

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «СИЭЛ»

А.О. Зубин

« 20 » 12 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ

Зам. генерального директора

ФБУ «Тест-С»

З.Н. Зыков

« 20 » 12 2018 г.



МОДУЛЬ ИЗМЕРЕНИЙ АБСОЛЮТНОЙ ВИБРАЦИИ
СИЭЛ-1951

Методика поверки
ТПКЦ.427710.011 МП

г. Санкт-Петербург
2018

1. ОБЪЕКТ ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки распространяется на модуль измерений абсолютной вибрации СИЭЛ–1951 и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Модуль измерений абсолютной вибрации СИЭЛ–1951 (далее модуль) предназначен для преобразования электрического заряда от пьезоэлектрического вибропреобразователя (ПЭВП) в переменное напряжение, пропорциональное виброускорению и виброскорости. Модуль выполняет расчет среднего квадратического значения (СКЗ) виброскорости с использованием значения коэффициента преобразования ПЭВП и передачу рассчитанного значения по цифровому последовательному интерфейсу.

Интервал между поверками - три года.

2. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции и применяют средства поверки в соответствии с таблицей 2-1.

Таблица 2-1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики	Эталонные СИ и вспомогательная аппаратура	Проведение операции при	
			первичной поверке и поверке после ремонта	периодической поверке
1. Внешний осмотр	4.1	Визуально	Да	Да
2. Определение действительных значений коэффициентов преобразования, их отклонений от номинальных значений и нелинейности амплитудной характеристики, проверка максимальных значений выходного сигнала	4.3	Генератор сигналов произвольной формы Agilent 33220A (регистрационный № 32993-06), диапазон частот синусоидального сигнала от $1 \cdot 10^{-3}$ до $20 \cdot 10^6$ Гц, диапазон установки размаха выходного напряжения 10 мВ – 10 В, ПГ $\pm(0,01 \cdot U_{\text{пик-пик}} + 0,001)$ В. Мультиметр Agilent 34401A (регистрационный № 54848-13); постоянное напряжение от 100 мВ до 1000 В; переменное от 3 Гц до 300 кГц, от 100 мВ до 750 В;	Да	Да
3. Проверка частотного диапазона преобразования, определение неравномерности частотной характеристики и крутизны спада АЧХ	4.4	ПГ $\pm(0,05D + 0,04E)$ В, где D – показание прибора, E – верхнее граничное значение диапазона измерений; сила постоянного тока от 10 мА до 3 А; сила переменного тока от 3 Гц до 5 кГц, от 1 мА до 3 А; ПГ $\pm(0,005D + 0,01E)$ В, где D – показание прибора, E – верхнее граничное значение диапазона измерений.	Да	Да
4. Определение основной относительной погрешности преобразования	4.5	Источник питания ПрофКиП Б5-71/1 (регистрационный № 58319-14); диапазон воспроизведения выходного напряжения от 0,01 В до 30 В, ПГ $\pm(0,01 \cdot U_{\text{вых}} + 0,2)$ В. Блок конденсаторов $C_1 = C_2 = (2000 \pm 2)$ пФ. Пульт 165/951 для подключения СИ к УС	Да	Да

Примечание. Допускается применять другие средства измерений, параметры которых не хуже параметров оборудования и средств измерений, указанных в таблице 2-1.

3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Все испытания проводят в нормальных климатических условиях:

- температура окружающего воздуха, °С 20±5;
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа не регламентируется;
- напряжение питания, В, постоянное 24±0,5.

При проведении испытаний должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в документе: Модуль измерений абсолютной вибрации СИЭЛ–1951. Руководство по эксплуатации. ТПКЦ.427710.011 РЭ.

Испытания может проводить специалист, имеющий высшее профессиональное образование.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1 Внешний осмотр

4.1.1 Проверить комплект поставки модуля, состояние маркировочных надписей, целостность клеммных соединителей и корпуса прибора.

4.1.2 Приборы с дефектами, влияющими на технические характеристики, бракуют и направляют в ремонт.

4.2 Произвести следующие подготовительные действия

4.2.1 Собрать приведенную в Приложении А электрическую схему для соответствующей модификации испытуемого модуля.

4.2.2 Включить питание модуля и используемые приборы и прогреть их в течение 5 минут для установления рабочих режимов.

