

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

М.п.



«17» 11 2021

Государственная система обеспечения единства измерений

КАЛИБРАТОРЫ ПОРТАТИВНЫЕ АТ04

Методика поверки

A3009.0421.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	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7	Внешний осмотр	5
8	Подготовка к поверке и опробование	5
9	Определение метрологических характеристик.....	6
10	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....	9
11	Оформление результатов поверки.....	9
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....	10
	Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений	10
	Приложение В (справочное) Требования к дополнительной нагрузке (переходникам).....	10

1 Общие положения

Настоящая методика поверки (далее по тексту – МП) распространяется на калибраторы портативные АТ04 (далее по тексту – калибратор).

Калибратор предназначен для воспроизведения единицы виброускорения на частоте 40 Гц.

Принцип действия калибраторов основан на возбуждении с частотой 40 Гц колебаний электродинамической системы и поддержания постоянного уровня ускорения с помощью датчика обратной связи.

Питание калибратора осуществляется от внутреннего аккумулятора или блока питания из комплекта поставки.

Калибраторы соответствуют рабочим эталонам 2-го разряда в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок калибратора методом прямых измерений с использованием рабочих эталонов 1-го разряда в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772.

Поверяемые средства измерений прослеживаются к государственному первичному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018 в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772.

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

Методика поверки не предусматривает поверку калибраторов в сокращенном объеме.

Межповерочный интервал – один год.

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 калибратора 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 11.2.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Проверка номинального значения и относительной погрешности частоты, номинального значения СКЗ ускорения и коэффициента гармоник воспроизводимых колебаний	9.1	Да	Да
Проверка коэффициента поперечных составляющих воспроизводимых колебаний	9.2	Да	Нет
Проверка основной относительной погрешности воспроизведения СКЗ ускорения	9.3	Да	Да

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 калибратор, 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 10 м/с ²	±0,5 %	АР10 рег. № 38452-08; в комплекте с АР5200-3 рег. № 58770-14	1	9.1, 9.2
Вольтметр универсальный	от 10 до 1000 Гц; от 0,1 до 10 В	±0,2 %	В7-78/1 рег. № 52147-12	1	9.1, 9.2
Измеритель нелинейных искажений	от 0 до 100 %; от 20 до 10000 Гц	±10 %	СК6-13 рег. № 10227-85	1	9.1

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении испытаний необходимо руководствоваться «Правилами устройства установок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». 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 калибратор 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 на посадочной поверхности калибратора и переходников, входящих в комплект поставки вмятин, царапин и задиров.

7.1.2 При наличии вышеуказанных дефектов испытания не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, калибратор бракуют. При отсутствии или нарушении целостности пломбы-этикетки, предотвращающей несанкционированный доступ к элементам регулировки, калибратор 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 выдерживать полученный со склада калибратор 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.

8.2 Опробование

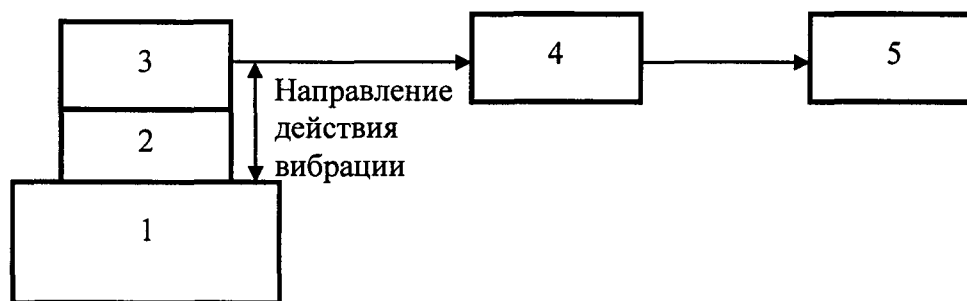
8.2.1 Включают калибратор. При этом должен загореться светодиодный индикатор включения.

8.2.3 Калибратор считают прошедшим опробование с положительным результатом, если гул вибростенда равномерный без металлического дребезга.

