

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.311769

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  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



В.К. Дарымов



«12» 03 2021

Государственная система обеспечения единства измерений

**ИЗМЕРИТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫЕ АИД**

**Методика поверки**

**A3009.0388.МП-2021**

## 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.....	5
7	Внешний осмотр .....	5
8	Подготовка к поверке и опробование .....	6
9	Проверка программного обеспечения.....	7
10	Определение метрологических характеристик.....	7
11	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....	11
12	Оформление результатов поверки.....	11
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....	12
	Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений .....	12

## **1 Общие положения**

1.1 Настоящая методика поверки (далее по тексту – МП) распространяется на измерители давления автономные АИД, выпускаемые по АБКЖ.431134.062ТУ.

Измерители давления автономные АИД (далее по тексту – АИД) предназначены для измерений параметров воздушной ударной волны.

Принцип действия АИД основан на регистрации сигналов, поступающих от первичных преобразователей давления (далее по тексту – ППД) с пьезокерамическим чувствительным элементом, с помощью блока регистрации и хранения данных (далее по тексту – БР), и последующей математической обработкой результатов, с помощью специального программного обеспечения (далее по тексту – ПО).

Питание БР осуществляется от встроенной аккумуляторной батареи, обеспечивающей продолжительность автономной работы до 10 часов

1.2 Поверяемые средства измерений прослеживаются к государственному первичному эталону для средств измерений переменного давления по ГОСТ Р 8.801.

1.3 МП устанавливает методику первичной и периодической поверок АИД методом прямых измерений с использованием рабочих эталонов 1-го разряда (установка импульсного давления Импульс-2) по ГПС в соответствии с ГОСТ Р 8.801.

Первичной поверке АИД подвергаются при выпуске из производства и после ремонта. Организация и проведение поверки в соответствии с действующими нормативными документами.

МП не предусматривает поверку АИД в сокращенном объеме. МП допускает поверку АИД как совместно с ППД, так и без ППД. При проведении периодической поверки сквозная поверка АИД совместно с ППД является приоритетной.

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

Перечень принятых сокращений приведен в приложении Б.

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверок АИД должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 12.2.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	9	Да	Нет
3 Проверка режима питания ППД со встроенным усилителем	10.1	Да	Нет
4 Проверка диапазона и приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений входного напряжения БР на частоте 1 кГц	10.2	Да	Да
5 Проверка рабочего диапазона частот и неравномерности частотной характеристики	10.3	Да	Да
6 Проверка диапазона и пределов допускаемой погрешности измерений переменного давления, приведенной к верхнему пределу измерений	10.4	Да	Да
7 Проверка допускаемой абсолютной погрешности измерений временного интервала	10.5	Да	Нет

2.3 При выполнении поверки АИД в комплекте с ППД по 10.4 допускается операции по 10.2, 10.3 не проводить.

При поверке АИД без ППД поверка по 10.4 не проводится. В этом случае поверка используемого ППД проводится по его методике поверки, для датчиков динамического давления PS2011-15-72 (рег. № 74914-19) следует руководствоваться документом АБКЖ.433643.008МП.

## 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха при температуре 20 °С не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети (230±23) В;
- частота питающей сети от (50±1) Гц.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускается персонал, аттестованный в качестве поверителя, изучивший ЭД на АИД, данную МП и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

#### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2.

5.2 Допускается использовать другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и точности измерений.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 2 – Перечень средств измерений, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол-во	Пункт МП
	Диапазон измерений	Погрешность измерений			
Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с ГПС	от 10 до 1000 Гц; от 1 до 100 м/с <sup>2</sup>	±2 %	Импульс-2 рег. № 58891-14	1	10.4
Вольтметр универсальный	от 10 до 30 В; от 1 до 10 мА	±0,5 %	В7-78/1 рег. № 52147-12	1	10.1
Калибратор универсальный	от 1 до 1000 мВ; от 5 до 2000 Гц	±0,2 %	Н4-16 рег. № 46627-11	1	10.2, 10.3
Генератор сигналов	от 1 до 20000 Гц; 2 В	10 <sup>-7</sup>	ГЗ-110 рег. № 5460-76	1	10.5

#### 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок». Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0.

6.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД на АИД и средства поверки.

