

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
**РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР**  
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики

**ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**  
**ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»**

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц  
RA.RU.314755

пр. Мира, д. 37, г. Саров, Нижегородская обл., 607188  
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232  
E-mail: nio30@olit.vniief.ru

**СОГЛАСОВАНО**

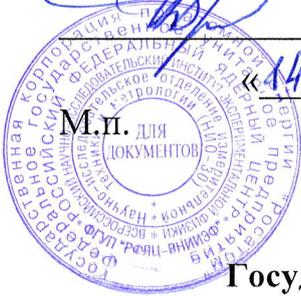
Руководитель ЦИ СИ,  
главный метролог РФЯЦ-ВНИИЭФ –  
начальник НЮ



В.К. Дарымов

«14» 10 2024

М.п. для  
документов



Государственная система обеспечения единства измерений

**ДАТЧИКИ ДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ 5V12**

Методика поверки

**МП 5V12**

## Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3	Требования к условиям проведения поверки.....	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7	Внешний осмотр средства измерений.....	5
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	6
9	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	6
10	Оформление результатов поверки.....	8
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....	9

## 1 Общие положения

1.1 Методика поверки МП5V12 (далее – МП) применяется для поверки датчиков динамического давления 5V12 (далее – датчиков), выпускаемых по техническим условиям ГТБВ.406231.400 ТУ, и предназначенных для измерений параметров ударных волн и быстропеременных давлений в жидких и газообразных средах.

1.2 В рамках проводимой первичной (периодической) поверки МП обеспечивает передачу единицы давления в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного давления или в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений импульсного давления в диапазоне от 1 до 1200 МПа, утвержденными приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 ноября 2023 г. № 2417 и от 30 декабря 2022 г. № 3342, подтверждающую прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 131-2023 или ГЭТ 43-2022 соответственно.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого датчика используется метод прямых измерений.

1.4 МП разработана в соответствии с требованиями, предусмотренными частью 7 статьи 12 Федерального закона № 102-ФЗ от 26.06.2008 г. и утвержденными приказом Минпромторга России от 28 августа 2020 г. № 2907, по рекомендациям МИ 3650, с учетом требований ГОСТ Р 8.973.

1.5 Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП, приведен в приложении А.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер раздела (пункта) МП	Обязательность проведения операции при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.3	да	да
3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.4 – 8.12	да	да
4 Проверка верхнего предела измерений, пределов допускаемой основной погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений, номинального значения коэффициента преобразования с отклонением и полярности выходного сигнала (при определении метрологических характеристик и подтверждении соответствия средства измерений метрологическим требованиям)	9.1	да	да

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшую поверку не проводить, результаты оформить в соответствии с 10.4.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха ..... от 21 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха ..... от 30 до 80 %;
- атмосферное давление ..... от 84,0 до 106,7 кПа.

3.2 Вибрация, тряска, удары, магнитные поля, кроме земного, при проведении поверки должны отсутствовать.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают сотрудников, аттестованных в качестве поверителя в установленном порядке, изучивших МП и эксплуатационные документы на датчик и применяемые средства поверки.

4.2 Сотрудники, аттестованные в качестве поверителей, должны иметь группу по электробезопасности не ниже III.

4.3 Для проведения поверки датчика достаточно одного поверителя, так как специальных требований в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки нет.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки (средствам измерений (далее – СИ) и эталонам) и перечень средств поверки, рекомендуемых для применения при поверке и удовлетворяющих требованиям приказа Минпромторга России от 28 августа 2020 г. № 2907, МИ 3650 и требованиям законодательства Российской Федерации о техническом регулировании, приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Требования к средствам поверки и перечень применяемых эталонов и СИ

