



УСИЛИТЕЛИ СОГЛАСУЮЩИЕ

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

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ТПКЦ.427710.001-02 РЭ

Настоящее руководство по эксплуатации усилителей согласующих (УС) СИЭЛ–165... для пьезоэлектрических вибропреобразователей (ПЭВП) предназначено для обеспечения правильной эксплуатации УС и рассчитано на обслуживающий персонал, прошедший специальную подготовку по техническому использованию и обслуживанию полупроводниковой техники.

Надежность и долговечность работы изделия обеспечивается не только качеством, но и правильной его эксплуатацией, поэтому соблюдение всех требований, изложенных в настоящем документе, обязательно.

Изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в изделие, не ухудшающие его характеристики.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. УС в комплекте с ПЭВП могут использоваться в составе аппаратуры непрерывного измерения параметров вибрационных процессов различных машин и агрегатов промышленного назначения, таких как:

-) газоперекачивающие агрегаты компрессорных станций и компрессоры станций охлаждения газа;
-) паровые турбогенераторы различных типов и мощностей;
-) вспомогательное оборудование турбин и котлоагрегатов (дымососы и дутьевые вентиляторы, питательные и сетевые насосы);
-) перекачивающее и компрессорное оборудование, применяемое в нефтехимической промышленности;
-) любое другое промышленное оборудование, требующее контроля соответствующих параметров.

1.2. Руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на следующие модификации УС, отличающиеся видом выходного сигнала и коэффициентом преобразования входного электрического заряда:

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.

- 1.3. Рабочие условия применения при установке УС в стальном монтажном корпусе со степенью защиты не ниже IP54 по ГОСТ 14254 “Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)”:

температура окружающего воздуха, °С от минус 30 до 70;
отн. влажность воздуха при температуре 30 °С, %.....до 90;
атмосферное давление не регламентируется.

- 1.4. Требования к прочности УС к внешним воздействующим факторам:
воздействие виброускорения на частоте 40 Гц, м/с² 20.
воздействие механических ударов многократного действия:
максимальное ускорение, м/с² 150;
число ударов 100.

1.5. Обозначение УС.

- 1.5.1. Для модификаций СИЭЛ–1651 ... СИЭЛ–1656:

СИЭЛ - 165 X - XXX -V
 1 2 3

- 1 модификация УС;
2 коэффициент преобразования УС, выраженный:
для СИЭЛ-1651-... мВ/пКл,
для СИЭЛ-1652-... мкА/пКл,
для СИЭЛ-1653-... В/(пКл·с),
для СИЭЛ-1654-... мА/(пКл·с),
для СИЭЛ-1655-... В/(пКл·с) (СКЗ),
для СИЭЛ-1656-... мА/(пКл·с) (СКЗ);
3 В - взрывозащищённое исполнение.

- 1.5.2. Для модификации СИЭЛ–1657:

СИЭЛ – 1657 – XXX – XXX – XXX – V
 1 2 3 4

- 1 коэффициент преобразования виброускорения,
выраженный в мВ/пКл;
2 коэффициент преобразования виброскорости,
выраженный в В/(пКл·с);
3 коэффициент преобразования СКЗ виброскорости,
выраженный в мА/(пКл·с);
4 В - взрывозащищённое исполнение.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Основные характеристики

2.1.1. Номинальное значение коэффициента преобразования для модификаций УС:

СИЭЛ–1651-001	1 мВ/пКл,
СИЭЛ–1651-002	2 мВ/пКл,
СИЭЛ–1651-005	5 мВ/пКл;
СИЭЛ–1652-002	2 мкА/пКл,
СИЭЛ–1652-004	4 мкА/пКл,
СИЭЛ–1652-008	8 мкА/пКл;
СИЭЛ–1653-020	20 В/(пКл·с),
СИЭЛ–1653-032	32 В/(пКл·с),
СИЭЛ–1653-050	50 В/(пКл·с);
СИЭЛ–1654-025	25 мА/(пКл·с),
СИЭЛ–1654-040	40 мА/(пКл·с),
СИЭЛ–1654-064	64 мА/(пКл·с);
СИЭЛ–1655-032	32 В/(пКл·с) (СКЗ),
СИЭЛ–1655-050	50 В/(пКл·с) (СКЗ),
СИЭЛ–1655-080	80 В/(пКл·с) (СКЗ);
СИЭЛ–1656-100	100 мА/(пКл·с) (СКЗ),
СИЭЛ–1656-160	160 мА/(пКл·с) (СКЗ),
СИЭЛ–1656-250	250 мА/(пКл·с) (СКЗ);

СИЭЛ–1657-0,5-010-080,

сигнал, пропорциональный виброускорению 0,5 мВ/пКл,

сигнал, пропорциональный виброскорости 10 В/(пКл·с),

сигнал, пропорцион. СКЗ виброскорости 80 мА/(пКл·с) (СКЗ);

СИЭЛ–1657-1,0-020-160,

сигнал, пропорциональный виброускорению 1 мВ/пКл,

сигнал, пропорциональный виброскорости 20 В/(пКл·с),

сигнал, пропорцион. СКЗ виброскорости ... 160 мА/(пКл·с) (СКЗ).

2.1.2. Пределы допустимого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте $f_B = 160$ Гц для всех модификаций, % $\pm 2,0$.

2.1.3. Постоянный выходной ток при отсутствии входного сигнала для модификаций УС, мА:

для СИЭЛ–1652 и СИЭЛ–1654 (12,00 \pm 0,12),

для СИЭЛ–1656 (4,00 \pm 0,04),

для СИЭЛ–1657 сигнал, пропорцион. СКЗ виброскорости . (4,00 \pm 0,04).

