

ГОСТ ИСО 5347—1—96

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

---

**ВИБРАЦИЯ**

**КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ  
ВИБРАЦИИ И УДАРА**

**Часть 1. ПЕРВИЧНАЯ ВИБРАЦИОННАЯ  
КАЛИБРОВКА МЕТОДАМИ ЛАЗЕРНОЙ  
ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ**

**Издание официальное**

БЗ 2—95/73

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ  
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ  
М и н с к**

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 183

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 9—96 от 12 апреля 1996 г.)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Республика Белоруссия	Белстандарт
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Республика Молдова	Молдовастандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикский государственный центр по стандартизации, метрологии и сертификации
Туркменистан	Главгосинспекция Туркменистана
Украина	Госстандарт Украины

3 Настоящий стандарт представляет собой полный аутентичный текст международного стандарта ИСО 5347—1—87 «Вибрация. Калибровка датчиков вибрации и удара. Часть 1. Первичная вибрационная калибровка методами лазерной интерферометрии»

#### 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 17 марта 1997 г. № 98 межгосударственный стандарт ГОСТ ИСО 5347—1—96 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 июля 1997 г.

© ИПК Издательство стандартов, 1997

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

II

## Содержание

1 Область применения . . . . .	1
2 Нормативные ссылки . . . . .	1
3 Аппаратура . . . . .	2
4 Окружающие условия . . . . .	4
5 Предпочтительные значения амплитуд и частот . . . . .	4
6 Метод 1 (метод счета интерференционных полос) для диапазона частот 20—800 Гц . . . . .	4
7 Метод 2 (метод минимумов) для диапазона частот 800—5000 Гц . . . . .	7
Приложение А Расчет неопределенности . . . . .	10
Приложение Б Формулы для расчета ускорения . . . . .	13

## Введение

Настоящий стандарт распространяется на линейные акселерометрические датчики, главным образом пьезоэлектрического типа (далее — акселерометры), и устанавливает методы первичной калибровки акселерометров с помощью лазерной интерферометрии и технические характеристики используемой при этом аппаратуры.

Курсивом выделены примечания, позволяющие использовать стандарт в расширенных амплитудном и частотном диапазонах.

## МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

## Вибрация

## КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ ВИБРАЦИИ И УДАРА

## Часть 1. Первичная вибрационная калибровка методами лазерной интерферометрии

Vibration. Calibration of vibration and shock pick-ups. Part 1.  
Primary vibration calibration by laser interferometry

Дата введения 1997—07—01

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт устанавливает методы калибровки акселерометров, а в случае их использования в областях, попадающих в сферу государственного метрологического контроля и надзора, — методы поверки в диапазоне частот 20—5000 Гц и диапазоне амплитуд ускорения 10—1000 м/с<sup>2</sup> (в зависимости от частоты).

Допускаемая погрешность калибровки:

- ±0,5 % на опорной частоте (160 или 80 Гц), опорной амплитуде (100 или 10 м/с<sup>2</sup>) и опорной настройке усилителя;
- ±1 % для частот до 1000 Гц включительно;
- ±2 % для частот свыше 1000 Гц.

*Примечание — Методы калибровки и технические характеристики применяемой аппаратуры, устанавливаемые стандартом, могут быть использованы в диапазонах частот и амплитуд ускорения, выходящих за рамки указанных. При этом погрешность калибровки, рассчитываемая по формулам, приведенным в приложении А, может иметь другие, нежели указанные, числовые значения.*

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использована ссылка на МИ 2060—90 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне  $1 \cdot 10^{-6}$  — 50 м и длин волн в диапазоне 0,2 — 50 мкм.

Издание официальное

1

### 3 АППАРАТУРА

3.1 Аппаратуру следует использовать при окружающих условиях, соответствующих требованиям, указанным в разделе 4.

3.2 Генератор частоты и индикатор, имеющие следующие характеристики:

- допускаемую погрешность по частоте —  $\pm 0,01$  % показания;
- нестабильность частоты — не менее  $\pm 0,01$  % показания за время измерения;
- нестабильность амплитуды — не менее  $\pm 0,01$  % показания за время измерения.

