



Федеральное государственное
бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
институт метрологической службы»

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



_____ А.Е. Коломин

_____ 2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Модули кварцевого термоманометра И-2
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

МП 207-034-2024

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на Модули кварцевого термоманометра И-2 (далее по тексту – модули или приборы), изготавливаемые АО «Геооптикс», Екатеринбург и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Поверка приборов проводится методом непосредственного сличения с эталоном давления и эталонным термометром.

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 схеме для средств измерений температуры, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3253 от 23 декабря 2022 года.

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.

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.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 2.1 – 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	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения (ПО)	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Оформление результатов поверки	Да	Да	12
Примечания: 1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается. 2. Методикой поверки не допускается проводить поверку в сокращенном диапазоне измерений.			

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава средств измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2.3 Операции поверки, приведенные в таблице 2.1 выполняются в полном объеме для первичной и периодической поверки.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха: от 30 до 80 %;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);

3.2 Средства поверки, оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

3.3 При работе термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

3.4 Поверяемые приборы и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

3.5 Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемыми приборами должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

3.6 Провести проверку герметичности системы. При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки модуля, на место поверяемого прибора установить заведомо герметичный прибор или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих верхнему пределу измерений поверяемого прибора, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. 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 в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка приборов 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.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег. № 53505-13 и др.
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13 и др.
п. 9 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда (и выше) в соответствии с приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 года № 3253	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10 и др.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М), рег. № 19736-11 и др.
	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 и др.
	Манометры грузопоршневые, 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 20 октября 2022 г. № 2653	Манометры грузопоршневые МП-500, МП-1000, МП-1600, МП-2500, рег. № 52189-16 и др.
	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 декабря 2019 г. № 2900	Барометры рабочие сетевые БРС-1М, рег. № 16006-97 и др.
	Частотомеры, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по ГПС в соответствии с Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 (при поверке модулей с частотным выходом)	Частотомеры электронно-счетные ЧЗ-85, рег. № 75631-19
	Блок питания постоянного электрического напряжения	-

	(при поверке преобразователей с частотным выходом).	
	Персональный компьютер. ПО для работы с электронными таблицами (для поверки преобразователей с частотным выходом). Преобразователь сигнала CAN, RS-485, 12С или другое оборудование, поддерживающее соответствующие сигналы (для поверки преобразователей с цифровым выходом). Программно-аппаратный комплекс для визуализации измеряемой величины (для поверки преобразователей с цифровым выходом)	
Примечания: 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. 2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации термометров.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности приборов технической и эксплуатационной документации;
- наличие заводского/серийного номера;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, влияющих на работоспособность приборов.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке и опробование модуля термоманометра И-2-А (с частотным выходным сигналом)

8.1.1. При подготовке к поверке модулей с частотным выходом 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.

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

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

8.1.4. Модуль считается прошедшим процедуру опробования, если рассчитанное значение температуры близко к значению температуры окружающей среды.

8.2 Подготовка к поверке и опробование модуля термоманометра И-2-Ц (с цифровым выходным сигналом)

8.2.1 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.

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

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверка программного обеспечения проводится только для модулей с цифровым выходным сигналом (И-2-Ц), проверку рекомендуется проводить совместно с опробованием средства измерений.

Проверка модулей проводится в форме подтверждения соответствия тому ПО, которое было документировано (внесено в базу данных) при испытаниях в целях утверждения типа. Считывание идентификационных данных может проводиться с программно-аппаратного комплекса для визуализации измеряемой величины или веб-интерфейса на мониторе ПК. Процедура соответствия сводится к сравнению идентификационных данных ПО, отображаемых на дисплеях, с данными, которые были внесены в описание типа.

Модуль кварцевого термоманометра И-2 считается поверенным, если идентификационные данные совпадают с данными указанными в таблице 9.1.

Таблица 9.1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Geoptics
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.2
Цифровой идентификатор программного обеспечения	Недоступен

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение приведенной погрешности канала измерений давления.

10.1.1 Определение приведенной (от верхнего предела измерений) погрешности модулей проводят с использованием эталонов абсолютного и избыточного давления.