2.1.4. Максимальное значение выходного сигнала для УС:

- СИЭЛ–1651: амплитуда переменного напряжения, пропорционального виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки (R_H) не менее 10 кОм, В 5,0,
- СИЭЛ–1652: амплитуда переменной составляющей тока, пропорциональной виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом, мА 8,0,
- СИЭЛ–1653: амплитуда переменного напряжения, пропорционального виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки (R_H) не менее 10 кОм, В..... 5,0,
- СИЭЛ–1654: амплитуда переменной составляющей тока, пропорциональной виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом, мА..... 8,0,
- СИЭЛ–1655: постоянное напряжение, пропорциональное СКЗ виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки (R_H) не менее 10 кОм, В 5,0,
- СИЭЛ–1656: составляющая постоянного тока, пропорциональная СКЗ виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом, мА..... 16,0,

СИЭЛ–1657

измерительный канал виброускорения: амплитуда переменного напряжения, пропорционального виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки (R_H) не менее 10 кОм, В 5,0,

измерительный канал виброскорости: амплитуда переменного напряжения, пропорционального виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки (R_H) 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.

Примечание: сопротивление цепей нагрузки для токовых выходных сигналов УС включает в себя сопротивления линий связи и барьеров искро- взрывозащиты, а также сопротивление измерительного резистора (R_T).

2.1.5. Нелинейность амплитудной характеристики:

для измерительных каналов виброускорения

СИЭЛ–1651 и СИЭЛ–1657 в диапазоне (0,01 – 1,0) от максимального значения, %, не более 1,0;

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

для измерительных каналов виброскорости

СИЭЛ–1653 и СИЭЛ–1657 в диапазоне (0,02 – 1,0) от максимального значения, %, не более 1,0;

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

для измерительных каналов СКЗ виброскорости
СИЭЛ–1655, СИЭЛ–1656, СИЭЛ–1657

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.

2.1.6. Частотный диапазон УС, 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

виброскорости и СКЗ виброскоростиот 10 до 1000.

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

2.1.7. Неравномерность частотной характеристики

для всех модификаций УС, %, не более..... 5.

2.1.8. 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.

2.1.9. Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразования электрического заряда, %:

для сигнала, пропорционального виброускорению±6,0;

для сигнала, пропорционального виброскорости.....±6,0;

для сигнала, пропорционального СКЗ виброскорости

в диапазоне (0,1 – 1,0) от максимального значения±6,0;

для сигнала, пропорционального СКЗ виброскорости

в диапазоне (0,05 – 1,0) от максимального значения.....±8,0.

2.2. *Общие характеристики*

2.2.1. Напряжение питания, В постоянное, 24±8.

2.2.2. Ток потребления, мА, не более..... 20.

2.2.3. Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности преобразования электрического заряда, вызванной отклонением напряжения питания относительно номинального значения, % ... ±0,5.

2.2.4. Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности преобразования электрического заряда, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в условиях применения, %/(10°С).. ±0,5.

- 2.2.5. Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности преобразования электрического заряда, вызванной изменением влажности окружающего воздуха в условиях применения, % $\pm 0,5$.
- 2.2.6. Габаритные размеры, мм 104×54×24.
- 2.2.7. Масса, г, не более 150.

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

Усилитель согласующий СИЭЛ–165х.....	1
Паспорт	ТПКЦ.427710.001-0х ПС 1
Руководство по эксплуатации	ТПКЦ.427710.001-02 РЭ 1*
Методика поверки	ТПКЦ.427710.001-02 МП 1*

*Примечание: * поставляется на партию УС по требованию заказчика.*

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

4.1. УС представляет собой прямоугольный металлический корпус, внутри которого расположена печатная плата с электронными компонентами. Клеммные соединители для подключения внешних цепей расположены с левой и с правой стороны корпуса. Внешний вид и габаритные чертежи УС СИЭЛ–1651 – СИЭЛ–1657 представлены на рисунке 4.1 (*масштаб 1:1*).

4.2. Маркировка и пломбирование.

4.2.1. На лицевой панели УС нанесены следующие надписи: обозначение изделия; таблицы цепей клеммных соединителей; товарный знак предприятия-изготовителя; заводской номер; дата изготовления.

4.2.2. УС пломбируется после регулировки на предприятии-изготовителе после проведения первичной поверки; пломбой закрыт один из винтов крепления крышки прибора.

4.2.3. Знак государственного реестра занесен в паспорт прибора, в сопроводительную документацию и на лицевую панель; качество маркировки обеспечивает сохранность надписей в течение всего срока службы.

4.3. Обеспечение взрывозащиты.

4.3.1. УС, установленные в монтажные коробки типа 168...-В согласно ТПКЦ.427710.002-01 ТУ, соответствуют требованиям ГОСТ Р 51330.0 “Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования”, ГОСТ Р 51330.10 “Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь “i”, имеют маркировку взрывозащиты 1ExibIICT6 X и могут располагаться во взрывоопасных зонах подгрупп IIA, IIB, IIC температурного класса T6.

4.3.2. Искробезопасность цепей УС обеспечивается пассивными барьерами искробезопасности согласно ТПКЦ.427710.002-01 ТУ.

