

# ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ИЗЛУЧАТЕЛИ И ДИНАМИКИ ФИРМЫ SONITRON

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРТЕЛИ SCS</b> .....	2	Конструкция .....	12
Введение .....	2	Обозначение при заказе .....	14
<b>SCS-17</b> .....	2	Принципы использования .....	14
Спецификация SCS-17 .....	2	Сводная информация по типонаминалам пьезокерамических громкоговорителей и многотональных звукоизлучателей .....	14
Обозначение при заказе .....	2	Модификация по запросу потребителя .....	14
Электрические параметры .....	2	Пайка и очистка .....	14
Конструкция .....	3		
<b>SCS-24</b> .....	3		
Спецификация SCS-24 .....	3		
Обозначения при заказе .....	3		
Электрические параметры .....	4		
Конструкция .....	4		
<b>SCS-32</b> .....	4		
Спецификация SCS-32 .....	4		
Обозначения при заказе .....	4		
Электрические параметры .....	4		
Конструкция .....	5		
<b>SCS-57</b> .....	5		
Спецификация SCS-57 .....	5		
Обозначения при заказе .....	6		
Электрические параметры .....	6		
Конструкция .....	6		
<b>SCS-77</b> .....	6		
Спецификация SCS-77 .....	7		
Обозначения при заказе .....	7		
Конструкция .....	7		
Электрические параметры .....	7		
Характеристики громкоговорителей .....	7		
Мощность, рассеиваемая в пьезокерамическом громкоговорителе при синусоидальном сигнале .....	8		
Применение изолирующего резистора ( $R_{ISO}$ ) .....	8		
Типичный пример проектирования .....	8		
Сравнение пьезокерамического громкоговорителя SCS-57 и электродинамического громкоговорителя по величине потребляемого тока .....	9		
Рекомендации по монтажу пьезокерамических громкоговорителей SCS .....	9		
<b>МНОГОТОНАЛЬНЫЕ ЗВУКОИЗЛУЧАТЕЛИ SMB</b> .....	11		
Особенности звукоизлучателей SMB .....	11		
Области применения .....	11		
Звукоизлучатели SMB-17CC, SMB-32CC, SMB-57CC .....	11		
Спецификация SMB-17CC, SMB-32CC, SMB-57CC .....	11		
Электрические параметры .....	11		
		<b>ЗВУКОИЗЛУЧАТЕЛИ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ</b> <b>СЕРИИ SMA</b> .....	15
		Спецификация SMA-13, SMA-17, SMA-21 .....	15
		Электрические параметры .....	15
		Конструкция .....	16
		Спецификация SMA-24, SMA-30 .....	18
		Электрические параметры .....	18
		Конструкция .....	18
		Обозначение при заказе .....	19
		Модификация по запросу потребителя .....	19
		Сводная информация по звукоизлучателям SMA .....	20
		Рекомендации по выбору звукоизлучателей SMA и SMAT .....	20
		<b>ЗВУКОИЗЛУЧАТЕЛИ SMAT</b> .....	21
		Спецификация SMAT-13, SMAT-17, SMAT-21, SMAT-24, SMAT-30 .....	21
		Электрические параметры .....	21
		Конструкция .....	22
		Схемы подключения .....	24
		Обозначение при заказе .....	24
		Сводная информация по звукоизлучателям SMAT .....	24
		<b>ЗВУКОИЗЛУЧАТЕЛИ СТАНДАРТНОЙ СЕРИИ</b> .....	25
		Спецификация звукоизлучателей стандартной серии .....	25
		Общие параметры .....	26
		Рекомендации по применению .....	26
		Электрические параметры .....	26
		Конструкция .....	28
		Обозначения при заказе .....	29
		Сводная информация по типонаминалам стандартной серии .....	30
		Модели для применения в военной технике .....	30
		Модификация по запросу потребителя .....	30
		<b>ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ</b> .....	31

# ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ SCS

## ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ SCS

### ВВЕДЕНИЕ

В течение всего времени своего существования фирма "Sonitron" находится на переднем крае исследований и разработок в области пьезокерамических аудио компонентов. Все это время фирма занималась улучшением характеристик излучателей звука на основе пьезокерамики в сочетании с металлическими мембранами и другими материалами. Благодаря этим усилиям весной 1997 г. был выпущен первый в мире широкополосный пьезокерамический громкоговоритель с полосой воспроизводимых частот 100 Гц ... 20 кГц. На сегодняшний день доступен целый ряд громкоговорителей, которые, благодаря своим миниатюрным размерам и монолитной конструкции, широко используются в промышленности и мультимедийном оборудовании.

