

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Усилители согласующие СИЭЛ–165Х

#### Назначение средства измерений

Усилители согласующие СИЭЛ–165Х (далее УС) предназначены для преобразования электрического заряда от пьезоэлектрического вибропреобразователя (ПЭВП) в переменное или постоянное напряжение, в постоянный ток или переменную составляющую тока, пропорциональные виброускорению, виброскорости и/или средним квадратическим значениям (СКЗ) виброскорости.

#### Описание средства измерений

УС состоит из дифференциального усилителя заряда (ДУЗ) и, в зависимости от модификации, из фильтра (ПФ), интегратора (ИНТ), детектора средних квадратических значений преобразуемой виброскорости, одного или нескольких масштабирующих усилителей (МУ) и источника питания (ИП).

Принцип действия УС основан на преобразовании заряда в выходное напряжение или ток. Электрический заряд, пропорциональный виброускорению, поступает от ПЭВП на вход ДУЗ, преобразуется в напряжение и фильтруется в заданной полосе частот ПФ. Для получения сигнала, пропорционального виброскорости к выходу ПФ подключается интегратор. Среднее квадратическое значение сигнала выделяется детектором. Необходимый тип выходного сигнала формируется с помощью соответствующего масштабирующего усилителя. Функциональные узлы УС питаются от гальванически изолированного источника питания. Внешние цепи УС подключаются с помощью клеммных соединителей.

УС разработаны в следующих модификациях, отличающихся типом выходного сигнала, значениями коэффициентов преобразования и количеством выходных сигналов:

- выходной сигнал - переменное напряжение, пропорциональное виброускорению:  
СИЭЛ–1651-001, СИЭЛ–1651-002, СИЭЛ–1651-005;
- выходной сигнал - переменное напряжение, пропорциональное виброускорению, при постоянном отрицательном выходном напряжении минус 10 В:  
СИЭЛ–1651N-001, СИЭЛ–1651N-005, СИЭЛ–1651N-010;
- 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 - 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.

УС изготавливаются для крепления на винты и на DIN-рейке.

Усилители согласующие модификаций СИЭЛ-1651N, СИЭЛ-1656 и СИЭЛ-1657 могут выпускаться с маркировкой взрывозащиты 1Exib IIC T6 X.

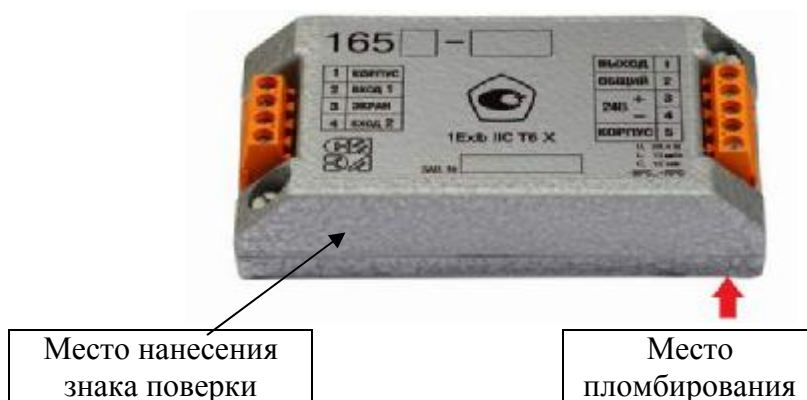


Рисунок 1 - Общий вид УС СИЭЛ-1651 ... СИЭЛ-1656

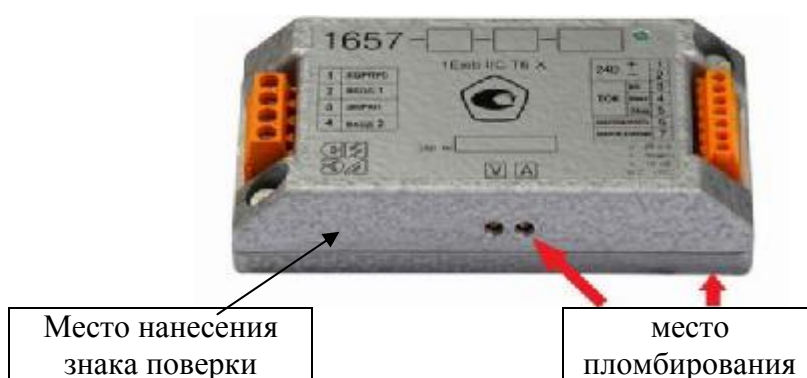


Рисунок 2 - Общий вид УС СИЭЛ-1657



Рисунок 3 - Общий вид УС СИЭЛ-1651K ... СИЭЛ-1657K

**Программное обеспечение**  
отсутствует.

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 1 - Метрологические характеристики