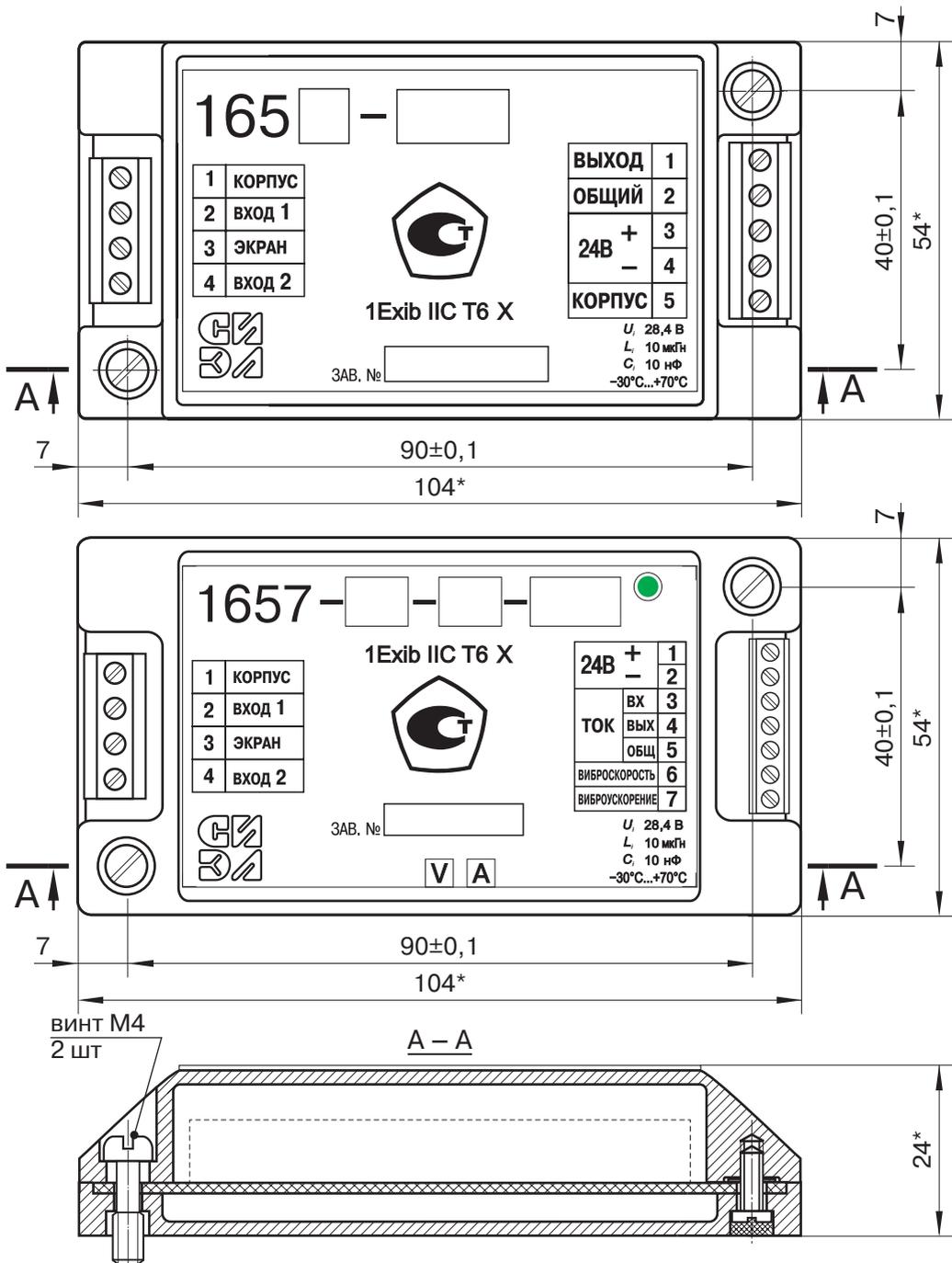


Рис. 4.1.

4.4. Устройство и работа

4.4.1. УС СИЭЛ–1651 ... СИЭЛ–1656 (в зависимости от модификации) состоит из дифференциального усилителя заряда (ДУЗ), полосового фильтра (ПФ), интегратора (ИНТ), детектора средних квадратических значений преобразуемой виброскорости (СКЗ), масштабирующего усилителя (МУ) и источника питания (ИП).

Электрический заряд, пропорциональный виброускорению, поступает от ПЭВП на вход ДУЗ и фильтруется в заданной полосе частот полосовым фильтром.

Необходимый вид выходного сигнала формируется с помощью масштабирующего усилителя (МУ) (СИЭЛ–1651 и СИЭЛ–1652).

Для получения сигнала, пропорционального виброскорости (СИЭЛ–1653 и СИЭЛ–1654) к выходу ПФ подключается интегратор.

Для СИЭЛ–1655 и СИЭЛ–1656 выделяется среднее квадратическое значение сигнала детектором (СКЗ).

Функциональные узлы УС питаются от гальванически изолированного источника (ИП).

4.4.2. Функциональная схема измерительного канала виброускорения:

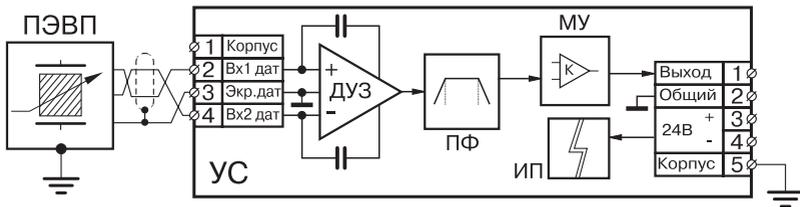


Рис.4.2.

В приведенной на рис. 4.2 схеме измерительного канала виброускорения напряжение на выходе УС ($U_{\text{Вых}}$) для СИЭЛ–1651 или переменная составляющая тока относительно $I_0 = 12 \text{ мА}$ ($I_{\text{Вых}}$) для СИЭЛ–1652 прямо пропорциональны входному заряду ($Q_{\text{Вх}}$).

Коэффициент преобразования измерительного канала виброускорения определяется как произведение коэффициентов преобразования ПЭВП ($K_{\text{ПЭВП}}$) и УС ($K_{\text{П}}$).

Выходной сигнал УС определяется по следующим формулам:

для СИЭЛ–1651:

$$U_{\text{Вых}} [\text{мВ}] = K_{\text{П}} [\text{мВ/пКл}] \cdot K_{\text{ПЭВП}} [\text{пКл}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})] \cdot A [\text{м}/\text{с}^2]$$

для СИЭЛ–1652:

$$U_{\text{н}} [\text{мВ}] = I_{\text{Вых}} [\text{мА}] \cdot R_{\text{т}} [\text{Ом}] =$$

$$= \left(I_0 [\text{мА}] \pm K_{\text{П}} [\text{мкА/пКл}] \cdot K_{\text{ПЭВП}} [\text{пКл}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})] \cdot A [\text{м}/\text{с}^2] \cdot 10^{-3} \right) \cdot R_{\text{т}} [\text{Ом}]$$

Максимальное значение преобразуемого виброускорения (A_{MAX}) для каждой модификации УС в зависимости от нормированного коэффициента преобразования ПЭВП определяется из таблицы 4.1:

Таблица 4.1.

