

Федеральное автономное учреждение
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени профессора Н.Е. Жуковского»
ФАУ «ЦАГИ»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отделения измерительной
техники и метрологии -
Главный метролог ФАУ «ЦАГИ»



В.В. Петров

июня 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи давления многоканальные МДК-64
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 4.30.030-2022

Заместитель начальника НИО-7

А.И. Самойленко

И.о. Начальника сектора
ФАУ «ЦАГИ»

Г.В. Бирюков

Инженер ФАУ «ЦАГИ»

С.И. Пестриков

г. Жуковский

2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	6
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	6
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	6
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	8
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	9
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	9
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	10
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	12
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	12
ПРИЛОЖЕНИЕ А ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ	14

ОБОЗНАЧЕНИЯ

ВПИ	- верхний предел измерений;
МП	- методика поверки;
РЭ	- руководство по эксплуатации;
Рег. №	- регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;
ФИФ по ОЕИ	- Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
Δ	- абсолютная погрешность измерения;
γ	- приведенная погрешность измерения.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на Преобразователи давления многоканальные МДК-64 (далее - модули), изготавливаемые ООО НПП «АПСИД», и устанавливает порядок, методы и объем ее первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость модулей к государственному первичному эталону единицы давления (паскаля) ГЭТ 23-2010 в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339.

1.3 Метод, обеспечивающий реализацию методики измерений: непосредственное сличение с эталонами единицы давления.

1.4 Интервал между поверками 1 год.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
	от -0,01 до +0,01	от -0,04 до +0,04	от -0,1 до +0,1
Диапазон измерений давления, МПа			
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений давления, % от диапазона измерений	± 0,2		
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С, %	± 0,2		

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки средства измерений

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	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Определение основной приведенной погрешности модулей в нормальных условиях применения	Да	Да	9.1
Определение дополнительной приведенной погрешности модулей в рабочих условиях применения	Да	Нет	9.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

2.2 Поверка модулей прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 2, а модули признают непригодными к применению до устранения неисправности.

2.3 Не допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин.

2.4 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава модулей.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °Сот 20 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более..... 80;
- атмосферное давление, кПа..... от 96 до 104.

П р и м е ч а н и е – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки должны соответствовать требованиям, указанным в их руководствах по эксплуатации (далее – РЭ).

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки модулей допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющие опыт в области «Измерения давления, вакуумные измерения», изучивший устройство и принцип работы средств поверки согласно эксплуатационной документации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 20 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа.	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, исп. ИВТМ-7 М5-Д (рег. № 15500-12)

Продолжение таблицы 3

	<p>Напряжение питания постоянного тока от 8,4 до 15,6 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока $\pm (0,0005 \cdot U + 25 \text{ мВ})$, U – установленное значение напряжения постоянного тока.</p>	<p>Источники питания постоянного тока PPE-1323, PPE-3323, PPS-1860, PPS-3635, PPS-6020, PPT-1830, PPT-3615, PST-3201, PST-3202, PSS-2005, PSS-3203, модификация PPE-3323 (рег. № 46658-11).</p>
	<p>Измерение напряжения постоянного тока: - верхний предел измерений 10 В, значение единицы младшего разряда 0,00001 В, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мВ, В $\pm(0,000035 U_x + 0,000005 U_{\text{пр}})$.</p>	<p>Вольтметры универсальные В7-78/1, В7-78/2, В7-78/3, модель В7-78/1 (рег. № 52147-12).</p>
	<p>Средства измерений избыточного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1-го разряда по Приказу Росстандарта от 29.06.2018 г. № 1339.</p>	<p>Калибраторы давления СРС4000, СРС6050, СРС7000, мод. СРС6050 (рег. № 70999-18).</p> <p>Калибраторы давления СРС 2090, СРС 2000, СРС 3000, СРС 6000 СРС 8000, модификация СРС 8000 (рег. № 42907-09).</p>
<p>п.9.1 Определение основной приведенной погрешности модулей в нормальных условиях применения (при определении метрологических характеристик)</p>	<p>Средства измерений избыточного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1-го разряда по Приказу Росстандарта от 29.06.2018 г. № 1339.</p>	<p>Калибраторы давления СРС4000, СРС6050, СРС7000, мод. СРС6050 (рег. № 70999-18).</p> <p>Калибраторы давления СРС 2090, СРС 2000, СРС 3000, СРС 6000 СРС 8000, модификация СРС 8000 (рег. № 42907-09).</p>