| Наименование характеристики                                                                                                                                             | Модификация УС                                                         | Значение       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1                                                                                                                                                                       | 2                                                                      | 3              |
| Номинальное значение коэффициента преобразования                                                                                                                        | СИЭЛ-1651-001                                                          | 1 мВ/пКл       |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1651-002                                                          | 2 мВ/пКл       |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1651-005                                                          | 5 мВ/пКл       |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1651N-001                                                         | 1 мВ/пКл       |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1651N-005                                                         | 5 мВ/пКл       |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1651N-010                                                         | 10 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-1656-100                                                          | 100 мА/(пКл·с) |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1656-160                                                          | 160 мА/(пКл·с) |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1656-250                                                          | 250 мА/(пКл·с) |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1657-0,5-010-080,<br>сигнал, пропорциональный<br>виброускорению   | 0,5 мВ/пКл     |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1657-0,5-010-080<br>сигнал, пропорциональный<br>виброскорости     | 10 В/(пКл·с)   |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1657-0,5-010-080<br>сигнал, пропорциональный<br>СКЗ виброскорости | 80 мА/(пКл·с)  |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1657-1,0-020-160<br>сигнал, пропорциональный<br>виброускорению    | 1,0 мВ/пКл     |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1657-1,0-020-160<br>сигнал, пропорциональный<br>виброскорости     | 20 В/(пКл·с)   |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1657-1,0-020-160<br>сигнал, пропорциональный<br>СКЗ виброскорости | 160 мА/(пКл·с) |
| Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте $f_B = 160$ Гц для всех модификаций, % |                                                                        | ±2,0           |
| Постоянное выходное напряжение при отсутствии входного сигнала, В                                                                                                       | СИЭЛ-1651N                                                             | -10,00±0,2     |
| Постоянный выходной ток при отсутствии входного сигнала, мА                                                                                                             | СИЭЛ-1652                                                              | 12,00±0,12     |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1656                                                              | 4,00±0,04      |
|                                                                                                                                                                         | СИЭЛ-1657 сигнал,<br>пропорциональный СКЗ<br>виброскорости             | 4,00±0,04      |

Продолжение таблицы 1

| 1                                                                                                                                               | 2                                                                                                                                | 3       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Максимальное значение амплитуды напряжения переменного тока, пропорционального виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм | СИЭЛ–1651                                                                                                                        | 5,0 В   |
|                                                                                                                                                 | СИЭЛ–1651N                                                                                                                       | 8,0 В   |
| Максимальное значение амплитуды силы переменного тока, пропорционального виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом       | СИЭЛ–1652                                                                                                                        | 8,0 мА  |
| Максимальное значение амплитуды напряжения переменного тока, пропорционального виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм  | СИЭЛ–1653                                                                                                                        | 5,0 В   |
| Максимальное значение силы постоянного тока, пропорционального СКЗ виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом              | СИЭЛ–1656                                                                                                                        | 16,0 мА |
| Максимальное значение амплитуды напряжения переменного тока, пропорционального виброускорению, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм | СИЭЛ–1657 (выход по виброускорению)                                                                                              | 5,0 В   |
| Максимальное значение амплитуды напряжения переменного тока, пропорционального виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм  | СИЭЛ–1657 (выход по виброскорости)                                                                                               | 5,0 В   |
| Максимальное значение силы постоянного тока, пропорционального СКЗ виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не более 500 Ом              | СИЭЛ–1657 (выход по СКЗ виброскорости)                                                                                           | 16,0 мА |
| Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более                                                                                            | СИЭЛ–1651, СИЭЛ–1651N и СИЭЛ–1657 (выход по виброускорению) в диапазоне (0,01 – 1,0) от максимального значения выходного сигнала | 1,0     |
|                                                                                                                                                 | СИЭЛ–1652 в диапазоне от 0,05 до 1,0 максимального значения выходного сигнала                                                    | 1,0     |
|                                                                                                                                                 | СИЭЛ–1653 и СИЭЛ–1657 (выход по виброскорости) в диапазоне от 0,02 до 1,0 максимального значения выходного сигнала               | 1,0     |
|                                                                                                                                                 | СИЭЛ–1656, СИЭЛ–1657 (выход по СКЗ виброскорости) в диапазоне от 0,05 до 1,0 максимального значения выходного сигнала            | 5,0     |

