



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»



Е.В. Морин

01 марта 2016 г.

## Государственная система обеспечения единства измерений

Акселерометры серии 350

Методика поверки

РТ-МП-3091-441-2016

н.р. 64173-16

Настоящая методика распространяется на акселерометры серии 350 (далее - акселерометры) фирмы PCB Piezotronics Inc., США, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками 12 месяцев.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2. Опробование	7.2	Да	Да
3. Определение предела допускаемого отклонения коэффициента преобразования акселерометра	7.3	Да	Да
4. Определение нелинейности амплитудной характеристики (далее - АХ)	7.4	Да	Да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательные устройства приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений

№ п/п	Наименование	Номер пункта НД по поверке
1	Установка для калибровки акселерометров ударом 9525С, Диапазон пикового ударного ускорения: от 196 м/с <sup>2</sup> до 98000 м/с <sup>2</sup> , I-го разряда по ГОСТ 8.137-84	7.2; 7.3
2	Мультиметр Agilent 3458А, Диапазон частот от 0 Гц до 250 кГц; диапазон измерения от 10 мкВ...10 В, абсолютное значение основной погрешности 9·10 <sup>-6</sup> А	7.2; 7.3
5	Осциллограф цифровой LeCroy WaveAce, диапазон коэффициентов отклонения от 2 мВ/дел до 5 В/дел, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения $\pm(3 \times 10^{-2} \times U + 0,1 \text{ дел} \times K_{\text{откл}} + 1 \text{ мВ})$	7.2
6	Мегаомметр цифровой ЦС0202-2, предел допускаемой основной относительной погрешности измерения сопротивления не более $\pm 2,5$ , класс точности по ГОСТ 8.401–80	7.2

Пр и м е ч а н и е - Допускается применение других основных и вспомогательных средств поверки с метрологическими характеристиками, обеспечивающими требуемые точности измерений.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки акселерометров допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим инженерным образованием, имеющим опыт работы с аналогичным оборудованием, ознакомленный с инструкцией по эксплуатации, аттестованный в качестве поверителя в установленном законом порядке.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2 При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и инструкциях по эксплуатации применяемых приборов.

## 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:  
температура окружающего воздуха ..... (20 ± 5) °С;  
относительная влажность воздуха..... не более 80 %;  
атмосферное давление ..... от 94 до 106 кПа

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Проверить наличие средств поверки, укомплектованность их технической документацией (далее - ТД) и необходимыми элементами соединений.

6.2 Используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями ТД на указанные средства.

6.3 Подготовку, соединение, включение и прогрев средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произвести в соответствии с ТД на указанные средства.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие акселерометра следующим требованиям:

- отсутствие видимых механических повреждений корпуса акселерометра, отсутствие внешних повреждений соединительного кабеля, исправность крепежных приспособлений;
- соответствие комплектности и маркировки технической документации.

В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеуказанных требований, акселерометр признается негодным для применения, и поверка прекращается (до устранения нарушения).

Сделать вывод о пригодности.

### 7.2 Опробование

Для ИСР акселерометров моделей 350С24, 350С23, 350В01, 350С34, 350В50, 350С03, 350С04, 350D02 необходимо:

- подготовить ударную установку в соответствии с «Руководством по эксплуатации» (далее – РЭ);
- поместить акселерометр на измерительный стол ударной установки;
- подключить акселерометр к входу согласующего усилителя 482А21 (далее – усилитель);
- выход усилителя соединить с входом (канал 1) осциллографа цифрового «LeCroy WaveAce 2034» (далее – осциллограф);

Слегка постукивая по корпусу акселерометра, контролировать показания осциллографа, подключенного к выходу усилителя.

При изменении выходного сигнала синхронно с ударами, акселерометр признается работоспособным.

Результаты поверки считаются положительными, если для ИСР акселерометров предусмотренная процедура успешно выполняется.