Продолжение таблицы 3

	Измерение напряжения постоянного тока: - верхний предел измерений 10 В, значение единицы младшего разряда 0,00001 В, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мВ, В $\pm(0,000035 U_x + 0,000005 U_{пр})$.	Вольтметры универсальные В7-78/1, В7-78/2, В7-78/3, модель В7-78/1 (рег. № 52147-12).
	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 20 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа.	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, исп. ИВТМ-7 М5-Д (рег. № 15500-12)
	Напряжение питания постоянного тока от 8,4 до 15,6 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока $\pm (0,0005 \cdot U + 25 \text{ мВ})$, U – установленное значение напряжения постоянного тока.	Источники питания постоянного тока РРЕ-1323, РРЕ-3323, PPS-1860, PPS-3635, PPS-6020, PPT-1830, PPT-3615, PST-3201, PST-3202, PSS-2005, PSS-3203, модификация РРЕ-3323 (рег. № 46658-11).
п. 9.2 Определение дополнительной приведенной погрешности модулей в рабочих условиях применения (при определении метрологических характеристик)	Средства измерений избыточного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1-го разряда по Приказу Росстандарта от 29.06.2018 г. № 1339.	Калибраторы давления СРС4000, СРС6050, СРС7000, мод. СРС6050 (рег. № 70999-18). Калибраторы давления СРС 2090, СРС 2000, СРС 3000, СРС 6000 СРС 8000, модификация СРС 8000 (рег. № 42907-09).
	Температура в полезном объеме камеры от плюс 5 до плюс 50 °С. Допустимое отклонение ± 2 °С. Относительная влажность в полезном объеме камеры, не более 80 %. Допустимое отклонение ± 3 %.	Климатическая камера «EXCAL10023 HE»

	<p>Измерение напряжения постоянного тока: - верхний предел измерений 10 В, значение единицы младшего разряда 0,00001 В, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мВ, В $\pm(0,000035 U_x + 0,000005 U_{пр})$.</p>	<p>Вольтметры универсальные В7-78/1, В7-78/2, В7-78/3, модель В7-78/1 (рег. № 52147-12).</p>
	<p>Напряжение питания постоянного тока от 8,4 до 15,6 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока $\pm (0,0005 \cdot U + 25 \text{ мВ})$, U – установленное значение напряжения постоянного тока.</p>	<p>Источники питания постоянного тока РРЕ-1323, РРЕ-3323, PPS-1860, PPS-3635, PPS-6020, PPT-1830, PPT-3615, PST-3201, PST-3202, PSS-2005, PSS-3203, модификация РРЕ-3323 (рег. № 46658-11).</p>

5.2 Вместо указанных в таблице 3 допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик модулей с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020, иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах) и (или) запись в ФГИС «Аршин».

5.4 Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.568.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3), а также изложенные в РЭ на приборы, в технической документации на применяемые при поверке средства поверки и вспомогательное оборудование.

6.2 Любые подключения аппаратуры проводить только при отключенном напряжении питания модулей.

6.3 При подготовке и проведении поверки необходимо: соблюдать общие требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0, Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, утверждённые приказом Министерством

ГСИ. Преобразователи давления многоканальные МДК-64. Методика поверки. МП 4.30.030-2022 энергетики РФ от 13.01.2003 № 6, правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Приказом Минсоцтруда от 15.12.2020 года № 903н для установок напряжением до 1000 В.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре установить соответствие модулей следующим требованиям:

- комплектность согласно формулярам;
- отсутствие механических повреждений и ослабленных элементов;
- чистота и исправность разъёмов и штуцеров;
- наличие маркировки согласно руководству по эксплуатации.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают модули не менее 2 ч. в условиях проведения поверки, указанной в п. 3.1;
- выдерживают модули не менее 0,5 ч при включенном питании в соответствии с п. 3.1.

8.2 Процедуры, предусмотренные эксплуатационной документацией средства измерений по его опробованию:

- подключить модули к средствам поверки в соответствии с РЭ;
- при опробовании следует проверить работоспособность модулей и герметичность измерительной магистрали, предназначенной для проверки модулей. Работоспособность модулей проверяют, создавая давление примерно равное верхнему пределу измерения. При этом на вольтметре должно наблюдаться изменение выходного сигнала модулей. Герметичность измерительной магистрали проверяют при давлении, равном или близким верхнему пределу модулей. В измерительную магистраль подают давление, равное верхнему пределу измерений и выдерживают ее под этим давлением в течение пяти минут. Затем систему отключают от устройства, создающего давление. Модули и измерительную магистраль считают герметичной если в течение 3 минут под давлением,

ГСИ. Преобразователи давления многоканальные МДК-64. Методика поверки. МП 4.30.030-2022
равным или близким верхнему пределу измерений у модулей не наблюдается падение давления более чем на 0,5 % от верхнего предела измерений.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение основной приведенной погрешности модулей в нормальных условиях применения

9.1.1 Подключить модули к калибратору давления, источнику питания постоянного тока и персональному компьютеру.

9.1.2 Проверить герметичность системы. Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, в течение последующих 2 мин в ней не наблюдают падение давления (разрежения). Допускается изменение давления (разрежения), обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды в пределах $\pm (0,5...1)$ °С, которое не должно превышать допускаемое изменение давления при проверке 0,1% от верхнего предела измерения.

9.1.3 Выдержать модули в включённом состоянии не менее 2 часов.

9.1.4 Подать давление от 80 до 100 % от верхнего предела измерений (далее – ВПИ) и сбросить. Произвести обнуление - записать показания модулей.