УС		$K_{ПЭВП} = 1,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 2,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 5,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 10$ пКл/(м·с ⁻²)
модификация	$K_{П}$, мВ/пКл	A_{MAX} , м/с ² (g)			
СИЭЛ–1651-001	1,0	5000 (509,7)	2500 (254,8)	1000 (101,9)	500 (51,0)
СИЭЛ–1651-002	2,0	2500 (254,8)	1250 (127,4)	500 (51,0)	250 (25,5)
СИЭЛ–1651-005	5,0	1000 (101,9)	500 (51,0)	200 (20,4)	100 (10,2)
модификация	$K_{П}$, мкА/пКл	A_{MAX} , м/с ² (g)			
СИЭЛ–1652-002	2,0	4000 (407,7)	2000 (203,9)	800 (81,5)	400 (40,8)
СИЭЛ–1652-004	4,0	2000 (203,9)	1000 (101,9)	400 (40,8)	200 (20,4)
СИЭЛ–1652-008	8,0	1000 (101,9)	500 (51,0)	200 (20,4)	100 (10,2)

4.4.3. Функциональная схема измерительного канала виброскорости:

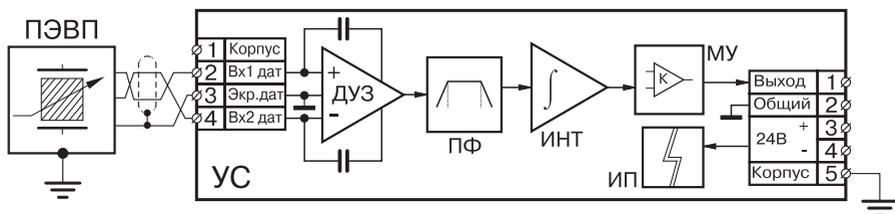


Рис.4.3.

В схеме измерительного канала виброскорости, приведенной на рис.4.3, напряжение на выходе УС ($U_{ВЫХ}$) для СИЭЛ–1653 или переменная составляющая тока относительно $I_0 = 12$ мА ($I_{ВЫХ}$) для СИЭЛ–1654 прямо пропорциональны входному заряду ($Q_{ВХ}$) и обратно пропорциональны частоте входного сигнала.

Выходной сигнал УС определяется по следующим формулам:

для СИЭЛ–1653:

$$U_{ВЫХ} [\text{мВ}] = K_{П} [\text{В}/(\text{пКл} \cdot \text{с})] \cdot K_{ПЭВП} [\text{пКл}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})] \cdot V [\text{мм}/\text{с}]$$

для СИЭЛ–1654:

$$U_{Н} [\text{мВ}] = I_{ВЫХ} [\text{мА}] \cdot R_{Т} [\text{Ом}] = \\ = \left(I_0 [\text{мА}] \pm K_{П} [\text{мА}/(\text{пКл} \cdot \text{с})] \cdot K_{ПЭВП} [\text{пКл}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})] \cdot V [\text{мм}/\text{с}] \cdot 10^{-3} \right) \cdot R_{Т} [\text{Ом}]$$

Максимальное значение преобразуемой виброскорости (V_{MAX}) для каждой модификации УС в зависимости от нормированного коэффициента преобразования ПЭВП определяется из таблицы 4.2:

Таблица 4.2.

УС		$K_{ПЭВП} = 1,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 2,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 5,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 10$ пКл/(м·с ⁻²)
модификация	$K_{П}$, В/(пКл·с)	V_{MAX} , мм/с			
СИЭЛ–1653-020	20	250	125	50	25
СИЭЛ–1653-032	32	156,3	78,1	31,3	15,6
СИЭЛ–1653-050	50	100	50	20	10
модификация	$K_{П}$, мА/(пКл·с)	V_{MAX} , мм/с			
СИЭЛ–1654-025	25	320	160	64	32
СИЭЛ–1654-040	40	200	100	40	20
СИЭЛ–1654-064	64	125	62,5	25	12,5

4.4.4. Функциональная схема измерительного канала СКЗ виброскорости:

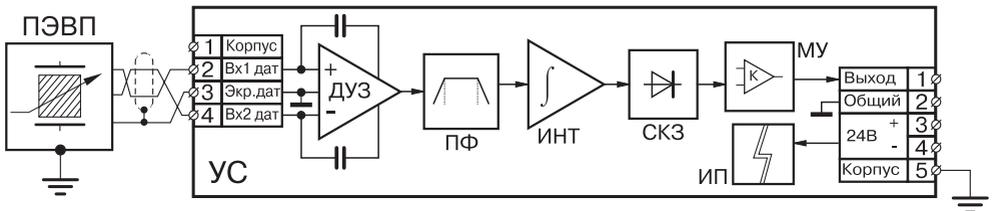


Рис.4.4.

В приведенной схеме измерительного канала СКЗ виброскорости, постоянное напряжение на выходе УС ($U_{ВЫХ}$) для СИЭЛ–1655 или ток в диапазоне от $I_0 = 4$ мА до 20 мА для СИЭЛ–1656 прямо пропорциональны входному заряду ($Q_{ВХ}$) и обратно пропорциональны частоте входного сигнала.

Выходной сигнал УС определяется по следующим формулам:
для СИЭЛ–1655:

$$U_{ВЫХ} [\text{мВ}] = K_{П} [\text{В}/(\text{пКл} \cdot \text{с})] \cdot K_{ПЭВП} [\text{пКл}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})] \cdot V [\text{мм}/\text{с}]$$

для СИЭЛ–1656:

$$U_{Н} [\text{мВ}] = I_{ВЫХ} [\text{мА}] \cdot R_{Т} [\text{Ом}] = \\ = \left(I_0 [\text{мА}] + K_{П} [\text{мА}/(\text{пКл} \cdot \text{с})] \cdot K_{ПЭВП} [\text{пКл}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})] \cdot V [\text{мм}/\text{с}] \cdot 10^{-3} \right) \cdot R_{Т} [\text{Ом}]$$

Максимальное СКЗ преобразуемой виброскорости (V_{eMAX}) для каждой модификации УС в зависимости от нормированного коэффициента преобразования ПЭВП ($K_{ПЭВП}$) определяется из таблицы 4.3:

Таблица 4.3.