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	СИ температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от плюс 21 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С	Термогигрометр модели 1620А DewK (рег. № 36331-07), ПГ <sup>1)</sup> ±0,25 °С, ПГ ±2 %
	СИ относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более 3 %	
	СИ атмосферного давления в диапазоне измерений от 84,0 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Барометр-анероид БАММ-1 (рег. № 5738-76), ПГ ± 0,2 кПа
Раздел 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единиц импульсного (переменного) давления, соответствующие требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам по государственным поверочным схемам, утвержденным приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 ноября 2023 г. № 2417 и от 30 декабря 2022 г. № 3342 с относительной погрешностью не более 1 %	Установка импульсного давления Импульс-1 (рег. № 55429-13), диапазон от 0,1 до 1000 кПа ПГ ±0,25 % в диапазоне от 1 до 12,5 кПа включ., ПГ ±0,1 % в диапазоне св. 12,5 до 1000 кПа, длительность переднего фронта от 0,5 до 5,0 мс

## Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
		Установка импульсного давления Импульс-2 (рег. № 58891-14), диапазон от 0,1 до 25 МПа; ПГ $\pm 0,05$ % ВПИ <sup>2)</sup> в диапазон от 0,1 до 2,5 МПа включ., ПГ $\pm 0,05$ % в диапазоне св. 2,5 до 25 МПа, длительность переднего фронта от 0,5 до 5,0 мс
	Питание датчика: - по току от 2 до 20 мА; - по напряжению от 15 до 30 В	Модуль сбора данных D001 (рег. № 80225-20), ПГ $\pm(0,003 \cdot U_{вх} + 1)$ мВ, режим питания датчика: - напряжение $(24 \pm 2)$ В, - ток $(3,6 \pm 0,3)$ мА
	Диапазон измерений выходного сигнала датчика от 0,01 до 6 В	Осциллограф цифровой запоминающий WaveRunner HRO 64Zi (рег. № 49275-12), ПГ $\pm(0,3 \cdot 10^{-2} \cdot K_0^3 + 1)$ мВ
<p>1) ПГ – пределы допускаемой относительной погрешности;</p> <p>2) ВПИ – верхний предел измерений;</p> <p>3) <math>K_0</math> – коэффициент отклонения, мВ/дел.</p> <p>Примечание – Допускается применять другие утвержденные и (или) аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа и удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице</p>		

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки выполнить все требования безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации (РЭ) на датчик, эталоны и СИ, применяемые при поверке.

6.2 При выполнении работ с датчиком руководствуются «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ) и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденными приказом Минтруда России № 903н от 15 декабря 2020 года.

6.3 Установку (снятие) датчика на объекте поверки проводить в отсутствие давления и при отключенном электрическом питании датчика.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре датчика проверить наличие маркировки и четкость обозначений, включая заводской номер, соответствие комплектности требованиям эксплуатационной документации.

7.2 Проверить отсутствие видимых повреждений датчика:

- целостность датчика;
- состояние поверхностей (отсутствие вмятин, царапин, задиrow).

7.3 При наличии дефектов поверку проводить только после их устранения. Если дефекты устранить невозможно, датчик бракуют.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки датчик выдержать не менее 3 ч при температуре, приведенной в 3.1.

8.2 Все средства поверки включить и прогреть в соответствии с требованиями эксплуатационных документов на них.

8.3 Провести контроль условий поверки датчика на соответствие требованиям раздела 3 и на соответствие требованиям к нормальным условиям применения средств поверки, приведенных в эксплуатационных документах на них. Для контроля условий поверки датчика применять СИ, приведенные в таблице 2.

8.4 При опробовании проверить работоспособность датчика. Работоспособность проверить одиночным легким сдавливанием пальцами рабочей сферической поверхности датчика, регистрируя на экране осциллографа цифрового запоминающего WaveRunner HRO 64Zi (далее – осциллограф) изменение выходного сигнала.

## 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка верхнего предела измерений, пределов допускаемой основной погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений, номинального значения коэффициента преобразования с отклонением и полярности выходного сигнала

9.1.1 Проверку верхнего предела измерений, пределов допускаемой основной погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений, номинального значения коэффициента преобразования с отклонением и полярности выходного сигнала проводить на эталонах согласно таблице 2.

9.1.2 Датчик с ВПИ 10, 6 и 2,5 МПа закрепить на установке Импульс-2, датчик с ВПИ 1000, 150 и 2 кПа закрепить на установке Импульс-1.

