

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель директора
по науке ФГУП «ВНИИМС»

Ф.В. Булыгин



04 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**МАНОМЕТРЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ
ДЛЯ ТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
МТИ-100**

**Методика поверки
(с Изменением № 3)
НКГЖ.406233.058МП**

г. Москва, г. Зеленоград
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

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

(Измененная редакция, Изм. № 2)

(Измененная редакция, Изм. № 3)

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на манометры электронные для точных измерений МТИ-100 (далее – МТИ или манометры), изготавливаемые ООО НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва, г. Зеленоград, находящиеся в эксплуатации и вновь выпускаемые, и устанавливает правила и методы их поверки.

Допускается при поверке сокращать часть нормируемого диапазона измерений исходя из конкретных условий применения манометров.

1.1 (Измененная редакция, Изм. № 2)

1.1.1 Манометры предназначены для измерений значений абсолютного давления, избыточного давления, разности давлений жидкостей и газов, а также избыточного давления-разрежения газов и гидростатического давления.

1.1.2 Настоящая методика поверки может быть применена при калибровке манометров.

1.1.3 (Исключен, Изм. № 3)

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого манометра к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ23-2010 ГПЭ единицы давления-паскаля;

ГЭТ101-2011 ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 7 \cdot 10^5$ Па;

ГЭТ95-2020 ГПСЭ единицы давления для разности давлений

1.2 (Измененная редакция, Изм. № 3)

1.3 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений. При этом методе значения измеряемой величины оценивают с помощью эталона.

1.3 (Введен дополнительно, Изм. № 3)

Раздел 1 (Измененная редакция, Изм. № 3)

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

№ п.п.	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7	Да	Да
2	Опробование	8.2	Да	Да
3	Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
4	Проверка герметичности системы	10.1	Да	Нет
5	Определение значений основной приведенной погрешности	10.2	Да	Да
6	Подтверждение соответствия средства измерений	11	Да	Да
7	Оформление результатов поверки	12	Да	Да

Таблица 2.1 (Измененная редакция, Изм. № 3)

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- 1) температура окружающего воздуха, °С от плюс 21 до плюс 25;
- 2) относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- 3) атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800);
- 4) напряжение питания, В

- МТИ-100/М1, МТИ-100/М2, МТИ-100/М2НГ, МТИ-100/М3, МТИ-100/М4, МТИ-100/М4НГ от элементов питания от 4,5 до 11,0;
- МТИ-100/М2, МТИ-100/М2НГ с аналоговым выходным сигналом «токовая петля» от внешнего источника питания постоянного тока от 14 до 42;
- МТИ-100/М2, МТИ-100/М2НГ с аналоговым выходным сигналом по напряжению от внешнего источника питания постоянного тока от 6 до 13;
- МТИ-100И от внешнего источника питания постоянного тока 5;

5) рабочая среда для МТИ с верхними пределами до 2,5 МПа включительно – воздух или нейтральный газ; допускается использовать жидкость при условии обеспечения тщательного заполнения системы жидкостью;

6) внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать или находиться в пределах, не влияющих на работу МТИ;

7) вибрация, тряска, удары, влияющие на работу МТИ в процессе поверки, должны отсутствовать.

Раздел 3 (Измененная редакция, Изм. № 3)

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, руководства по эксплуатации на манометры и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности.

Раздел 4 (Введен дополнительно, Изм. № 3)

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 5.1.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы и иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации. Вспомогательные средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке или сертификаты калибровки, или клейма, удостоверяющие их проведение.

Таблица 5.1 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.2	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» ТУ 4381-113-13282997-2013. Диапазон измерений тока: от 0 до 25 мА, основная погрешность: $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА. Диапазон измерений напряжения: от 0 до 120 В, основная погрешность: $\pm(12,5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 5)$ мВ
10.2	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020, модель 060, ТУ 4212-122-13282997-2014. Диапазон измерений от 0 до 2,5 МПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности: $\pm 0,03$ %
10.2	Мультиметр цифровой Fluke 8845A. Диапазон измерений напряжения: от 0 до 10 В, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 0,225$ мВ.
8.2 10.1 10.2	Преобразователь измерительный температуры и влажности ИПТВ-056, ТУ 4227-005-13282997-03. Диапазон измерений и преобразований относительной влажности: от 0 до 100 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: ± 2 %
8.2 10.1 10.2	Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9410, ТУ 4211-065-13282997-05. Диапазон измерений: от минус 50 до 200 °С, разрешающая способность: 0,01 °С, пределы допускаемой погрешности: $\pm(0,05 + 0,005 t)$ °С
8.2 10.1 10.2	Манометр грузопоршневой МП-60М. Верхний предел воспроизведения: 6 МПа; нижний предел воспроизведения: 0,1 МПа; пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01$ %