10.1.2 Расчет приведённой погрешности измерений давления проводят в 5 пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений. Первая точка равна 0 избыточного давления, последняя точка должна быть в промежутке от 90% до 100% от верхнего предела измерений.

Номинальное значение давления каждой точки поверки рассчитывается путем суммирования показаний эталона абсолютного давления (барометр) и эталона избыточного давления.

10.1.3 Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 25 % диапазона измерений и не быть менее 15 % диапазона измерений.

10.1.4 Поверяемый прибор подключить к эталонному средству измерений согласно документации.

10.1.5 Установить давление в системе равное первой выбранной точке согласно пп. 10.1.2 – 10.1.3.

10.1.6 Снять показания с прибора и эталонных средств измерений при приближении к выбранному значению давления со стороны меньших значений (при прямом ходе) и со стороны больших значений (при обратном ходе).

Перед проверкой при обратном ходе средство измерений выдерживают в течение 5 минут при верхнем предельном значении давления, соответствующего верхнему пределу измерения давления.

10.1.7 Аналогично произвести измерения давления для остальных контрольных точек.

10.1.8 Результаты измерений заносят в таблицу 10.1.

Таблица 10.1 - Определение приведённой погрешности канала измерений давления

Номин. значен. измер. парам., МПа	Показания эталона (сумма эталонов) ($P_{эт}$), МПа абс.	Показания испытываемого прибора ($P_{изм}$), МПа абс.				Δ_{max} , МПа	γ , %
		1 цикл		2 цикл			
		ПХ	ОХ	ПХ	ОХ		

10.2 Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры

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

10.2.1 Запустить работу прибора в соответствии с п. 8.1 настоящей методики.

10.2.2 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. При этом выступающая часть модуля должна быть теплоизолирована для минимизации эффекта влияния теплоотвода по корпусу поверяемого модуля.

10.2.3 Установить в термостате первую температурную точку;

10.2.4 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), выполнить отсчеты показаний по эталонному термометру и поверяемому прибору с экрана ПК в течение 5 мин., далее вычислить средние арифметические значения полученных данных.

10.2.5 Повторить 10.2.3-10.2.4 в остальных поверяемых точках.

10.2.6 Полученные значения измеренных данных заносят в таблицу 10.2.

Таблица 10.2 – Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры

$T_{зад}$, °С	$T_{уст}$, °С	$T_{изм}$, °С	ΔT , °С

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 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.

11.2 Приведенная погрешность рассчитывается по формуле 1:

$$\gamma = \frac{\Delta_{\max}}{\text{ВПИ}} * 100 \quad (1)$$

где, Δ_{\max} – максимальное значение абсолютной погрешности в контрольной точке, МПа;
ВПИ – верхний предел измерений абсолютного давления, МПа;
 γ – приведенная погрешность, %.

11.3 Рассчитывают значение абсолютной погрешности канала измерения температуры в каждой контрольной точке по формуле (2)

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

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

11.4 Модуль кварцевого термоманометра И-2 считается выдержавшим поверку, 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.

12 Оформление результатов поверки

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

12.2 Приборы, 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.

12.3 Конструкция средства измерений не предусматривает нанесение знака поверки на корпус модуля.

12.4 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
ФГБУ «ВНИИМС»

Заместитель начальника отдела 202
ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Игнатов



Е.В. Николаева

Таблица А1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений абсолютного давления ^(*) , МПа	от 0,1 до 70
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений давления, % (от ВПИ)	±0,01
Диапазон измерений температуры ^(***) , °С	от -20 до +150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±0,1
Примечания: * - указан максимальный диапазон измерений, требуемый диапазон устанавливается при заказе путем выбора значения верхнего предела измерений в диапазоне от 21 до 70 МПа. Значение диапазона измерений приводится в паспорте на конкретный модуль; ** - ВПИ - верхний предел измерений; *** - указан максимальный диапазон измерений, требуемый устанавливается при заказе путем выбора верхнего и нижнего пределов измерений, находящихся в диапазоне температур от -20 °С до +150 °С. Значение диапазона измерений приводится в паспорте на конкретный модуль.	