

УТВЕРЖДАЮ

Зам. генерального директора

ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Т.М. Козлякова

2018 г.



УСИЛИТЕЛИ СОГЛАСУЮЩИЕ

СИЭЛ-1651, СИЭЛ-1652, СИЭЛ-1653, СИЭЛ-1654, СИЭЛ-1655, СИЭЛ-1656,
СИЭЛ-1657

Методика поверки

ТПКЦ.427710.001-03 МП

г. Санкт-Петербург
2018

1. ОБЪЕКТ ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки распространяется на усилители согласующие (УС) СИЭЛ-1651, СИЭЛ-1652, СИЭЛ-1653, СИЭЛ-1654, СИЭЛ-1655, СИЭЛ-1656, СИЭЛ-1657 и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

УС предназначены для преобразования заряда от пьезоэлектрического вибропреобразователя (ПЭВП) в переменное или постоянное напряжение или ток в зависимости от модификации усилителя. УС разработаны в следующих модификациях:

- выходной сигнал - переменное напряжение, пропорциональное виброускорению:
СИЭЛ-1651-001, СИЭЛ-1651-002, СИЭЛ-1651-005;
- выходной сигнал - переменная составляющая тока, пропорциональная виброускорению:
СИЭЛ-1652-002, СИЭЛ-1652-004, СИЭЛ-1652-008;
- выходной сигнал - переменное напряжение, пропорциональное виброскорости:
СИЭЛ-1653-020, СИЭЛ-1653-032, СИЭЛ-1653-050;
- выходной сигнал - переменная составляющая тока, пропорциональная виброскорости:
СИЭЛ-1654-025, СИЭЛ-1654-040, СИЭЛ-1654-064;
- выходной сигнал - постоянное напряжение, пропорциональное СКЗ виброскорости:
СИЭЛ-1655-032, СИЭЛ-1655-050, СИЭЛ-1655-080;
- выходной сигнал - постоянный ток, пропорциональный СКЗ виброскорости:
СИЭЛ-1656-100, СИЭЛ-1656-160, СИЭЛ-1656-250;
- выходные сигналы - переменное напряжение, пропорциональное виброускорению,
переменное напряжение, пропорциональное виброскорости,
постоянный ток, пропорциональный СКЗ виброскорости:
СИЭЛ-1657-0,5-010-080, СИЭЛ-1657-1,0-020-160.

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 постоянного выходного тока при отсутствии сигнала на входе для соответствующей модификации УС	4.3	Генератор сигналов произвольной формы Agilent 33220A (регистрационный № 32993-06), диапазон частот синусоидального сигнала от 1×10^{-3} до 20×10^6 Гц, диапазон	Да	Да
3. Определение действительных значений коэффициентов преобразования, их отклонений от номинальных значений и нелинейности амплитудной характеристики, проверка максимальных значений выходного сигнала	4.4	установок размаха выходного напряжения 10 мВ – 10 В, ПГ $\pm(0,01 \times U_{\text{пик-пик}} + 0,001)$ 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; ПГ $\pm(0,05D + 0,04E)$ В, где D – показание прибора, E – верхнее граничное значение диапазона	Да	Да
4. Проверка частотного диапазона преобразования, определение неравномерности частотной характеристики и крутизны спада АЧХ	4.5	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 Источник питания ПрофКиП Б5-71/1 (регистрационный № 58319-14); диапазон воспроизведения выходного напряжения от 0,01 В до 30 В, ПГ $\pm(0,01 \times U_{\text{вых}} + 0,2)$ В Блок конденсаторов $C_1 = C_2 = (2000 \pm 2)$ пФ Пульт 165/951 для подключения СИ к УС Расчет	Да	Да
5. Определение основной относительной погрешности преобразования	4.6	Расчет	Да	Да

Примечание. При поверке допускается применять другое оборудование и средства измерений, параметры которых не хуже параметров оборудования и средств измерений, указанных в таблице 2-1.

3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверку проводят в нормальных климатических условиях:

- температура окружающего воздуха, °С20±5;
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа не регламентируется;
- напряжение питания, В, постоянное..... 24±0,5.

При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в документе:

Усилители согласующие СИЭЛ–1651, СИЭЛ–1652, СИЭЛ–1653, СИЭЛ–1654, СИЭЛ–1655, СИЭЛ–1656, СИЭЛ–1657. Руководство по эксплуатации. ТПКЦ.427710.001-02 РЭ.

Поверку может проводить специалист, имеющий высшее профессиональное образование.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр

- 4.1.1. Проверить комплект поставки УС, 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 УС.
- 4.2.2. Измерить сопротивления R_T с погрешностью не хуже $\pm 0,1\%$.
- 4.2.3. Включить питание УС и используемые приборы и прогреть их в течение 5 минут для установления рабочих режимов.

