

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. генерального директора  
ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Т.М. Козлякова

2018 г.



## **ВИБРОМЕТРЫ СМ-21Х**

Методика поверки

ВАРБ.411711.120 Д

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

---

ВИБРОМЕТРЫ СМ-21

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

---

Дата введения "....." "....." 2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на виброметры СМ-21Х (далее виброметр), изготовленные по техническим условиям ВАРБ.411711.120 ТУ, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1-1.

1.2. При проведении поверки виброметра поверка производится только тех элементов, которые имеются в представленном на поверку комплекте виброметра.

Таблица 1-1

№	Наименование испытаний	№ пункта методики	Наименование средств поверки и их характеристики	Обязательность проведения операции при:	
				первич. поверке	первич. поверке
1	2	3	4	5	6
1.	Внешний осмотр	6.1.	-	да	да
2.	Идентификация программного обеспечения	6.2.	-	да	да
3.	Опробование	6.3.	-	да	да
4.	Определение действительного коэффициента преобразования акселерометра	6.4.	Установка вибрационная; диапазон воспроизводимого виброускорения от 1 до 100 м/с <sup>2</sup> , диапазон частот от 2 до 1×10 <sup>4</sup> Гц; основная относительная воспроизводимого виброускорения от 10 до 2000 Гц ± 3 %	да	да
5.	Определение абсолютной погрешности виброметра при измерении параметров вибрации	6.5.	Установка вибрационная; диапазон воспроизводимого виброускорения от 1 до 100 м/с <sup>2</sup> , диапазон частот от 2 до 1×10 <sup>4</sup> Гц; основная относительная воспроизводимого виброускорения от 10 до 2000 Гц ± 3 %; Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 Диапазон частот от 0,001 до 200000 Гц; погрешность установки частоты ±(25×10 <sup>-6</sup> ×f[Гц]+4×10 <sup>-3</sup> [Гц]) %; диапазон уровней выходного сигнала (Размах) 10×10 <sup>-6</sup> до 40,0 В; погрешность установки уровней ±1 %; уровень гармонических искажений минус 106 дБ;	да	да

Продолжение таблицы 1-1

1	2	3	4	5	6
			<p>Мультиметр 3458А; постоянное напряжение от 10 мВ до 1000 В; переменное от 1 Гц до 10 МГц от 100 мВ до 750 В; ПГ  <math>(0,02\% \times U_{\text{изм}} + 0,011\% \times U_{\text{пред}})</math>, где <math>U_{\text{изм}}</math> – измеряемое значение, <math>U_{\text{пред}}</math> – предел измерения. Пределы измерения для <math>U_{\approx} = (10 \text{ мВ}; 100 \text{ мВ}; 1 \text{ В}; 10 \text{ В}; 100 \text{ В}; 1000 \text{ В})</math>                      Вспомогательное устройство: E0.95 электрический эквивалент вибропреобразователя (коэффициент преобразования 0,95)</p>		
6.	<p>Определение относительной погрешности виброметра при измерении частоты вращения.</p>	6.6	<p>Генератор сигналов произвольной формы 33220А, диапазон частот от <math>1 \times 10^{-3}</math> до <math>20 \times 10^6</math> Гц; ПГ <math>\pm (20 \times 10^{-6} \times F + 3 \times 10^{-12})</math>, F – установленное значение частоты сигнала; диапазон размаха выходного напряжения от 0,01 до 10 В, ПГ <math>\pm (0,01 \times U + 0,001)</math>, U – установленное значение размаха сигнала                      Мультиметр Agilent 34401А; постоянное напряжение от 100 мВ до 1000 В; переменное от 3 Гц до 3 кГц от 100 мВ до 750 В; измерение частоты от 3 Гц до 300 кГц; ПГ <math>\pm 0,05\%</math> (от 10 Гц до 20 кГц)</p>	да	да
7	<p>Оформление результатов поверки</p>	7		да	да

ПРИМЕЧАНИЕ. Допускается применение других средств поверки и вспомогательного оборудования с характеристиками, не уступающими указанным выше.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке виброметра допускаются лица:

- прошедшие обучение в установленном порядке и аттестованных в качестве поверителей;
- изучившие нормативные документы наверяемые виброметры;
- имеющие опыт работы со средствами измерений параметров вибрации не менее одного года.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

- средства поверки и поверяемые средства, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление;
- меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ.