### Особенности пьезокерамических громкоговорителей

- ♦ Плоская, монолитная конструкция;
- ♦ Передняя панель устойчива к ударам и непроницаема для воды и пыли;
- ♦ Работоспособность в широком диапазоне температур;
- ♦ Широкая полоса частот при малых размерах;
- ♦ Возможно комбинированное использование в качестве громкоговорителя и микрофона;
- ♦ Отсутствие электромагнитных полей;
- ♦ Малое энергопотребление на низкой частоте;
- ♦ Меньший ток по сравнению с электродинамическими головками;
- ♦ Акустический выход на 60% выше, чем у миниатюрных электродинамических громкоговорителей.

### Области применения

- ♦ Бытовая техника;
- ♦ Оборудование связи;
- ♦ Голосовые сигнальные устройства и дверные звонки;
- ♦ Компьютерное оборудование;
- ♦ Автомобильная техника;
- ♦ Торговые автоматы;
- ♦ Мультимедиа оборудование;
- ♦ Промышленное оборудование;
- ♦ Портативные устройства звукозаписи и т.д.

### SCS-17

Этот миниатюрный громкоговоритель был разработан для применения в условиях, когда требуется высокий уровень звука при ограниченном объеме и низком потреблении тока. Частотная характеристика громкоговорителя позволяет воспроизводить как музыку, так и речь в диапазоне частот от менее чем 1 кГц и вплоть до 8 кГц. Два резонансных пика на частотной характеристике на частотах 2.1 и 5.5 кГц обеспечивают высокий уровень звука при низких напряжениях. Громкоговоритель может монтироваться на корпусе изделия или на печатной плате. Существуют варианты исполнения для поверхностного монтажа.

### Особенности

- ♦ Очень малый размер;
- ♦ Пики частотной характеристики при 2.1 и 5.5 кГц;
- ♦ Устойчивость к изменению температуры;
- ♦ Устойчивая к ударам, непроницаемая для воды и пыли передняя панель.

### Применение

- ♦ Портативное оборудование;
- ♦ Компьютерное оборудование;
- ♦ Автомобильная техника;
- ♦ Многотональные генераторы звука.

### Спецификация SCS-17

Модель	SCS-17
Уровень звукового давления	См. частотную характеристику на рисунке
Максимум частотной характеристики (погрешность $\pm 15\%$ ), дБ(A)	2100 Гц — 88 дБ(A)
	55000 Гц — 88 дБ(A)
Полоса частот, Гц	700...8000
Эквивалентная емкость ( $\pm 20\%$ ), нФ	20
Рабочее напряжение, В	5...30
Импеданс на частоте 1000 Гц ( $\pm 20\%$ ), Ом	7597
Рабочий диапазон температур и диапазон температур хранения, °C	-40...+85
Долговечность (при 21 °C), ч	Более 2000 (непрерывная работа)
Вес, г	1.7

### Обозначение при заказе

Корпус с выводами — SCS-17-P10;

Корпус для поверхностного монтажа — SCS-17-S.

