



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

____ С.А. Денисенко

____ 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Модули кварцевого термоманометра И-3

РТ-МП-1218-207-2025

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Москва
2025 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на Модули кварцевого термоманометра И-3 (далее по тексту – модули, СИ или приборы), изготавливаемые АО «Геооптикс», Екатеринбург, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод непосредственного сличения.

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемых приборов к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Прослеживаемость поверяемых приборов к Государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2024 г. № 2712.

Прослеживаемость поверяемых приборов к Государственному первичному эталону ГЭТ 101-2011 «ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $7 \cdot 10^5$ Па» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 г. № 2900.

Прослеживаемость поверяемых приборов к Государственным первичным эталонам ГЭТ 23-2010 «Государственный первичный эталон единицы давления в диапазоне от 0,02 до 10 МПа» и ГЭТ 43-2013 ГПЭ единицы давления в диапазоне от 10 до 1600 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А настоящей методики.

1 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки приборов должны выполняться операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Операции 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 средства измерений	Да	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Проверка герметичности системы (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.3
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.4
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	8

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Оформление результатов поверки	Да	Да	10
Примечания: 1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается. 2. Методикой поверки не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава средств измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.			

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление: от 86,0 до 106,7 кПа.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с эксплуатационной документацией и освоившими работу с техническими средствами, используемыми при поверке.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Средства поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 кПа до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа.	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег. № 53505-13; Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18; Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13.
п. 7.4 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании)	Термометры сопротивления (платиновые), соответствующие требованиям к эталонам 2 и 3 разрядов по ГПС в соответствии с	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10.

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Определение метрологических характеристик	приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712, с доверительными границами абсолютной погрешности не более $\pm 0,03$ °C в диапазоне от -20 до +165 °C.	
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам 4 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456.	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. № 19736-11.
	Термостаты и/или криостаты температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ.	Термостаты жидкостные серии «ТЕРМОТЕСТ», рег. № 39300-08 Термостаты переливные прецизионные ТПП-1, рег. № 33744-07.
	Манометры грузопоршневые, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1, 2 и 3 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 № 2653.	Манометры грузопоршневые МП-500, МП-1000, МП-1600, МП-2500, рег. № 52189-16.
	Барометры, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 № 2900.	Барометры рабочие сетевые БРС-1М, рег. № 16006-97.
	Частотомеры, соответствующие требованиям к эталонам 5 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 (при поверке модулей с частотным выходом).	Частотомеры электронно-счетные ЧЗ-85, рег. № 75631-19.
	Блок питания постоянного электрического напряжения (при поверке модулей с частотным выходом).	-
	Персональный компьютер; ПО для работы с электронными таблицами (для поверки модулей с частотным выходом); Преобразователь сигнала CAN, RS-485, 12С или другое оборудование, поддерживающее соответствующие сигналы (для поверки модулей с цифровым выходом); Программно-аппаратный комплекс для визуализации измеряемой величины (для поверки модулей с цифровым выходом).	-

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>Примечания:</p> <p>1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано.</p> <p>2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p>		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом Минэнерго РФ от 12.08.2022 г. № 811;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ), утвержденные приказом Министерства труда России от 15.12.2020 г. № 903н;
- на эталоны и применяемые средства измерений;
- указания по технике безопасности, приведенные в РЭ на модули.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- наличие паспорта (для модуля термоманометра И-3-А (с частотным выходным сигналом));
- соответствие внешнего вида, комплектности модулей описанию типа и эксплуатационной документации;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие видимых дефектов, которые могут привести к ухудшению метрологических характеристик.

При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

6.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

7.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений, необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление. Климатические условия проведения поверки должны соответствовать значениям, указанным в п. 2.1 настоящей методики поверки.

7.2 Подготовка к поверке средства измерений

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемое СИ и на применяемые средства поверки;
- выдержать поверяемое СИ не менее 2 ч в условиях, указанных в п. 2.1 настоящей методики;
- подготовить к работе поверяемое СИ и применяемые средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.3. Проверка герметичности системы

При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки модуля, на место поверяемого прибора установить заведомо герметичный прибор или любое другое средство измерений, позволяющее заметить изменение давления на величину 0,01 %. Создать давление в системе, равное верхнему пределу измерений поверяемого прибора, после чего отключить

источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключить.