3.3 Комплекс, состоящий из усилителя мощности и вибратора, имеющий следующие характеристики:

- суммарный коэффициент нелинейных искажений — не более 2 %;
- поперечное ускорение, ускорение от изгиба акселерометра и ускорение от качания акселерометра должны быть, по возможности, минимальными и не превышать (в сумме) 10 % значения ускорения в основном направлении (в частотном диапазоне свыше 1000 Гц допускается 20 %);

- шум — не менее чем на 70 дБ ниже выходного сигнала;
- нестабильность амплитуды ускорения — не более 0,05 % показания за время измерения.

Поверхность, к которой крепят акселерометр, не должна вызывать его деформации.

3.4 Сейсмический блок вибратора и лазерного интерферометра (единый блок) должен иметь массу, по крайней мере, в 2000 раз больше суммарной массы движущегося элемента вибратора, крепления и акселерометра.

Сейсмический блок должен быть вывешен на слабодемпфированных пружинах, если вибрация пола оказывает заметное влияние на работу интерферометра или акселерометра; резонансная частота сейсмического блока с пружинами в вертикальном и горизонтальном направлениях должна находиться в пределах 1—2 Гц.

*Примечание — Допускаются другие соотношения между массами, если приняты специальные меры, помимо указанных, направленные на демпфирование блока вибратора и лазерного интерферометра.*

3.5 Лазер гелий-неонового типа; в лабораторных условиях (давление воздуха 100 кПа, температура 23 °С и относительная влажность 50 %); длина волны 0,6328 мкм.

Если лазер имеет устройство ручной или автоматической атмосферной компенсации, оно может быть выключено.

**Примечание** — Одночастотный стабилизированный лазер должен быть калиброван по длине волны в соответствии с МИ 2060.

3.6 Интерферометр типа Майкельсона с фотодетектором для детектирования интерференционной картины; частотный диапазон 0—15 МГц.

**Примечание** — Допускается применение модифицированного интерферометра Майкельсона, а также интерферометров с другими интерференционными схемами, в частности использующими трехгранные угловые отражатели.

3.7 Счетчиковая аппаратура (метод 1, частотный диапазон 20—800 Гц), имеющая следующие характеристики:

- диапазон частот — 10 Гц — 20 МГц;
- допускаемая погрешность —  $\pm 0,01$  % показания.

Наряду со счетчиком импульсов может быть использован счетчик отношения с аналогичной погрешностью.

3.8 Перестраиваемый полосовой фильтр или спектроанализатор (метод 2, частотный диапазон 1000—5000 Гц), имеющие следующие характеристики:

- диапазон частот — 100—10000 Гц;
- ширина полосы — менее 12 % центральной частоты;
- наклон — не менее 24 дБ на октаву;
- отношение сигнал/шум — не менее чем на 70 дБ ниже максимального сигнала;
- динамический диапазон — не менее 60 дБ.

3.9 Аппаратура для детектирования нуля (метод 2 — в случае, если не используется спектроанализатор); диапазон частот 30—5000 Гц. Диапазон частот должен быть достаточным для детектирования шума выходного сигнала полосового фильтра.

3.10 Аппаратура для измерения истинного среднего квадратического значения выходного сигнала акселерометра, имеющая следующие характеристики:

- диапазон частот — 20—5000 Гц;
- допускаемая погрешность —  $\pm 0,01$  % показания; при частотах ниже 40 Гц — 0,1 % показания.

Для получения значения амплитуды напряжения его среднее квадратическое значение должно быть умножено на  $\sqrt{2}$ .

3.11 Аппаратура для измерения нелинейных искажений в диапазоне 0—5 %, имеющая следующие характеристики:

- диапазон частот — 5 Гц — 10 кГц;
- допускаемая погрешность —  $\pm 10\%$  показания.

3.12 Осциллограф (является необязательным) для контроля формы кривой сигнала акселерометра, имеющий диапазон частот 5—5000 Гц.

### 3.13 Другие требования

Для достижения погрешности калибровки 0,5 % акселерометр и усилитель акселерометра следует рассматривать как одно целое и калибровать совместно.

Конструкция акселерометра должна быть жесткой. Порог чувствительности акселерометра к механическим напряжениям корпуса должен быть менее  $0,2 \cdot 10^{-8}$  м/с<sup>2</sup>; поперечная чувствительность акселерометра должна быть не более 1 %; нестабильность чувствительности акселерометра совместно с усилителем должна быть не более 0,2 % показания в течение года.