4.3. Определение постоянного выходного тока при отсутствии сигнала на входе для соответствующей модификации УС

Выполняется для следующих модификаций УС: СИЭЛ–1652-..., СИЭЛ–1654-..., СИЭЛ–1656-... и СИЭЛ–1657-... (выход по СКЗ виброскорости).

- 4.3.1. Отключить выходной сигнал генератора.
- 4.3.2. Измерить напряжения постоянного тока $=U_{\text{вых0}}$, мВ, на резисторе R_T , Ом.
- 4.3.3. Вычислить ток I_0 , мА, по формуле (1):

$$I_0 = \frac{=U_{\text{вых0}}}{R_T} \quad (1)$$

Результат поверки является положительным, если выходной ток при отсутствии сигнала на входе

для модификаций СИЭЛ–1652 и СИЭЛ–1654 находится в пределах (12±0,12) мА;
для модификаций СИЭЛ–1656 и СИЭЛ–1657 (выход по СКЗ виброскорости), находится в пределах (4,00±0,04) мА.

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

- 4.4.1. На базовой частоте f_B последовательно задать на входе блока конденсаторов

(2000 ±2) пФ не менее пяти значений переменного напряжения U_{Ci} таким образом, чтобы $U_{\text{вых}i}$ находилось в диапазоне, указанном ниже, включая крайние значения для модификаций УС:

СИЭЛ–1651 и СИЭЛ–1657 (выход по виброускорению) в диапазоне (0,01 – 1,0) от максимального значения выходного сигнала;

СИЭЛ–1652 в диапазоне (0,05 – 1,0) от максимального значения выходного сигнала;

СИЭЛ–1653 и СИЭЛ–1657 (выход по виброскорости) в диапазоне (0,02 – 1,0) от максимального значения выходного сигнала;

СИЭЛ–1654 в диапазоне (0,05 – 1,0) от максимального значения выходного сигнала;

СИЭЛ–1655, СИЭЛ–1656 и СИЭЛ–1657 (выход по СКЗ виброскорости) в диапазонах (0,1 – 1,0) и (0,05 – 1,0) от максимального значения выходного сигнала.

4.4.2. Максимальные значения выходного сигнала для модификаций УС:

СИЭЛ–1651-... амплитуда напряжения переменного тока, пропорционального виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм, В.....	5,0;
СИЭЛ–1652-... амплитуда силы переменного тока, пропорционального виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом, мА	8,0;
СИЭЛ–1653-... амплитуда напряжения переменного тока, пропорционального виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм, В	5,0;
СИЭЛ–1654-... амплитуда силы переменного тока, пропорционального виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом, мА	8,0;
СИЭЛ–1655-... напряжение постоянного тока, пропорциональное СКЗ виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм, В.....	5,0;
СИЭЛ–1656-... сила постоянного тока, пропорциональное СКЗ виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом.....	16,0;
СИЭЛ–1657-... (выход по виброускорению) - амплитуда напряжения переменного тока, пропорционального виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм, В	5,0;
СИЭЛ–1657-... (выход по виброскорости) - амплитуда напряжения переменного тока, пропорционального виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм, В.....	5,0;
СИЭЛ–1657-... (выход по СКЗ виброскорости) - значение силы постоянного тока, пропорциональное СКЗ виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом.....	16,0.

Примечание. Для модификаций УС: СИЭЛ–1652-..., СИЭЛ–1654-..., СИЭЛ–1656-... и СИЭЛ–1657-... (выход по СКЗ виброскорости), при определении максимального значения $U_{\text{вых}}$ использовать значение сопротивления R_T , определенное в п. 4.3.

4.4.3. По формулам, приведенным в таблице 4-1, рассчитать соответствующие значения коэффициентов преобразования K_i испытуемой модификации УС.

Таблица 4-1.

Модификация УС		Расчетная формула	Размерность K_i
СИЭЛ-1651-...		$K_i = \frac{\sim U_{\text{ВЫХ}i} \cdot 10^3}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[мВ/пКл]
СИЭЛ-1652-...		$K_i = \frac{\sim U_{\text{ВЫХ}i} \cdot 10^6}{U_{C_i} \cdot R_T \cdot (C/2)}$	[мкА/пКл]
СИЭЛ-1653-...		$K_i = \frac{\sim U_{\text{ВЫХ}i} \cdot 2\pi \cdot f_B}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[В/(пКл·с)]
СИЭЛ-1654-...		$K_i = \frac{\sim U_{\text{ВЫХ}i} \cdot 2\pi \cdot f_B \cdot 10^3}{U_{C_i} \cdot R_T \cdot (C/2)}$	[мА/(пКл·с)]
СИЭЛ-1655-...		$K_i = \frac{\sim U_{\text{ВЫХ}i} \cdot 2\pi \cdot f_B}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[В/(пКл·с)]
СИЭЛ-1656-...		$K_i = \left(\frac{=U_{\text{ВЫХ}i}}{R_T} - I_{\text{ОНОМ}} \right) \cdot \frac{2\pi \cdot f_B \cdot 10^3}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[мА/(пКл·с)]
СИЭЛ-1657-...	измерительный канал виброускорения (А)	$K_i = \frac{\sim U_{\text{ВЫХ}i} \cdot 10^3}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[мВ/пКл]
	измерительный канал виброскорости (V)	$K_i = \frac{\sim U_{\text{ВЫХ}i} \cdot 2\pi \cdot f_B}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[В/(пКл·с)]
	измерительный канал СКЗ виброскорости (V_e)	$K_i = \left(\frac{=U_{\text{ВЫХ}i}}{R_T} - I_{\text{ОНОМ}} \right) \cdot \frac{2\pi \cdot f_B \cdot 10^3}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[мА/(пКл·с)]

