

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

М.п. «23» октября 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Установка вакуумметрическая
эталонная УВЭ-1**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 231-0135-2024

Руководитель НИО государственных
эталонов в области измерений давления

Р.А. Тетерук

Руководитель НИЛ
государственных эталонов
и научных исследований
в области измерений низкого
абсолютного давления вакуума

А.А. Чернышенко

г. Санкт-Петербург
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) распространяется на установку вакуумметрическую эталонную УВЭ-1, зав. № 01 (далее - установка) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в Таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Метрологические характеристики установки

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений абсолютного давления, Па	от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^5$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений абсолютного давления, %	
- в поддиапазоне от $1 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-5}$ Па включ.	± 7
- в поддиапазоне св. $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^2$ Па включ.	± 5
- в поддиапазоне св. $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^3$ Па	$\pm (3-2)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления, Па	
- в поддиапазоне от $2 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^3$ Па включ.	$\pm (10 - 30)$
- в поддиапазоне св. $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^4$ Па включ.	± 20
- в поддиапазоне св. $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^5$ Па	± 50
Нормальные условия измерений:	
- температура окружающей среды, °С	от +15 до +30
- относительная влажность, %, не более	80
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7

1.2 В состав установки входит прибор для измерения и регулирования температуры Термодат-17Е6 (рег.№ 17602-15) в комплекте с термометрами сопротивления ТС716А (рег.№ 41202-09).

Если очередной срок поверки средства измерений из состава установки наступает до очередного срока поверки установки, или появилась необходимость проведения периодической или внеочередной поверки средства измерений, то поверяют только это средство измерений, при этом внеочередную поверку установки не проводят.

1.3 МП обеспечивает прослеживаемость установки к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для области абсолютных давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^3$ Па (ГЭТ 49-2016) согласно ГОСТ 8.107-87 «ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^3$ Па» и к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ ÷ $7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101-2011) согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной Приказом Росстандарта от 16.12.2019 № 2900.

1.4 МП предусматривает возможность проведения периодической поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5 Метод, обеспечивающий реализацию МП: метод непосредственного сличения

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) МП
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

2.2 Если при проведении одной из операций поверки получен отрицательный результат, проведение дальнейшей поверки прекращается, результат оформляется в соответствии с разделом 12 МП.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении операций поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды от +18°C до +22°C;
- относительная влажность воздуха, не более 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с эксплуатационной документацией установки и средств поверки.

4.2 Поверка проводится квалифицированным персоналом лаборатории, прошедшим инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуются к применению средства поверки, указанные в Таблице 5.1

Таблица 5.1 – 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. 8.2 контроль условий поверки средства измерений	<p>Диапазон измерений температуры от плюс 17 °С до плюс 25 °С с пределами абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ °С</p> <p>Диапазон измерений относительной влажности воздуха в диапазон от 30 % до 80 % с пределами абсолютной погрешности не более ± 2 %</p> <p>Диапазон измерений атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа с пределами абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ кПа</p>	Термогигрометр ИВА-6 модификация ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11
п.8.4 опробование средства измерения	Нижний предел измерений абсолютного давления не более $3 \cdot 10^{-8}$ Па	Вакуумметр ионизационный АIGX, рег. № 44388-10
р. 10 определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Государственный первичный специальный эталон единицы абсолютного давления для области абсолютных давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^3$ Па в соответствии с ГОСТ 8.107-87 «ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^3$ Па»</p> <p>Рабочие эталоны единицы абсолютного давления и (или) средства измерений утвержденного типа, соответствующие эталонам 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ – $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденная Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 с диапазоном измерений абсолютного давления от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^5$ Па, пределы допускаемых абсолютных погрешностей средств поверки к средству измерений должно обеспечиваться соотношением не более 1:2 (при одном и том же значении давления)</p>	<p>Государственный первичный специальный эталон единицы давления для области абсолютных давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^3$ Па (ГЭТ 49-2016)</p> <p>Датчики давления мембранно-емкостные Баратрон серии 4х, 5х, 1хх, 2хх, 5хх, 6хх, 7хх, 8хх, рег. № 31851-06</p>

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, не приведенных в Таблице 5.1 с метрологическими и техническими характеристиками обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При поверке должны быть соблюдены требования безопасности труда, производственной санитарии и охраны окружающей среды, изложенные в эксплуатационных документах средств поверки и поверяемой установки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемой установки следующим требованиям:

- маркировка должна быть читаемой и содержать информацию о наименовании и условном обозначении установки, наименовании предприятия изготовителя, заводском номере установки;

- обозначения на органах управления должны быть читаемыми и соответствовать руководству по эксплуатации (далее - РЭ) на установку;

- механические повреждения и дефекты (например, трещины, сколы, вмятины), влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики установки, должны отсутствовать;

7.2 Установка считается выдержавшей внешний осмотр, если она соответствует перечисленным выше требованиям.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке средства измерений

8.1.1 Подготовить установку к работе в соответствии с указаниями в РЭ на установку.

8.2 Контроль условий поверки средства измерений

8.2.1 При контроле условий поверки провести измерения климатических параметров окружающей среды с использованием средств поверки в соответствии с Таблицей 5.1.

8.2.2 Условия окружающей среды должны соответствовать п. 3.1 настоящей МП.

8.3 Анализ документации средств измерений из состава установки

8.3.1 Провести проверку наличия сведений о результатах поверки прибора для измерения и регулирования температуры многоканального Термодат-11М6 в комплекте с термометром сопротивления ТС711А из состава установки в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений (далее - ФИФ по ОЕИ)

8.3.2 Анализ считается положительным, если ФИФ по ОЕИ содержит сведения о положительных результатах поверки средств измерений из состава установки

8.4 Опробование средства измерений

8.4.1 Установить вакуумметр из средств поверки на фланец измерительной камеры установки, на остальных фланцах измерительной камеры установки установить заглушки.