## 4 ОКРУЖАЮЩИЕ УСЛОВИЯ

Калибровку следует проводить при окружающих условиях:

- температура воздуха —  $(23 \pm 3)$  °С;
- атмосферное давление —  $(100 \pm 5)$  кПа;
- относительная влажность воздуха —  $(50 \pm 25)$  %.

## 5 ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ АМПЛИТУД И ЧАСТОТ

Шесть значений амплитуд ускорения и шесть значений частоты должны быть выбраны из следующих рядов:

Ускорение (только для метода 1):

10 — 20 — 50 — 100 — 250 — 500 м/с<sup>2</sup>.

Опорное ускорение — 100 м/с<sup>2</sup> (или 10 м/с<sup>2</sup>).

Частота:

20 — 40 — 80 — 160 — 315 — 630 — 1250 — 2500 — 5000 Гц.

Опорная частота — 160 Гц (или 80 Гц).

## 6 МЕТОД 1 (МЕТОД СЧЕТА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПОЛОС) ДЛЯ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 20—800 Гц

### 6.1 Процедура

После надлежащей настройки интерференционного устройства определяют опорный коэффициент преобразования на предпочти-



тельной частоте 160 Гц (или 80 Гц), при предпочтительном ускорении  $100 \text{ м/с}^2$  (или  $10 \text{ м/с}^2$ ) и стандартном положении переключателя диапазонов усилителя путем измерения частоты полос с помощью счетчика полос (3.7) [используют метод счета интерференционных полос в соответствии с рисунком 1] либо путем измерения отношения частот вибрации и интерференционных полос с помощью счетчика отношения (3.7). Затем определяют коэффициент преобразования при других значениях ускорений и частот. Результаты должны быть выражены как отклонение в процентах от опорного коэффициента преобразования.

Для каждой пары ускорения и частоты должны быть измерены нелинейные искажения, поперечное ускорение, ускорения от изгиба и от качания акселерометра, шум, значения которых должны быть в пределах, указанных в 3.3.

**6.2 Представление результатов** (см. также Б.1 приложения Б)

По результатам измерения частоты интерференционных полос вычисляют амплитуду  $a$  ускорения акселерометра,  $\text{м/с}^2$ , по формуле

$$a = 3,1228 \cdot 10^{-6} \cdot f \cdot ff$$

и коэффициент преобразования  $S$  по формуле

$$S = 0,3202 \cdot 10^6 \cdot \frac{V}{f^2 \cdot ff},$$

где  $V$  — амплитуда выходного сигнала акселерометра, В;

$f$  — частота вибратора, Гц;

$ff$  — число периодов (интерференционных полос) за период времени, намного больший периода вибрации, — число периодов, деленное на время, т.е. частота полос, Гц.