Систему считать герметичной, если после 3-х минут выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений приборов, не наблюдается падения давления свыше 0,02 % от ВПИ в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

7.4 Опробование

7.4.1 Опробование модуля термоманометра И-3-А (с частотным выходным сигналом)

7.4.1.1. При помощи программного обеспечения для работы с электронными таблицами создают файл и вносят в него данные об индивидуальной градуировочной характеристике модуля, представленной полиномом. Формула полинома, данные о коэффициентах, опорной частоте и опорной температуре содержатся в паспорте на модуль.

7.4.1.2 В соответствии с руководством по эксплуатации к модулю подключают блок питания и частотомер, и снимают показания частоты с частотомера (в течении 3 минут).

7.4.1.3 Измеренное значение частоты заносят в файл с данными о поверяемом модуле и рассчитывают по формуле, приведенной в паспорте на модуль, измеренную температуру и давление.

7.4.1.4. Модуль считается прошедшим процедуру опробования, если рассчитанное значение температуры, соответствует значению температуры окружающей среды.

7.4.2 Опробование модуля термоманометра И-3-Ц (с цифровым выходным сигналом)

7.4.2.1 В соответствии с руководством по эксплуатации подключают модуль при помощи преобразователя сигналов (интерфейсов) или другого оборудования, поддерживающего соответствующие сигналы, к программно-аппаратному комплексу для визуализации измеряемой величины.

7.4.2.2 Устанавливают связь с поверяемым модулем. С программно-аппаратного комплекса для визуализации измеряемой величины считывают измеренное модулем значение температуры и давления.

7.4.2.4 Модуль считается прошедшим процедуру опробования, если измеренные значения температуры и давления близки к значениям температуры и давления окружающей среды.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 Определение приведенной погрешности канала измерений давления.

8.1.1 Определение погрешности измерений абсолютного давления проводить не менее, чем в 5 (пяти) контрольных точках, примерно равномерно распределенных внутри диапазона измерений давления, включая два крайних значения. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений, не более чем на 5 % от диапазона измерений, без превышения диапазона.

В случае применения в качестве эталона средства измерений избыточного давления, допускается принимать за номинальное значение измеряемого давления сумму показаний эталона избыточного давления и эталонного барометра, при условии, что соотношение погрешностей поверяемого прибора и суммы абсолютных погрешностей 2-х эталонов соответствует государственной поверочной схеме.

8.1.2 Поверку производят следующим образом:

- запустить работу прибора в соответствии с документацией изготовителя;
- подключить поверяемый прибор к эталону давления;
- установить связь с атмосферным давлением.

Поверка при приближении к выбранному значению давления со стороны меньших значений к большим (прямой ход):

8.1.3 Установить давление в системе равное значению первой контрольной точки, выдержать не менее 1 минуты и снять значения показаний с прибора и эталонных средств измерений. Результаты измерений занести в таблицу 8.1.

8.1.4 Плавно повысить давление в системе до значения второй контрольной точки, выдержать не менее 1 минуты, и снять значения показаний с прибора и эталонных средств измерений. Результаты измерений занести в таблицу 8.1;

8.1.5 Далее провести измерения для остальных контрольных точек. Результаты измерений занести в таблицу 8.1.

Поверка при приближении к выбранному значению давления со стороны больших значений к меньшим (обратный ход):

Перед поверкой при обратном ходе прибор выдерживают в течение 5 минут на верхнем предельном значении давления, соответствующего верхнему пределу измерения давления (отклонение, не более чем на 5 % от диапазона измерений, без превышения диапазона).

Аналогично (п.п. 8.1.3 – 8.1.5) произвести измерения значений давления по всем контрольным точкам. Результаты измерений заносят в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 - Определение приведённой погрешности канала измерений давления

Номин. значен. измер. парам., МПа	Показания эталона (сумма эталонов) ($P_э$), МПа абс.	Показания поверяемого прибора ($P_{си}$), МПа		$\Delta_{\text{макс}}$, МПа	$\gamma_{\text{макс}}$, %
		Прямой ход	Обратный ход		

$\Delta_{\text{макс}}$ – максимальное значение абсолютной погрешности $P_{си} - P_э$;
 $\gamma_{\text{макс}}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности измерений давления от верхнего предела измерений.