8.4.2 Откачать измерительную камеру установки в соответствии с РЭ до предельного остаточного давления не более $3 \cdot 10^{-8}$ Па. Значение остаточного давления фиксируется по показаниям вакуумметра из состава средств поверки.

8.4.3 Результат опробования считается положительным при достижении в измерительной камере установки остаточного давления не более $3 \cdot 10^{-8}$ Па.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверка программного обеспечения состоит из определения идентификационного наименования и номера версии программного обеспечения (далее - ПО) установки.

9.2 Для получения сведений об идентификационном наименовании и номере версии ПО установки, используемого для измерений абсолютного давления эталонными датчиками МИДА-15, датчик подключить к ПК запустить программу «УВЭ-1.2310-1-2024». На окне программы открыть раздел «О программе». В открывшемся окне отображается идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.3 Для получения сведений о номере версии ПО установки, используемого для измерений абсолютного давления эталонными вакуумметром AIGX, включить контроллер ПИС. Нажатием кнопки «Меню» открыть «MAIN MENU», используя кнопки управления, открыть раздел «SERVICE INFORMATION», в строке «S/W issue» отображается номер версии ПО.

9.4 Сведений о номере версии ПО установки, используемого для измерений абсолютного давления эталонными вакуумметрами ReBorn RBM350, располагаются на передней панели корпуса контролера RGC-101.

9.5 Установка считается прошедшей проверку программного обеспечения, если идентификационные данные ПО соответствуют Таблице 9.1

Таблица 9.1 – Идентификационные данные программного обеспечения установки

Идентификационные данные (признаки) ПО	Значение		
	МИДА-15	AIGX	ReBorn RBM350
Название эталонного вакуумметра	МИДА-15	AIGX	ReBorn RBM350
Идентификационное наименование ПО	УВЭ-1.2310-1-2024	-	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.1	D39700640X	2.01

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений абсолютного давления

10.1.1 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений абсолютного давления заключается в проверке диапазона измерений и определении погрешности измерений эталонных датчиков МИДА-15 (далее - датчик) и эталонных вакуумметров AIGX и ReBorn RBM350 (далее - вакуумметр).

10.1.2 Выбрать контрольные точки, в которых будут определяться метрологические характеристики датчиков и вакуумметров. Контрольные точки должны быть расположены в порядке возрастания давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^5$ Па (не менее трёх контрольных точек для каждой декады измерений). Допускается на декаде верхнего предела измерений датчиков и (или) вакуумметров проводить измерения в одной контрольной точке.

10.1.3 При определении погрешности измерений абсолютного давления датчиков и (или) вакуумметров измерительную камеру средства поверки с помощью вакуумного насоса откачать до остаточного давления P_0 , связанного с нижним пределом P_{\min} диапазона измерений поверяемого датчика и (или) вакуумметра соотношением:

$$P_0 = 0,01 \cdot P_{\min}. \quad (1)$$

10.1.4 Установить средствами поверки выбранные контрольные точки и дождаться установления постоянства давления в каждой контрольной точке.

10.1.5 Произвести одновременное снятие показаний в контрольных точках с поверяемых датчиков и (или) вакуумметров и средств поверки.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Обработка результатов измерений

11.1.1 Значение относительной погрешности измерений абсолютного давления вакуумметров в диапазоне измерений абсолютного давления от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^3$ Па определяется для каждой контрольной точки по формуле:

$$\delta = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $P_{\text{изм}}$ – значение абсолютного давления, измеренное вакуумметрами, Па
 $P_{\text{эт}}$ – значение абсолютного давления, измеренное средствами поверки, Па

11.1.2 Значение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления вакуумметров и датчиков в диапазоне от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^5$ Па определяется для каждой контрольной точке по формуле:

$$\Delta = P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}} \quad (3)$$

где $P_{\text{изм}}$ – значение абсолютного давления, измеренное вакуумметрами и (или) датчиками, Па
 $P_{\text{эт}}$ – значение абсолютного давления, измеренное средствами поверки, Па

11.1.3 Результат поверки считается положительным, если значения рассчитанных погрешностей измерений абсолютного давления в каждой контрольной точке соответствует требованиям Таблицы 1.1.

11.2 Критерии соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.2.1 Критерием соответствия средства измерений метрологическим требованиям является соответствие требованиям разделов 8,9,10 и положительный результат проверки п.11.1 настоящей МП. При соблюдении всех требований результат поверки считают положительным, установка допускается к применению для точных измерений и воспроизведения абсолютного давления с целью поверки и калибровки средств измерений низкого абсолютного давления.

11.3 Критерии подтверждения соответствия средства измерений обязательным метрологическим требованиям, предъявляемым к эталону

11.3.1 При соблюдении требований разделов 8, 9, 10 и положительном результате п.11.1 настоящей МП, пределы допускаемой погрешности поверяемой установки не должны превышать значений, установленных в описании типа, и установка будет соответствовать обязательным требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 1-го разряда согласно ГОСТ 8.107-87 «ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^3$ Па» и к рабочим эталонам 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной Приказом Росстандарта от 16.12.2019 № 2900.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки в ФИФ по ОЕИ.

12.2 При положительных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется свидетельство о поверке, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя с расшифровкой подписи (фамилия, инициалы), наносится знак поверки и указывается дата поверки.

12.3 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.4 Результаты измерений заносят в протокол произвольной формы.