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

#### 7 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие маркировки изделия требованиям ЭД;
- соответствие заводского номера паспортным данным;
- наличие и целостность пломбы-этикетки, предотвращающей несанкционированный доступ к элементам регулировки;
- отсутствие внешних механических повреждений АИД, в том числе соединительных разъемов и кабелей.

7.1.2 При наличии вышеуказанных дефектов испытания не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, АИД бракуют. При отсутствии или нарушении целостности пломбы-этикетки, предотвращающей несанкционированный доступ к элементам регулировки, АИД подлежит поверке в объеме первичной поверки.

## 8 Подготовка к поверке и опробование

### 8.1 Подготовка к работе

8.1.1 Перед проведением поверки и опробованием подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них. При колебаниях температур в складских и рабочих помещениях в пределах более 10 °С необходимо выдержать полученный со склада АИД не менее двух часов в нормальных условиях.

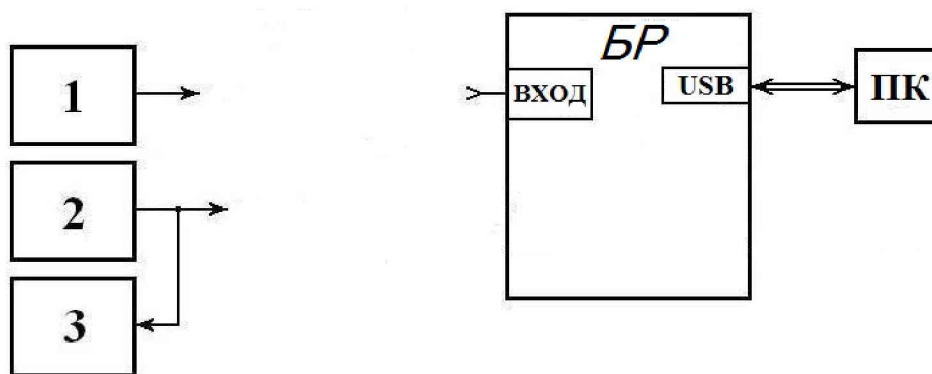
8.1.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

8.1.3 В соответствии с ЭД проводят зарядку аккумуляторов.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. Включают и прогревают все приборы в соответствии с ЭД на них. В соответствии с ЭД выполняют операции по установке режимов работы БР:

- частота дискретизации: 100 кГц;
- датчик, мВ/кПа: 4,00;
- порог срабатывания, кПа: 5;
- предыстория, мс: 500
- последующая запись, мс: 2500
- синхронизация часов: Компьютер
- UTC: +03:00.



- 1 – калибратор универсальный Н4-16;  
2 – генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110;  
3 – регистратор (вольтметр В7-78/1);  
ПК – персональный компьютер.

Рисунок 1 – Схема измерений

8.2.3 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) СКЗ напряжения 2 В и в соответствии с ЭД проводят регистрацию входного сигнала.

8.2.4 АИД считают прошедшим опробование с положительным результатом, если осуществляется чтение зарегистрированной информации и индикация режимов работы происходит в соответствии с ЭД.

## 9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверку ПО проводят в соответствии с 4.1.4 АБКЖ.00035-01 34. Цифровой идентификатор ПО рассчитывается автоматически при каждом запуске ПО Varicond Explorer.

Для вызова окна с информацией о версии ПО и результатов расчета цифрового идентификатора необходимо в строке меню выделить пункт «О программе». Пример всплывающего окна приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Пример окна с информацией о ПО

9.2 АИД, считают прошедшим проверку, если цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) соответствует указанной в паспорте АБКЖ.431134.062ПС.