Обозначения величин, принятые в таблице 4.1:

$\sim U_{\text{ВЫХ}i}$ переменное напряжение на сопротивлении нагрузки, мВ.

$=U_{\text{ВЫХ}i}$ постоянное напряжение на сопротивлении нагрузки, мВ.

R_T измеренное значение сопротивления нагрузки (см. п. 4.2.2), Ом.

$I_{\text{ОНОМ}}$ номинальное значение выходного тока в отсутствии входного сигнала, мА.

f_B базовая частота, равная 160 Гц для всех модификаций УС, кроме УС СИЭЛ-1657-... с уменьшенным частотным диапазоном преобразования измерительных каналов виброскорости и СКЗ виброскорости. В этом случае f_B вычисляется по формуле (2):

$$f_B = \sqrt{f_H \cdot f_B} \text{ (округленное значение)} \quad (2),$$

где f_H нижняя граница частотного диапазона преобразования, Гц;

f_B верхняя граница частотного диапазона преобразования, Гц.

C значение емкости блока эталонных конденсаторов: $C = C_1 = C_2$, пФ.

- 4.4.4. Вычислить действительное значение коэффициента преобразования для каждой испытываемой модификации по формуле (3):

$$K_d = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i \quad (3),$$

где N число измерений,

K_i коэффициент преобразования при i -ом значении входного напряжения.

- 4.4.5. Вычислить отклонение Δ_K действительного значения коэффициента преобразования K_d от его номинального значения $K_{ном}$ по формуле (4):

$$\Delta_K = \frac{(K_d - K_{ном})}{K_{ном}} \cdot 100\% \quad (4),$$

- 4.4.6. Вычислить отклонение Δ_{K_i} коэффициента преобразования K_i от значения K_d по формуле (5) и определить нелинейность амплитудной характеристики Δ_A по формуле (6):

$$\Delta_{K_i} = \frac{(K_i - K_d)}{K_d} \cdot 100\% \quad (5),$$

$$\Delta_A = \max |\Delta_{K_i}| \quad (6).$$

- 4.4.7. Результат поверки является положительным, если в диапазоне выходных сигналов для модификаций УС

СИЭЛ–1651 и СИЭЛ–1657 (выход по виброускорению) в диапазоне (0,01 – 1,0) от максимального значения;

СИЭЛ–1652 в диапазоне (0,05 – 1,0) от максимального значения;

СИЭЛ–1653 и СИЭЛ–1657 (выход по виброскорости) в диапазоне (0,02 – 1,0) от максимального значения;

СИЭЛ–1654 в диапазоне (0,05 – 1,0) от максимального значения;

СИЭЛ–1655, СИЭЛ–1656 и СИЭЛ–1657 (выход по СКЗ виброскорости) в диапазонах (0,1 – 1,0) и (0,05 – 1,0) от максимального значения.

значение K_d соответствует номинальному значению коэффициента преобразования для соответствующей модификации УС;

полученное значение Δ_K находится в пределах $\pm 2,0\%$;

нелинейность амплитудной характеристики Δ_A соответствует следующим требованиям для модификаций УС:

СИЭЛ–1651, СИЭЛ–1652 и СИЭЛ–1657 (выход виброускорения)

в диапазоне (0,01 – 1,0) от максимального значения, %, не более 1,0;

СИЭЛ–1653, СИЭЛ–1654 и СИЭЛ–1657 (выход виброскорости)

в диапазоне (0,02 – 1,0) от максимального значения, %, не более 1,0;

СИЭЛ–1655, СИЭЛ–1656 и СИЭЛ–1657 (выход СКЗ виброскорости)

в диапазоне (0,1 – 1,0) от максимального значения, %, не более 1,0;

в диапазоне (0,05 – 1,0) от максимального значения, %, не более 5,0;

максимальные значения выходного сигнала для соответствующей модификации УС обеспечиваются.

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

- 4.5.1. Для проверки частотного диапазона преобразования выбрать не менее десяти значений частоты f_i , которые должны включать частоты $0,5 f_H$, f_H , f_B , f_V , $2 f_V$. Значения частот, предпочтительно, выбираются из ряда R5 по ГОСТ 8032-84.