УС		$K_{ПЭВП} = 1,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 2,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 5,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 10$ пКл/(м·с ⁻²)
модификация	$K_{П}$, В/(пКл·с)	V_{eMAX} , мм/с			
СИЭЛ–1655-032	32	156,3	78,1	31,3	15,6
СИЭЛ–1655-050	50	100	50	20	10
СИЭЛ–1655-080	80	62,5	31,3	12,5	6,25
модификация	$K_{П}$, мА/(пКл·с)	V_{eMAX} , мм/с			
СИЭЛ–1656-100	100	160	80	32	16
СИЭЛ–1656-160	160	100	50	20	10
СИЭЛ–1656-250	250	64	32	12,8	6,4

4.4.5. Усилитель согласующий СИЭЛ–1657 является функциональным объединением устройств СИЭЛ–1651, СИЭЛ–1653 и СИЭЛ–1656. Функциональная схема УС приведена на рисунке 4.5:

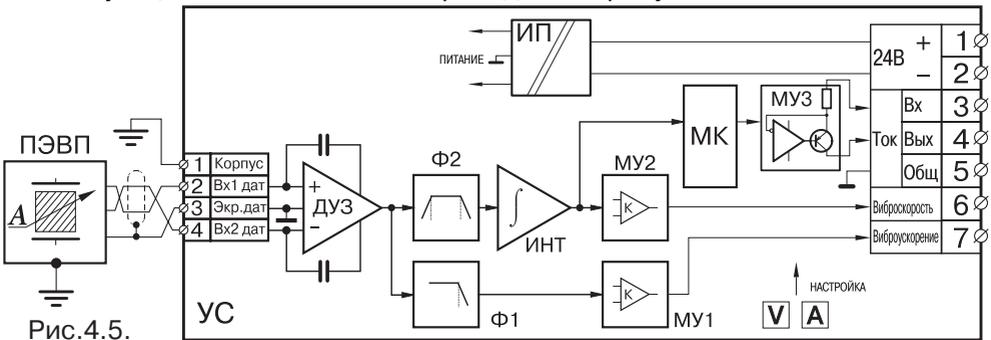


Рис.4.5.

Электрический заряд, пропорциональный виброускорению, поступает от ПЭВП на вход ДУЗ, преобразуется в сигнал напряжения и фильтруется в заданной полосе частот(Ф1). Выходное напряжение формируется масштабирующим усилителем МУ1. Для получения напряжения, пропорционального виброскорости, к выходу полосового фильтра Ф2 подключается интегратор ИНТ и масштабирующий усилитель МУ2. Среднее квадратическое значение виброскорости выделяется устройством МК, управляющим МУЗ для формирования выходного тока. Функциональные узлы УС питаются от гальванически изолированного источника (ИП).

Максимальные значения преобразуемых виброускорения (A_{MAX}) и виброскорости (V_{MAX}) и максимальное СКЗ преобразуемой виброскорости (Ve_{MAX}) для каждой модификации УС в зависимости от нормированного коэффициента преобразования ПЭВП определяются из таблицы 4.4:

Таблица 4.4.

УС		$K_{ПЭВП} = 1,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 2,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 5,0$ пКл/(м·с ⁻²)	$K_{ПЭВП} = 10$ пКл/(м·с ⁻²)
модификация	K_A , мВ/пКл	A_{MAX} , м/с ² (g)			
СИЭЛ–1657-0,5-010-080	0,5	10000 (1019,4)	5000 (509,7)	2500 (254,8)	1000 (101,9)
СИЭЛ–1657-1,0-020-160	1,0	5000 (509,7)	2500 (254,8)	1000 (101,9)	500 (51,0)
модификация	K_V , В/(пКл·с)	V_{MAX} , мм/с			
СИЭЛ–1657-0,5-010-080	10	500	250	100	50
СИЭЛ–1657-1,0-020-160	20	250	125	50	25
модификация	K_{Ve} , мА/(пКл·с)	Ve_{MAX} , мм/с			
СИЭЛ–1657-0,5-010-080	80	200	100	40	20
СИЭЛ–1657-1,0-020-160	160	100	50	20	10

5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.

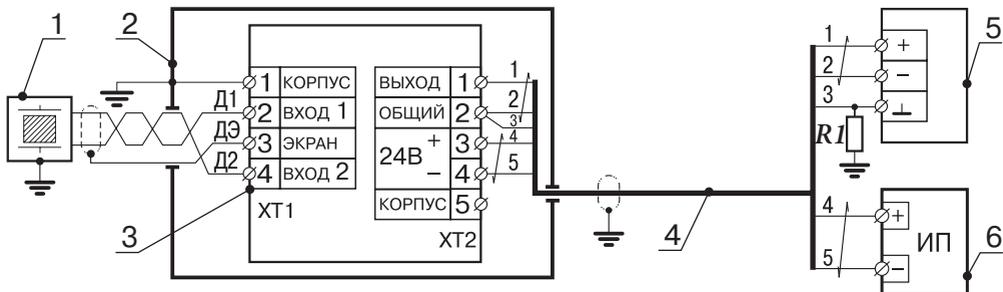
- 5.1. К работе с изделием допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации, прошедшие инструктаж и имеющие допуск для работы с электроустановками с напряжением до 1000 В.
- 5.2. При монтаже и эксплуатации УС соблюдать правила, изложенные в Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей.

6. ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

- 6.1. Установка ПЭВП из состава измерительного канала вибропараметра, а также прокладка и крепление кабеля ПЭВП производятся согласно эксплуатационных документов на соответствующий вибропреобразователь.
- 6.2. При монтаже УС размещается в стальном монтажном корпусе со степенью защиты не ниже IP54. Корпус монтажный заземлить. УС крепится на установочное место в корпусе двумя винтами М4.
- 6.3. Не допускается прокладка кабелей подключения УС совместно с силовыми кабелями.

6.4. Подключить внешние цепи к УС согласно следующим схемам.

6.4.1. Подключение внешних цепей к УС СИЭЛ–1651, СИЭЛ–1653, СИЭЛ–1655.



R1 сопротивление, подключаемое при необходимости снижения синфазной составляющей сигнала помехи до уровня, допустимого для входных цепей измерительного устройства: от 1 до 100 кОм.