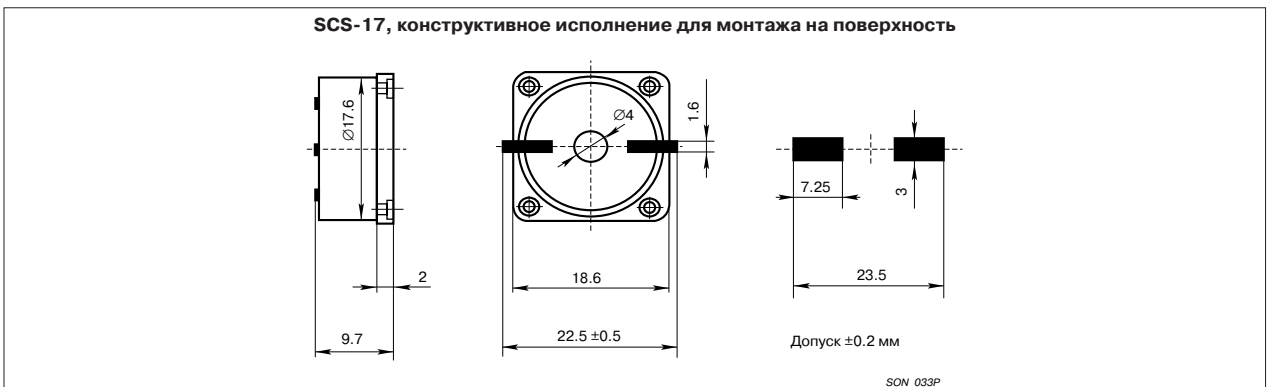
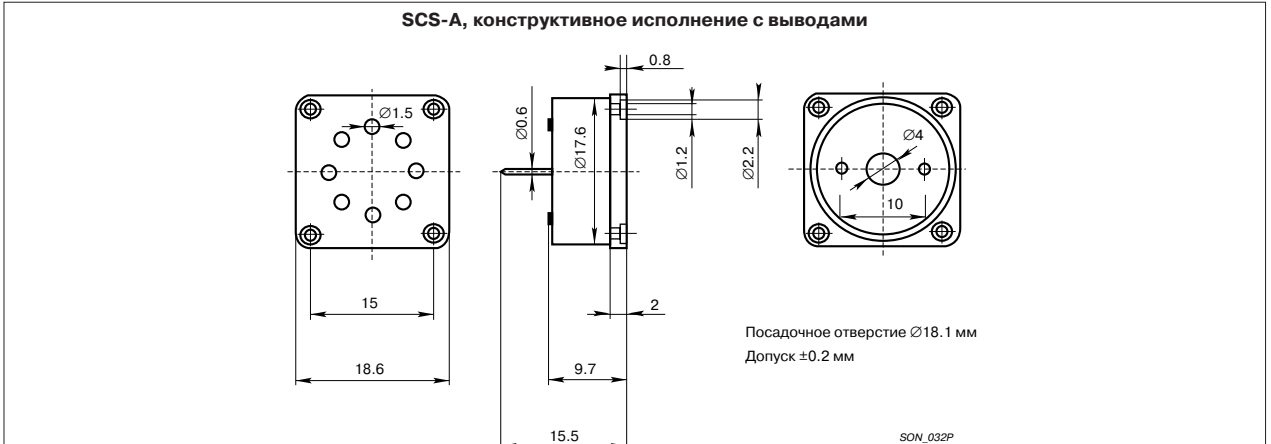
### Электрические параметры



Зависимость уровня звукового давления от частоты. Измеряется на расстоянии 30 см по оси прибора в свободном пространстве при амплитуде синусоидального напряжения 30 В и температуре воздуха 21°C. При измерении головка монтируется на закрытом корпусе размером 40 x 15 x 5 см. При амплитуде напряжения 10 В звуковое давление уменьшается в среднем на 6 дБ(A).

# ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ SCS

Конструкция (все размеры даны в миллиметрах)



## SCS-24

Этот миниатюрный громкоговоритель, также как и SCS-17, был разработан для применения в условиях, когда требуется высокий уровень звука при ограниченном объеме и низком потреблении тока. Частотная характеристика громкоговорителя позволяет воспроизводить как музыку, так и речь в диапазоне частот от менее чем 500 Гц и вплоть до 8 кГц. Три резонансных пика на частотной характеристике на частотах 700 Гц, 1.5 и 4.2 кГц обеспечивают высокий уровень звука при низких напряжениях. Громкоговоритель может монтироваться на корпусе изделия или на печатной плате, в том числе по технологии поверхностного монтажа.

### Особенности

- ♦ Очень малый размер;
- ♦ Пики частотной характеристики при 700 Гц, 1.5 и 4.2 кГц;
- ♦ Устойчивость к изменению температуры;
- ♦ Устойчивая к ударам и непроницаемая для воды и пыли передняя панель.

### Применение

- ♦ Портативное оборудование;
- ♦ Компьютерное оборудование;
- ♦ Автомобильная техника;
- ♦ Многотональные генераторы звука.

## Спецификация SCS-24

Модель	SCS-24
Уровень звукового давления	См. частотную характеристику
Максимумы частотной характеристики (погрешность $\pm 15\%$ ), дБ(А)	700 Гц — 60 дБ(А)
	1500 Гц — 90 дБ(А)
	4200 Гц — 94 дБ(А)
Полоса частот, Гц	800...8000
Эквивалентная емкость ( $\pm 20\%$ ), нФ	37
Рабочее напряжение, В	5...30
Импеданс на частоте 1000 Гц ( $\pm 20\%$ ), Ом	4300
Диапазон рабочих температур и температур хранения, °С	-40...+85
Долговечность (при 21 °С), ч	более 2000 (непрерывная работа)
Вес, г	4

### Обозначение при заказе

- В корпусе с выводами SCS-24-P17.5;
- В корпусе для поверхностного монтажа SCS-24-S.

