

**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.

«21» октября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи давления АПМ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 231-0147-2025

Руководитель сектора
перспективных разработок и
испытаний в области давления

А.А. Пименова

И.о. руководителя НИЛ
государственных эталонов и
научных исследований в
области измерений
избыточного давления и
разности давлений

Н.А. Фирсанов

г. Санкт-Петербург
2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи давления АПМ (далее – преобразователи) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость преобразователей:

- к Государственному первичному эталону единицы давления-паскаля (ГЭТ 23-2010) и к Государственному первичному эталону единицы 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 (ГЭТ 43-2022) в соответствии с государственной поверочной схемой «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653;

- к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101-2011) в соответствии с государственной поверочной схемой «Государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900;

- к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95-2020) в соответствии с государственной поверочной схемой «Государственная поверочная схема для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта от 10.03.2025 № 472;

- к ГЭТ 23-2010 и ГЭТ 101-2011 в соответствии со структурой локальной поверочной схемы, приведенной в приложении А.

1.3 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки - непосредственное сличение (сравнение) эталона с преобразователем.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться следующие операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операций	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта методики
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	р. 7
Контроль условий проведения поверки	Да	Да	п. 8.1
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	пп. 8.2-8.4
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	р. 9
Проверка диапазона и определение погрешности измерений давления	Да	Да	р. 10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	р. 11
Оформление результатов поверки	Да	Да	р. 12

2.2 Если при проведении какой-либо из операций поверки получен отрицательный результат, проведение дальнейшей поверки прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 °С до +28 °С
- относительная влажность воздуха от 20 % до 80 %
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа

3.2 В процессе поверки температура окружающего воздуха не должна изменяться более 1 °С в час.

3.3 Давление должно повышаться и понижаться плавно, т.е. скорость изменения измеряемого давления не должна превышать 10 % диапазона измерений в секунду.

3.4 Ориентация преобразователя в пространстве должна учитывать указания, приведенные в эксплуатационной документации на преобразователь. Преобразователь и эталонное средство измерений должны быть расположены в одной горизонтальной плоскости. Вибрация, тряска, удары, магнитные поля, кроме магнитного поля земли, влияющие на работу и метрологические характеристики преобразователя, должны отсутствовать.

3.5 Перед проведением поверки преобразователь следует выдержать при температуре окружающего воздуха в помещении для поверки не менее:

12 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится поверяемое СИ, более 10 °С;

3 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится поверяемое СИ, от 1 до 10 °С.

При разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда и ознакомленные с эксплуатационной документацией на эталонные и поверяемые средства измерений.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуются к применению средства поверки (эталонные единицы величин, средства измерений, вспомогательные технические средства), указанные в таблицах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1 – Метрологические и технические требования к средствам контроля условий поверки

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1	Диапазон измерений температуры от плюс 15 °С до плюс 28 °С, абсолютная погрешность не более $\pm 0,4$ °С. Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 20 % до 80 %, абсолютная погрешность не более ± 3 %. Диапазон измерений атмосферного давления от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность не более $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный TESTO 622 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ по ОЕИ) 53505-13)

Таблица 5.2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10	Эталоны единицы абсолютного давления, соответствующие требованиям предъявляемым к эталонам не ниже уровня рабочего эталона, или 1-го разряда, и в соответствии с соотношениями, установленными государственной поверочной схемой ¹⁾	Манометры грузопоршневые МПА, классов точности 0,003; 0,005; 0,008; 0,01 (регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ 77114-19) Калибраторы-контроллеры давления РРС, модификация РРС4 (регистрационный номер в ФИФ 27758-08)
	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям предъявляемым к эталонам не ниже уровня рабочего эталона, или 1-го разряда, и в соответствии с соотношениями, установленными государственной поверочной схемой ²⁾	Манометры грузопоршневые МПА, классов точности 0,003; 0,005; 0,008; 0,01 (регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ 77114-19) Манометры газовые грузопоршневые МГП, классов точности 0,005, 0,01 (регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ 52506-16) Манометры грузопоршневые МП, классов точности 0,005, 0,01 (регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ 52189-16)
	Эталоны единицы разности давлений, соответствующие требованиям, предъявляемым к эталонам не ниже уровня вторичного эталона или 1-го разряда и в соответствии с соотношениями, установленными государственной поверочной схемой ³⁾	Микроманометр МКМ, классов точности 0,005, 0,01 (регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ 88483-23)

¹⁾ Государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденная Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900.

²⁾ Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденная Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653.

³⁾ Государственная поверочная схема для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденная Приказом Росстандарта от 10.03.2025 № 472.

5.2 Средства измерений, в том числе применяемые в качестве эталонов, применяемые при поверке, должны быть поверены. Эталоны, применяемые при поверке, должны быть аттестованы. Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

5.3 Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к государственным первичным эталонам единиц величин.

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 поверяемого средства измерений.