3.2. Установку и подключение средств поверки, поверяемых виброметров, а также вспомогательного оборудования проводят при выключенном питании.

## 4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 18 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 45 до 80;
- атмосферное давление, кПа не устанавливается.

## 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Поверитель должен изучить техническое описание и руководства по эксплуатации поверяемого прибора и используемых средств поверки.

Используемые средства поверки должны быть заземлены (занулены) и прогреты в течение времени, указанного в руководстве по эксплуатации.

Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого виброметра.

Поверяемый акселерометр должен устанавливаться на вибростенд в соответствии руководством по эксплуатации на виброметр или согласно требованиям ГОСТ ИСО 5348.

Применяемые эталонные средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке, а вспомогательные – сведения о калибровке.

Осуществить предварительную настройку виброметра:

- Включить виброметр
- Нажать кнопку «Меню»
- Кнопками «▲», «▼», «Ввод» перейти к пункту меню «Установка параметров»/«Полосовой фильтр»/«НЧ диапазон»
- Кнопками «▲», «▼», «Ввод» выбрать фильтр от 10 до 1000 Гц
- Кнопкой «Назад» выйти в главное меню.
- Кнопками «▲», «▼», «Ввод» перейти к пункту меню «Установка параметров»/«Значение фз. величин»
- Для пунктов «Усокрение», «Скорость», «Перемещение» кнопками «+», «-», «Ввод» установить «СКЗ»
- Кнопкой «Назад» выйти в главное меню.

- Кнопками «▲», «▼», «Ввод» перейти к пункту меню «Установка параметров»/«Пороговый значения»
- Для всех пунктов кнопками «+», «-», «Ввод» установить «Выкл.»
- Кнопкой «Назад» выйти в главное меню.
- Кнопками «▲», «▼», «Ввод» перейти к пункту меню «Установка параметров»/ «Коэф. преобразования».
- Кнопками «+», «-», «Ввод» ввести пароль, указанный в формуляре на прибор.
- Кнопками «+», «-», «▲», «▼», «Ввод» установить коэффициент преобразования равным 100 мВ/г.

## 6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие виброметра и акселерометра следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов;
- комплектность и маркировка должны соответствовать требованиям, установленным в формуляре и руководстве по эксплуатации;
- контактирующая поверхность преобразователя должна быть очищена от загрязнений.

В случае несоответствия виброметра или акселерометра хотя бы одному из выше указанных требований, они считаются непригодными к применению, и поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

Если замечания устранить невозможно, выдается извещение о непригодности с указанием причин.

### 6.2. Идентификация программного обеспечения

Для проверки по данному пункту необходимо выполнить следующую последовательность действий:

Включить виброметр.

Зафиксировать версию программного обеспечения и отображаемую контрольную сумму метрологически значимой части ПО.

Таблица 6.2-1.

Версия программного обеспечения	Контрольная сумма метрологически значимой части
Не менее 4.1.	1349F555

При совпадении контрольной суммы на экране прибора с указанной в таблице 6.2-1 считать метрологически значимую часть программного обеспечения идентифицированной.

### 6.3. Опробование

Опробование виброметра следует выполнять посредством его включения.

Подключить акселерометр соединительным кабелем к соответствующему входу виброметра.

Расположить акселерометр на неподвижном основании.

Включить виброметр.

Зафиксировать уровень помех в единицах виброускорения (виброскорости, виброперемещения) на экране виброметра.

Взять акселерометр в руку и предать ему колебательное движение.

Зафиксировать уровень измеренного виброускорения (виброскорости, виброперемещения) на экране виброметра.

Критерием работоспособности является значимое изменение измеренных вибропараметров.

#### 6.4. Определение действительного значения коэффициента преобразования акселерометра

Собрать стенд для проверки согласно схеме, приведенной на рис. 1 приложение А.

Поверяемый акселерометр установить на вибростол таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности акселерометра совпадало с направлением колебаний вибростола.

В соответствии с руководством по эксплуатации подключить акселерометр соединительным кабелем к виброметру. Включить и прогреть вторичные приборы, а также измерительные и технические средства поверочной виброустановки.

На вибростоле поверочной виброустановки задать действительное значение физической величины – виброускорение с амплитудой  $10 \text{ м/с}^2$  на частоте 159,15 Гц.