Рис. 6.1.

6.4.2. Подключение внешних цепей к УС СИЭЛ–1652, СИЭЛ–1654, СИЭЛ–1656.

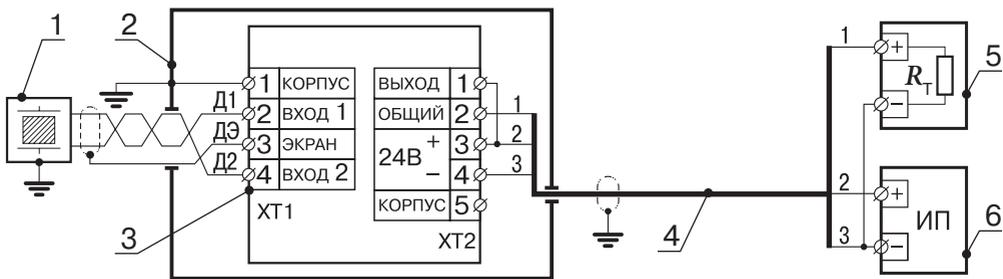


Рис. 6.2.

6.4.3. Подключение внешних цепей к УС СИЭЛ–1652, СИЭЛ–1654, СИЭЛ–1656 с использованием барьера искробезопасности.

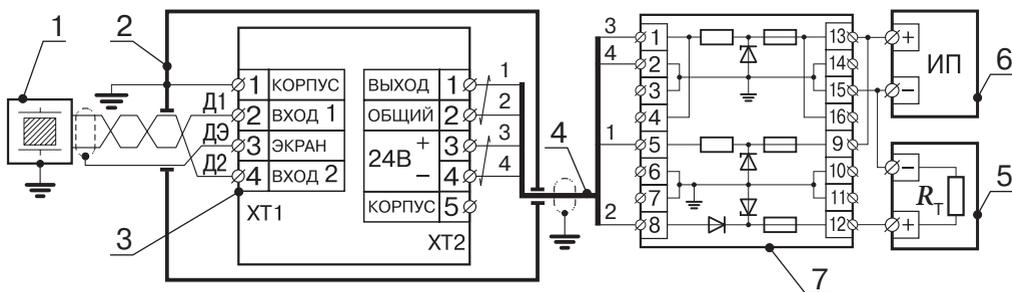


Рис. 6.3.

6.4.4. Подключение внешних цепей к УС СИЭЛ–1657.

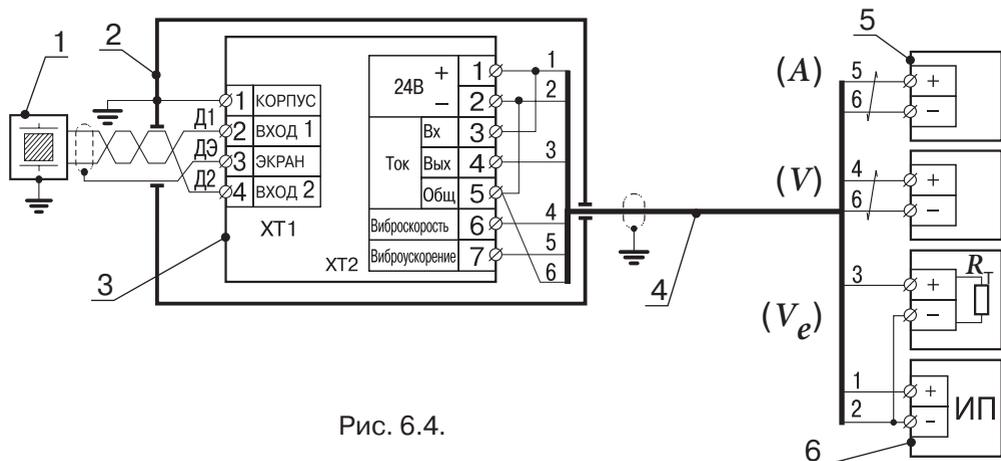


Рис. 6.4.

6.4.5. Подключение внешних цепей к УС СИЭЛ–1657 с использованием барьера искробезопасности.

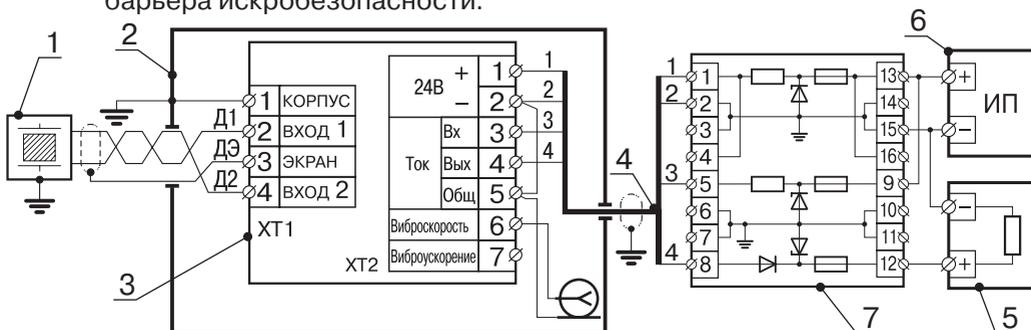


Рис. 6.5.

- Обозначения:
- 1 ПЭВП с кабелем в металлорукаве;
 - 2 корпус монтажный;
 - 3 усилитель согласующий;
 - 4 кабель соединительный: витые пары в экране, сечение жилы не более 1,5 мм² (возможно использование кабелей типа КВВГЭ);
 - 5 устройство измерения сигнала;
 - 6 источник постоянного напряжения 24 В;
 - 7 барьер искробезопасности СИЭЛ–1949-24-...-D.

Примечание: допускается применение иных барьеров искробезопасности с аналогичной функциональной схемой защитных каналов и характеристиками, указанными в ТПКЦ.427710.002-01 ТУ.

6.4.6. Для снижения влияния наведенных помех необходимо обеспечить правильное и надежное подключение сигнальных и заземляющих проводников для всех частей схемы измерительного канала.

