

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 НИО



В.К. Дарымов

«28» 03 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АКСЕЛЕРОМЕТРЫ УДАРНЫЕ AP141X

Методика поверки

МП 91278-24

г. Саров
2025 г.

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	6
8	Подготовка к поверке и опробование.....	6
9	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	7
10	Оформление результатов поверки	9
	Приложение А (справочное) Конструктивные особенности акселерометров.....	10
	Приложение Б (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП.....	11
	Приложение В (справочное) Перечень принятых сокращений	12

1 Общие положения

Настоящая МП распространяется на акселерометры ударные АР141Х.

Акселерометры ударные АР141Х (далее по тексту – акселерометр) предназначены для измерений ударных ускорений.

Принцип действия акселерометра основан на генерации электрического сигнала, пропорционального воздействующему ускорению.

Поверяемые средства измерений прослеживаются к государственному первичному эталону ГЭТ 57-84, в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок акселерометров методом косвенных измерений в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537.

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

МП не предусматривает проверку акселерометров в сокращённом объёме.

Конструктивные особенности акселерометров приведены в приложении А.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП, приведён в приложении Б.

Перечень принятых сокращений приведён в приложении В.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки, 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 10.4.

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
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9	Да	Да
Определение действительного значения коэффициента преобразования, диапазона измерений и нелинейности амплитудной характеристики	9.1	Да	Да
Определение частоты установочного резонанса в осевом направлении	9.2	Да	Нет
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	9.3	Да	Нет

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 207 до 253 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 Гц.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускается персонал, изучивший ЭД на акселерометр, 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 требуемую точность передачи единиц величин поверяемому СИ.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и/или зарегистрированы в Федеральном фонде по обеспечению единства измерений.

Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1.2	СИ температуры окружающего воздуха в диапазоне от 15 °С до 25 °С, абсолютная погрешность измерений в пределах ± 1 °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 до 80 %, относительная погрешность измерений в пределах ± 3 %	
	СИ атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,5$ кПа	
	СИ напряжения питающей сети в диапазоне от 207 до 253 В, относительная погрешность измерений в пределах ± 1 %	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)
	СИ частоты питающей сети в диапазоне от 49 до 50 Гц, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,1$ Гц	
8.2.1	СИ электрического сопротивления в диапазоне от 500 до 10^9 Ом, относительная погрешность измерений в пределах ± 10 %	Мегомметр Е6-17 (рег. № 4952-75)
9.1, 9.3	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГПС ¹⁾ в диапазоне от 200 до 98000 м/с ² , относительная погрешность измерений в пределах $\pm 2,5$ %	Установка для калибровки акселерометров ударом модели K9525C (рег. № 45462-10)
9.2	Рабочий диапазон частот от 10 до 100000 Гц, относительная погрешность измерений в пределах ± 3 %	Усилитель измерительный АР5110 ²⁾ (рег. № 57588-14)
	Рабочий диапазон частот от 10 до 100000 Гц, относительная погрешность измерений в пределах ± 3 %	Преобразователи напряжения измерительные АР6200 ²⁾ (рег. № 78358-20)
¹⁾ - приказ Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537; ²⁾ - только для первичной поверки		

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 акселерометр, средства поверки и испытательное оборудование.

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие маркировки изделия требованиям ЭД;
- соответствие заводского номера паспортным данным;
- целостность корпуса, состояние посадочных поверхностей (отсутствие вмятин, царапин, задиров, повреждений резьбы);
- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъёмов.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов испытания не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, акселерометр бракуют.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовка к поверке

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 акселерометр не менее двух часов в нормальных условиях.

8.1.2 Проверяют сведения о результатах поверки применяемых СИ, включённые в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и/или наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.2.1.1 Перед проведением измерений снимают статический разряд с поверяемого акселерометра путем короткого замыкания сигнального контакта (вывода) соединительного кабеля с корпусом соединителя.

Электрическое сопротивление изоляции измеряют между сигнальным контактом (выводом) соединительного кабеля с корпусом соединителя при испытательном напряжении 100 В.

8.2.1.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если электрическое сопротивление изоляции между сигнальными выводами составляет не менее 1000 МОм.

8.3 Проверка работоспособности

8.3.1 Проверку работоспособности проводят на ударной установке 2-го разряда. Акселерометр устанавливают на рабочую поверхность установки. Рабочая ось поверяемого акселерометра должна совпадать с осью воспроизводимого ударного ускорения.

Включают и прогревают СИ в соответствии с ЭД на них. Воспроизводят удар с ускорением не менее 200 м/с².

8.3.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если уровень выходного сигнала превышает уровень помех не менее чем в 10 раз (20 дБ).

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

9.1 Определение действительного значения коэффициента преобразования, диапазона измерений и нелинейности амплитудной характеристики

9.1.1 Акселерометр устанавливают рабочую поверхность ударной установки 2-го разряда. Ось испытуемого акселерометра должна совпадать с осью воспроизведения ударного ускорения.

Задают ускорения амплитудой 200, 500, 1000, 5000, 10000, 20000, 50000, 75000, 98000 м/с².

При каждом значении ускорения определяют коэффициент преобразования акселерометра K_i , пКл/(м·с⁻²), по формуле

$$K_i = \frac{U}{A_o \cdot K_{yc}}, \quad (1)$$

где U - величина выходного напряжения испытуемого канала, мВ;

A_o - величина воздействующего ускорения, измеренная по эталонному каналу, м/с²;

K_{yc} - коэффициент усиления усилителя испытуемого акселерометра, мВ/пКл.