Включить виброметр, после появления надписи: «Для измерения нажмите кнопку ЗАПИСЬ» нажать кнопку «ЗАПИСЬ»

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Виброметр должен быть предварительно сконфигурирован по п. 5.

По истечении 30 сек. считать показания виброметра в единицах виброускорения  $\text{м/с}^2$ .

Действительное значение коэффициента преобразования  $K_d$ ,  $\text{мВ/г}$  для акселерометра определить по формуле:

$$K_d = K_{уст} \left( \frac{\text{мВ}}{\text{г}} \right) \times \frac{A_{изм} \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)}{A_{зад} \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)}$$

где:  $K_{уст}$  установленный в виброметре коэффициент преобразования акселерометра,  $\text{мВ/г}$  (100  $\text{мВ/г}$ ),

$A_{изм}$  - измеренное виброметром СКЗ виброускорения,  $\text{м/с}^2$ ,

$A_{зад}$  – СКЗ виброускорение, установленное на вибростоле поверочной виброустановки,  $\text{м/с}^2$ ,

- Нажать кнопку «Меню»
- Кнопками «▲», «▼» перейти к пункту меню «Установка параметров»
- Нажать верхнюю правую кнопку «Ввод»
- Кнопками «▲», «▼» перейти к пункту меню «Кэф.преобразования»
- Нажать верхнюю правую кнопку «Ввод»
- Кнопками «+», «-» (изменяя позицию) и «▲», «▼» (изменяя значение) ввести пароль на изменение коэффициента преобразования (пароль указан в формуляре)
- Нажать верхнюю правую кнопку
- Кнопками «+», «-», «▲», «▼» установить действительный коэффициент преобразования
- Нажать верхнюю правую кнопку «Ввод»

#### 6.5. Определение абсолютной погрешности виброметра при измерении параметров вибрации

Собрать стенд для проверки согласно схеме, приведенной на рис. 1 приложение А.

Установить акселерометр на вибростенд. Подключить акселерометр к виброметру.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Допускается значения виброускорения ниже  $2 \text{ м/с}^2$  и выше  $100 \text{ м/с}^2$  измерять путем подачи электрического сигнала эквивалентного сигналу виброускорения. Для этого использовать вспомогательное устройство Е0.95 (электрический эквивалент вибропреобразователя). С электрического эквивалента на виброметр подать напряжение, значения которого определить по

формуле:  $U = K_{\Pi} \times \frac{A}{9,807}$ , где  $A$  – заданное виброускорение,  $\text{м/с}^2$ ,  $K_{\Pi}$

– коэффициент преобразования акселерометра, установленный в виброметре,  $\text{мВ/g}$ .

Допускается значения виброскорости ниже  $2,0 \text{ мм/с}$  и выше  $200 \text{ мм/с}$  измерять путем подачи электрического сигнала эквивалентного сигналу виброскорости. Для этого использовать вспомогательное устройство E0.95 (электрический эквивалент вибропреобразователя). С электрического эквивалента на виброметр подать напряжение, значения которого определить по

формуле:  $U = K_{\Pi} \times \frac{A}{9,807} = K_{\Pi} \times \frac{2 \times \pi \times f \times V \times 10^{-3}}{9,807}$ ,  $\text{мВ}$ , где  $A$  –

заданное виброускорение,  $\text{м/с}^2$ ,  $K_{\Pi}$  – коэффициент преобразования акселерометра,  $\text{мВ/g}$ ,  $f$  – заданная частота,  $\text{Гц}$ ,  $V$  – заданная виброскорость,  $\text{мм/с}$ .

Допускается значения виброперемещения ниже  $10 \text{ мкм}$  и выше  $500 \text{ мкм}$  измерять путем подачи электрического сигнала эквивалентного сигналу виброперемещения. Для этого использовать вспомогательное устройство E0.95 (электрический эквивалент вибропреобразователя). С электрического эквивалента на виброметр подать напряжение, значения которого определить по формуле:

$U = K_{\Pi} \times \frac{A}{9,807} = K_{\Pi} \times \frac{2 \times \pi \times f \times V \times 10^{-3}}{9,807} = K_{\Pi} \times \frac{(2 \times \pi \times f)^2 \times S \times 10^{-6}}{9,807}$ , где  $A$

– заданное виброускорение,  $\text{м/с}^2$ ,  $K_{\Pi}$  – коэффициент преобразования акселерометра,  $\text{мВ/g}$ ,  $f$  – заданная частота,  $\text{Гц}$ ,  $V$  – заданная виброскорость,  $\text{мм/с}$ ,  $S$  – заданное виброперемещение,  $\text{мкм}$ .