## 10 Определение метрологических характеристик

### 10.1 Проверка режима питания ППД со встроенным усилителем

10.1.1 Включают АИД. С помощью вольтметра В7-78/1 или аналогичного измеряют постоянное напряжение питания ППД на разъеме подключения датчиков. Переводят вольтметр в режим измерений постоянного тока и измеряют ток питания ППД.

10.1.2 АИД считают выдержавшим испытания, если:

- напряжение питания постоянного тока ППД составляет от 20 до 28 В;
- ток питания ППД составляет от 5,0 до 6,4 мА.

10.2 Проверка диапазона и приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений входного напряжения БР на частоте 1 кГц

10.2.1 Выполняют операции по 8.2.1.

10.2.2 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) первое рекомендуемое СКЗ напряжения из таблицы 3 и в соответствии с ЭД измеряют амплитуду входного сигнала. Результаты измерений заносят в таблицу 3.

Таблица 3

$U_{рек.i}$ , мВ	141,4	353,5	707,1	1414	2121	2828
$U_{зад.i}$ , мВ						
$P_{изм.i}$ , кПа						
$\gamma_{Pi}$ , %						

10.2.3 Повторяют измерения по 10.2.2 для всех рекомендуемых значений входного напряжения из таблицы 3.

10.2.4 Приведенную к верхнему пределу погрешность измерений входного напряжения БР  $\gamma_{Pi}$ , %, рассчитывают по формуле

$$\gamma_{Pi} = \frac{S \cdot P_{изм.i} - \sqrt{2} \cdot U_{зад.i}}{U_{max}} \cdot 100 \quad (1)$$

где  $S$  – заданный коэффициент преобразования ППД,  $S = 4,00$  мВ/кПа;

$P_{изм.i}$  –  $i$ -ая измеренная БР амплитуда входного сигнала, кПа

$U_{зад.i}$  –  $i$ -ое заданное на калибраторе СКЗ напряжения, мВ;

$U_{max}$  – верхнее значение диапазона измерений амплитуды входного напряжения БР,  $U_{max} = 4000$  мВ.

10.2.5 АИД считают выдержавшим проверку, если приведенная к верхнему пределу погрешность измерений входного напряжения БР на частоте 1,0 кГц находится в пределах  $\pm 2$  %.

10.3 Проверка рабочего диапазона частот и неравномерности частотной характеристики

10.3.1 Выполняют операции по 8.2.1.

10.3.2 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) рекомендуемое СКЗ напряжения из таблицы 4 и в соответствии с ЭД измеряют амплитуду входного сигнала.

10.3.3 Повторяют операции по 10.3.2 для всех значений частот, указанных в таблице 4.

Таблица 4

$F_{рек.i}$ , Гц	1	5	10	100	200	1000	5000	10000	15000	17500
$U_{рек.i}$ , мВ	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
$U_{зад.i}$ , мВ										
$P_{изм.i}$ , кПа										
$\delta_{чXi}$ , %										

10.3.4 Неравномерность частотной характеристики  $\delta_{чXi}$ , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{чXi} = \left( \frac{P_{изм.i}}{U_{зад.i}} \cdot \frac{U_{зад.1000Гц}}{P_{изм.1000Гц}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (2)$$



где  $P_{изм.i}$  – измеренная амплитуда входного сигнала на  $i$ -ой частоте, кПа;  
 $P_{изм.i.1000Гц}$  – измеренная амплитуда входного сигнала на частоте 1000 Гц, кПа;  
 $U_{зад.i}$  – заданное СКЗ входного напряжения на  $i$ -ой частоте, мВ;  
 $U_{зад.1000Гц}$  – заданное СКЗ входного напряжения на частоте 1000 Гц, мВ.

10.3.5 АИД считают выдержавшим проверку, если неравномерность частотной характеристики БР в диапазоне от 1 до 17500 Гц относительно уровня на частоте 1 кГц, находится в пределах  $\pm 20\%$  ( $\pm 2$  дБ).