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.2 10.1 10.2	Манометр грузопоршневой МП-600. Диапазон измерений: от 6 до 60 МПа, пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,01$ % от измеряемого давления
8.2 10.1 10.2	Манометр абсолютного давления МПАК-15. Диапазон измерений: от 0 до 400 кПа, пределы допускаемой погрешности: $\pm 6,65$ Па в диапазоне от 0 до 20 кПа; $\pm 13,3$ Па в диапазоне от 20 до 133 кПа; $\pm 0,01$ % от действительного значения измеряемого давления в диапазоне от 133 до 400 кПа
8.2 10.1 10.2	Задатчик разрежения «Метран-503 Воздух». Диапазон воспроизводимого давления: от минус 0,25 до минус 63 кПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,02$ %
8.2 10.1 10.2	Калибратор давления пневматический «Метран-504 Воздух». Диапазон измерений: от 40 до 1000 кПа, пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,01$ % от действительного значения измеряемого параметра
8.2 10.1 10.2	Калибратор давления пневматический «Метран-505 Воздух». Диапазон измерений: от 0,02 до 25 кПа, пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,015$ % от действительного значения измеряемого параметра
8.2 10.1 10.2	Манометр грузопоршневой СРВ 5000-ХН. Пределы измерений: нижний $P_{\text{мин}}$: (0,02; 0,1; 0,2) МПа; верхний $P_{\text{макс}}$: (6; 10; 25; 40; 60; 100) МПа; пределы допускаемой погрешности: $\pm 0,005$ % от измеряемой величины в диапазоне от $0,1P_{\text{макс}}$ до $P_{\text{макс}}$; $\pm 0,005$ % от $0,1P_{\text{макс}}$ в диапазоне от $P_{\text{мин}}$ до $0,1P_{\text{макс}}$
8.2 10.1 10.2	Комплекс поверочный давления и стандартных сигналов «ЭЛЕМЕР-ПКДС-210», ТУ 4381-071-13282997-07. Диапазон измерений тока: от 0 до 25 мА, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 0,003$ мА. Верхние пределы измерений давлений от 10 кПа до 60 МПа, пределы допускаемой основной погрешности: $\pm (0,02 \dots 0,3)$ %
8.2 10.1 10.2	Калибраторы давления портативные «ЭЛЕМЕР-ПКД-160». Диапазон воспроизведения давления: от 0 до 16 МПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности: $\pm 0,02$; $\pm 0,03$; $\pm 0,05$ %

Примечания

- 1 Предприятием-изготовителем «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012», ПДЭ-020, ИПТВ-056, ТЦМ 9410, «ЭЛЕМЕР-ПКДС-210», «ЭЛЕМЕР-ПКД-160» является НПП «ЭЛЕМЕР».
- 2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.
- 3 При поверке по п. 10.2 соотношение пределов допускаемых погрешностей эталонов и поверяемых манометров при одном и том же значении давления должно быть не более:
 - 1:3 для манометров абсолютного давления с пределами допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности $\pm 0,1$; $\pm 0,2$; $\pm 0,4$;
 - 1:4 для манометров абсолютного давления с пределами допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности $\pm 0,6$;
 - 1:3 для манометров избыточного давления, давления-разрежения и гидростатического давления с пределами допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности $\pm 0,1$; $\pm 0,2$ %;
 - 1:4 для манометров избыточного давления, давления-разрежения и гидростатического давления с пределами допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности $\pm 0,4$; $\pm 0,6$;
 - 1:3 для манометров разности давлений.

Таблица 5.1 (Измененная редакция, Изм. № 2)

Раздел 5 (Измененная редакция, Изм. № 3)

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталоны и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации манометров.

Раздел 6 (Измененная редакция, Изм. № 3)

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, правильность маркировки, проверяют комплектность.

7.2 У каждого МТИ проверяют наличие паспорта с отметкой ОТК.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность МТИ, маркировка и комплектность соответствуют требованиям эксплуатационной документации, в наличии имеется паспорт с отметкой ОТК.