**MEMS акселерометры** моделей 3501B122KG, 3501B1220KG, 3501B1260KG, 3503A1020KG, 3503A1060KG.

Для проведения опробования MEMS акселерометра необходимо произвести измерение сопротивлений изоляции  $R_{из}$ , входного  $R_{вх}$  и выходного  $R_{вых}$  в следующей последовательности:

- подготовить прибор «Мегаомметр цифровой ЦС0202-2» (далее – мегаомметр) для проведения измерения сопротивления изоляции согласно РЭ, при испытательном напряжении равным 100 В;

- произвести измерение  $R_{из}$ , подсоединив один щуп мегаомметра к соединенным вместе выводам акселерометра (зеленый, красный, белый, черный), а второй соединить с корпусом акселерометра;

- подготовить «Мультиметр Agilent 3458A» (далее – мультиметр) для проведения измерений сопротивления согласно РЭ. Входное сопротивление  $R_{вх}$  измерить между красным и черным выводами акселерометра. Выходное сопротивление  $R_{вых}$  между зеленым и белым. Недействующие при измерениях выводы должны быть изолированы.

Результаты поверки считать положительными, если для MEMS акселерометров  $R_{из} \geq 10^8$  Ом,  $R_{вх}$  и  $R_{вых}$  находятся в диапазоне от 4000 до 6000 Ом и отличаются друг от друга на более чем на 40 Ом.

### 7.3 Определение предела допустимого отклонения коэффициента преобразования акселерометра

Определение предела допустимого отклонения для всех моделей акселерометров серии 350 проводят с помощью установки для калибровки акселерометров ударом 9525C (далее – ударная установка).

Для **ICP акселерометров** моделей 350C24, 350C23, 350B01, 350C34, 350B50, 350C03, 350C04, 350D02 необходимо:

- подготовить ударную установку к проведению измерений коэффициента преобразования в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;

- закрепить испытуемый акселерометр на измерительном столе посредством шпильки (для трехосевого акселерометра 350B50 допускается крепление при помощи клея);

- подключить акселерометр к входу согласующего усилителя 482A21 (далее – усилитель);

- выход усилителя соединить с входом «Sensor under test» (далее – SUT) ударной установки.

- на ПЭВМ запустить программу для калибровки акселерометров «Accelerometr calibration software» (далее – программа). В меню открывшейся вкладки выбрать опцию «System setup» → «Model number template» (Рисунок 1).

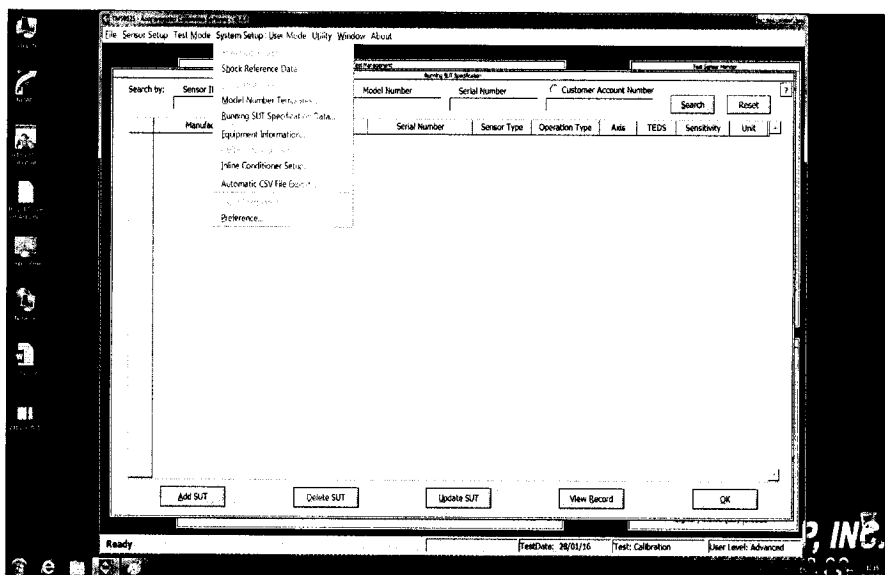


Рисунок 1. Запуск программы для калибровки акселерометров.

Для занесения в память программы информации по испытываемому акселерометру, в открывшемся окне выбрать опцию «Add template» (Рисунок 2).

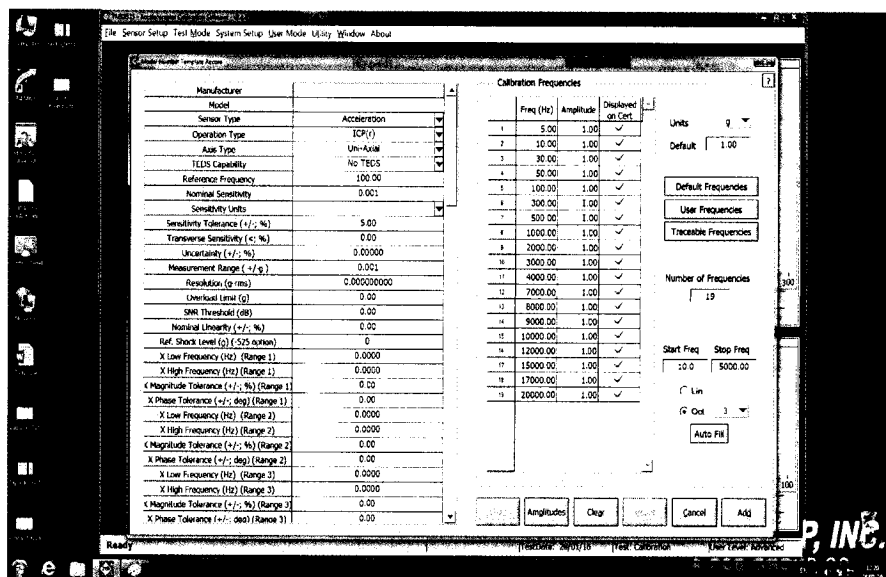


Рисунок 2. Занесение характеристик испытываемого акселерометра в программу.

В открывшемся окне прописать данные испытуемого акселерометра (модель, производитель, паспортная чувствительность):

- выбрать пункт меню «Amplitudes»;
- прописать в открывшемся окне контрольные точки пиковых ударных ускорений (нижний предел диапазона измерений, 25 %, 50 %, 75 % и 100 % от верхнего предела измерений), на которых будут проводиться измерения (Рисунок 3);
- подтвердить введенные значения, нажав клавишу «Ок»;

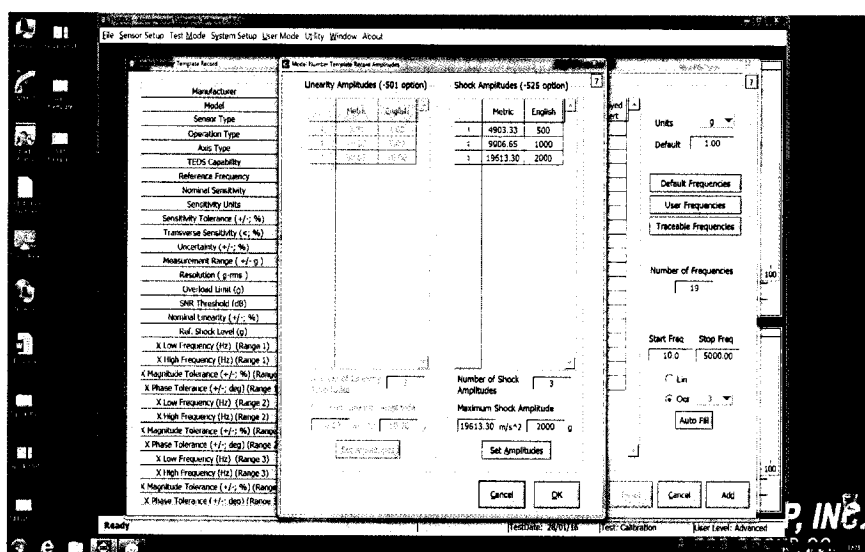


Рисунок 3. Занесение в программу контрольных точек пиковых ударных ускорений.

- нажать клавишу «Add», в основном меню «Model number template», добавив тем самым информацию по испытываемому акселерометру в память программы;
- в основном окне выбрать опцию «Runing SUT Specification data» → «Add SUT» (Рисунок 4);

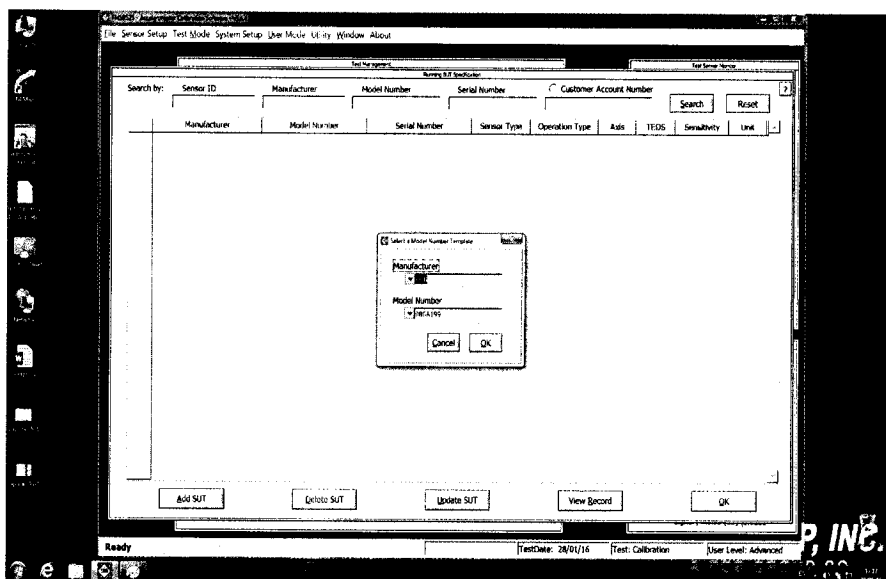


Рисунок 4. Параметры поиска сохраненного акселерометра.

- в меню «SUT Information» выбрать испытуемый акселерометр, используя информацию по производителю и заводскому номеру;
- подтвердить процедуру нажатием клавиши «Ок»;
- войти в меню «Shock» (Рисунок 5);
- произвести измерение в каждой контрольной точке согласно РЭ на ударную установку. Полученные результаты измеренных значений коэффициента преобразования ( $K_{дл}$ ) занести в соответствующую графу таблицы 3.

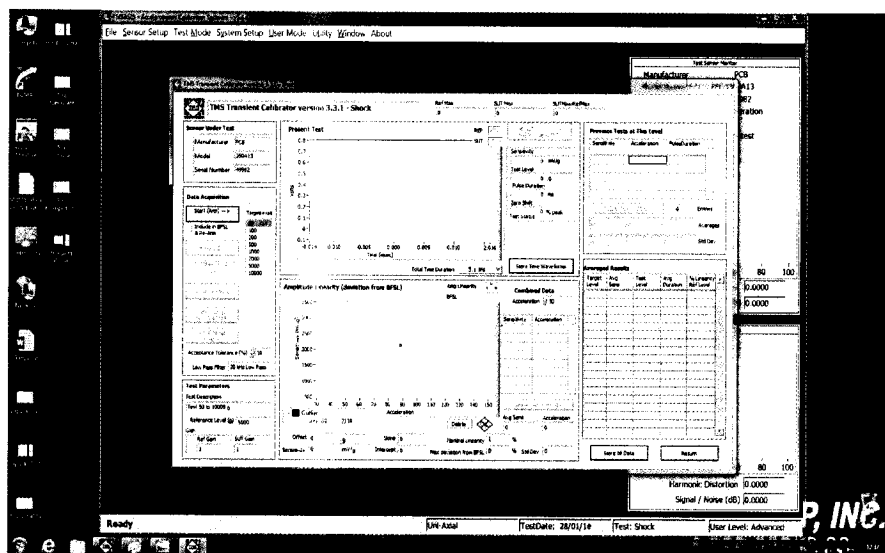


Рисунок 5. Меню измерения пикового ударного ускорения и коэффициента преобразования испытуемого акселерометра.

Таблица 3

Тип акселерометра	Пиковое ударное ускорение, м/с <sup>2</sup>	K <sub>oi</sub> , мВ/мс <sup>-2</sup> при t=20 °С	Номинальное значение коэф. преобразования, K <sub>n</sub>	Предел допускаемого отклонения коэффициента преобразования, δ
	НПИ*			
	25%			
	50%			
	75%			
	100%			

\* – нижний предел измерений

Произвести 3 серии измерений по вышеизложенной методике при температуре 20 °С.

Для трехосевого акселерометра 350B50 провести описанную серию измерений для осей X, Y, Z.

Вычислить среднее значение коэффициента преобразования (K<sub>cp</sub>) по формуле 1:

$$K_{cp} = \frac{\sum K_{oi}}{5} \quad (1)$$

где K<sub>oi</sub> – измеренный коэффициент преобразования в i-м эксперименте.

Определить предел допускаемого отклонения коэффициента преобразования акселерометра по формуле 2:

$$\delta = \frac{K_{cp} - K_n}{K_n} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (2)$$

где

K<sub>n</sub> – паспортное значение коэффициента преобразования испытываемого акселерометра.