8.2 Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры

Проверку абсолютной погрешности канала измерений температуры проводят в 5-ти контрольных точках, распределенных в пределах диапазона измерений, включая нижнее и верхнее предельные значения, следующим образом:

8.2.1 Запустить работу прибора в соответствии с документацией изготовителя.

8.2.2 Поверяемый прибор поместить в рабочий объем термостата на максимально возможную глубину (но не менее 30-50 мм от дна), эталонный термометр погрузить на нормируемую глубину погружения, при этом, модуль в бескорпусном исполнении необходимо изолировать от попадания жидкости при помощи теплопроводящего тонкостенного защитного чехла. Выступающая часть модуля должна быть теплоизолирована для минимизации эффекта влияния теплоотвода по корпусу поверяемого модуля.

8.2.3 Установить в термостате первую температурную точку;

8.2.4 После выхода термостата на заданный режим и выдержки до установления теплового равновесия между эталонным термометром, поверяемым прибором и термостатирующей средой (не менее 30-ти мин) снимают показания по эталонному термометру и поверяемому прибору с экрана ПК.

8.2.5 Повторить 8.2.3-8.2.4 в остальных поверяемых точках.

8.2.6 Полученные значения измеренных данных заносят в таблицу 9.2.

Таблица 8.2 – Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры

$T_{\text{зад}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{уст}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{изм}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$

9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Результаты поверки считаются положительными, если значения полученной погрешности в каждой контрольной точке не превышает предельно допустимых значений, приведенных в описании типа в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений.

9.2 Приведенная погрешность канала измерений давления рассчитывается по формуле:

$$\gamma = \frac{P_{\text{си}} - P_{\text{э}}}{\text{ВПИ}} \cdot 100 \quad (1)$$

где, $P_{\text{си}}$ – значение давления, измеренное термоманометром, МПа;

$P_{\text{э}}$ – значение давления, измеренного эталонным средством измерений, МПа

ВПИ – верхний предел измерений абсолютного давления, МПа;

γ – приведенная погрешность, %.

9.3 Рассчитывают значение абсолютной погрешности канала измерений температуры (Δ_T , °С) в каждой контрольной точке по формуле:

$$\Delta_T = T_{\text{изм}} - T_{\text{уст}} \quad (2)$$

где: $T_{\text{изм}}$ – значение температуры, измеренное поверяемым модулем, °С;

$T_{\text{уст}}$ – значение температуры, измеренное эталоном, °С.

9.4 Модуль кварцевого термоманометра И-3 считается выдержавшим поверку по п.п.8.1-8.2, если полученные значения приведённой погрешности канала измерений давления и абсолютной погрешности канала измерения температуры в каждой проверяемой точке не превышают предельно допустимых значений, приведенных в таблице А1 Приложения А.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки модулей в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 Модули, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке. Протокол поверки оформляется в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и системой менеджмента качества организации-поверителя. Дополнительные требования к оформлению протокола не предъявляются.

10.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Начальник отдела 207
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

А.А. Игнатов

Заместитель начальника отдела 202
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

Е.В. Николаева

Таблица А1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений абсолютного давления ⁽¹⁾ , МПа	от 0,1 до 140
Чувствительность в диапазоне измеряемого давления, МПа	0,0001
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений давления, % (от ВПИ ⁽²⁾)	$\pm 0,02$; $\pm 0,03$; $\pm 0,04$; $\pm 0,06$; $\pm 0,10$ ⁽³⁾
Диапазон измерений температуры ⁽⁴⁾ , °C	от -20 до +165
Чувствительность в диапазоне измеряемых температур, °C	0,0001
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C	$\pm 0,1$

(1) - указан максимальный диапазон измерений, требуемый диапазон устанавливается при заказе путем выбора значения верхнего предела измерений в диапазоне от 21 до 140 МПа. Значение диапазона измерений приводится в паспорте на конкретный модуль;

(2) - ВПИ - верхний предел измерений;

(3) - значение погрешности приводится в паспорте на конкретный модуль;

(4) - указан максимальный диапазон измерений, требуемый устанавливается при заказе путем выбора верхнего и нижнего пределов измерений, находящихся в диапазоне температур от -20 °C до +165 °C. Значение диапазона измерений приводится в паспорте на конкретный модуль.