Раздел 7 (Введен дополнительно, Изм. № 3)

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают эксплуатационные документы на поверяемые МТИ, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки;
- выдерживают МТИ в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1 в течение 4 ч;
- подготавливают к работе средства поверки и выдерживают во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

8.2 Опробование

8.2.1 Включают МТИ.

8.2.2 Выдерживают МТИ во включенном состоянии в течение 5 мин.

8.2.3 Работоспособность МТИ проверяют, изменяя измеряемое давление от нижнего предельного значения до верхнего. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала. Для МТИ давления-разрежения работоспособность проверяют только при избыточном давлении.

8.2.4 При необходимости устанавливают требуемый диапазон измерений (диапазон шкального индикатора).

8.2.5 Проверяют и, при необходимости, производят подстройку «нуля», для чего:

- подают на вход нулевое избыточное давление для МТИ-100-ДИ, МТИ-100-ДИВ, МТИ-100-ДГ, либо нулевое абсолютное давление (абсолютное давление на входе не должно превышать 0,01 % максимального верхнего предела измерений) для МТИ-100-ДА, либо нулевую разность давлений – для МТИ-100-ДД;

- с помощью кнопки «SHFn» устанавливают значение показаний ЖК-индикатора, соответствующее нижнему пределу диапазона измерений.

8.2.6 Проверяют и, при необходимости, производят подстройку верхнего предела измерений, для чего:

- подают на вход избыточное для МТИ-100-ДИ, МТИ-100-ДИВ, МТИ-100-ДГ, либо абсолютное давление для МТИ-100-ДА, либо разность давлений – для МТИ-100-ДД, соответствующую установленному верхнему пределу;

- с помощью параметра «GAin» устанавливают значение показаний индикатора, соответствующее верхнему пределу диапазона измерений;

Если производилась подстройка «нуля» и/или верхнего предела измерений снова проверяют значения измеряемого давления, соответствующие «нулю» или верхнему пределу измерений. Если проверяемые значения соответствуют требованиям ТД, результат считается положительным.

При необходимости повторно повторяют процедуры по п.8.2.5 и 8.2.6. Если после повторной подстройки остается необходимость подстройки, то прибор не допускают к дальнейшему применению.

П р и м е ч а н и е – При выполнении вышеописанных процедур рекомендуется использовать комплекс поверочный давления и стандартных сигналов «ЭЛЕМЕР-ПКДС-210». калибратор давления портативный «ЭЛЕМЕР-ПКД-160».

Подстройка верхнего и нижнего пределов измерений необходима при задании верхнего и (или) нижнего предела диапазона измерений, отличного от заводского.

Раздел 8 (Измененная редакция, Изм. № 3)

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проверку программного обеспечения проводят в следующей последовательности:

- 1) Переносят накопленные архивные данные МТИ на внешний USB накопитель.
- 2) Включают персональный компьютер и загружают программное обеспечение.
- 3) внешний USB накопитель подключают к ПК.
- 4) В появившемся окне фиксируют номер версии и идентификационное наименование внешнего ПО.

Результаты считают положительными, если наименование и номер версии внешнего ПО совпадают с данными, представленными в описании типа.

Раздел 9 (Введен дополнительно, Изм. № 3)

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проверка герметичности системы

10.1.1 Проверку герметичности системы проводят при значении давления, равном максимальному верхнему пределу измерений поверяемого МТИ.

10.1.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки МТИ, на место поверяемого МТИ устанавливают преобразователь, герметичность которого проверена, или любое другое СИ, имеющее погрешность не более 2,5 % и позволяющее фиксировать изменение давления, равное 0,5 % заданного значения давления.

Создают давление, указанное в п. 10.1.1, и отключают источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерения, в течение последующих 2 мин падение давления в ней не превышает 0,5 % верхнего предела измерений поверяемого МТИ.

10.1.2 (Измененная редакция, Изм. № 3)

При изменении температуры окружающего воздуха и изменении температуры измеряемой среды в пределах ± 1 °С, допускается изменение давления, не превышающее значений, указанных в таблице 10.1. Суммарное время выдержки под давлением может быть увеличено до 15 мин, а изменение давления за последние 5 мин также не должно превышать значений, указанных в таблице 10.1.