4.2.3 Запустить, установленную на персональном компьютере программу для настройки модуля «1951, версия 1», в соответствии с документом «Модуль измерений абсолютной вибрации СИЭЛ–1951. Описание программного обеспечения. ТПКЦ.427710.011.01 ПО», и проверить значение контрольной суммы исполняемого кода.

4.3 Определение действительных значений коэффициентов преобразования, их отклонения от номинальных значений и нелинейности амплитудной характеристики, проверка максимальных значений выходного сигнала

4.3.1 На базовой частоте f_b последовательно задать на входе блока конденсаторов (2000±2) пФ не менее пяти значений переменного напряжения U_{C_i} таким образом, чтобы $U_{вых_i}$ находилось в диапазоне, указанном ниже, включая крайние значения.

4.3.2 Заявленные максимальные значения выходного сигнала:

амплитуда напряжения переменного тока, пропорционального виброускорению, виброскорости при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм, В 2,5;

4.3.3 По формулам, приведенным в таблице 4-1, рассчитать соответствующие значения коэффициентов преобразования K_i .

Таблица 4-1

	Расчетная формула, размерность
Выход по виброускорению	$K_i = \frac{U_{\text{вых}i} \cdot 10^3}{U_{\text{с}i} \cdot (C/2)}$ [мВ/пКл]
Выход по виброскорости	$K_i = \frac{U_{\text{вых}i} \cdot 2\pi \cdot f_b}{U_{\text{с}i} \cdot (C/2)}$ [В/(пКл·с)]

Обозначения величин в таблице 4.1:

- $U_{\text{вых}i}$ переменное напряжение на сопротивлении нагрузки, мВ.
 $U_{\text{с}i}$ задаваемое переменное напряжение, мВ.
 f_b базовая частота: $f_b = 160$ Гц.
 C значение емкости эталонных конденсаторов: $C = C_1 = C_2$, пФ.

4.3.4 Вычислить действительное значение коэффициента преобразования для сигналов, пропорциональных виброускорению и виброскорости по формуле (1):

$$K_D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i \quad (1)$$

где: N – число измерений;

K_i – коэффициент преобразования при i -ом значении входного напряжения.

4.3.5 Вычислить отклонение Δ_K действительного значения коэффициента преобразования K_D от его номинального значения $K_{\text{ном}}$ для сигналов, пропорциональных виброускорению и виброскорости по формуле (2):

$$\Delta_K = \frac{(K_D - K_{\text{ном}})}{K_{\text{ном}}} \quad (2)$$

4.3.6 Вычислить отклонение Δ_{K_i} коэффициента преобразования K_i от значения K_D по формуле (3) и определить нелинейность амплитудной характеристики Δ_A по формуле (4):

$$\Delta_{K_i} = \frac{(K_i - K_D)}{K_D} \cdot 100 \% \quad (3)$$

$$\Delta_A = \max |\Delta_{K_i}| \quad (4)$$

4.3.7 Результат поверки является положительным, если в диапазоне выходных сигналов (см. п. 4.3.2), включая максимальные значения, полученное отклонение коэффициента преобразования Δ_K находится в пределах $\pm 2,0$ %, а нелинейность амплитудной характеристики Δ_A не превышает 1 %; максимальные значения выходного сигнала обеспечиваются.

4.4 Проверка частотного диапазона преобразования, определение неравномерности частотной характеристики и крутизны спада АЧХ

4.4.1 Для проверки частотного диапазона преобразования выбрать не менее десяти значений частоты f_i , которые должны включать частоты $0,5 \cdot f_n$, f_n , f_b , f_b , $2 \cdot f_b$. Значения частот, предпочтительно, выбираются из ряда R5 по ГОСТ 8032-84.

Заявленный частотный диапазон, от f_n до f_b , Гц:

выход по виброускорению..... от 5 до 10000,
 выходы по виброскорости и СКЗ виброскорости от 10 до 1000.

На вход блока конденсаторов (2000±2) пФ подать такое напряжение частотой f_i , чтобы значение $U_{\text{вых}i}$ составило около 0,9 от максимального выходного сигнала.

4.4.2 Вычислить значения коэффициентов преобразования на каждой из частот f_i по формулам из таблицы 4-1.