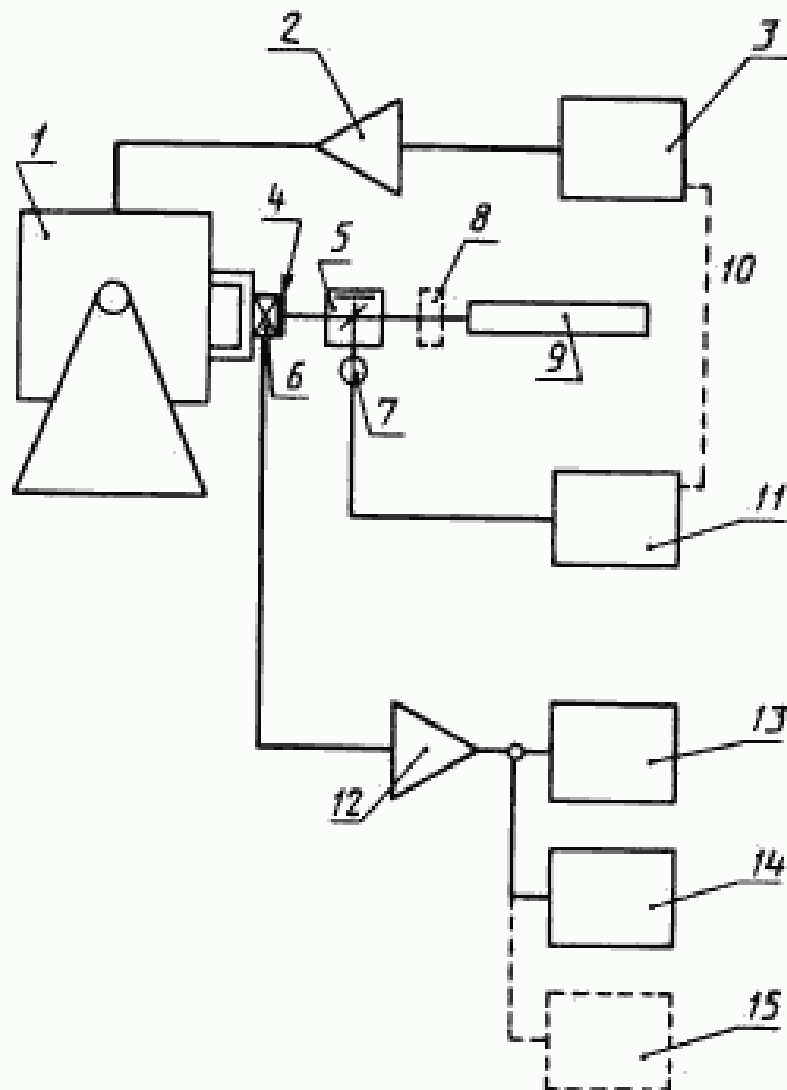
Если используют счетчик отношения, амплитуду ускорения  $a$ ,  $\text{м/с}^2$ , вычисляют по формуле

$$a = 3,1228 \cdot 10^{-6} \cdot f^2 \cdot R_f,$$

а коэффициент преобразования  $S$  — по формуле

$$S = 0,3202 \cdot 10^6 \cdot \frac{V}{f^2 \cdot R_f},$$

где  $R_f$  — отношение частоты полос к частоте вибрации, измеренное за период времени, по крайней мере в 100 раз больший, чем период вибрации.



1 — вибратор; 2 — усилитель мощности; 3 — генератор частоты и индикатор; 4 — плоское зеркало; 5 — интерферометр; 6 — акселерометр; 7 — фотодетектор; 8 — оптический фильтр; 9 — лазер; 10 — только для счета отношения; 11 — счетчик (или счетчик отношения); 12 — усилитель; 13 — вольтметр; 14 — измеритель нелинейных искажений; 15 — осциллограф

Рисунок 1 — Измерительная система для метода счета интерференционных полос (метод 1)

Значение коэффициента преобразования следует сопровождать указанием погрешности калибровки и доверительным уровнем, которые вычисляют в соответствии с приложением А.

Должен быть использован доверительный уровень 99 % (или 95 %).