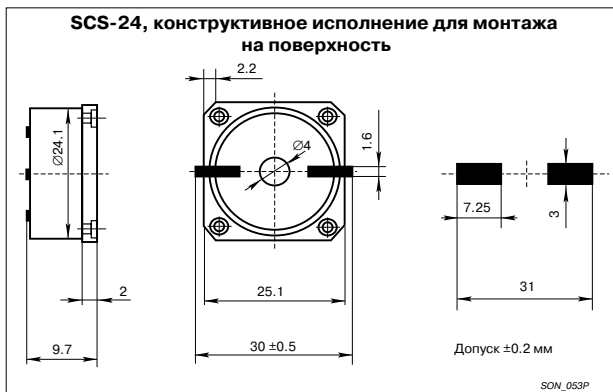
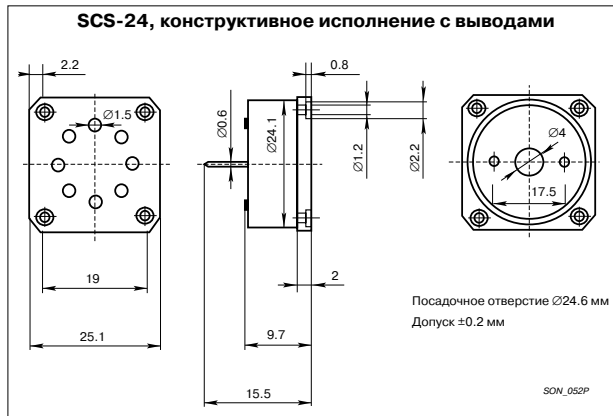
# ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ SCS

## Электрические параметры



Зависимость уровня звукового давления от частоты. Измеряется на расстоянии 30 см по оси прибора в свободном пространстве при амплитуде синусоидального напряжения 30 В и температуре воздуха 21° С. Головка при измерении смонтирована на закрытом корпусе размером 40 x 15 x 5 см. При амплитуде напряжения 10 В звуковое давление уменьшается в среднем на 6 дБ(А).

**Конструкция** (все размеры даны в миллиметрах)



## SCS-32

Этот миниатюрный громкоговоритель был разработан для применения в условиях, когда требуется высокий уровень звука при ограниченном объеме и низком потреблении тока. Частотная характеристика громкоговорителя позволяет воспроизводить как музыку, так и речь в диапазоне частот от менее чем 300 Гц и вплоть до 8 кГц. Четыре резонансных пика на частотной характеристике на частотах 700, 2500, 3100 и 4700 Гц обеспечивают высокий уровень звука при низких напряжениях. Громкоговоритель может монтироваться на корпусе изделия или на печатной плате. Существуют варианты исполнения как с выводами для монтажа в отверстия печатной платы, так и для поверхностного монтажа.

### Особенности

- ♦ Малый размер;
- ♦ Пики частотной характеристики при 700, 2500, 3100 и 4700 Гц;
- ♦ Устойчивость к изменению температуры;
- ♦ Устойчивая к ударам, непроницаемая для воды и пыли передняя панель.

### Применение

- ♦ Портативное оборудование;
- ♦ Компьютерное оборудование;
- ♦ Автомобильная техника;
- ♦ Многотональные генераторы звука.

### Спецификация SCS-32

Модель	SCS-32
Уровень звукового давления	См. частотную характеристику на рис. 3
Максимум частотной характеристики (погрешность $\pm 15\%$ ), дБ(А)	700 Гц — 86 дБ(А)
	2500 Гц — 96 дБ(А)
	3100 Гц — 94 дБ(А)
	4200 Гц — 81 дБ(А)
Полоса частот, Гц	300...8000
Эквивалентная емкость ( $\pm 20\%$ ), нФ	66
Рабочее напряжение, В	5...30
Импеданс на частоте 1000 Гц ( $\pm 20\%$ ), Ом	2400
Диапазон рабочих температур и температур хранения, °С	-40...+85
Долговечность (при 21 °С), ч	Более 2000 (непрерывная работа)
Вес, г	5.9

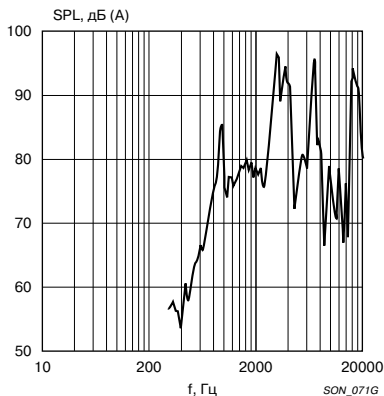
### Обозначение при заказе

Корпус с выводами SCS-32-P10;  
Корпус для поверхностного монтажа SCS-32-S.