Включить виброметр, после появления надписи: «Для измерения нажмите кнопку ЗАПИСЬ» нажать кнопку «ЗАПИСЬ»

Задать на вибростенде частоту  $159,15 \text{ Гц}$  и амплитуды по таблице 6.5-1. Произвести измерение и зафиксировать результаты измерения вибропараметров в таблице 6.5-1. Повторить измерения для всех амплитуд и частот указанных в таблице 6.5-1.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Результатом измерения считается среднее значение из 3 последовательных показаний виброметра.

При удовлетворительной воспроизводимости показаний виброметра допускается проводить однократное измерение.



Таблица 6.5-1

Частота, Гц	Виброскорость заданное, м/с <sup>2</sup>	Виброскорость эквивалентная заданная, м/с	Виброускорение измеренное СКЗ, м/с <sup>2</sup>			Виброускорение измеренное среднее, м/с <sup>2</sup>	Погрешность по виброскорости, %	Виброскорость измеренная, СКЗ, мм/с			Виброскорость измеренная средняя, мм/с	Погрешность по виброскорости, %	Виброперемещение измеренное, СКЗ, мкм			Виброперемещение измеренное среднее, мкм	Погрешность по виброперемещению, %
			1	2	3			1	2	3			1	2	3		
159,15	0,10	0,10	1,020														
	0,20	0,20	2,04														
	0,50	0,50	5,10														
	1,00	1,00	10,20														
	2,00	2,00	20,39														
	5,00	5,00	50,98														
	10,0	10,0	101,97														
40	20,0	20,0	203,94														
	50,0	50,0	509,84														
	100,0	100,0	1019,7														
	200,0	200,0	2039,4														
	31,60	125,73	500,3														
	63,20	251,47	1000,5														

\* Напряжение эквивалентное рассчитано для акселерометра с коэффициентом преобразования 100 мВ/г.

Нажать кнопку «Меню»

Кнопками «▲», «▼», «Ввод» перейти к пункту меню «Установка параметров»/«Полосовой фильтр»/«НЧ диапазон»

Кнопками «▲», «▼», «Ввод» выбрать требуемый фильтр (в соответствии с таблицей 6.5-2.)

Задать на вибростенде сочетания частоты и амплитуды по таблице 6.5-2. Произвести измерение виброускорения, виброскорости, виброперемещения и зафиксировать результат измерения в таблице 6.5-2. Повторить измерения для всех сочетаний амплитуд и частот, указанных в таблице 6.5-2.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Допускается установка заданных значений виброускорения отличных от приведенных в таблице 6.5-2 с последующим расчетом заданных значений виброскорости и виброперемещения. При удовлетворительной воспроизводимости показаний виброметра допускается проводить однократное измерение.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если поверочная виброустановка отградуирована в единицах виброускорения, то значения виброскорости  $V$ , мм/с и виброперемещения  $S$ , мкм определяются по формулам:

$$V_3 = \frac{A_3}{2\pi f} \times 10^3, S_3 = \frac{A_3}{(2\pi f)^2} \times 10^6$$

где  $A_3$  – заданное виброускорение,  $\text{м/с}^2$ ,  $f$  – заданная частота, Гц.

Допускается значения сигнала на частотах ниже 10 Гц и выше 1000 Гц измерять путем подачи на электрический эквивалент вибропреобразователя эквивалентного напряжения, значения которого определяются по формуле:

$$U = K_{\text{п}} \times \frac{A}{9,807} = K_{\text{п}} \times \frac{2 \times \pi \times f \times V \times 10^{-3}}{9,807} = K_{\text{п}} \times \frac{(2 \times \pi \times f)^2 \times S \times 10^{-6}}{9,807}, \text{ где } A$$

– заданное виброускорение,  $\text{м/с}^2$ ,  $K_{\text{п}}$  – коэффициент преобразования акселерометра, мВ/г,  $f$  – заданная частота, Гц,  $V$  – заданная виброскорость, мм/с,  $S$  – заданное виброперемещение, мкм. Для этого акселерометр виброметра замените электрическим эквивалентом акселерометра с питанием по току.