Частотный диапазон модификаций УС, от f_H до f_B , Гц:

СИЭЛ-1651-...	от 2 до 5000,
СИЭЛ-1652-...	от 5 до 2000,
СИЭЛ-1653-...	от 10 до 1000,
СИЭЛ-1654-...	от 10 до 1000,
СИЭЛ-1655-...	от 10 до 1000,
СИЭЛ-1656-...	от 10 до 1000,
СИЭЛ-1657-... (выход по виброускорению)	от 5 до 10000,
СИЭЛ-1657-... (выходы по виброскорости и СКЗ виброскорости)	от 10 до 1000.

- 4.5.2. 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.
- 4.5.3. Вычислить значения коэффициентов преобразования на каждой из частот f_i по формулам из таблицы 4-1.
- 4.5.4. В диапазоне частот от f_H до f_B вычислить значения отклонения Δf_i коэффициентов преобразования K_{f_i} от значения коэффициента преобразования на базовой частоте K_{f_B} по формуле (7) и определить неравномерность частотной характеристики Δf по формуле (8):

$$\Delta_{K_i} = \frac{(K_{f_i} - K_{f_B})}{K_{f_B}} \cdot 100\% \quad (7),$$

$$\Delta f = \max | \Delta f_i | \quad (8).$$

- 4.5.5. Вычислить крутизну спадов АЧХ по формулам (9) и (10):

$$B_H = 20 \lg \frac{K_{f_H}}{K_{0,5f_H}} \quad (9),$$

$$B_B = 20 \lg \frac{K_{f_B}}{K_{2f_B}} \quad (10).$$

- 4.5.6. Результат поверки является положительным, если для модификаций УС в частотных диапазонах, Гц
- | | |
|--|----------------|
| СИЭЛ-1651-... | от 2 до 5000; |
| СИЭЛ-1652-... | от 5 до 2000; |
| СИЭЛ-1653-..., СИЭЛ-1654-..., СИЭЛ-1655-..., СИЭЛ-1656-... | от 10 до 1000; |
| СИЭЛ-1657-... (выход виброускорения) | от 5 до 10000; |
| СИЭЛ-1657-... (выходы виброскорости и СКЗ виброскорости) | от 10 до 1000 |

значения неравномерности частотной характеристики (Δf) не превышают 5%;
крутизна спадов АЧХ УС кроме СИЭЛ-1657-... (выход виброускорения), более 18 дБ/октаву.

4.6. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда

- 4.6.1. Используя результаты определения Δ_A , Δ_f (пп. 4.4, 4.5 соответственно) вычислить основную относительную погрешность преобразования электрического заряда при доверительной вероятности 0,95 по формуле (11):

$$\Delta_{\text{ус}} = \pm 1,1 \sqrt{\Delta_A^2 + \Delta_f^2 + \Delta_R^2 + \Delta_B^2 + \Delta_C^2 + \Delta_C^2} \quad (11),$$

где Δ_A нелинейность амплитудной характеристики, %;
 Δ_f неравномерность частотной характеристики, %;
 Δ_R погрешность измерения сопротивления нагрузки R_T , %;

- Δ_B погрешность мультиметра, %;
- $\Delta_ч$ погрешность установки частоты, %;
- Δ_C погрешность измерения емкости конденсаторов (2000 ± 2) пФ, %.

- 4.6.2. Результат поверки является положительным, если основная относительная погрешность преобразования электрического заряда ($\Delta_{УС}$) для модификаций УС:
- СИЭЛ-1651-..., СИЭЛ-1652-... и СИЭЛ-1657-... (выход по виброускорению), находится в пределах..... $\pm 6,0\%$;
 - СИЭЛ-1653-..., СИЭЛ-1654-... и СИЭЛ-1657-... (выход по виброускорению), находится в пределах..... $\pm 6,0\%$;
 - СИЭЛ-1655-..., СИЭЛ-1656-... и СИЭЛ-1657-... (выход по СКЗ виброускорения) в диапазоне $(0,1 - 1,0)$ от максимального значения выходного сигнала, находится в пределах..... $\pm 6,0\%$;
 - СИЭЛ-1655-..., СИЭЛ-1656-... и СИЭЛ-1657-... (выход по СКЗ виброускорения) в диапазоне $(0,05 - 1,0)$ от максимального значения выходного сигнала, находится в пределах..... $\pm 8,0\%$;

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 5.1. Положительные результаты поверки удостоверяются записью в паспорте УС и знаком поверки в виде клейма, заверяемого подписью поверителя, и знаком поверки на корпусе УС в виде наклейки.
- 5.2. Отрицательные результаты поверки оформляются путем выдачи «Извещения о непригодности».