9.1.3 Подать избыточное давление с фиксированным уровнем  $P_1 = 0,2 \cdot P_{ВПИ}$ . На установке Импульс-2 давление создать и контролировать с помощью грузопоршневого манометра МП-250. На установке Импульс-1 давление создать с помощью насоса СРР 30 и контролировать преобразователями давления D-10.

9.1.4 Произвести сброс избыточного давления до нуля (до атмосферного давления) на установке Импульс-2 с помощью электромагнитного клапана, на установке Импульс-1 с помощью прорыва мембраны.

9.1.5 Выходной сигнал ("ступеньку" давления "сброса")  $U_i$ , В, приведенный на рисунке 1, регистрировать на экране осциллографа. Результаты измерений занести в таблицу 3.

9.1.6 Операции по 9.1.3 – 9.1.5 выполнить не менее трех раз.

9.1.7 Среднее арифметическое значение выходного сигнала  $\overline{U}_i$ , В, рассчитать по формуле (1) и занести в таблицу 3

$$\overline{U}_i = \frac{\sum_{n=1}^3 U_i^n}{3} . \quad (1)$$

9.1.8 Коэффициент преобразования датчика  $K_i$ , мВ/кПа, рассчитать по формуле (2) и полученное значение занести в таблицу 3

$$K_i = \frac{\overline{U}_i}{P_i} . \quad (2)$$

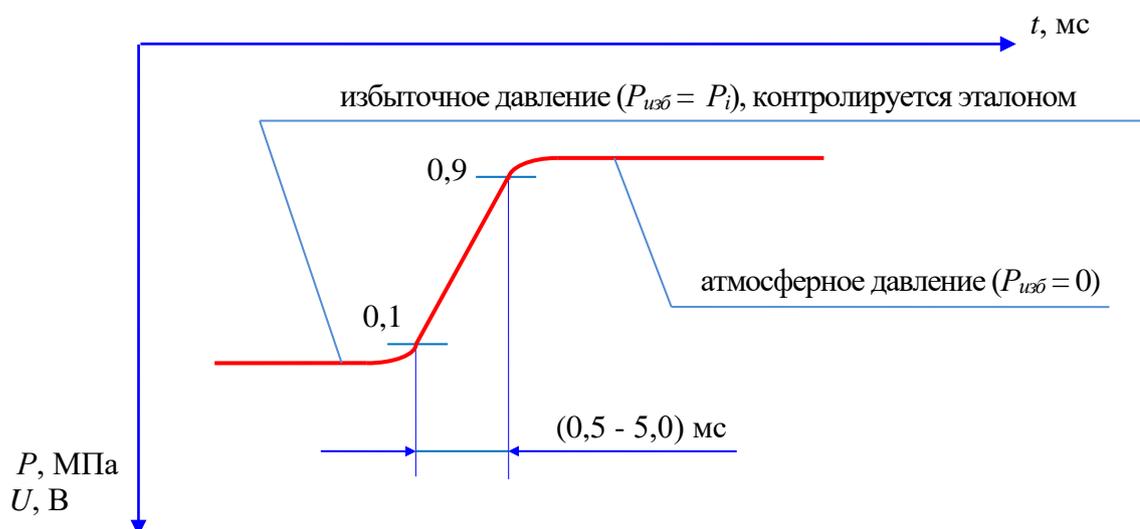


Рисунок 1 – "Ступенька" давления "сброса" от избыточного до атмосферного

9.1.9 Операции по 9.1.3 – 9.1.8 выполнить для давлений  $P_2=0,4 \cdot P_{ВПИ}$ ,  $P_3=0,6 \cdot P_{ВПИ}$ ,  $P_4=0,8 \cdot P_{ВПИ}$  и  $P_5=P_{ВПИ}$ .