6.2 Запрещается использовать преобразователь на среде, отличной от указанной в руководстве по эксплуатации. В случае, когда эталон и поверяемый преобразователь работают на разных средах (например, масло и воздух), необходимо применять разделительные камеры.

6.3 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений поверяемого преобразователя.

6.4 Преобразователь, подключаемый к электрической сети, необходимо подключать к сети имеющий третий, заземляющий контакт.

6.5 Отсоединять преобразователь от устройства создания давления следует только после полного сброса давления.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается соответствие преобразователя следующим требованиям:

- маркировка должна соответствовать указанной в описании типа (диапазон измерений давления, предел погрешности, наличие и формат заводского номера преобразователя);
- внешний вид должен соответствовать указанному в описании типа;
- механические повреждения, следы коррозии, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, должны отсутствовать;
- комплектность должна соответствовать указанной в описании типа;
- обозначения на органах управления должны соответствовать указанным в эксплуатационной документации.

7.2 Преобразователь, не удовлетворяющий требованиям п. 7.1 настоящей методики, не подлежит дальнейшей поверке.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий проведения поверки

8.1.1 Перед проведением поверки должны быть проверены условия проведения поверки с использованием средств измерений, приведенных в таблице 5.1.

8.1.2 Параметры окружающей среды должны соответствовать указанным в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.2 При поверке преобразователей модификаций АПМ-БОП и АПМ-БРС произвести подключение корпуса преобразователя к заземляющей шине, используя заземляющую клемму на задней панели преобразователя. Подключить преобразователь кабелем к сети напряжения питания переменного тока 220 В. После выдержать преобразователь во включенном состоянии не менее 15 минут.

8.3 Преобразователи модификации АПМ подключить с помощью устройства связи к персональному компьютеру в соответствии с РЭ. Выдержать преобразователь во включенном состоянии не менее 15 минут.

8.4 Для опробования необходимо соединить измерительную систему эталонного средства измерений с преобразователем через фитинг для подключения измеряемого давления. Создают тестовое давление, находящееся в диапазоне поверяемого преобразователя. Показания на преобразователе должны изменяться.

8.5 Герметичность проверяют при давлении, равном верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя. Для преобразователей абсолютного давления, верхние пределы измерений которых менее 200 кПа, и преобразователей разрежения и давления-разрежения с нижними пределами измерений минус 100 кПа и верхними пределами не более 100 кПа проверку герметичности проверяют на давлении, равном 0-10 % от диапазона измерений выбранного преобразователя. Преобразователь и уплотнения считают герметичными, если после пятиминутной выдержки под давлением не наблюдается разрушение деталей, нарушения прочности соединений, а также, в течение последующей минуты, показания давления не изменяются более чем на 1 % от диапазона измерений установленного преобразователя, при этом преобразователь должен быть отсоединен от измерительной системы эталонного средства измерения.

8.6 После проверки на герметичность необходимо снизить давление до нуля избыточного давления, откорректировать, при необходимости, нулевое показание преобразователя (не применимо для модификаций АПМ-БОМ и АПМ-БРС и преобразователей абсолютного давления).

8.7 При проведении поверки процедуры опробования и проверки герметичности согласно пп. 8.4 – 8.5 допускается совмещать с процедурой проверки диапазона и определения погрешности измерений давления преобразователя.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) проводится путем сличения идентификационных данных (номера версии ПО) следующим образом.

9.1.1 Для модификаций АПМ-БОМ и АПМ-БРС отображение номера версии ПО преобразователя производится на дисплее при включении преобразователя.

9.1.2 Для остальных преобразователей номер версии считывается при помощи внешнего ПО «Альфапаскаль. Все устройства» модуль «Преобразователи давления», в основном меню выбрать пункт «Подключения», выбрать подключенный преобразователь. В строке с основными характеристиками преобразователя отразится версия встроенного ПО.

9.2 Подтверждение можно считать успешным, если метрологически значимая часть номера версии ПО соответствует указанной в таблице 9.1. Если данное требование не выполняется, то преобразователь не подлежит дальнейшей поверке.

Таблица 9.1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки) ПО	Значение в зависимости от модификации	
	АПМ	АПМ-БОП, АПМ-БРС
Идентификационное наименование ПО	АПМ	АПМ-Б
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.XX ¹⁾	1.XX ¹⁾

¹⁾ Цифровое обозначение «XX» (в диапазоне значений от 00 до 99) не относится к метрологически значимой части ПО

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Для определения диапазона измерений давления и пределов допускаемой погрешности необходимо соединить измерительную систему эталонного средства измерений с преобразователем через фитинг для измеряемого давления. Отображение измеряемого давления для модификаций АПМ-БОМ и АПМ-БРС производится на дисплее, с остальных преобразователей измеренные значения давления снимают при помощи внешнего ПО «Альфапаскаль. Все устройства» модуль «Преобразователи давления».