Главный специалист отд.433



Смирнов А.Ю.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УС

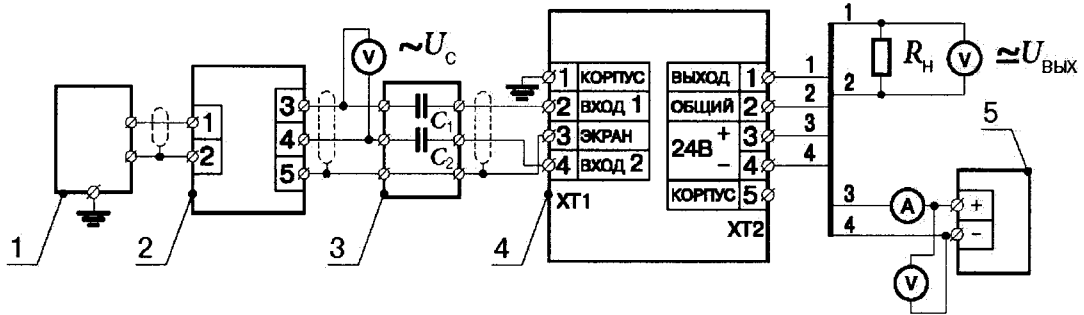


Рис. А1. Схема соединений устройств для измерения технических характеристик УС СИЭЛ-1651-..., СИЭЛ-1653-..., СИЭЛ-1655-...

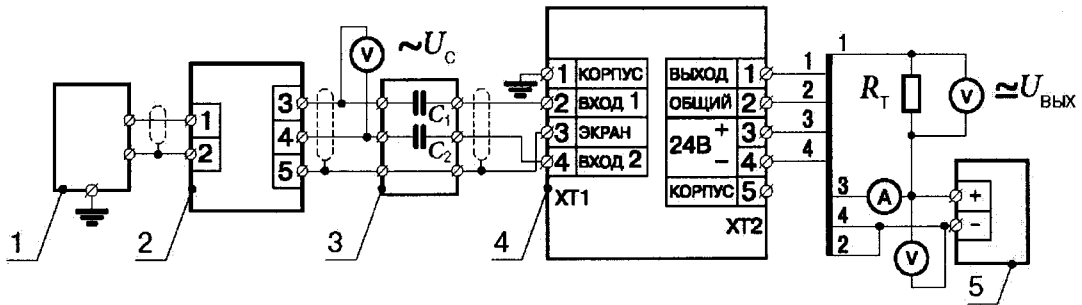


Рис. А.2. Схема соединений устройств для измерения технических характеристик УС СИЭЛ-1652-..., СИЭЛ-1654-..., СИЭЛ-1656-...

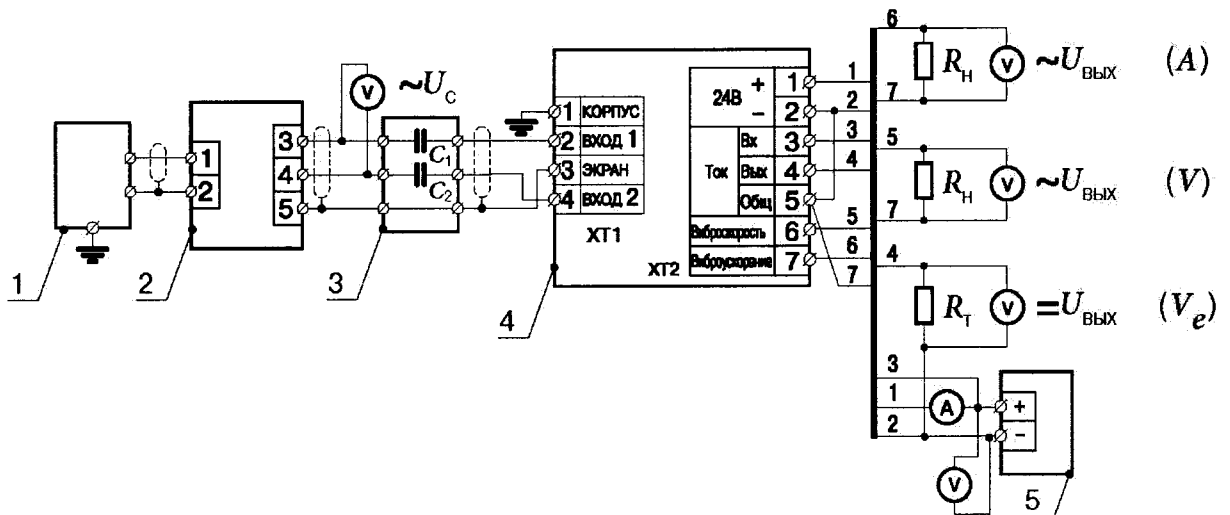
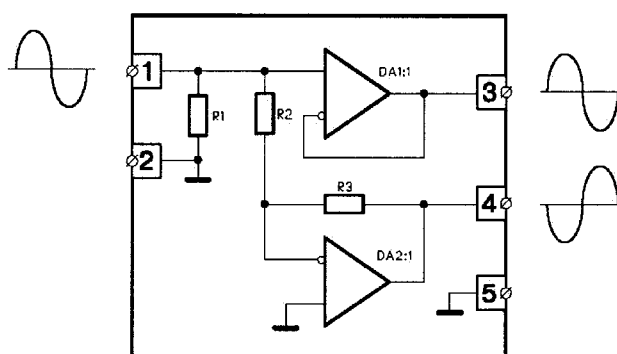


Рис. А.3. Схема соединений устройств для измерения технических характеристик УС СИЭЛ-1657-...