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Проверка номинального значения и относительной погрешности частоты, номинального СКЗ ускорения и коэффициента гармоник воспроизводимых колебаний

9.1.1 Собирают схему измерений согласно рисунку 1 без дополнительной массы с эталонным вибропреобразователем AP10. В качестве регистратора к выходу усилителя заряда подсоединяют частотомер (вольтметр универсальный В7-78/1, включенный в режим измерений частоты), вольтметр универсальный и измеритель нелинейных искажений.



- 1 – калибратор;
- 2 – дополнительная нагрузка стола калибратора (переходник) массой 100 или 160 г;
- 3 – эталонный вибропреобразователь AP10 (масса $m = 40$ г);
- 4 – усилитель измерительный AP5200-3;
- 5 – регистратор (вольтметр универсальный В7-78/1, измеритель нелинейных искажений СК6-13)

Рисунок 1 – Схема измерений

Включают и прогревают измерительные приборы согласно РЭ на них. Включают калибратор, при этом должен загореться светодиодный индикатор включения. Проводят не менее пяти измерений частоты $F_{изм.i}$, Гц, коэффициента гармоник K_g , %, воспроизводимых колебаний и выходного напряжения эталонного канала $U_{вых.i}$, мВ.

Рассчитывают среднее арифметическое значение каждой измеренной величины по формуле

$$N_{cp.} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n N_{изм.i} , \quad (1)$$

где $N_{изм.i}$ – значение измеренного параметра воспроизводимых колебаний;
 n – количество измерений.

Измеренное СКЗ ускорения $A_{изм.ср}$, м/с², рассчитывают по формуле

$$A_{изм.ср} = \frac{U_{вых.ср}}{K_{ус} \cdot S}, \quad (2)$$

где $U_{вых.ср}$ – среднее арифметическое значение выходного напряжения, измеренного регистратором и рассчитанного по формуле (1), мВ;

$K_{ус}$ – коэффициент усиления усилителя заряда, мВ/пКл;

S – коэффициент преобразования эталонного вибропреобразователя, взятый из свидетельства о периодической поверке, пКл/(м·с⁻²).

Относительную погрешность воспроизведения частоты δ_F , %, и отклонение от номинального значения СКЗ ускорения δ_{Ao} , %, рассчитывают по формулам (3) и (4) соответственно

$$\delta_F = \frac{F_{ср} - 40}{40} \cdot 100, \quad (3)$$

где $F_{ср}$ – среднее арифметическое значение измеренной частоты, Гц;

$$\delta_{Ao} = \frac{A_{изм.ср} - 2,53}{2,53} \cdot 100, \quad (4)$$

где $A_{изм.ср}$ – СКЗ ускорения рассчитанное по формуле (2), м·с⁻².

Результаты измерений и расчётов заносят в протокол.

9.1.2 Повторяют испытания по 9.1.1 при значениях дополнительной нагрузки стола калибратора массой 100 и 160 г. Требования к дополнительной нагрузке (переходникам) приведены в приложении В.

Примечание – при периодической поверке допускается проводить измерения без дополнительной нагрузки стола калибратора или с массой $m_{ВИП}$, г, равной массе калибруемых при эксплуатации ВИП ($m_{ВИП} = m_{доп} + m_{AP10}$), при этом общий вес нагрузки стола не должен превышать 200 г.

9.1.3 Калибратор считают выдержавшим испытания, если:

- относительная погрешность частоты воспроизводимых колебаний находится в пределах ± 1 %;
- отклонение от номинального СКЗ ускорения воспроизводимых колебаний находится в пределах $\pm 2,5$ %;
- коэффициент гармоник воспроизводимых колебаний не более 7 %.

9.2 Проверка относительного коэффициента поперечных колебаний

9.2.1 Собирают схему измерений согласно рисунку 1 без дополнительной массы, в качестве регистратора подсоединяют вольтметр. Включают и прогревают измерительные приборы согласно РЭ на них.

9.2.2 Включают калибратор и фиксируют показания регистратора U_z , мВ.

9.2.3 Закрепляют эталонный вибропреобразователь AP10 так, чтобы его ось чувствительности была перпендикулярна направлению действия вибрации. Включают калибратор, фиксируют показания регистратора U_x , мВ.

9.2.4 Закрепляют эталонный вибропреобразователь под углом 90° по отношению к закреплению по 9.2.3 так, чтобы его ось чувствительности была перпендикулярна направлению действия вибрации. Включают калибратор, фиксируют показания регистратора U_y , мВ.