10.2 В измерительной системе создают давление, равное 80-100 % верхнего предела измерений выбранного преобразователя (для преобразователей абсолютного давления, верхние пределы измерений которых менее 200 кПа, и преобразователей разрежения и давления-разрежения с нижними пределами минус 100 кПа и верхними пределами не более 100 кПа создают давление, равное 0-10 % от диапазона измерений выбранного преобразователя). Снижают давление до нуля избыточного давления, при необходимости производят корректировку нуля (не применимо модификаций АПМ-БОМ и АПМ-БРС и преобразователей абсолютного давления).

10.3 Погрешность преобразователя (кроме модификаций АПМ-БОМ и АПМ-БРС) определяют по результатам измерений не менее чем при девяти значениях давления, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая верхнее и нижнее предельные значения давления. Для преобразователей разрежения и давления-разрежения, у которых нижний предел измерений минус 100 кПа, и преобразователей абсолютного давления, допускается вместо нижнего предела измерений использовать точку в диапазоне 0-5 % от диапазона измерения.

10.3.1 Для модификаций АПМ-БОМ и АПМ-БРС погрешность определяют в точках из ряда: 0,5 или 0,7 (в зависимости от нижнего предела измерений); 2; 10; 30; 60; 90; 100; 110; 125; 160; 200; 240; 280 кПа. Точки из ряда должны входить в диапазон измерений преобразователя.

10.4 По эталонному СИ устанавливают в измерительной системе давление, делают выдержку не менее 30 секунд и фиксируют показания на дисплее преобразователя в каждой точке. Давление плавно повышают и проводят измерения при заданных значениях давления. При достижении верхнего предела измерений преобразователь выдерживают в течение 1 мин при этом давлении. После этого давление плавно понижают (обратный ход) и проводят отсчитывание показаний преобразователя при тех же значениях давления, что и при повышении давления. Для преобразователей разрежения измерения производят в обратной последовательности, то есть от нуля к нижнему пределу измерения.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Обработка результатов измерений проводится в соответствии с нормируемыми метрологическими характеристиками преобразователей давления.

11.1.1 Абсолютную погрешность измерений Δ_i в каждой поверяемой точке при прямом и обратном ходе определяют по формуле:

$$\Delta_i = P_{\text{изм } i} - P_{\text{эт } i}, \quad (1)$$

где: $P_{\text{изм } i}$ – показания преобразователя;

$P_{\text{эт } i}$ – действительное значение давления, определенное по эталонному СИ.

$P_{\text{изм } i}$, $P_{\text{эт } i}$ должны быть выражены в одних и тех же единицах давления, допущенных к применению в Российской Федерации.

11.1.2 Относительную погрешность измерений δ_i в каждой поверяемой точке при прямом и обратном ходе определяют по формуле:

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

где: $P_{\text{изм } i}$ – показания преобразователя;

$P_{\text{эт } i}$ – действительное значение давления, определенное по эталонному СИ.

$P_{\text{изм } i}$, $P_{\text{эт } i}$ должны быть выражены в одних и тех же единицах давления, допущенных к применению в Российской Федерации.

11.1.3 Приведенную погрешность измерений γ_i в каждой поверяемой точке при прямом и обратном ходе определяют по формуле:

$$\gamma_i = \frac{P_{\text{изм } i} - P_{\text{эт } i}}{X_{\text{ди}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где: $P_{\text{изм } i}$ – показания преобразователя;

$P_{\text{эт } i}$ – действительное значение давления, определенное по эталонному СИ;

$X_{\text{ди}}$ – диапазон измерений давления.

$P_{\text{изм } i}$, $P_{\text{эт } i}$, $X_{\text{ди}}$ должны быть выражены в одних и тех же единицах давления, допущенных к применению в Российской Федерации.

11.1.4 Результаты поверки считают положительными, если полученные значения допускаемой погрешности не превышают предельных значений, указанных в описании типа. Если в одной или нескольких точках диапазона измерений значения метрологических характеристик преобразователей давления, то принимается решение о несоответствии преобразователя метрологическим требованиям.

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

11.2.1 При соблюдении всех требований п. 11.2 преобразователь будет соответствовать требованиям предъявляемым к рабочим эталонам давления 1-го, 2-го разрядов по Государственной поверочной схеме для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653, к рабочим эталонам давления 1-го, 2-го разрядов по Государственной поверочной схеме для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденная Приказом Росстандарта от 10.03.2025 № 472, к рабочим эталонам давления 1-го, 2-го разрядов по Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 или к рабочим эталонам по локальной поверочной схеме, структура которой приведена в приложении А).

Примечание: при подтверждении соответствия необходимо руководствоваться действующими на момент поверки государственными поверочными схемами для средств измерений избыточного давления и (или) абсолютного давления и (или) разности давлений.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется свидетельство о поверке.

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 Протокол поверки оформляется в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений.

Приложение А

Структура локальной поверочной схемы
преобразователей давления (абсолютного давления) АПМ
с ВПИ свыше 10 до 100 МПа