7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

- 7.1. После установки и подключения изделия в измерительный канал УС готов к выполнению функций, определенных техническими условиями ТПКЦ.427710.001-02 ТУ.
- 7.2. В период эксплуатации ежемесячно проводить визуальный контроль состояния УС.
- 7.3. Поверка УС осуществляется согласно методике, приведенной в ТПКЦ.427710.001-02 МП (см. Приложение 1).
Межповерочный интервал – 1 год.
- 7.4. Ремонт УС осуществляется заменой печатного узла.

8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

- 8.1. Транспортирование УС может производиться всеми видами транспорта: автомобильным, воздушным, железнодорожным и водным в соответствии со следующими документами: “Технические условия погрузки и крепления грузов”, “Правила перевозки грузов” и “Общие специальные правила транспортных средств”.
- 8.2. УС в упаковке должен выдерживать воздействие механических воздействий, указанных п. 1.4.
- 8.3. УС, предназначенные для длительного (свыше 1 года) хранения в упаковке с консервацией, допускается хранить на стеллажах в неотапливаемых хранилищах при температуре от минус 30°С до 70°С.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ.

1. Произвести следующие подготовительные действия.
 - 1.1. Собрать приведенную электрическую схему для соответствующей модификации испытуемого УС.

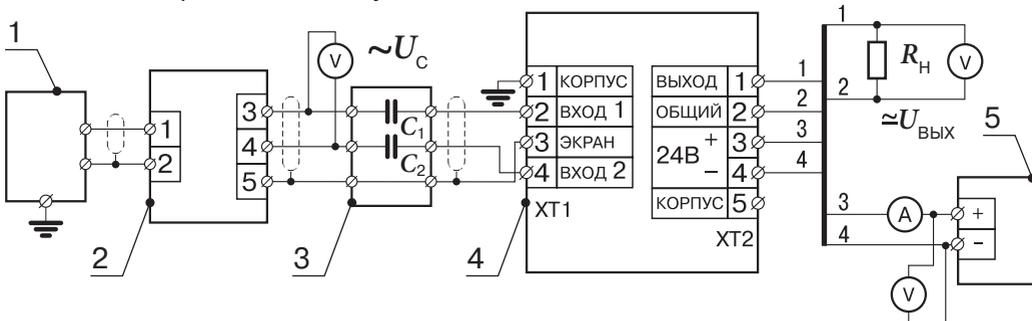


Рис. П.1. Схема соединений устройств для измерения технических характеристик УС СИЭЛ–1651-..., СИЭЛ–1653-..., СИЭЛ–1655-...

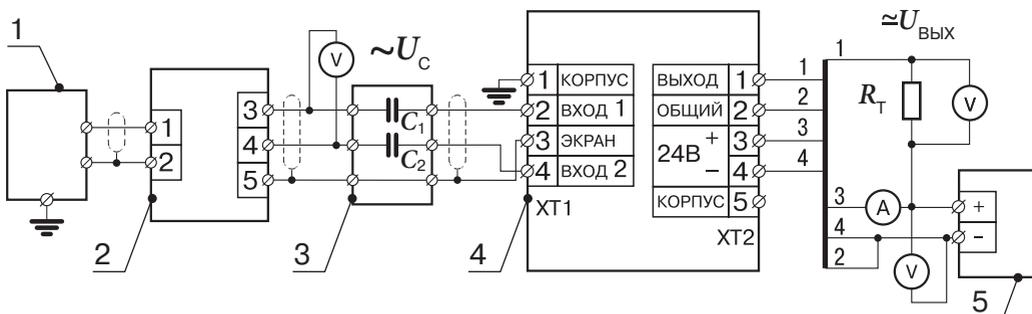


Рис. П.2. Схема соединений устройств для измерения технических характеристик УС СИЭЛ–1652-..., СИЭЛ–1654-..., СИЭЛ–1656-...

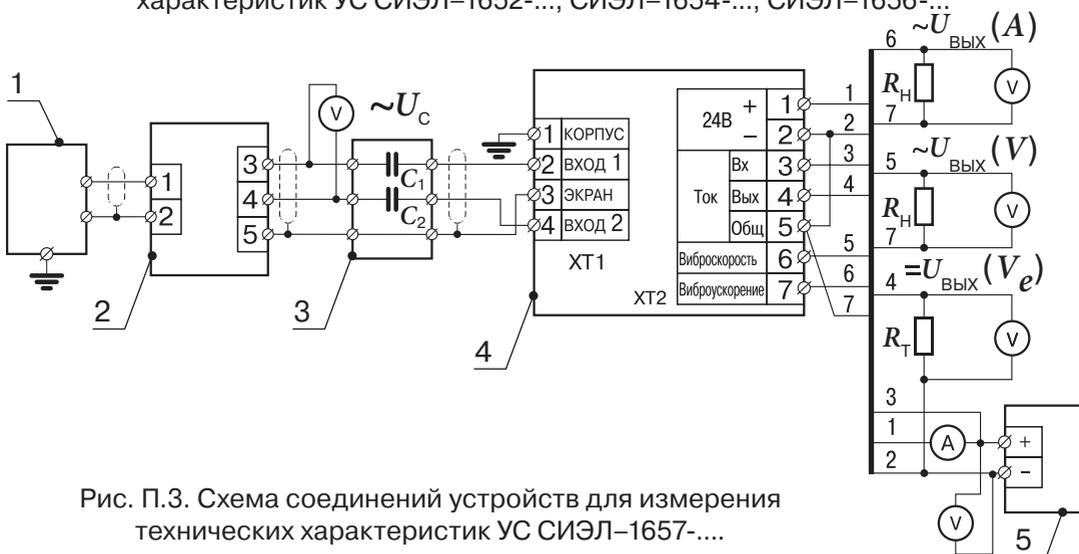
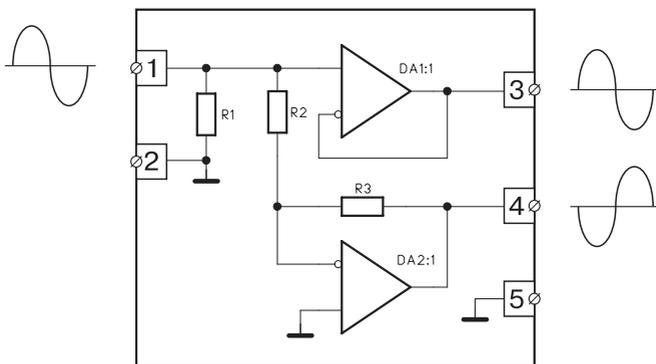


Рис. П.3. Схема соединений устройств для измерения технических характеристик УС СИЭЛ–1657-....