Продолжение таблицы 1

| 1                                                                                                                                                                          | 2                                                                              | 3              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Частотный диапазон, Гц                                                                                                                                                     | СИЭЛ–1651                                                                      | от 2 до 5000   |
|                                                                                                                                                                            | СИЭЛ–1651N                                                                     | от 1 до 10000  |
|                                                                                                                                                                            | СИЭЛ–1652                                                                      | от 5 до 2000   |
|                                                                                                                                                                            | СИЭЛ–1653                                                                      | от 10 до 1000  |
|                                                                                                                                                                            | СИЭЛ–1656                                                                      |                |
|                                                                                                                                                                            | СИЭЛ–1657 (выход по виброускорению)                                            | от 5 до 10000  |
|                                                                                                                                                                            | СИЭЛ–1657 (выходы по виброскорости и СКЗ виброскорости)                        | от 10 до 1000  |
| Неравномерность частотной характеристики, %, не более                                                                                                                      |                                                                                | 5,0            |
| Крутизна спадов АЧХ, дБ/окт., не менее                                                                                                                                     | СИЭЛ–1653, СИЭЛ–1656 и СИЭЛ–1657 (выходы по виброскорости и СКЗ виброскорости) | 18             |
|                                                                                                                                                                            | СИЭЛ–1651, СИЭЛ–1651N, СИЭЛ–1652 и СИЭЛ–1657 (выход по виброускорению)         | не нормируется |
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразования электрического заряда, %                                                                             | СИЭЛ–1651, СИЭЛ–1651N и СИЭЛ–1657 (выход по виброускорению)                    | ±6,0           |
|                                                                                                                                                                            | СИЭЛ–1653 и СИЭЛ–1657 (выход по виброскорости)                                 | ±6,0           |
|                                                                                                                                                                            | СИЭЛ–1656 и СИЭЛ–1657 (выход по СКЗ виброскорости)                             | ±8,0           |
| Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности преобразования электрического заряда, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С, % |                                                                                | ±0,5           |
| Нормальные условия измерений:                                                                                                                                              |                                                                                |                |
| - температура окружающего воздуха, °С                                                                                                                                      |                                                                                | от +15 до +25  |
| - относительная влажность воздуха при температуре 30 °С, %                                                                                                                 |                                                                                | от 30 до 80    |
| Рабочие условия применения:                                                                                                                                                |                                                                                |                |
| - температура окружающего воздуха, °С                                                                                                                                      |                                                                                | от -30 до +90  |
| - относительная влажность воздуха при температуре 30 °С, %, не более                                                                                                       |                                                                                | 90             |
| Примечание: для модификации УС СИЭЛ–1657 допускаются ограничение частотного диапазона для выхода виброскорости и СКЗ виброскорости                                         |                                                                                |                |

Таблица 2 – Технические характеристики

| Наименование характеристики                                 | Значение    |
|-------------------------------------------------------------|-------------|
| Напряжение питания постоянного тока, В:                     |             |
| для модификации СИЭЛ–1651N                                  | от 20 до 28 |
| для остальных модификаций                                   | от 16 до 32 |
| Ток потребления, мА, не более:                              |             |
| для модификации СИЭЛ–1651N                                  | 30          |
| для остальных модификаций                                   | 20          |
| Габаритные размеры, мм, не более:                           |             |
| - длина                                                     | 104         |
| - ширина                                                    | 54          |
| - высота                                                    | 24          |
| Габаритные размеры УС компактного исполнения, мм, не более: |             |
| - длина                                                     | 92          |
| - ширина                                                    | 33          |
| - высота                                                    | 99          |
| Масса, г, не более                                          | 150         |
| Средний срок службы, лет, не менее                          | 15          |

### Знак утверждения типа

наносится на маркировочный шильд УС методом шелкографии и на титульный лист руководства по эксплуатации и паспорта типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 3 - Комплектность средства измерений

| Наименование                                                                                                             | Обозначение           | Количество |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|
| Усилитель согласующий                                                                                                    | СИЭЛ-165X             | 1 шт.      |
| Паспорт                                                                                                                  | ТПКЦ.427710.111-0X ПС | 1 экз.     |
| Руководство по эксплуатации                                                                                              | ТПКЦ.427710.111 РЭ    | 1 экз.     |
| Методика поверки                                                                                                         | ТПКЦ.427710.111 МП    | 1 экз.     |
| Примечание: - руководство по эксплуатации и методика поверки поставляется по одному экземпляру на партию УС в один адрес |                       |            |

### Поверка

осуществляется по документу ТПКЦ.427710.111 МП «Усилители согласующие СИЭЛ–165X. Методика поверки», утвержденному ФБУ «Тест-С-Петербург» 02.08.2019 г.

Основные средства поверки:

- генератор сигналов произвольной формы 33220А (регистрационный № 32993-06);
- мультиметр Agilent 34401А (регистрационный № 54848-13);
- источник питания ПрофКиП Б5-71/1 (регистрационный № 58319-14).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится в паспорт УС в виде клейма и на УС в виде наклейки.

### Сведения о методах (методиках) измерений

приведены в эксплуатационной документации.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к усилителям согласующим СИЭЛ–165Х**

Государственная поверочная схема для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденная приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г.

ГОСТ 30296-95 Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов. Общие технические требования

ТПКЦ.427710.111-02 ТУ Усилители согласующие СИЭЛ–165Х. Технические условия

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Компания СИЭЛ»

(ООО «СИЭЛ»)

ИНН 7810742885

Адрес: 196105, г. Санкт-Петербург, Люботинский пр., д.5, литера Б, помещение 22Н, комната 27

Телефон: +7 (812) 648-0928

Web-сайт: [www.syel.ru](http://www.syel.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области»

(ФБУ «Тест-С.-Петербург»)

Адрес: 190103, г. Санкт-Петербург, ул. Курляндская, д. 1

Телефон: 8 (812) 244-62-28, 8 (812) 244-12-75

Факс: 8 (812) 244-10-04

E-mail: [letter@rustest.spb.ru](mailto:letter@rustest.spb.ru)

Аттестат аккредитации ФБУ «Тест-С.-Петербург» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311484 от 03.02.2016 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.