4.4.3 В диапазоне частот от f_H до f_B вычислить значения отклонения Δf_i коэффициентов преобразования K_{fi} от значения коэффициента преобразования на базовой частоте K_{fB} по формуле (5) и определить неравномерность частотной характеристики Δf по формуле (6):

$$\Delta K_i = \frac{(K_i - K_0)}{K_D} \cdot 100 \% \quad (5)$$

$$\Delta f = \max \left| \Delta f_i \right| \quad (6)$$

4.4.4 Вычислить крутизну спадов АЧХ по формулам (7) и (8):

$$B_H = 20 \lg \frac{K_{fH}}{K_{0,5fH}} \quad (7)$$

$$B_B = 20 \lg \frac{K_{fB}}{K_{2fB}} \quad (8)$$

4.4.5 Результат поверки является положительным, если в заявленных диапазонах частот неравномерность АЧХ не превышает 7 %, а крутизна спадов АЧХ не менее 18 дБ/окт.

4.5 Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда

4.5.1 Используя результаты определения Δ_A , Δ_f (пунктам 4.3 и 4.4 соответственно) вычислить основную относительную погрешность преобразования электрического заряда при доверительной вероятности 0,95 по формуле (9):

$$\Delta_M = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_A^2 + \Delta_f^2 + \Delta_B^2 + \Delta_C^2 + \Delta_C^2} \quad (9)$$

где: Δ_A – нелинейность амплитудной характеристики, %;
 Δ_f – неравномерность частотной характеристики, %;
 Δ_B – погрешность мультиметра, %;
 Δ_C – погрешность установки частоты, %;
 Δ_C – погрешность емкости конденсаторов (2000±2) пФ, %.

4.5.2 Результат поверки является положительным, если вычисленные значения Δ_M находится в пределах ±6,0 % (выход по виброускорению) и ±8,0 % (выход по виброскорости и СКЗ виброскорости) заявленных значений.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1 Положительные результаты поверки удостоверяются записью в руководстве по эксплуатации модуля, заверяемой подписью поверителя, и нанесением знака поверки в виде клейма в РЭ и на корпусе прибора в виде наклейки.

5.2 Отрицательные результаты поверки оформляются Извещением о непригодности.

Главный специалист отдела 433



А.Ю. Смирнов

Приложение А

Схема соединений устройств для измерения технических характеристик модуля

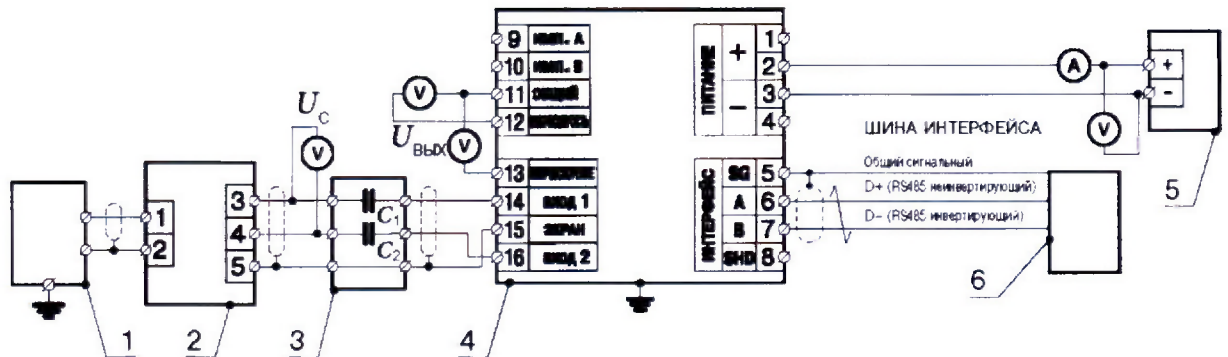


Схема соединений устройств для измерения технических характеристик модуля СИЭЛ-1951-...