9.2.5 Рассчитывают относительный коэффициент поперечных колебаний A_{\perp} , %, по формуле

$$A_{\perp} = \frac{\sqrt{U_x^2 + U_y^2}}{U_z} \cdot 100. \quad (5)$$

9.2.6 Повторяют испытания по 9.2.2 – 9.2.5 при значении дополнительной нагрузки стола калибратора равной $m = 100$ г.

Примечание – допускается измерения проводить с помощью трехкомпонентного вибропреобразователя, например, 4321, AP1038, AP2038-XX, AP2039-XX и т.д., при этом общий вес нагрузки стола не должен превышать 200 г.

9.2.7 Калибратор считают выдержавшим испытания, если относительный коэффициент поперечных колебаний не более 7 %.

9.3 Проверка относительной погрешности воспроизведения СКЗ ускорения

9.3.1 Проверку относительной погрешности воспроизведения СКЗ ускорения проводят по формуле

$$\delta_A = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{A_0}^2 + \delta_e^2 + \delta_n^2 + \delta_{AP10}^2 + \delta_V^2}, \quad (6)$$

где 1,1 - коэффициент, определяемый доверительной вероятностью 0,95;

δ_{A_0} – отклонение от номинального значения СКЗ ускорения воспроизводимых колебаний по 9.1;

δ_e – погрешность воспроизведения от наличия высших гармоник, определяемая в процентах при измерении СКЗ ускорения по формуле

$$\delta_e = (\sqrt{1 + K_{e.k.}^2} - 1) \cdot 100, \quad (7)$$

где $K_{e.k.}$ – значение коэффициента гармоник по 9.1, выраженное в относительных единицах;

δ_n – дополнительная погрешность воспроизведения от наличия поперечных составляющих, определяемая в процентах по формуле

$$\delta_n = A_{\perp} \cdot K_{on}, \quad (8)$$

где A_{\perp} – значение относительного коэффициента поперечных колебаний по 9.2 (при периодической проверке значение берётся из описания типа);

K_{on} – относительный коэффициент поперечных колебаний встроенного датчика обратной связи, выраженный в относительных единицах, $K_{on} \leq 0,03$;

δ_{AP10} – погрешность определения коэффициента преобразования эталонного канала на частоте 40 Гц, $\delta_{AP10} \leq 0,5$ %;

δ_V – погрешность измерений напряжения переменного тока регистратором на частоте 40 Гц (для В7-78/1 $\delta_V \leq 0,2$ %).

9.3.2 Калибратор считают выдержавшим испытания, если относительная погрешность воспроизведения СКЗ ускорения находится в пределах ± 3 %.

10 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 При подтверждении соответствия калибратора метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 9.

10.2 Калибратор считают соответствующим метрологическим требованиям при положительных результатах испытаний, установленных в пунктах 9.1, 9.2 и 9.3.

10.3 Проводят проверку подтверждения соответствия калибраторов рабочим эталонам 2-го разряда в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

11 Оформление результатов поверки

11.1 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.

11.2 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.

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

Начальник КИЛ
ООО «ГлобалТест»

Р.В. Ромадов

Ведущий инженер-исследователь ЦИ
СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Д.В. Зверев

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
Приказ Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772	Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения
	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)

Приложение Б
(справочное)
Перечень принятых сокращений

ВИП – вибропреобразователь;
ГПС – государственная поверочная схема;
МП – методика поверки;
СИ – средства измерения;
ЭД – эксплуатационная документация;
СКЗ – среднеквадратическое значение.

Приложение В
(справочное)
Требования к дополнительной нагрузке (переходникам)

В.1 Конструкцией переходника должно быть обеспечено минимальное расстояние между поверхностью стола калибратора и калибруемым ВИП.

В.2 Резьбовые крепления ВИП и переходника должны быть выполнены по отношению к посадочным плоскостям под углом $(90 \pm 0,5)^\circ$.

В.3 Параметр шероховатости R_a контактирующих поверхностей переходника не более 0,63 мкм.

Отклонение от плоскостности контактирующих поверхностей переходника должно быть не более 0,01 мм.