Обозначения:

1. Генератор сигналов.
2. Формирователь парафазного напряжения: см. рис. В.4.
3. Блок конденсаторов: $C_1; C_2$ – конденсаторы прецизионные К10-68а, 50В.
 $C_1 = C_2 = C$; рекомендуемое значение: (2000 ± 2) пФ
4. Испытуемый УС.
5. Источник питания.
- ⓧ ⓐ Мультиметр цифровой.
- R_H Сопротивление цепи нагрузки сигнала напряжения: не менее 10 кОм.
- R_T Сопротивление цепи нагрузки токового сигнала: не более 500 Ом.

Рис. В.4. Рекомендуемая схема формирователя парафазного напряжения.



ПОЗ.ОБОЗН.	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ	ПРИМЕЧАНИЕ
R1	Резистор 0,25 Вт 1 кОм ±1%	1	
R2, R3	Резистор 0,125 Вт 10 кОм ±0,1%	2	
DA1, DA2	Операционный усилитель КР140УД6	1	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Протокол поверки УС СИЭЛ-1651-...

Дата проведения поверки:

Условия поверки: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

Средства измерений: генератор Agilent 33220A;
мультиметр Agilent 34401A.

Расчитанные 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
СИЭЛ-1651-						
001	002	005				
3540	1770	700				
1500	800	300				
700	350	150				
350	60	70				
70	35	15				
35	18	7				
Δ_A , %			(не) годен	Δ_K , %		(не) годен

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

f , Гц	U_{Ci} , мВ			$U_{Вых_i}$, мВ	K_{fi} , мВ/пКл	Δf_i , %
	СИЭЛ-1651-					
	001	002	005			
1	3500	1770	650			
2	3500	1770	650			
5	3500	1770	650			
10	3500	1770	650			
40	3500	1770	650			
160	3500	1770	650			
1000	3500	1770	650			
2000	3500	1770	650			
5000	3500	1770	650			
10000	3500	1770	650			
Δf , %				(не) годен		
B_H , дБ				(не) годен		
B_B , дБ				(не) годен		

3. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

$\Delta_A, \%$	$\Delta_f, \%$	$\Delta_{\text{ч}}, \%$	$\Delta_B, \%$	$\Delta_C, \%$
		0,002	0,35	1,41
$\Delta_{\text{ус}}, \%$			(не) годен	

Поверитель:		
-------------	--	--

Протокол поверки УС СИЭЛ-1652-...

Дата проведения поверки:

Условия поверки: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

Средства измерений: генератор Agilent 33220A;
мультиметр Agilent 34401A.

Расчитанные значения U_{Ci} соответствуют $C = 2000$ пФ.

1. Определение постоянного выходного тока при отсутствии сигнала на входе.

R_T , Ом	$U_{ВЫХО}$, мВ	I_0 , мА	
			(не) годен

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

U_{Ci} , мВ			$U_{ВЫХi}$, мВ	K_i , мкА/пКл	ΔK_i , %	K_D , мкА/пКл
СИЭЛ-1652-						
002	004	008				
2835	1770	708				
1600	1200	400				
800	700	200				
560	350	140				
280	170	70				
142	88	35				
Δ_A , %			(не) годен	Δ_K , %		(не) годен

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

f_i , Гц	U_{Ci} , мВ			$U_{ВЫХi}$, мВ	K_{fi} , мкА/пКл	Δf_i , %
	СИЭЛ-1652-					
	002	004	008			
2,5	2500	1600	600			
5	2500	1600	600			
10	2500	1600	600			
40	2500	1600	600			
160	2500	1600	600			
500	2500	1600	600			
1000	2500	1600	600			
2000	2500	1600	600			
4000	2500	1600	600			
Δf , %						(не) годен
B_H , дБ						(не) годен
B_B , дБ						(не) годен

4. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

$\Delta_A, \%$	$\Delta_f, \%$	$\Delta_{\text{ч}}, \%$	$\Delta_B, \%$	$\Delta_C, \%$	$\Delta_R, \%$
		0,002	0,35	1,41	0,01
$\Delta_{\text{ус}}, \%$	(не) годен				

Поверитель:		
-------------	--	--

Протокол поверки УС СИЭЛ-1653-...