- Обозначения: 1 Генератор сигналов.
 2 Формирователь парафазного напряжения: см. рис. П.4.
 3 Блок эталонных 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.
- ⓧ ⓐ 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. П.4. Рекомендуемая схема формирователя парафазного напряжения.



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

- 1.2. Измерить с погрешностью не хуже 0,1% значение сопротивления R_T .
- 1.3. Включить питание УС и используемые приборы и прогреть их в течение 5 минут для установления рабочих режимов.
2. 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.

- 2.1. Отключить выходной сигнал генератора.
- 2.2. Измерить постоянное напряжения $\approx U_{\text{Вых}0}$, мВ, на резисторе R_T , Ом.
- 2.3. Вычислить ток I_0 , мА, по формуле (1):

$$I_0 = \frac{\approx U_{\text{Вых}0}}{R_T} \quad (1)$$

УС выдержал испытания, если значение выходного тока I_0 находится в пределах, указанных в п. 2.1.3 (здесь и далее – пункты настоящего РЭ).

3. Определить действительные значения коэффициентов преобразования, их отклонения от номинальных значений и нелинейности амплитудной характеристики.
- 3.1. На базовой частоте f_B последовательно задать на входе блока эталонных конденсаторов не менее пяти значений переменного напряжения U_{C_i} таким образом, чтобы $U_{\text{Вых}i}$ находилось в диапазоне, указанном в п. 2.1.5, 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,

для измерительных каналов виброскорости

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

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

для измерительных каналов СКЗ виброскорости

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

- 3.2. По формулам, приведенным в таблице П.1, рассчитать соответствующие значения коэффициентов преобразования K_i модификации УС.

Таблица П.1.

Модификация УС	Расчетная формула	Размерность K_i
СИЭЛ–1651	$K_i = \frac{\approx U_{\text{Вых}i} \cdot 10^3}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[мВ/пКл]
СИЭЛ–1652	$K_i = \frac{\approx U_{\text{Вых}i} \cdot 10^6}{U_{C_i} \cdot R_T \cdot (C/2)}$	[мкА/пКл]
СИЭЛ–1653	$K_i = \frac{\approx U_{\text{Вых}i} \cdot 2\pi \cdot f_B}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[В/(пКл·с)]
СИЭЛ–1654	$K_i = \frac{\approx U_{\text{Вых}i} \cdot 2\pi \cdot f_B \cdot 10^3}{U_{C_i} \cdot R_T \cdot (C/2)}$	[мА/(пКл·с)]

Модификация УС		Расчетная формула	Размерность K_i
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	измерит. канал виброускорения (A)	$K_i = \frac{\sim U_{\text{Вых}i} \cdot 10^3}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[мВ/пКл]
	измерит. 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)]
	измерит. канал СКЗ виброскорости (Ve)	$K_i = \left(\frac{=U_{\text{Вых}i}}{R_T} - I_{\text{ОНОМ}} \right) \cdot \frac{2\pi \cdot f_B \cdot 10^3}{U_{C_i} \cdot (C/2)}$	[мА/(пКл·с)]

Обозначения величин, принятые в таблице П. 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. 1.2), 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):

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

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.

3.3. 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.

- 3.4. Вычислить отклонение Δ_K действительного значения коэффициента преобразования K_D от его номинального значения $K_{НОМ}$ по формуле (4):

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

- 3.5. 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):

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

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

- 3.6. УС выдержал испытание, если в диапазоне выходных сигналов п. 2.1.5, включая значение п. 2.1.4, полученные значения K_D и Δ_K соответствуют требованиям пп. 2.1.1 и 2.1.2, а нелинейность амплитудной характеристики соответствует требованиям п. 2.1.5.

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

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

- 4.2. 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.

- 4.3. Вычислить значения коэффициентов преобразования на каждой из частот f_i по формулам из таблицы 4.1.

- 4.4. В диапазоне частот от f_H до f_B вычислить значения отклонения Δ_{f_i} коэффициентов преобразования K_{f_i} от значения коэффициента преобразования на базовой частоте K_{f_B} по формуле (7) и определить неравномерность частотной характеристики Δ_f по формуле (8):

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

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

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

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

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

- 4.6. УС выдержал испытание, если в диапазоне частот п. 2.1.6 неравномерность АЧХ не превышает значения, указанного в п. 2.1.7, а крутизна спадов АЧХ полосовых фильтров не менее величины, указанной в п. 2.1.8.
5. Определить основную относительную погрешность преобразования электрического заряда.
- 5.1. Используя результаты определения Δ_A , Δ_f по пунктам 3.5 и 4.4 Приложения 1 настоящего РЭ соответственно, вычислить основную относительную погрешность преобразования электрического заряда при доверительной вероятности 0,95 по формуле (11):

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

- где Δ_A нелинейность амплитудной характеристики, %;
 Δ_f неравномерность частотной характеристики, %;
 Δ_R погрешность измерения сопротивления нагрузки R_T , %;
 Δ_B погрешность вольтметра, %;
 $\Delta_{\text{Ч}}$ погрешность установки частоты, %;
 Δ_C погрешность емкости блока эталонных конденсаторов, %.
- 5.2. УС выдержал испытание, если вычисленное значение $\Delta_{\text{УС}}$ не превышает значений, указанных в п. 2.1.9.
6. Оформить результаты поверки.
- 6.1. Результаты поверки считают положительными, если характеристики УС удовлетворяют требованиям ТУ на прибор. В этом случае на УС выдают свидетельство о поверке по установленной форме.
- 6.2. При отрицательных результатах приборы к применению не допускают и на них выдают извещение о непригодности с указанием причин.