## 7 МЕТОД 2 (МЕТОД МИНИМУМОВ) ДЛЯ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 800—5000 Гц

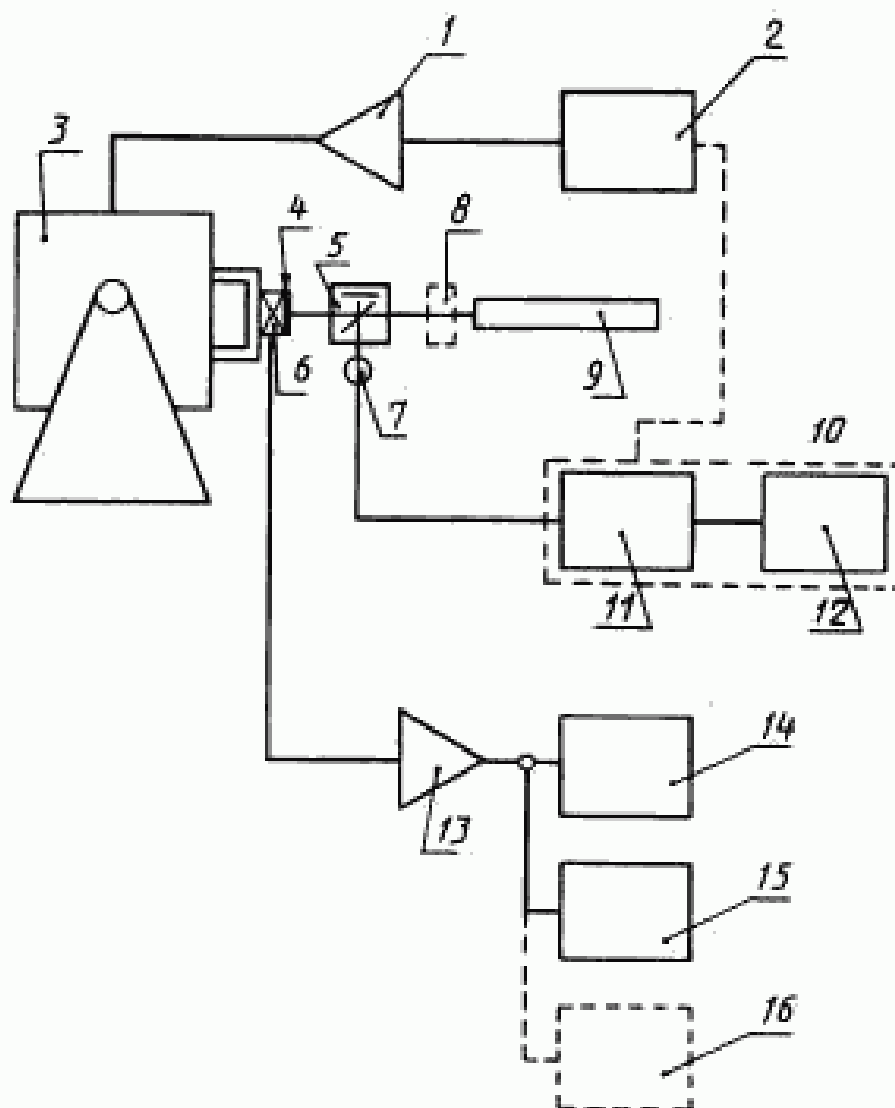
### 7.1 Процедура

С помощью полосового фильтра с центральной частотой, равной частоте сигнала акселерометра, фильтруется сигнал фотодетектора. Этот отфильтрованный сигнал имеет ряд минимумов, соответствующих определенным амплитудам перемещения акселерометра и приведенных в таблице 1.

После установки частоты амплитуду вибратора регулируют, начиная с нулевого значения до достижения максимума отфильтрованного сигнала фотодетектора и далее до его минимального значения. Это минимальное значение — первый минимум отфильтрованного сигнала — соответствует амплитуде перемещения 0,193 мкм. Амплитуды перемещения для других минимумов указаны в таблице 1. Измерительная система для метода минимумов изображена на рисунке 2.

Т а б л и ц а 1 — Амплитуды перемещения для минимумов

Номер минимума	Амплитуда перемещения $d$ , мкм	Номер минимума	Амплитуда перемещения $d$ , мкм
0	0,0000	16	2,5704
1	0,1930	17	2,7286
2	0,3533	18	2,8868
3	0,5123	19	3,0450
4	0,6709	20	3,2030
5	0,8294	21	3,3615
6	0,9878	22	3,5197
7	1,1461	23	3,6779
8	1,3044	24	3,8361
9	1,4627	25	3,9943
10	1,6210	26	4,1525
11	1,7792	27	4,3107
12	1,9375	28	4,4689
13	2,0957	29	4,6271
14	2,2539	30	4,7853
15	2,4122		



1 — усилитель мощности; 2 — генератор частоты и индикатор; 3 — вибратор; 4 — плоское зеркало; 5 — интерферометр; 6 — акселерометр; 7 — фотодетектор; 8 — оптический фильтр; 9 — лазер; 10 — частотный анализатор; 11 — полосовой фильтр, настроенный на частоту вибратора; 12 — вольтметр; 13 — усилитель; 14 — вольтметр; 15 — измеритель нелинейных искажений; 16 — осциллограф.

Рисунок 2 — Измерительная система для метода минимумов (метод 2)

7.2 Представление результатов (см. также Б.1 приложения Б)

Амплитуду ускорения  $a$ ,  $\text{м/с}^2$ , вычисляют по формуле

$$a = 39,478 \cdot 10^{-6} \cdot d \cdot f^2,$$

а коэффициент преобразования  $S$  — по формуле

$$S = 0,25331 \cdot 10^5 \cdot \frac{V}{d \cdot f^2},$$

где  $V$  — амплитуда выходного сигнала акселерометра, В;

$d$  — амплитуда перемещения для минимума в соответствии с таблицей 1, мкм;

$f$  — частота вибратора, Гц.