Дата проведения поверки:

Условия поверки: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

Средства измерений: генератор Agilent 33220A;
мультиметр Agilent 34401A.

Расчитанные 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			$U_{Выхi}$, мВ	K_i , В/(пКл·с)	ΔK_i , %	K_D , В/(пКл·с)
СИЭЛ-1653-						
020	032	050				
177	113	70,7				
90	60	35				
45	30	18				
15	10	6				
7	4,5	3				
3,5	2,3	1,4				
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			$U_{Выхi}$, мВ	K_{fi} , В/(пКл·с)	Δf_i , %
	СИЭЛ-1653-					
	020	032	050			
5	5,3	3,4	1,9			
10	10,6	6,8	3,8			
40	42,5	27,5	15			
160	170	110	60			
500	530	340	190			
1000	1060	680	380			
2000	2120	1360	720			
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	0,35	1,41
$\Delta_{\text{УС}}$, %			(не) годен	

Поверитель: _____

Протокол поверки УС СИЭЛ-1654-...

Дата проведения поверки:

Условия поверки: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

Средства измерений: генератор Agilent 33220A;
мультиметр Agilent 34401A.

Рассчитанные значения U_{Ci} соответствуют $C = 2000$ пФ.

1. Определение постоянного выходного тока при отсутствии сигнала на входе.

R_T , Ом	$U_{\text{ВЫХО}}$, мВ	I_0 , мА	
			(не) годен

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

U_{Ci} , мВ			$U_{\text{ВЫХ}_i}$, мВ	K_i , мА/(пКл·с)	ΔK_i , %	K_D , мА/(пКл·с)
СИЭЛ-1654-						
025	040	064				
226	141,3	88,3				
150	90	60				
80	50	30				
40	25	15				
20	13	9				
11,3	7,07	4,5				
Δ_A , %			(не) годен	Δ_K , %		(не) годен

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

f_i , Гц	U_{Ci} , мВ			$U_{\text{ВЫХ}_i}$, мВ	K_{f_i} , мА/(пКл·с)	Δf_i , %
	СИЭЛ-1654-					
	025	040	064			
5	6,5	3,9	2,5			
10	12,5	7,8	5			
40	50	31	20			
160	200	125	80			
500	625	390	250			
1000	1250	780	500			
2000	2500	1560	1000			
Δf , %						(не) годен
B_H , дБ						(не) годен
B_B , дБ						(не) годен

4. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

$\Delta_A, \%$	$\Delta_f, \%$	$\Delta_{\text{ч}}, \%$	$\Delta_B, \%$	$\Delta_C, \%$	$\Delta_R, \%$
		0,002	0,35	1,41	0,01
$\Delta_{\text{ус}}, \%$	(не) годен				

Поверитель:		
-------------	--	--

Протокол поверки УС СИЭЛ-1655-...

Дата проведения поверки:

Условия поверки: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

Средства измерений: генератор Agilent 33220А;
мультиметр Agilent 34401А.

Рассчитанные 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)
СИЭЛ-1655-						
032	050	080				
160	100	65				
110	80	40				
60	40	20				
30	20	10				
15	10	5				
8	5	3,3				
Δ_A , %	0,1 – 1,0		(не) годен	Δ_K , %	0,1 – 1,0	(не) годен
	0,05 – 1,0		(не) годен		0,05 – 1,0	(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_{f_i} , В/(пКл·с)	Δf_i , %
	СИЭЛ-1655-					
	032	050	080			
5	4,5	2,8	1,9			
10	9	5,5	3,8			
40	36	22	15			
160	145	90	60			
500	450	280	190			
1000	900	550	380			
2000	1800	1100	720			
Δf , %			(не) годен			
B_H , дБ			(не) годен			
B_B , дБ			(не) годен			

3. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

$\Delta_A, \%$	$\Delta_f, \%$	$\Delta_q, \%$	$\Delta_B, \%$	$\Delta_C, \%$
0,1 – 1,0		0,002	0,35	1,41
0,05 – 1,0				
$\Delta_{ус}, \%$	0,1 – 1,0		(не) годен	
	0,05 – 1,0		(не) годен	

Поверитель:		
-------------	--	--

Протокол поверки УС СИЭЛ-1656-...

Дата проведения поверки:

Условия поверки: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

Средства измерений: генератор Agilent 33220A;
мультиметр Agilent 34401A.

Рассчитанные значения U_{Ci} соответствуют $C = 2000$ пФ.

1. Определение постоянного выходного тока при отсутствии сигнала на входе.