9.1.10 Действительное (среднее квадратическое) значение коэффициента преобразования датчика  $K$ , мВ/кПа, рассчитать по формуле (3) и занести в таблицу 3

$$K = \frac{\sum_{i=1}^5 \bar{U}_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^5 P_i^2} \tag{3}$$

9.1.11 Основную погрешность  $\gamma_i$ , %, на каждом уровне задаваемого импульсного давления рассчитать по формуле (4) и занести в таблицу 3

$$\gamma_i = \frac{\bar{U}_i - K \cdot P_i}{K \cdot P_5} \cdot 100. \tag{4}$$

Таблица 3 – Результаты измерений

Параметры	Количество измерений $n$	Задаваемое импульсное давление $P_i$ , МПа					Действительное значение коэффициента преобразования $K$ , мВ/кПа
		$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	
Выходной сигнал $U_i$ , В	1						
	2						
	3						
	Ср.						
Коэффициент преобразования $K_i$ , мВ/кПа							
Основная погрешность $\gamma_i$ , %							

9.1.12 Датчик считать годным, если:

- действительное значение коэффициента преобразования находится в пределах:

а)  $(0,50 \pm 0,15)$  мВ/кПа для всех модификаций 5V12ХТХ-100;

б)  $(0,80 \pm 0,24)$  мВ/кПа для всех модификаций 5V12ХТХ-60;

в)  $(2,0 \pm 0,6)$  мВ/кПа для всех модификаций 5V12ХТХ-25;

г)  $(5,0 \pm 1,5)$  мВ/кПа для всех модификаций 5V12ХТХ-10;

д)  $(35 \pm 10)$  мВ/кПа для всех модификаций 5V12ХТХ-1,5;

ж)  $(2500 \pm 750)$  мВ/кПа для всех модификаций 5V12ХТХ-0,02;

- полярность выходного сигнала отрицательная (выходной сигнал соответствует рисунку 1);

- модуль основной погрешности  $|\gamma_i|$ , приведенной к верхнему пределу измерений, на каждом уровне измерений импульсного давления удовлетворяет неравенству

$$|\gamma_i| \leq \gamma_k \cdot \gamma = 0,94 \cdot \gamma, \quad (5)$$

где  $\gamma_k$  - абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности датчика в соответствии с требованиями МИ 187 и МИ 188;

$\gamma$  - предел допускаемой основной погрешности датчика, %.

9.1.13 Значение коэффициента преобразования, определенное при последней поверке по формуле (2), заносится в паспорт датчика.

9.2 Датчик считать соответствующим установленным метрологическим требованиям при положительных результатах испытаний, приведенных в пункте 9.1.12.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Оформление результатов поверки проводить в соответствии с действующими нормативными документами. Протокол поверки оформить в произвольной форме с учетом требований системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

10.2 Сведения о результатах поверки в целях ее подтверждения передать в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

10.3 По заявлению владельца положительные результаты поверки датчика удостоверить свидетельством о поверке и (или) записью в паспорте, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки.

10.4 На датчик, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики поверки, выдать извещение о непригодности с указанием причин. Датчик к дальнейшей эксплуатации не допускать.

**Приложение А**  
(справочное)

**Перечень документов, на которые даны ссылки  
в тексте методики поверки**

Обозначения	Наименование
ГОСТ Р 8.973-2019	ГСИ. Национальные стандарты на методики поверки. Общие требования к содержанию и оформлению
ГТБВ.406231.400ТУ	Датчики динамического давления 5V12. Технические условия
МИ 187-86	Методические указания. ГСИ. Достоверность и требования к методикам поверки средств измерений
МИ 188-86	Методические указания. ГСИ. Средства измерений. Установление значений параметров методик поверки
МИ 3650-2022	ГСИ. Рекомендация по оформлению заявок, заявлений и прилагаемых к ним документов при утверждении типа средств измерений и внесении изменений в сведения о них, содержащиеся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
Приложение № 3 к приказу Минпромторга России от 28 августа 2020 г. № 2907	Требования к методикам поверки средств измерений
Приказ Минтруда России от 15 декабря 2020 г. № 903н	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок
Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2022 г. № 3342	Государственная поверочная схема для средств измерений импульсного давления в диапазоне от 1 до 1200 МПа
Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 ноября 2023 г. № 2417	Государственная поверочная схема для средств измерений переменного давления
ПУЭ	Правила устройства электроустановок