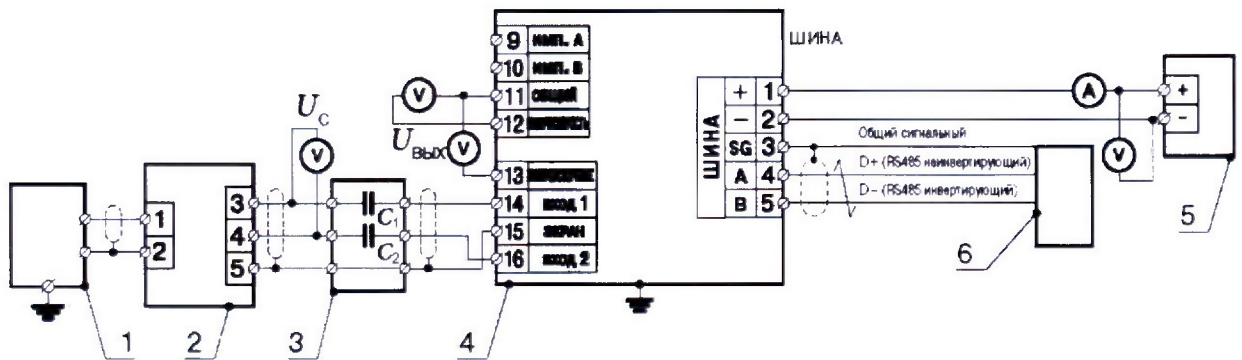




Схема соединений устройств для измерения технических характеристик модуля СИЭЛ-1951Т-...

Обозначения:

1. Генератор сигналов.
 2. Формирователь парафазного напряжения: см. рис. В.3.
 3. C_1 ; C_2 – конденсаторы прецизионные К10-68а, 50В.
 $C_1 = C_2 = C$; рекомендуемое значение: 2000 пФ \pm 1%.
 4. Испытуемый модуль.
 5. Источник питания.
 6. Персональный компьютер с установленной программой для настройки.
-   Мультиметр цифровой.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Протокол поверки модуля СИЭЛ-1951 (Т) -..., выход по виброускорению.

Дата проведения поверки:

Условия поверки:

нормальные.

Внешний осмотр:

соответствует.

Средства измерений:

генератор Agilent 33220А;

мультиметр Agilent 34401А.

Значения U_{Ci} соответствуют $C = 2000$ пФ.

1. Определение нелинейности амплитудной характеристики и отклонения коэффициента преобразования от номинального на базовой частоте $f_b = 160$ Гц.

U_{Ci} , мВ		$U_{Вых_i}$, мВ	K_i , мВ/пКл	ΔK_i , %	K_d , мВ/пКл
0,25	0,5				
7080	3540				
3000	1500				
1400	700				
700	350				
140	70				
70	35				
Δ_A , %		(не) годен	Δ_K , %		(не) годен

2. Проверка частотного диапазона, неравномерности частотной характеристики и крутизны спада АЧХ полосового фильтра.

f_i , Гц	U_{Ci} , мВ		$U_{Вых_i}$, мВ	K_{fi} , мВ/пКл	Δf_i , %
	0,25	0,5			
5	7080	3540			
10	7080	3540			
40	7080	3540			
80	7080	3540			
160	7080	3540			
1000	7080	3540			
2000	7080	3540			
5000	7080	3540			
10000	7080	3540			
Δ_f , %		(не) годен			

3. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

Δ_A , %	Δ_f , %	Δ_q , %	Δ_B , %	Δ_C , %
		0,002	0,350	1,410
$\Delta_{ус}$, %		(не) годен		

Поверитель:

Протокол поверки модуля СИЭЛ–1951 (Т) -... , выход по вибростороности.

Дата проведения поверки:

Условия поверки:

нормальные.

Внешний осмотр:

соответствует.

Средства измерений:

генератор Agilent 33220A;

мультиметр Agilent 34401A.

Значения U_{Ci} соответствуют $C = 2000$ пФ.

1. Определение нелинейности амплитудной характеристики и отклонения коэффициента преобразования от номинального на базовой частоте $f_B = 160$ Гц.

U_{Ci} , мВ		$U_{Вых_i}$, мВ	K_i , В/(пКл·с)	ΔK_i , %	K_d , В/(пКл·с)
5	10				
352	176				
160	80				
80	40				
40	20				
16	8				
8	4				
Δ_A , %		(не) годен	Δ_K , %		(не) годен

2. Проверка частотного диапазона, неравномерности частотной характеристики и крутизны спада АЧХ полосового фильтра.

f_i , Гц	U_{Ci} , мВ		$U_{Вых_i}$, мВ	K_{fi} , В/(пКл·с)	Δf_i , %
	5	10			
5	10	5,3			
10	20	10			
40	80	40			
160	352	176			
500	1060	530			
1000	2120	1060			
2000	4240	2120			
Δf , %			(не) годен		
B_H , дБ			(не) годен		
B_B , дБ			(не) годен		

3. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

Δ_A , %	Δ_f , %	$\Delta_{\text{ч}}$, %	Δ_B , %	Δ_C , %
		0,002	0,350	1,410
$\Delta_{\text{УС}}$, %			(не) годен	

Поверитель: