

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ЗАО "СИЭЛ"



Кабанов В.В.

2010 г

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИСИ

ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"



Ханов Н.И.

"03" февраля 2011 г

УСИЛИТЕЛИ СОГЛАСУЮЩИЕ

для пьезоэлектрических вибропреобразователей

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

Методика поверки
ТПКЦ.427710.001-02 МП

Санкт-Петербург
2010 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ.....	3.
1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4.
2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4.
3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5.
4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5.
5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10.
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	11.
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	13.

Перв. применение

Справочный №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

ТПКЦ.427710.001-02 МП

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разработал		Нарижный Н.В.		XI.10
Проверил		Блохин А.Л.		XI.10
Н.контроль		Зубин А.О.		XI.10
Т.контроль				
Утвердил		Кабанов В.В.		XI.10

Усилители согласующие
СИЭЛ-165...

Методика поверки

Лит.		Лист	Листов
О	1	2	21
		ЗАО "СИЭЛ"	

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Настоящая методика поверки распространяется на усилители согласующие СИЭЛ–165... и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Усилители согласующие СИЭЛ–165... (УС) предназначены для преобразования заряда от пьезоэлектрического вибропреобразователя (ПЭВП) в переменное или постоянное напряжение или ток в зависимости от модификации усилителя.

Настоящая методика распространяется на следующие модификации УС:

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 среднему квадратическому значению (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.

Межповерочный интервал один год.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ГЗ	ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист
							3
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ГЗ		

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции и применяют средства поверки в соответствии с таблицей 1.1.

Таблица 1.1. Операции и средства поверки

№ п/п	Наименование проверок и испытаний	Номер пункта методики	Средства поверки и их характеристики	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	Мультиметр цифровой Agilent 34401 A; генератор сигналов Agilent 33220 A; источник питания НУ 5002; формирователь парафазного напряжения; блок конденсаторов. Расчет.	Да	Да
3.	Определение действительных значений коэффициентов преобразования, их отклонений от номинальных значений и нелинейности амплитудной характеристики	4.4		Да	Да
4.	Проверка частотного диапазона преобразования, определение неравномерности частотной характеристики и крутизны спада АЧХ полосовых фильтров	4.5		Да	Да
5.	Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда	4.6		Да	Да

Примечание: допускают использование других средств измерений, метрологические характеристики которых не уступают характеристикам, приведенным в таблице 1.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К поверке допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей, прошедших обучение в установленном порядке и изучивших нормативные документы на УС.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования безопасности:

средства поверки и поверяемые средства, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление.

Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.

3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

температура окружающего воздуха, °C.....20±5;

относительная влажность воздуха, %от 30 до 80:

атмосферное давлениене регламентируется;

напряжение питания, В, постоянное..... $24 \pm 0,5$.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр.

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

4.1.2. Приборы с дефектами, влияющими на технические характеристики УС, 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 с погрешностью не хуже 0,1% значение сопротивления R_T .

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

4.3. Определить постоянный выходной ток при отсутствии сигнала на входе для соответствующей модификации УС.

Выполняется для следующих модификаций УС:

СИЭЛ-1652-...,

СИЭЛ-1654-....

СИЭЛ-1656-....

СИЭЛ-1657-... – измерительный канал СКЗ виброскорости.

4.3.1. Отключить выходной сигнал генератора.

4.3.2. Измерить постоянное напряжения $= U_{\text{ВЫХО}}$, мВ, на резисторе R_T , Ом.

4.3.3. Вычислить ток I_0 , мА, по формуле (1):

$$I_0 = \frac{U_{\text{БлХ0}}}{R_{\text{r}}} \quad (1).$$

УС выдержал испытания, если значение выходного тока I_0 , мА, находится в следующих пределах:

для СИЭЛ-1652-... и СИЭЛ-1654-... (12,00±0,12),

для СИЭЛ-1656-..... (4,00±0,04)

для СИЭЛ-1657-... сигнал, пропорциональный СКЗ виброскорости($4,00\pm0,04$).