R_T , Ом	$U_{\text{ВЫХО}}$, мВ	I_0 , мА	(не) годен

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

U_{Ci} , мВ			$U_{\text{ВЫХ}_i}$, мВ	K_i , мА/(пКл·с)	ΔK_i , %	K_D , мА/(пКл·с)
СИЭЛ-1656-						
100	160	250				
160	100	65				
110	80	40				
60	40	20				
30	20	10				
15	10	5				
8	5	3,3				
Δ_A , %	0,1 – 1,0		(не) годен	Δ_K , %	0,1 – 1,0	(не) годен
	0,05 – 1,0		(не) годен		0,05 – 1,0	(не) годен

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

f_i , Гц	U_{Ci} , мВ			$U_{\text{ВЫХ}_i}$, мВ	K_{f_i} , В/(пКл·с)	Δf_i , %
	СИЭЛ-1656-					
	100	160	250			
5	4,5	2,8	1,9			
10	9	5,5	3,8			
40	36	22	15			
160	145	90	60			
500	450	280	190			
1000	900	550	380			
2000	1800	1100	720			
A_c , %			(не) годен			
$B_{\text{н}}$, пБ			(не) годен			
$B_{\text{р}}$, пБ			(не) годен			

4. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

$\Delta_A, \%$		$\Delta_f, \%$	$\Delta_{\text{ч}}, \%$	$\Delta_B, \%$	$\Delta_C, \%$	$\Delta_R, \%$
0,1 – 1,0			0,002	0,35	1,41	0,01
0,05 – 1,0						
$\Delta_{\text{ус}}, \%$	0,1 – 1,0		(не) годен			
	0,05 – 1,0		(не) годен			

Поверитель:		
-------------	--	--

Протокол поверки УС СИЭЛ-1657-...

(выход виброускорению)

Дата проведения поверки:

Условия поверки: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

Средства измерений: генератор Agilent 33220A;
мультиметр Agilent 34401A.

Рассчитанные 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
0,5	1,0				
7070	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 , %
	0,5	1,0			
5	7000	3500			
10	7000	3500			
40	7000	3500			
80	7000	3500			
160	7000	3500			
1000	7000	3500			
2000	7000	3500			
5000	7000	3500			
10000	7000	3500			
Δf , %		(не) годен			

3. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

Δ_A , %	Δ_f , %	$\Delta_{\text{ч}}$, %	Δ_B , %	Δ_C , %
		0,002	0,35	1,41
$\Delta_{\text{УС}}$, %				(не) годен

Поверитель: _____

Протокол поверки УС СИЭЛ–1657-...

(выход виброскорости)

Дата проведения поверки:

Условия поверки: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

Средства измерений: генератор Agilent 33220A;
мультиметр Agilent 34401A.

Рассчитанные 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)
010	020				
354	177				
180	90				
90	45				
30	15				
15	7				
7	3,5				
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 , %
	010	020			
5	10,6	5,3			
10	21,2	10,6			
40	85	42,5			
160	340	170			
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.

$\Delta_A, \%$	$\Delta_f, \%$	$\Delta_{\text{ч}}, \%$	$\Delta_B, \%$	$\Delta_C, \%$
		0,002	0,35	1,41
$\Delta_{\text{ус}}, \%$				(не) годен

Поверитель:		
-------------	--	--

Протокол поверки УС СИЭЛ-1657-...

(выход СКЗ виброскорости)

Дата проведения поверки:

Условия поверки: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

Средства измерений: генератор Agilent 33220A;
мультиметр Agilent 34401A.

Рассчитанные значения U_{Ci} соответствуют $C = 2000$ пФ.

1. Определение постоянного выходного тока при отсутствии сигнала на входе.

R_T , Ом	$U_{\text{вых0}}$, мВ	I_0 , мА	
			(не) годен

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

U_{Ci} , мВ		$U_{\text{вых}i}$, мВ	K_i , мА/(пКл·с)	ΔK_i , %	K_d , мА/(пКл·с)
080	160				
200	100				
160	80				
80	40				
40	20				
20	10				
10	5				
Δ_A , %	0,1 – 1,0	(не) годен	Δ_K , %	0,1 – 1,0	(не) годен
	0,05 – 1,0	(не) годен		0,05 – 1,0	(не) годен

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

f_i , Гц	U_{Ci} , мВ		$U_{\text{вых}i}$, мВ	K_{fi} , В/(пКл·с)	Δf_i , %
	080	160			
5	5,6	2,8			
10	11	5,5			
40	44	22			
160	180	90			
500	560	280			
1000	110	550			
2000	220	1100			
Δf , %		(не) годен			
B_H , дБ		(не) годен			
B_B , дБ		(не) годен			

4. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

$\Delta_A, \%$	$\Delta_f, \%$	$\Delta_{\text{ч}}, \%$	$\Delta_{\text{в}}, \%$	$\Delta_{\text{с}}, \%$	$\Delta_{\text{R}}, \%$
0,1 – 1,0		0,002	0,35	1,41	0,01
0,05 – 1,0					
$\Delta_{\text{ус}}, \%$	0,1 – 1,0	(не) годен			
	0,05 – 1,0	(не) годен			

Поверитель:		
-------------	--	--