Результаты расчетов занести в соответствующую графу таблицы 3.

- Для **MEMS акселерометров** моделей 3501B122KG, 3501B1220KG, 3501B1260KG, 3503A1020KG, 3503A1060KG необходимо:

- подготовить ударную установку в соответствии с «Руководством по эксплуатации» к проведению измерений коэффициента преобразования;

- закрепить испытуемый акселерометр на измерительном столе посредством шпильки (для трехосевых акселерометров 3503A1060KG, 3503A1020KG допускается крепление при помощи клея);

- собрать измерительную схему согласно рисунку 6;

- контакты датчика подключить согласно рисунку 7;

- установить напряжение на источнике питания (10,000 ± 0,001 В). Напряжение контролировать мультиметром;

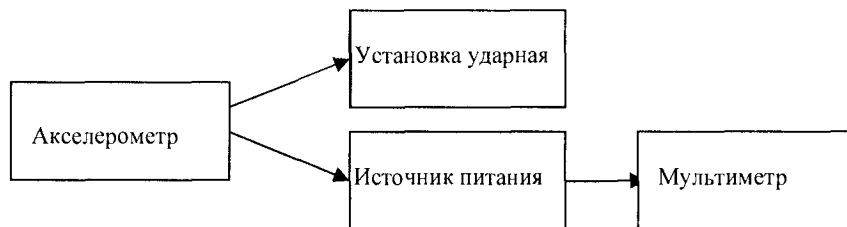


Рисунок 6. Измерительная схема.



Рисунок 7. Схема подключения контактов акселерометра.

- 1- черный
- 2- красный
- 3- белый
- 4- зеленый

Дальнейшие действия производить в соответствии с алгоритмом, прописанным для ИСР акселерометров.

Полученные результаты занести в таблицу 4.

Таблица 4

№ п/п	Пиковое ударное ускорение, $m/s^2$	$K_{oi}$ , мВ/мс <sup>-2</sup> /В, при $t=20\text{ }^\circ\text{C}$	Номинальное значение коэф. преобразования, $K_n$	Предел допускаемого отклонения коэффициента преобразования, $\delta$
	НПИ			
	25%			
	50%			
	75%			
	100%			

Вычислить среднее значение коэффициента преобразования ( $K_{cp}$ ) по формуле 3:

$$K_{cp} = \frac{\sum K_{oi}}{50} \quad (3)$$

где  $K_{oi}$  – измеренный коэффициент преобразования в  $i$ -м эксперименте.

Определить предел допускаемого отклонения коэффициента преобразования, коэффициента преобразования акселерометра по формуле 2 ( $K_{cp}$  рассчитывать по формуле 3).



**Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если предел допускаемого отклонения коэффициента преобразования, коэффициента преобразования акселерометра не превышает  $\pm 30\%$ .**

#### **7.4 Определение нелинейности амплитудной характеристики**

За показатель нелинейности амплитудной характеристики принять максимальное по модулю значение, вычисленное по формуле 4:

$$|A_{\max}| = \frac{K_{\partial i} - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100(\%), \quad (4)$$

где  $K_{\partial i}$  - измеренный коэффициент преобразования в  $i$ -м эксперименте (из таблицы 3 и таблицы 4);

$K_{cp}$  – среднее значение коэффициента преобразования по формуле 1 для ICP акселерометров и по формуле 2 для MEMS акселерометров.

Полученные результаты занести в таблицу 5.

Таблица 5

Модель акселерометра	Пиковое ударное ускорение, м/с <sup>2</sup>	Нелинейность АХ при t=20 °С, %	Максимальное значение нелинейности АХ, %
	НПИ		
	25%		
	50%		
	75%		
	100%		

**Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если нелинейность амплитудной характеристики не превышает 2,5 %.**

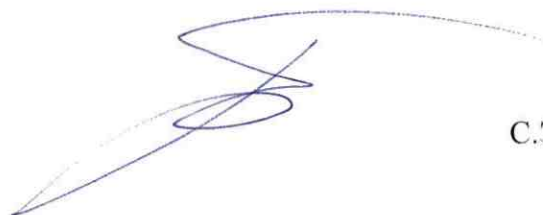
## **8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

8.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015.

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ «Ростест - Москва»



С.Э. Баринов