4.4. Определить действительные значения коэффициентов преобразования, их отклонения от номинальных значений и нелинейность амплитудной характеристики.

4.4.1. На базовой частоте $f_{\text{Б}}$ последовательно задать на входе блока эталонных конденсаторов не менее пяти значений переменного напряжения U_{Ci} таким образом, чтобы $U_{\text{Вых}i}$ находилось в диапазоне, указанном ниже, включая крайние значения:

для измерительных каналов виброускорения

СИЭЛ-1651 и СИЭЛ-1657 в диапазоне (0,01 – 1,0) от максимального значения:

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

в диапазонах $(0,1 - 1,0)$ и $(0,05 - 1,0)$ от максимального значения.

измерительный канал СКЗ виброскорости:
составляющая постоянного тока, пропорциональная СКЗ
виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не более
500 Ом, мА 16.0.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата	СИЭЛ–1657-..., измерительный канал виброускорения: амплитуда переменного напряжения, пропорционального виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм, В..... 5,0, измерительный канал виброскорости: амплитуда переменного напряжения, пропорционального виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм, В 5,0, измерительный канал СКЗ виброскорости: составляющая постоянного тока, пропорциональная СКЗ виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом, мА 16,0. 4.4.3. По формулам, приведенным в таблице 4.1, рассчитать соответствующие значения коэффициентов преобразования K_i испытуемой модификации УС.
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	 ТПКЦ.427710.001-02 МП Лист 6

Таблица 4.1.

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

$I_{\text{НОМ}}$ 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):

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

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.

Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
				ТПКЦ.427710.001-02 МП
				Лист
				7

4.4.4. Вычислить действительное значение коэффициента преобразования для испытуемой 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 $K_{\text{НОМ}}$ по формуле (4):

$$\Delta_K = \frac{K_D - K_{\text{HOM}}}{K_{\text{HOM}}} \cdot 100 \% \quad (4).$$

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):

$$\Delta_{K_i} = \frac{K_i - K_{\text{д}}}{K_{\text{п}}} \cdot 100 \% \quad (5).$$

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

4.4.7. УС выдержал испытание, если в диапазоне выходных сигналов п. 4.4.1, включая значение п. 4.4.2, полученное значение Δ_K находится в пределах $\pm 2,0 \%$, а нелинейность амплитудной характеристики Δ_A соответствует следующим требованиям:

для измерительных каналов виброускорения

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

для измерительных каналов виброскорости

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

для измерительных каналов 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.

Действительное значение коэффициента преобразования K_d записывается в паспорт УС.

4.5. Проверить частотный диапазон преобразования, определить неравномерность частотной характеристики и крутизну спада АЧХ полосовых фильтров.

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

Частотный диапазон 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-..., измерительный канал виброускорения..... от 5 до 10000,

измерительные каналы

віброскорості і СКЗ віброскорості.....от 10 до 1000.

Примечание: допускается заказное исполнение УС СИЭЛ–1657-... с уменьшенным частотным диапазоном измерительных каналов виброскорости и СКЗ виброскорости.

4.5.2. На вход блока эталонных конденсаторов 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 Δ_{fi} коэффициентов преобразования K_{fi} от значения коэффициента преобразования на базовой частоте K_{fB} по формуле (7) и определить неравномерность частотной характеристики Δ_f по формуле (8):

$$\Delta_{fi} = \frac{K_{fi} - K_{fB}}{K_{fB}} \cdot 100 \% \quad (7).$$

$$\Delta_f = \max | \Delta_{fi} | \quad (8).$$

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

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

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

4.5.6. УС выдержал испытание, если в диапазоне частот п. 4.5.1 неравномерность АЧХ не превышает 5 %, а крутизна спадов АЧХ:

полосового фильтра сигнала, пропорционального виброускорению, УС модификаций СИЭЛ–1651-... и СИЭЛ–1652-..., дБ/окт, не менее 18;
полосовых фильтров сигналов, пропорциональных виброскорости и СКЗ виброскорости, УС модификаций СИЭЛ–1653-..., СИЭЛ–1654-..., СИЭЛ–1655-..., СИЭЛ–1656-..., СИЭЛ–1657-..., дБ/окт, не менее 18;
форма частотной характеристики УС СИЭЛ–1657- для сигнала, пропорционального виброускорению... не нормируется.