Полученные этим методом коэффициенты преобразования используют для расчета отклонений от опорного коэффициента преобразования, полученного на частоте 160 Гц (80 Гц) и при ускорении  $100 \text{ м/с}^2$  ( $10 \text{ м/с}^2$ ) методом 1 (см. раздел 6).

Значение коэффициента преобразования следует сопровождать указанием погрешности калибровки и доверительным уровнем, которые вычисляют в соответствии с приложением А.

Должен быть использован доверительный уровень 99 % (или 95 %).

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(обязательное)

**РАСЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

**А.1 Расчет общей (суммарной) неопределенности**

Общую (суммарную) неопределенность калибровки для установленного доверительного уровня  $CL$  (для настоящего стандарта  $CL = 99$  или  $95\%$ )  $X_{CL}$  рассчитывают по формуле

$$X_{CL} = \pm \sqrt{X_r^2 + X_s^2},$$

где  $X_r$  — случайная неопределенность;

$X_s$  — систематическая неопределенность.

Случайную неопределенность для установленного доверительного уровня  $X_{r(CL)}$  рассчитывают по формуле

$$X_{r(CL)} = \pm t \sqrt{\frac{e_{r1}^2 + e_{r2}^2 + e_{r3}^2 + \dots + e_{rn}^2}{n(n-1)}},$$

где  $e_{r1}, e_{r2}, \dots, e_{rn}$  — дисперсия (отклонение) от среднего арифметического значения результатов единичных измерений в серии измерений;

$n$  — число измерений;

$t$  — коэффициент распределения Стьюдента, соответствующий установленному доверительному уровню и числу измерений.

Систематическая погрешность должна быть исключена или компенсирована. Остаточную неопределенность  $X_{s(CL)}$  рассчитывают по формуле

$$X_{s(CL)} = \frac{K}{\sqrt{3}} \cdot e_s,$$

где  $K = 2,0$  для доверительного уровня  $95\%$  ( $CL = 95\%$ ) или

$K = 2,6$  для доверительного уровня  $99\%$  ( $CL = 99\%$ );

$e_s$  — абсолютная погрешность коэффициента преобразования при фиксированных частотах, амплитудах и положениях переключателей усилителя,  $B \cdot c^2/m$  (см. А.2).

**А.2 Расчет абсолютной погрешности коэффициента преобразования  $e_s$  при фиксированных частотах, амплитудах и положениях переключателей усилителя**

**А.2.1 Расчет  $e_s$  для метода 1**

Абсолютную погрешность коэффициента преобразования  $e_s$  при фиксированных частотах, амплитудах и положениях переключателей усилителя рассчитывают по формуле

$$\frac{e_s}{S} = \pm \sqrt{\left(\frac{e_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{e_f}{f}\right)^2 + \left(\frac{e_{f_f}}{f_f}\right)^2 + \left(\frac{V_f}{V}\right)^2 + \left[\frac{1}{2}\left(\frac{d_{tot}}{100}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{a_T T}{100 a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{a_H}{a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{B}{100}\right)^2},$$

а при использовании счетчика отношения — по формуле

$$\frac{e_s}{S} = \pm \sqrt{\left(\frac{e_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{2e_f}{f}\right)^2 + \left(\frac{e_{R_f}}{R_f}\right)^2 + \left(\frac{V_f}{V}\right)^2 + \left[\frac{1}{2}\left(\frac{d_{tot}}{100}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{a_T T}{100 a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{a_H}{a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{B}{100}\right)^2},$$

где  $S$  — коэффициент преобразования, В · с<sup>2</sup>/м;

$V$  — амплитуда выходного сигнала акселерометра, В;

$e_V$  — абсолютная погрешность вольтметра акселерометра, В;

$f$  — частота вибратора, Гц;

$e_f$  — абсолютная погрешность частоты вибратора, Гц;

$f_f$  — частота полос, Гц;

$e_{f_f}$  — абсолютная погрешность частоты интерференционных полос, Гц;