10.4 Проверка диапазона и пределов допускаемой погрешности измерений переменного давления, приведённой к верхнему пределу измерений

10.4.1 Проверка диапазона и пределов допускаемой погрешности измерений переменного давления, приведённой к верхнему пределу измерений проводят на эталоне единицы импульсного давления в диапазоне значений от 0,1 до 25 МПа (установка импульсного давления Импульс-2).

10.4.2 В соответствии с ЭД выполняют операции по установке режимов работы БР:

- частота дискретизации: 1000 кГц;
- датчик, мВ/кПа: устанавливается значение коэффициента преобразования ППД, приведенное в свидетельстве о поверке;
- порог срабатывания, кПа: 5;
- предыстория, мс: 50
- последующая запись, мс: 250
- синхронизация часов: Компьютер
- UTC: +03:00.

10.4.3 ППД закрепляют на установке Импульс-2 и подают избыточное давление с фиксированным уровнем  $P_1 = 0,2 \cdot P_{ВПИ}$ . Давление создают и контролируют с помощью грузопоршневого манометра МП-250, входящего в состав установки.

10.4.4 С помощью электромагнитного клапана установки проводят "сброс" избыточного давления до атмосферного (до нуля).

10.4.5 Выходной сигнал ППД ("ступеньку" давления "сброса")  $P_1$ , кПа, приведенный на рисунке 3, регистрируют с помощью БР. Результаты измерений заносят в таблицу 5.

10.4.6 Операции по 10.4.3 – 10.4.5 выполняют не менее трех раз.

10.4.7 Среднее арифметическое значение измеренного давления  $\bar{P}_i$ , кПа, рассчитывают по формуле (3) и заносят в таблицу 5

$$\bar{P}_i = \frac{\sum_{n=1}^3 P_i^n}{3} . \quad (3)$$

10.4.8 Операции по 10.4.3 – 10.4.7 выполняют для давлений  $P_2 = 0,4 \cdot P_{ВПИ}$ ,  $P_3 = 0,6 \cdot P_{ВПИ}$ ,  $P_4 = 0,8 \cdot P_{ВПИ}$  и  $P_5 = P_{ВПИ}$ .

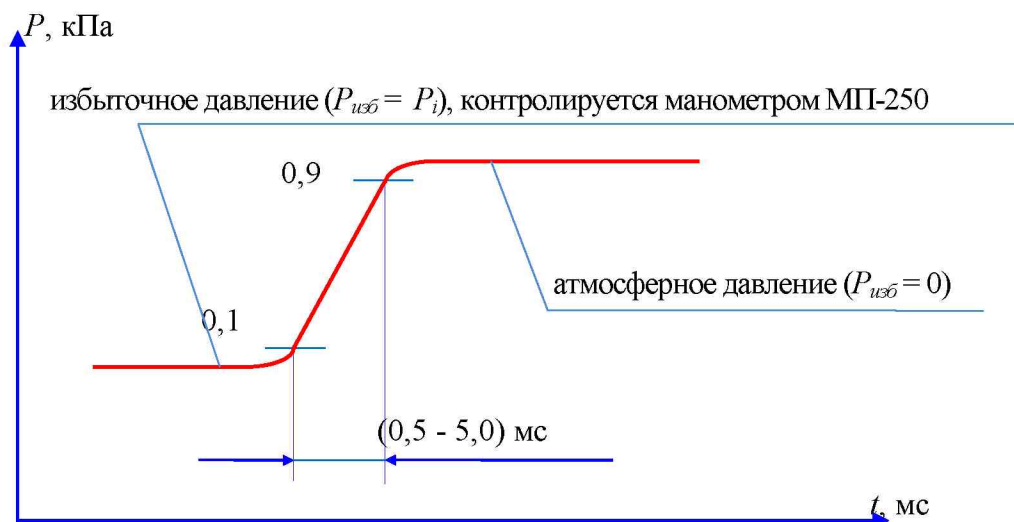


Рисунок 3 – "Ступенька" давления "сброса" от избыточного до атмосферного

10.4.9 Приведённую к верхнему пределу погрешность измерений  $\gamma_i$ , %, на каждом уровне задаваемого импульсного давления  $P_i$ , кПа, рассчитывают по формуле (4) и заносят в таблицу 5

$$\gamma_i = \frac{\bar{P}_i - P_i}{P_5} \cdot 100. \quad (4)$$

Таблица 5

Параметр	Количество измерений, $n$	Задаваемое импульсное давление $P_i$ , кПа				
		$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$
		200 кПа	400 кПа	600 кПа	800 кПа	1000 кПа
Измеренное импульсное давление $P$ , кПа	1					
	2					
	3					
	$Cp.$					
$\gamma_i$ , %						