Погрешность рассчитать по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{зад}}, \text{ где}$$

$X_{\text{изм}}$  и  $X_{\text{зад}}$  соответственно измеренное и заданное СКЗ параметра вибрации для таблиц 6.5-1 и 6.5-2.

Результат поверки считать положительным, если погрешность измерений СКЗ параметров вибрации находится в пределах:

- Для виброускорения,  $\text{м/с}^2$   $\pm(0,03+0,07 \cdot X_{\text{изм}})$ ;
- Для виброскорости,  $\text{мм/с}$   $\pm(0,03+0,07 \cdot X_{\text{изм}})$ ;
- Для виброперемещения,  $\text{мкм}$   $\pm(0,3+0,07 \cdot X_{\text{изм}})$ .

### 6.6. Проверка относительной погрешности виброметра при измерении частоты вращения

Собрать стенд для проверки согласно схеме, приведенной на рис. 2 приложение А.

Установить на генераторе сигнал прямоугольной формы, со скважностью 50%, размахом 5 В, на фоне постоянного смещения 2,5 В, частоту сигнала установить в соответствии с таблицей 6.6-1.

Включить виброметр

Нажать кнопку «Меню»

Кнопками «▲», «▼» перейти к пункту меню «Скорость вращения»

Нажать верхнюю правую кнопку «Ввод»

Кнопками «▲», «▼» осуществить переключение с единиц измерения Гц на обороты в минуту

Для переключения с единиц измерения «Гц» на «обороты в минуту» использовать стрелки «Вверх» и «Вниз».

Результат измерений зафиксировать в таблице 6.6-1.

Повторить измерения для всех частот, указанных в таблице 6.6-1.

Таблица 6.6-1

Частота заданная $F_3$ , Гц	Скорость вращения заданная, об/мин	Частота измеренная $F_{\text{изм}}$ , Гц			Скорость вращения измеренная, об/мин			Погрешность, %	
								По скорости	По частоте
2,0	120,0								
5,0	300,0								
10,0	600,0								
20,0	1200,0								
50,0	3000,0								
100,0	6000,0								
200,0	12000,0								
300,0	18000,0								
500,0	30000,0								
600,0	36000,0								
650,0	39000,0								

Погрешность определить по формуле:

$$\delta = \frac{(F_{\text{изм}} - F_3)}{F_3} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$F_{\text{изм}}$  – измеренное значение частоты,  $F_3$  – заданное значение частоты.

Результат поверки считать положительным, если относительная погрешность измерений частоты вращения составляет не более  $\pm 1\%$ .

## 7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. При выполнении операций поверки оформляются протоколы по произвольной форме.

7.2. Положительные результаты поверки удостоверяются знаком поверки который в виде клейма наносится в формуляр при первичной поверке и при периодической - на свидетельство о поверке и (или) на корпус виброметра.

7.3. Отрицательные результаты поверки оформляются извещением о непригодности.

Начальник отдела ФБУ «Тест-С.-Петербург»



В.П. Лукьянов

Главный специалист отдела 433 ФБУ «Тест-С.-Петербург»



