рег. № 22129-09

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	+29 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 2 %	
Раздел 11 Определение метрологических характеристик	Средство измерений избыточного давления с верхним пределом измерений 100 МПа, метрологические характеристики которого соответствуют полю рабочего эталона 2-го разряда согласно Государственной поверочной схемы (далее – ГПС) утвержденной приказом Росстандарта № 2653 от 20.10.2022 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИ-190Е-В, рег. № 58668-14
	Средство измерений температуры в диапазоне измерений от -20 °С до +200 °С, метрологические характеристики которого соответствуют полю рабочего эталона температуры 3-го разряда согласно ГПС утвержденной приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСРВ-1, рег. № 50256-12 Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05М, рег. № 29933-05
	Средство измерений массы в диапазоне измерений от 0 до 1000 г, абсолютная погрешность измерений массы до 500 г $\pm 0,01$ г, св. 500 г – $\pm 0,02$ г	Весы электронные GX-1000, рег. № 20325-06
	Вода дистиллированная	ГОСТ Р 58144-2018
	Бутылка объемом 1 дм ³ с крышкой	ГОСТ 32686-2022
	Термостат жидкостный с возможностью поддержания температуры от -20 °С до +200 °С	
	Вакуумный насос возможностью создания давления не менее 0,001 кПа	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие типы средств измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6.2 Средства измерений, применяемые для поверки, должны быть поверены.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида системы сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений системы;
- соответствие комплектности, указанной в описании типа;
- наличие обозначений и маркировки.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре системы выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с таблицей 3.

9.2 Подготавливают систему в соответствии с РЭ.

9.3 Средства измерений, используемые при поверке, подготавливают согласно их эксплуатационной документации.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) системы. Идентификацию наименования и номера версии ПО проводят следующим образом: в строке команд выбирают пункт «Справка» («Help»); в открывшемся меню выбирают пункт «About» - откроется окно, содержащее номер версии ПО и идентификационное наименование ПО. Идентификационные наименования и номер версии ПО должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AppliLab
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.X.X*
Цифровой идентификатор ПО	-

* X относится к метрологически незначимой части ПО и принимает значения от 0 до 99

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение приведенной погрешности измерений избыточного давления

11.1.1 Для определения приведенной погрешности измерений избыточного давления к порту А системы подключают эталонный преобразователь давления.

11.1.2 Определение приведенной погрешности измерений избыточного давления

проводят в трех точках, соответствующих началу, середине и концу диапазона измерений избыточного давления.

11.1.3 С помощью ПО системы последовательно устанавливают значение избыточного давления в системе, соответствующее началу, середине и концу диапазона измерений избыточного давления. Дожидаются стабилизации показаний избыточного давления в течение 30 минут и проводят одновременную регистрацию избыточного давления в каждой точке диапазона с помощью ПО системы и эталонного преобразователя давления не менее 5 раз.

11.2 Проверка диапазона измерений избыточного давления

11.2.1 Проверку диапазона измерений избыточного давления проводят одновременно с определением приведенной погрешности измерений по п. 11.1 настоящей методики поверки.

11.3 Проверка абсолютной погрешности измерений температуры

11.3.1 Абсолютную погрешность измерений температуры проверяют в трех точках, соответствующих началу, середине и концу диапазона измерений температуры.

11.3.2 Для определения абсолютной погрешности измерений температуры извлекают встроенный термометр сопротивления из ячейки системы, далее встроенный термометр и эталонный термометр из таблицы 3 погружают во внешний термостат¹. После выдерживания термометров в одной из точек диапазона измерений температуры и стабилизации показаний, проводят не менее 5 раз одновременную регистрацию показаний температуры с помощью встроенного термометра сопротивления из ПО системы и эталонного термометра из таблицы 3 не менее 5 раз.

11.4 Проверка диапазона измерений температуры

11.4.1 Проверку диапазона измерений температуры проводят одновременно с определением абсолютной погрешности измерений температуры по п. 11.3 настоящей методики поверки.