10.4.10 При отдельной поверке АИД и ППД приведенную к верхнему пределу погрешность измерений импульсного давления  $\gamma$ , %, рассчитывают по формуле

$$\gamma = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_P^2 + \gamma_{PS}^2}, \quad (5)$$

где  $\gamma_P$  – приведенная к верхнему пределу погрешность измерений входного напряжения БР по 10.2, %;

$\gamma_{PS}$  – приведенная к верхнему пределу погрешность измерений импульсного давления ПДД, для PS2011-15-72 определенная по АБКЖ.433643.008МП, %.

10.4.11 АИД считают выдержавшим испытания, если приведенная к верхнему пределу погрешность измерений импульсного давления находится в пределах  $\pm 5$  %.

10.5 Проверка допускаемой абсолютной погрешности измерений временного интервала

10.5.1 Выполняют операции по 8.2.1.

10.5.2 На частоте 10 Гц подают с генератора (2) СКЗ напряжения  $(2,0 \pm 0,5)$  В и в соответствии с ЭД АИД измеряют временной интервал соответствующий не менее двадцати периодам входного сигнала.

10.5.3 Абсолютную погрешность измерений временного интервала  $\Delta_T$ , мс, рассчитывают по формуле

$$\Delta_T = \frac{1000 \cdot N}{F} - T_{изм}, \quad (6)$$

где  $N$  – количество периодов входного сигнала;

$F$  – значение частоты входного сигнала, Гц;

$T_{изм}$  – измеренный временной интервал, соответствующий  $N$  периодам входного сигнала, мс.

10.5.4 Повторяют операции по 10.5.2, 10.5.3 для частоты входного сигнала 10 кГц и временного интервала равному одному периоду входного сигнала

10.5.5 АИД считают выдержавшим испытания, если абсолютной погрешности измерений временного интервала  $T_{изм}$ , мс, находится в пределах  $\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot T_{зад} + 0,005)$ , где  $T_{зад} = 1000 \cdot N/F$ , мс.

## 11 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

При подтверждении соответствия АИД метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 10.

АИД считают соответствующим метрологическим требованиям при положительных результатах испытаний, установленных в пунктах 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 и 10.5

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с действующими нормативными документами. Протокол поверки оформляют в произвольной форме с учетом требований системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

12.2 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке по форме, установленной в действующих нормативных документах.

Проводят пломбирование изделия для предотвращения несанкционированного доступа в местах, указанных в описании типа.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

12.3 АИД, не прошедший поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, установленной в действующих нормативных документах.

**Приложение А**  
**(справочное)**  
**Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП**

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 декабря 2020 г. № 903н)
ГОСТ Р 8.801-2012	ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $2,5 \cdot 10^7$ Па для частот от $5 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^4$ Гц и длительностей от $1 \cdot 10^{-5}$ до 10 с при постоянном давлении до $5 \cdot 10^6$ Па.
АБКЖ.433643.008МП	Датчик динамического давления PS2011. Методика поверки.

**Приложение Б**  
**(справочное)**  
**Перечень принятых сокращений**

АИД – измерители давления автономные;  
 БР – блок регистрации;  
 ГПС – государственная поверочная схема;  
 МП – методика поверки;  
 ЦИ – центр испытаний;  
 ППД – первичный преобразователь давления;  
 СИ – средства измерения;  
 ЭД – эксплуатационная документация;  
 СКЗ – среднеквадратическое значение.