Таблица 10.1

Верхний предел измерений		Допускаемое изменение давления при проверке, % верхнего предела измерений	
кПа	МПа	пневматическим давлением	гидравлическим давлением
1,0; 1,25; 2,5; 3,0; 10	–	$\pm 3,5$	–
16	–	$\pm 1,2$	–
40; 100; 150; 160; 250; 500; 600; 630	2,4; 2,5; 6,0	0,6	± 10
–	16; 60; 100	–	± 5
Примечание – При меньшем изменении температуры допускаемое изменение давления пропорционально уменьшается.			

Таблица 10.1 (Измененная редакция, Изм. № 2)

10.1.3 Если система предназначена для поверки МТИ с разными значениями верхних пределов измерений, проверку герметичности рекомендуется проводить при давлении, соответствующем наибольшему из этих значений.

10.2 Определение основной приведенной погрешности

10.2.1 Проверяют и при необходимости производят подстройку «нуля» в соответствии с п. 8.2.5.

10.2.2 По эталону на входе поверяемого МТИ устанавливают номинальное измеряемое давление, а по индикатору поверяемого МТИ определяют измеренное давление, и для МТИ-100/М2, МТИ-100/М2НГ с выходным унифицированным сигналом по другому эталону измеряют выходной сигнал.

10.2.3 Поверка производится в точках, соответствующих 0 (5), 25, 50, 75 и 100 % диапазона измерений.

При поверке манометров давления-разрежения в качестве первой проверяемой точки принимают значение давления, соответствующее максимальному разрежению.

При поверке манометров с пределом измерений в области разрежения, равным 100 кПа, допускается устанавливать максимальное значение разрежения в пределах 0,90 – 0,95 от атмосферного давления P_6 .

10.2.4 Основную погрешность определяют при значении измеряемого давления, полученном при приближении к нему как со стороны меньших, так и со стороны больших значений (при прямом и обратном ходе).

10.2.5 Перед проверкой при обратном ходе МТИ выдерживают в течение 5 мин под воздействием верхнего предельного значения давления.

10.2.6 Основную погрешность поверяемого МТИ определяют как максимальное отклонение значений давления, измеренных МТИ, от значений давления, измеренных эталоном.

Раздел 10 (Измененная редакция, Изм. № 3)

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 За нормирующее значение принимают разность верхнего и нижнего предельных значений рабочего диапазона измерений.

Основную приведенную погрешность вычисляют по формуле

$$\gamma_P = \frac{P - P_{\Sigma}}{P_B - P_H} \cdot 100 \%, \quad (11.1)$$

где P - значение давления, измеренное МТИ;

P_{Σ} - давление, установленное по эталону на входе поверяемого МТИ;

P_B и P_H - верхний и нижний пределы измерений давления.

11.2 При поверке МТИ с выходными унифицированными сигналами за нормирующее значение принимают разность верхнего и нижнего предельных значений унифицированного выходного сигнала.

Основную приведенную погрешность $\gamma_{\text{Авых}}$ вычисляют по формуле

$$\gamma_{\text{Авых}} = \frac{A - A_P}{A_B - A_H} \cdot 100 \%, \quad (11.2)$$

где A - измеренное значение выходного сигнала, мА (В);

A_P - расчетное значение выходного сигнала, мА (В);

A_B, A_H - верхний и нижний пределы унифицированного выходного сигнала, мА (В).

Дополнительную погрешность по выходному унифицированному сигналу γ_A вычисляют по формуле

$$\gamma_A = |\gamma_{\text{Авых}} - \gamma_P|. \quad (11.3)$$

Наибольшее из рассчитанных по формуле (11.1) значений основной приведенной погрешности не должно превышать соответствующих пределов допускаемой основной приведенной погрешности.

Наибольшее из рассчитанных по формуле (11.3) значений дополнительных погрешностей по выходному унифицированному сигналу не должно превышать соответствующих пределов допускаемой дополнительной погрешности по выходному унифицированному сигналу.

Раздел 11 (Измененная редакция, Изм. № 3)

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений в установленной форме в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ, и (или) в Паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.2 При отрицательных результатах поверки МТИ не допускаются к применению, возвращается владельцу для выяснения причин неисправностей и их устранения.

После устранения обнаруженных неисправностей проводят повторную поверку, результаты повторной поверки – окончательные.

12.3 При отрицательных результатах поверки средство измерений к дальнейшему применению не допускается, сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений выдают извещение о непригодности в установленной форме в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ.

Раздел 12 (Измененная редакция, Изм. № 3)

Заместитель начальника отдела метрологического
обеспечения измерений давления (отдел 202)
ФГУП «ВНИИМС»

Р.В. Кузьменков