$V_f$  — абсолютная погрешность детектирования интерференционной полосы, которая представляет собой изменение выходного напряжения акселерометра, соответствующее единице последнего используемого разряда счетчика частоты интерференционных полос, В;

$d_{tot}$  — суммарное искажение, равное  $100 \sqrt{\frac{a_{tot}^2 - a_{rms}^2}{a_{rms}^2}}$ , %;

где  $a_{tot}$  — истинное среднее квадратическое значение суммарного ускорения, м/с<sup>2</sup>;

$a_{rms}$  — истинное среднее квадратическое значение ускорения при возбуждающей частоте, м/с<sup>2</sup>;

$a_T$  — сумма поперечного ускорения, ускорения от изгиба акселерометра и ускорения от качания акселерометра, м/с<sup>2</sup>;

$T$  — наибольшее значение поперечной чувствительности акселерометра, % к амплитуде ускорения в направлении измерения;

$a_H$  — ускорение, вызываемое шумом, м/с<sup>2</sup>;

$B$  — погрешность длины волны лазера и интерферометра, % длины волны;

$R_f$  — отношение частоты вибрации к частоте интерференционных полос, измеренное за время, не меньшее 100 периодов вибрации;

$e_{R_f}$  — абсолютная погрешность отношения.

## A.2.2 Расчет $e_s$ для метода 2

Абсолютную погрешность коэффициента преобразования  $e_s$ , В · с<sup>2</sup>/м, при фиксированных частотах, амплитудах и положениях переключателей усилителя рассчитывают по формуле

$$\frac{e_s}{S} = \pm \sqrt{\left(\frac{e_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{V_z}{V}\right)^2 + \left[\frac{1}{2} \left(\frac{d_{tot}}{100}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{a_T T}{100 a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{a_H}{a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{2e_f}{f}\right)^2},$$

где  $S$  — коэффициент преобразования, В · с<sup>2</sup>/м (см. 7.2);

$V$  — амплитуда выходного сигнала акселерометра, В;

$e_V$  — абсолютная погрешность вольтметра акселерометра, В;

$V_z$  — разрешающая способность в минимуме, равная изменению выходного сигнала акселерометра, при котором показания вольтметра, используемого для индикации минимума, изменяются от наименьшего значения перед минимумом до наименьшего значения после минимума, В;

$$d_{tot} — \text{суммарное искажение, равное } 100 \sqrt{\frac{a_{tot}^2 - a_{rms}^2}{a_{rms}^2}}, \%,$$

где  $a_{tot}$  — истинное среднее квадратическое значение суммарного ускорения, м/с<sup>2</sup>;

$a_{rms}$  — истинное среднее квадратическое значение ускорения при возбуждающей частоте, м/с<sup>2</sup>;

$a_T$  — сумма поперечного ускорения, ускорения от изгиба акселерометра и ускорения от качания акселерометра, м/с<sup>2</sup>;

$T$  — наибольшее значение поперечной чувствительности акселерометра, % амплитуды ускорения в направлении измерения;

$a_H$  — ускорение, вызываемое шумом, м/с<sup>2</sup>;

$f$  — частота вибратора, Гц (см. 7.2);

$e_f$  — абсолютная погрешность частоты вибратора, Гц.

**А.3 Расчет общей абсолютной погрешности коэффициента преобразования  $e_{sI}$  и неопределенности для полного амплитудного и частотного диапазонов**

Абсолютная погрешность коэффициента преобразования  $e_s$ , рассчитываемая в соответствии с А.2.1 или А.2.2, имеет место для фиксированных частот, амплитуд и положений переключателей усилителя. Общую погрешность коэффициента преобразования  $e_{sI}$ , В · с<sup>2</sup>/м, и неопределенность для полного амплитудного и частотного диапазонов рассчитывают по формуле

$$\frac{e_{sI}}{S} = \pm \sqrt{\left(\frac{e_s}{S}\right)^2 + \left(\frac{L_{fA}}{100}\right)^2 + \left(\frac{L_{fP}}{100}\right)^2 + \left(\frac{L_{oA}}{100}\right)^2 + \left(\frac{L_{oP}}{100}\right)^2 + \left(\frac{I_A}{100}\right)^2 + \left(\frac{I_P}{100}\right)^2 + \left(\frac{R}{100}\right)^2 + \left(\frac{E_A}{100}\right)^2 + \left(\frac{E_P}{100}\right)^2},$$