11.5 Проверка абсолютной погрешности измерений объема ячейки

11.5.1 Проверку абсолютной погрешности измерений объема ячейки проводят с использованием дистиллированной воды. Заполняют ячейку системы дистиллированной водой по ГОСТ Р 58144-2018 (далее – дистиллированная вода)². Для этого к одному из выходов ячейки системы подключают с помощью соответствующих фитингов трубку, конец которой помещают в емкость, заполненную дистиллированной водой. Далее с помощью ПО запускают насос для заполнения системы. После полного заполнения ячейки дистиллированной водой необходимо полностью удалить пузырьки воздуха из ячейки. Для этого к выходу ячейки, через который проводили заполнение дистиллированной водой, подключают вакуумный насос и проводят вакуумирование одновременно с перемешиванием внутри ячейки не менее 30 минут. Затем выключают вакуумный насос и перемешивающее устройство, далее отсоединяют шланг вакуумного насоса и подключают трубку для дозирования дистиллированной воды, после этого запускают дозирование из ПО для удаления небольшой части дистиллированной воды из ячейки системы и заполнения трубки

¹ Допускается использовать калибратор температуры.

² При периодической поверке перед заполнением ячейки дистиллированной водой может потребоваться последовательная промывка толуолом, ацетоном, этиловым спиртом. В обратной последовательности рекомендуется промывать установку растворителями для подготовки системы к проведению исследований флюидов.

водой. Удаление воды из ячейки продолжают до прекращения появления пузырьков воздуха. После прекращения появления пузырьков воздуха переходят к проверке абсолютной погрешности измерений объема. Для этого устанавливают пустую емкость на весы.

11.5.2 Далее весы с размещенной на них пустой емкостью тарируют и над горлом емкости закрепляют трубку для дозирования воды из ячейки системы. Трубку закрепляют таким образом, чтобы обеспечить ее неподвижность в процессе дозирования, а также отсутствие касания емкости, например, закрепляя ее конец с помощью лабораторного штатива.

11.5.3 Дозирование проводят в трех точках, соответствующих началу, середине и концу диапазона измерений объема. В каждой точке диапазона измерений объема дозирование проводят не менее 2 раз.

11.5.4 После дозирования фиксируют температуру дистиллированной воды в емкости с помощью эталонного термометра из таблицы 3.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Приведенную погрешность каждого результата измерений избыточного давления рассчитывают по формуле

$$\gamma_{ij} = \frac{X_{ij} - P_{ij}}{N_B} \cdot 100, \quad (1)$$

где X_{ij} – j -й результат измерений давления в i -ой точке с помощью ПО системы, МПа;
 P_{ij} – j -ый результат измерений давления эталонным преобразователем в i -ой точке, МПа;

N_B – верхний предел измерений давления, МПа.

Полученные значения приведенной погрешности измерений избыточного давления должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

12.2 За диапазон измерений избыточного давления принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п. 12.1 получены удовлетворительные результаты.

12.3 Абсолютную погрешность измерений температуры рассчитывают по формуле

$$\Delta t_{ij} = t_{\text{изм}ij} - t_{Tij}, \quad (2)$$

где $t_{\text{изм}ij}$ – j -й результат измерения температуры системой в i - точке, °С;

t_{Tij} – j -й результат измерения температуры эталонным термометром в i -точке, °С.

Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

12.4 За диапазон измерений температуры принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п. 12.3 получены удовлетворительные результаты.

12.5 Абсолютную погрешность измерений объема флюида в ячейке рассчитывают по формуле

$$\Delta V_{ij} = V_{\text{изм}ij} - V_{rij}, \quad (3)$$

где $V_{\text{изм}ij}$ – j -й результат i -го измерения дозированного объема ячейки системой, см³, который равен разнице между начальным объемом воды в ячейке (до дозирования), V_{0i} , см³, и конечным объемом воды в ячейке (после дозирования), V_{1i} , см³, рассчитывается по формуле

$$V_{\text{изм}ij} = V_{0i} - V_{1i}, \quad (4)$$

V_{rij} – значение объема дистиллированной воды, рассчитанное по формуле

$$V_{pij} = \frac{m_{ij}}{\rho}, \quad (5)$$

где ρ – плотность дистиллированной, рассчитывается по формуле

$$\rho = \frac{(1000,28 - 0,0015 \cdot T - 0,0051 \cdot T^2)}{1000}, \quad (6)$$

где T – температура дистиллированной воды во время дозирования, °С.

Полученные значения абсолютной погрешности измерений объема должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

12.6 За диапазон измерений объема флюида в ячейке принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п. 12.5 получены удовлетворительные результаты.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки систему признают пригодной к применению.

13.3 Нанесение знака поверки на системы не предусмотрено. Пломбирование систем не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки система признается непригодной к применению.

13.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными действующими на момент проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

13.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки и составе системы.

Разработчик:

Зам. зав. лаб. 251 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



Е.В. Вострокнутова