4.6. *Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.*

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

$$\Delta_{\text{УС}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_A^2 + \Delta_f^2 + \Delta_R^2 + \Delta_B^2 + \Delta_{\text{Ч}}^2 + \Delta_{\text{С}}^2} \quad (11),$$

где Δ_A нелинейность амплитудной характеристики, %;
 Δ_f неравномерность частотной характеристики, %;
 Δ_R погрешность измерения сопротивления нагрузки R_T , %;
 Δ_B погрешность вольтметра, %;
 $\Delta_{\text{Ч}}$ погрешность установки частоты, %;
 $\Delta_{\text{С}}$ погрешность емкости блока конденсаторов, %.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ГЗ	ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист 9
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ГЗ		

4.6.2. УС выдержал испытание, если вычисленное значение $\Delta_{УС}$ не превышает следующих значений:

для сигнала, пропорционального виброускорению $\pm 6,0$;
 для сигнала, пропорционального виброскорости $\pm 6,0$;
 для сигнала, пропорционального СКЗ виброскорости
 в диапазоне (0,1 – 1,0) от максимального значения $\pm 6,0$;
 для сигнала, пропорционального СКЗ виброскорости
 в диапазоне (0,05 – 1,0) от максимального значения $\pm 8,0$.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Рекомендуемые формы протоколов и задаваемых при поверке значения приведены в Приложении Б.

5.2. Результаты поверки считают положительными, если характеристики УС удовлетворяют требованиям ТУ на прибор. В этом случае на УС выдают свидетельство о поверке по установленной форме.

5.3. При отрицательных результатах приборы к применению не допускают и на них выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист
												10

Обозначения:

1.

Генератор сигналов.
2.

Формирователь парафазного напряжения: см. рис. А.4.
3.

Блок конденсаторов: C_1 ; C_2 – конденсаторы прецизионные К10-68а, 50В.
 $C_1 = C_2 = C$; рекомендуемое значение: 2000 пФ $\pm 1\%$.
4.

Испытуемый УС.
5.

Источник питания.
- V

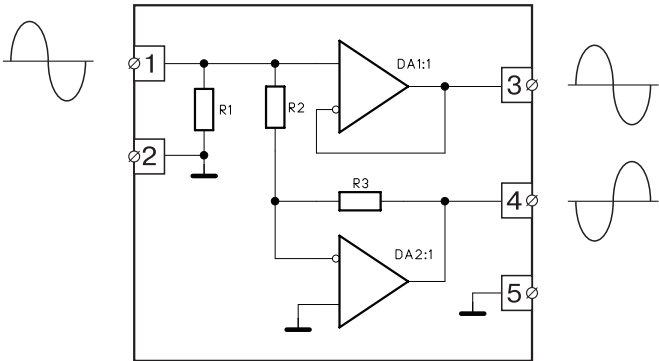
A

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. А.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	

Подпись и дата

Инв.№ дубл.

Взамен инв.№

Подпись и дата

Инв. № подл.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

Протокол заводских испытаний УС СИЭЛ–1651-...

Дата проведения испытаний:

Условия испытаний: 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			$U_{\text{вых}i}$, мВ	K_i , мВ/пКл	Δ_{Ki} , %	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_i , Гц	U_{Ci} , мВ			$U_{\text{Вых}i}$, мВ	K_{fi} , мВ/пКл	Δ_{fi} , %
	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			
Δ_f , %		(не) годен				
B_H , дБ		(не) годен				
B_R , 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		

Испытания провел _____

Инв. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист
												13

Протокол заводских испытаний УС СИЭЛ–1652-...