где  $S$  — коэффициент преобразования, В · с<sup>2</sup>/м (см. 6.2 или 7.2);

$e_s$  — абсолютная погрешность коэффициента преобразования для опорной частоты, амплитуды и фиксированных положений переключателей усилителя, рассчитанная в соответствии с А.2.1 или А.2.2, В · с<sup>2</sup>/м;



$L_{\Delta A}$  — отклонение амплитудно-частотной характеристики усилителя, % коэффициента преобразования;

$L_{\Delta P}$  — отклонение амплитудно-частотной характеристики акселерометра, % коэффициента преобразования;

$L_{\Delta A}$  — нелинейность амплитудной характеристики усилителя, % коэффициента преобразования;

$L_{\Delta P}$  — нелинейность амплитудной характеристики акселерометра, % коэффициента преобразования;

$I_A$  — погрешность от нестабильности цепи усилителя и погрешность импеданса источника, % коэффициента преобразования;

$I_P$  — погрешность от нестабильности акселерометра, % коэффициента преобразования;

$R$  — погрешность усиления по диапазону усилителя (погрешности усиления для различных настроек усилителя), % коэффициента преобразования;

$E_A$  — погрешность, вызванная воздействием окружающих условий на усилитель, % коэффициента преобразования;

$E_P$  — погрешность, вызванная воздействием окружающих условий на акселерометр, % коэффициента преобразования.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное)

### ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА УСКОРЕНИЯ

#### Б.1 Процедура 1

Длина волны  $\lambda$  главной линии спектра излучения неона принята равной 0,632815 мкм при давлении 100 кПа.

В интерферометре перемещение, соответствующее расстоянию между двумя соседними полосами (максимальной или минимальной интенсивностями),

$$d = \frac{\lambda}{2}.$$

Количество максимумов для одного периода вибрации

$$\frac{4d}{\lambda/2} = \frac{f_f}{f},$$

где  $d = \frac{\lambda}{8} \cdot \frac{f_f}{f}$ .

Ускорение  $a = 4 \pi^2 \cdot f^2 \cdot d$ ,

где  $f$  — частота вибратора, Гц;

$f_f$  — частота интерференционных полос, Гц.

### Б.2 Процедура 2

Регулируя амплитуду вибрации до уровня, при котором амплитуда составляющей спектра, частота которой равна частоте вибрации, становится равной нулю, амплитуду перемещения  $d$  и амплитуду ускорения  $a$  определяют по следующим формулам:

$$d = J_n \cdot \frac{\lambda}{4 \pi};$$

$$a = 4 \pi^2 \cdot f^2 \cdot d,$$

где  $J_n$  — аргументы, соответствующие различным нулям функции Бесселя, приведенные в таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1 — Значения  $J_n$  для нулей функции Бесселя

Номер нуля	$J_n$	Номер нуля	$J_n$
1	3,83170	16	51,04353
2	7,01559	17	54,18556
3	10,17346	18	57,32753
4	13,32369	19	60,46945
5	16,47063	20	63,61136
6	19,61586	21	66,75323
7	22,76009	22	69,89507
8	25,90368	23	73,03690
9	29,04683	24	76,17870
10	32,18968	25	79,32049
11	35,33230	26	82,46227
12	38,47477	27	85,60402
13	41,61709	28	88,75477
14	44,75932	29	91,88752
15	47,90146	30	95,02924

---

УДК 534.17.089.6:006.354    ОКС 17.160    Т88.2    ОКСТУ 0008

Ключевые слова: вибрация, акселерометр, калибровка, лазер, интерферометр

---

Редактор *Л. В. Афанасенко*  
Технический редактор *В. Н. Прусакова*  
Корректор *М. С. Кабацова*  
Компьютерная верстка *Е. Н. Мартемьяновой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 03.04.97. Подписано в печать 23.04.97.  
Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 0,90. Тираж 367 экз. С460. Зак. 331.

---

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва,  
Колодезный пер., 14.  
Набрано в Издательстве на ПЭВМ  
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. “Московский печатник”  
Москва, Лялин пер., 6