9.1.5 Задать калибратором давления значение равное по величине 0, ½ ВПИ, 1 ВПИ, ½ ВПИ, 0, -½ ВПИ, -1 ВПИ, -½ ВПИ, 0. Зарегистрировать данные выходного сигнала модулей. Переключая код канала, произвести измерения для каждого из 64 каналов измерения. Изменение давления должно быть плавным, без перехода за проверяемое значение.

9.1.6 После выполнения измерений вычислить измеренное значение давления в каждой точке отдельно для каждого канала по формуле:

$$P_i = a_{0i} + a_{1i} \times (U_i - U_{0i}) + a_{2i} \times (U_i - U_{0i})^2 + a_{3i} \times (U_i - U_{0i})^3, \quad (1)$$

где $a_{0i}, a_{1i}, a_{2i}, a_{3i}$ – коэффициенты аппроксимирующего полинома для i -го канала, определяются при изготовлении (ремонте) модулей, приведены в формулярах;

U_i – измеренное значение выходного напряжения i -го канала модуля;

U_{0i} – усреднённый отсчёт нуля i -го канала, т.е. усреднение по нескольким измеренным значениям выходного напряжения модуля при отсутствии входного воздействия.

Усреднённый отсчёт нуля вычисляется по формуле:

$$U_{0i} = 0,5 \times (U_{01i} + U_{02i}), \quad (2)$$

где U_{01i} – отсчёт нуля i -го канала непосредственно перед началом измерений;

$U02_i$ – отсчёт нуля i -го канала сразу после окончания измерений.

9.1.7 Вычислить абсолютную погрешность по формуле:

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

где $P_{\text{изм}}$ – значение давления, измеренное модулями, кПа;

$P_{\text{эт}}$ – значение давления, создаваемое эталоном, кПа;

9.1.7 Вычислить основную приведенную погрешность по формуле:

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{D} * 100 \%, \quad (4)$$

где D – диапазон измерений модулей, кПа.

9.1.8 Результаты поверки считать положительными, если результаты основной приведенной погрешности модулей не превышают значения, указанных в таблице 1.

9.2 Определение дополнительной приведенной погрешности модулей в рабочих условиях применения

9.2.1 Подключить модули к калибратору давления, источнику питания постоянного тока и персональному компьютеру. Поместить модули в климатическую камеру.

9.2.2 Проверить герметичность системы соединительных линий и образцовых приборов. Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, в течение последующих 2 мин в ней не наблюдают падение давление (разрежения). Допускается изменение давления (разрежения), обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды в пределах $\pm (0,5...1)$ °С, которое не должно превышать допускаемое изменение давления при проверке 0,1% от верхнего предела измерения.

9.2.3 Выдержать модули в включённом состоянии не менее 2 часов.

9.2.4 Подать давление от 80 до 100 % от ВПИ и сбросить. Произвести обнуление - записать показания модулей.

9.2.5 Включить климатическую камеру и установить температуру (-10 ± 2) °С. Поместить модули в климатическую камеру и выдержать при установленной температуре в течение 30 минут.

9.2.6 Задать калибратором давления значение равное по величине 0, $+\frac{1}{2}$ ВПИ, $+1$ ВПИ, $+\frac{1}{2}$ ВПИ, 0, $-\frac{1}{2}$ ВПИ, -1 ВПИ, $-\frac{1}{2}$ ВПИ, 0. Зарегистрировать данные выходного сигнала модулей. Переключая код канала, произвести измерения для каждого из 64 каналов измерения. Изменение давления должно быть плавным, без перехода за проверяемое значение.

9.2.7 Повторить действия с п.9.6.1 по п.9.6.6 при температурах $(0 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(30 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

9.2.8 Результаты испытаний считать положительными если дополнительная приведенная погрешность измерений, рассчитанная по формуле (4), для всех диапазонов измерений модулей не превышает значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Предельное значение дополнительной приведенной погрешности модулей в рабочих условиях применения

Температура, $^\circ\text{C}$	Предельное значение дополнительной приведенной погрешности модулей, %
-10	0,8
0	0,6
30	0,3
40	0,5
50	0,7
60	0,9

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Результаты поверки по определению основной приведенной погрешности измерения давления считать положительными, если полученные значения погрешностей для каждого диапазона измерений находятся в допустимых пределах, указанных в таблице 1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки модулей оформляют протоколом. Рекомендуемая форма приведена в приложении А.

11.2 Модули признаются годными, если в ходе поверки все результаты положительные.

11.3 Сведения о поверке модулей передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ по ОЕИ) в соответствии с порядком создания и ведения ФИФ по ОЕИ (запись в ФГИС «Аршин»). По заявлению владельца модулей или лица, представившего его на поверку, на модули выдается свидетельство о поверке модулей, и в паспорт вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению модулей с указанием причин непригодности.

Допускаемая приведенная погрешность $\pm 0,2 \%$

Действительная приведенная погрешность приведена в таблице 1.

Результаты поверки положительные/отрицательные.

Выдано свидетельство о поверке № _____ от «___» _____ 20__ г.

Выдано извещение о непригодности к применению № _____ от «___» _____ 20__ г.

Поверку провел(а):

(должность)

(подпись)

(инициалы, фамилия)