9.1.2 Действительное значение коэффициента преобразования акселерометра K , пКл/(м·с⁻²), определяют по формуле

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (2)$$

где K_i - коэффициент преобразования акселерометра при каждом значении ускорения по 9.1.2, пКл/(м·с⁻²);

n - количество измерений.

9.1.3 Нелинейность амплитудной характеристики δ_{AX} , %, определяют по формуле

$$\delta_{AX} = \frac{K_i - K}{K} \cdot 100, \quad (3)$$

где K_i - коэффициент преобразования акселерометра при каждом значении ускорения, по 9.1.1, пКл/(м·с⁻²);

K - действительное значение коэффициента преобразования по 9.1.2, пКл/(м·с⁻²).

9.1.4 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если:

- отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального находится в пределах ± 20 %
- нелинейность амплитудной характеристики находится в пределах ± 4 %.

9.2 Определение частоты установочного резонанса в осевом направлении

9.2.1 Определение частоты установочного резонанса в осевом направлении проводят на устройстве, изготовленном в соответствии с 10.15.2 ГОСТ Р 8.669.

9.2.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если частота установочного резонанса в осевом направлении составляет не менее:

- 70 кГц для AP1411-B;
- 145 кГц для AP1412-B;
- 80 кГц для AP1413-B;
- 75 кГц для AP1414-H, AP1414-B;
- 60 кГц для AP1415-B;
- 75 кГц для AP1416-B;
- 60 кГц для AP1417-B;
- 55 кГц для AP1418-B;
- 90 кГц для AP1419-B.

9.3 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования

9.3.1 Акселерометр устанавливают рабочую поверхность ударной установки 2-го разряда. Ось испытуемого акселерометра должна совпадать с осью воспроизведения ударного ускорения. Воспроизводят удар с ускорением не менее 200 м/с^2 . Контроль уровня ускорения проводят по эталонному каналу. Регистрируют показание отклика акселерометра U_o , мВ.

Затем акселерометр закрепляют таким образом, чтобы его ось чувствительности была перпендикулярна действию удара. Воспроизводят удар с тем же значением амплитуды ускорения. Снимают показания $U_{\text{попер}}$, мВ, при различных положениях акселерометра, соответствующих его повороту вокруг рабочей оси на 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330°. Определяют максимальный положительный, $U_{\perp\text{макс}}^+$, мВ, и максимальный отрицательный, $U_{\perp\text{макс}}^-$, мВ, отклики акселерометра на воздействие ударных импульсов поперек его оси чувствительности.

Относительный коэффициент поперечного преобразования K_n , %, определяют по формуле

$$K_n = \frac{|U_{\perp\text{макс}}^+| + |U_{\perp\text{макс}}^-|}{2U_o} \cdot 100, \quad (4)$$

где $U_{\perp\text{макс}}^+$ - максимальное положительное значение напряжения при поперечном воздействии, мВ;

$U_{\perp\text{макс}}^-$ - максимальное отрицательное значение напряжения при поперечном воздействии, мВ;

U_o - значение напряжения при осевом воздействии, мВ.

Примечание – Допускается определение относительного коэффициента поперечного преобразования проводить в вибрационном режиме в соответствии с 10.12 ГОСТ Р 8.669 при воздействии вибрационного ускорения не менее 200 м/с^2 .

9.3.2 Акселерометр считают выдержавшим проверку с положительным результатом, если относительный коэффициент поперечного преобразования составляет не более 5 %.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

10.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке.

Пломбирование акселерометров не предусмотрено.

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

10.4 СИ, не прошедшее поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Главный метролог
ООО «ГлобалТест»

 Р.В. Ромадов

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

 Д.В. Зверев

Приложение А
(справочное)
Конструктивные особенности акселерометров

Акселерометры имеют модификации AP1411-B, AP1412-B, AP1413-B, AP1414-H, AP1414-B, AP1415-B, AP1416-B, AP1417-B, AP1418-B, AP1419-B.

Модификации акселерометров отличаются номинальным значением коэффициента преобразования, типом соединителя и способом крепления к объекту контроля. Материал корпуса – нержавеющая сталь или титановый сплав. Конструктивные особенности акселерометров приведены в таблице 1.

Структура обозначений акселерометров (символы «X» могут отсутствовать):

AP141X-	X
	буквенное обозначение вывода:
	Н – разъем AR03 (10-32 UNF); В – встроенный кабель
	индекс модификации (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

Таблица А.1 – Конструктивные особенности акселерометров

Наименование модификации	Номинальное значение коэффициента преобразования, пКл/(м·с ⁻²)	Количество измерительных осей	Способ крепления
AP1411-B	0,0035	1	резьбовой хвостовик М5
AP1412-B	0,0035	1	
AP1413-B	0,12	1	клеевой
AP1414-H, AP1414-B	0,0075	1	шпилька М5
AP1415-B	0,01	1	резьбовой хвостовик М5
AP1416-B	0,025	3	
AP1417-B	0,03	1	
AP1418-B	0,2	3	
AP1419-B	0,025	1	клеевой

Приложение Б
(справочное)

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП

Обозначение доку- мента, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ Р 8.669-2009	ГСИ. Виброметры с пьезоэлектрическими, индукцион- ными и вихретоковыми преобразователями. Методика поверки
Приказ Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537	Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений ускорения, скорости и силы при ударном движении
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
	Правила по охране труда при эксплуатации электроуста- новок (утверждены приказом Министерства труда и со- циальной защиты РФ от 15 декабря 2020 г. № 903н)

Приложение В
(справочное)
Перечень принятых сокращений

ГПС – государственная поверочная схема

МП – методика поверки;

СИ – средство(а) измерений;

ЭД – эксплуатационная документация.