Дата проведения испытаний:

Условия испытаний: 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	$U_{вых0}$, 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 , мкА/пКл	Δ_{Ki} , %	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	Δ_{fi} , %
	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			
Δ_f , %		(не) годен				
B_n , дБ		(не) годен				
B_p , дБ		(не) годен				

4. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

Δ_A , %	Δ_f , %	Δ_{Δ} , %	Δ_B , %	Δ_C , %	Δ_R , %
		0,002	0,35	1,41	0,01
Δ_{Σ} , %			(не) годен		

Испытания провел _____

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист
												14

Протокол заводских испытаний УС СИЭЛ–1653-...

Дата проведения испытаний:

Условия испытаний: нормальные.

Внешний осмотр: соответствует.

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

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

- 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)	Δ_{Ki} , %	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

- 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)	Δ_{fi} , %
	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			
Δ_f , %		(не) годен				
B_H , дБ		(не) годен				
B_B , дБ		(не) годен				

- 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		

Испытания провел _____

Инв. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист
												15

Протокол заводских испытаний УС СИЭЛ–1654-...

Дата проведения испытаний:

Условия испытаний: 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	$U_{\text{вых0}}$, 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)	Δ_{K_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_{fi} , мА/(пКл·с)	Δ_{fi} , %
	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			
Δ_f , %		(не) годен				
B_n , дБ		(не) годен				
B_p , дБ		(не) годен				

4. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

Δ_A , %	Δ_f , %	$\Delta_{\text{ч}}$, %	Δ_B , %	Δ_C , %	Δ_R , %
		0,002	0,35	1,41	0,01
$\Delta_{\text{ус}}$, %			(не) годен		

Испытания провел _____

Инв. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист
												16

Протокол заводских испытаний УС СИЭЛ–1655-...

Дата проведения испытаний:

Условия испытаний: 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			$U_{\text{вых}i}$, мВ	K_i , В/(пКл·с)	Δ_{K_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			$U_{\text{вых}i}$, мВ	K_{fi} , В/(пКл·с)	Δ_{fi} , %
	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			
Δ_f , %		(не) годен				
B_H , дБ		(не) годен				
B_B , дБ		(не) годен				

3. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

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

Испытания провел _____

Инв. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист
											17

Протокол заводских испытаний УС СИЭЛ–1656-...

Дата проведения испытаний:

Условия испытаний: 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	$U_{Вых0}$, 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)	Δ_{K_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_{fi} , В/(пКл·с)	Δ_{fi} , %
	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			
Δ_f , %		(не) годен				
B_H , дБ		(не) годен				
B_R , дБ		(не) годен				

4. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

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

Испытания провел _____

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Исп.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист
												18

Протокол заводских испытаний УС СИЭЛ–1657-...
(измерительный канал виброускорения)

Дата проведения испытаний:

Условия испытаний: 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 , мВ/пКл	Δ_{Ki} , %	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		$U_{выхi}$, мВ	K_{fi} , мВ/пКл	Δ_{fi} , %
	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			
Δ_f , %		(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		

Испытания провел _____

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист 19
------	------	-------------	---------	------	---	-----------------------	------------

Протокол заводских испытаний УС СИЭЛ–1657-...
(измерительный канал виброскорости)

Дата проведения испытаний:

Условия испытаний: 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)	Δ_{Ki} , %	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		$U_{выхi}$, мВ	K_{fi} , В/(пКл·с)	Δ_{fi} , %
	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			
Δ_f , %		(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		

Испытания провел _____

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист 20
------	------	-------------	---------	------	---	-----------------------	------------

Протокол заводских испытаний УС СИЭЛ–1657-...
(измерительный канал СКЗ виброускорения)

Дата проведения испытаний:

Условия испытаний: 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	$U_{вых0}$, 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		$U_{Выхi}$, мВ	K_i , мА/(пКл·с)	Δ_{Ki} , %	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		$U_{выхi}$, мВ	K_{fi} , В/(пКл·с)	Δ_{fi} , %
	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			
Δ_f , %		(не) годен			
B_H , дБ		(не) годен			
B_B , дБ		(не) годен			

4. Определение основной относительной погрешности преобразования электрического заряда.

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

Испытания провел _____

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		ТПКЦ.427710.001-02 МП	Лист
							21