А.Ю. Смирнов

**СХЕМЫ СТЕНДОВ ДЛЯ ПОВЕРКИ ВИБРОМЕТРОВ СМ-21Х**

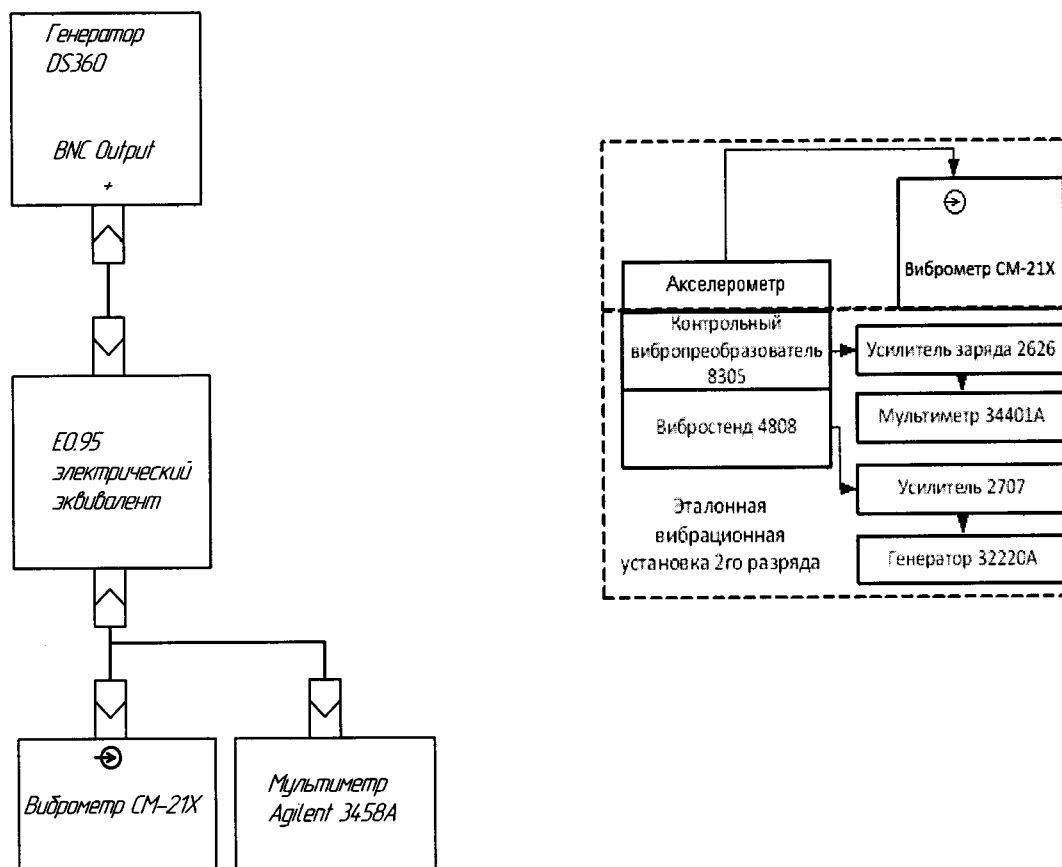


Рис. 1. Схема определения абсолютной погрешности виброметра при измерении параметров вибрации

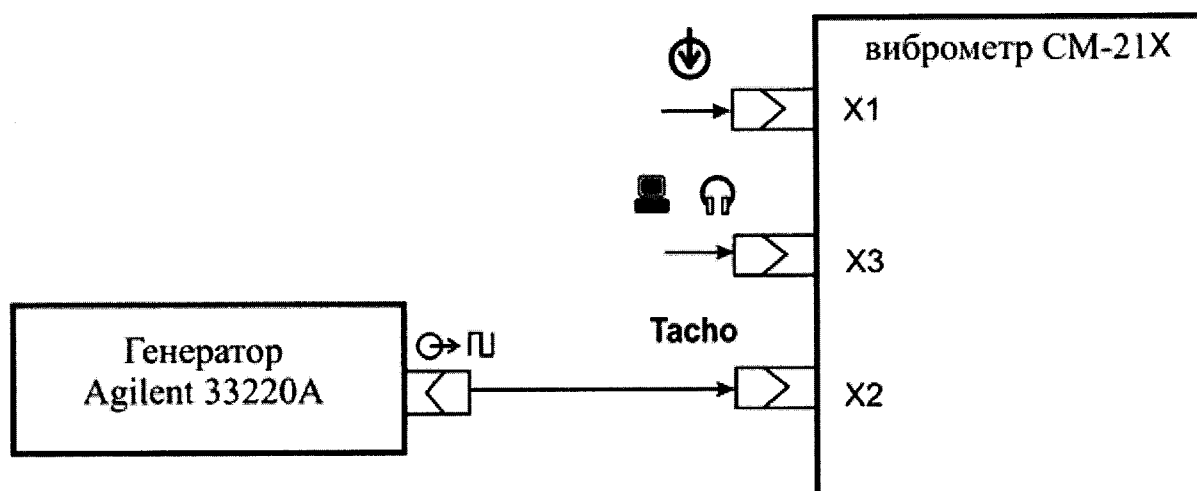


Рис. 2. Схема определения относительной погрешности виброметра при измерении частоты вращения.