### Электрические параметры

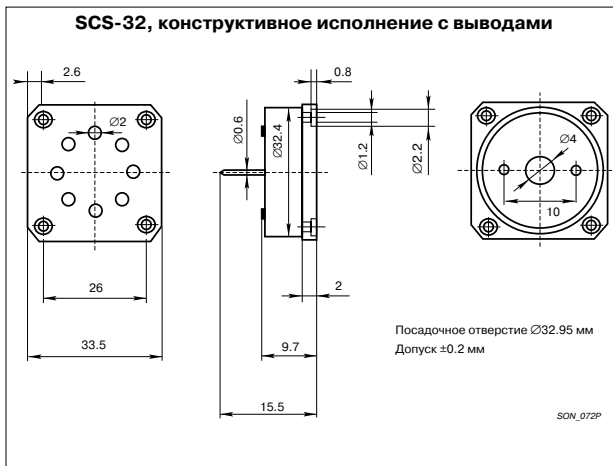
Зависимость уровня звукового давления от частоты. Измеряется на расстоянии 30 см по оси прибора в свободном пространстве при амплитуде синусоидального напряжения 30 В и температуре воздуха 21° С. Головка при измерении смонтирована на закрытом корпусе размером 40 x 15 x 5 см. При амплитуде напряжения 10 В звуковое давления уменьшается в среднем на 6 дБ(А).

**SCS-32, частотная характеристика**

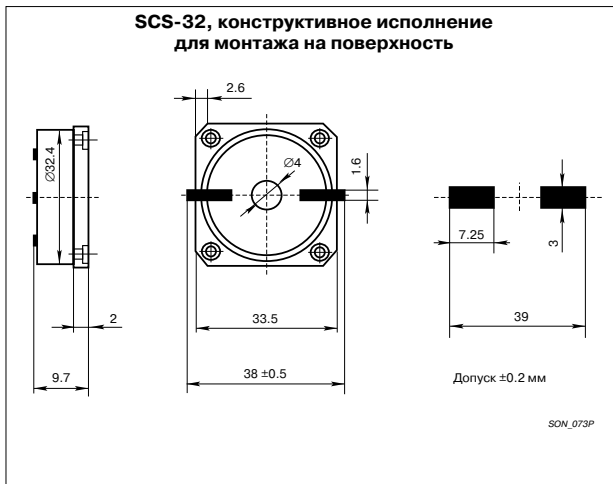


**Конструкция (все размеры даны в миллиметрах)**

**SCS-32, конструктивное исполнение с выводами**



**SCS-32, конструктивное исполнение для монтажа на поверхность**



**SCS-57**

Этот миниатюрный громкоговоритель был разработан для применения в устройствах, в которых требуется высокое качество звука. Частотная характеристика громкоговорителя позволяет воспроизводить как музыку, так и речь в диапазоне частот от менее чем 200 Гц и вплоть до 15 кГц. Пять резонансных пиков на частотной характеристике на частотах 260, 1100, 2500, 3000 и 5600 Гц обеспечивают высокий уровень звука при низких напряжениях. Громкоговоритель может монтироваться на корпусе изделия или на печатной плате. Выпускается в варианте исполнения с выводами для монтажа в отверстия печатной платы.

**Особенности**

- ♦ Малый размер;
- ♦ Пики частотной характеристики при 260, 1100, 2500, 3000 и 5600 Гц;
- ♦ Устойчивость к изменению температуры;
- ♦ Устойчивая к ударам, непроницаемая для воды и пыли передняя панель.

**Применение**

- ♦ Портативное оборудование;
- ♦ Компьютерное оборудование;
- ♦ Оборудование для мультимедиа применений;
- ♦ Автомобильная техника;
- ♦ Многотональные генераторы звука.

**Спецификация SCS-57**

Модель	SCS-57
Уровень звукового давления	См. частотную характеристику
Максимумы частотной характеристики (погрешность ±15%), дБ(А)	260 Гц — 72 дБ(А)
	1100 Гц — 83 дБ(А)
	2500 Гц — 90 дБ(А)
	3000 Гц — 90 дБ(А)
	5600 Гц — 74 дБ(А)
Полоса частот, Гц	200...15000
Эквивалентная емкость (±20%), нФ	150
Рабочее напряжение, В	5...30
Импеданс на частоте 1000 Гц (±20%), Ом	1000
Диапазон рабочих температур и температур хранения, °С	-40...+85
Долговечность (при 21 °С), ч	Более 2000 (непрерывная работа)
Вес, г	21.6

# ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ SCS

Обозначение при заказе

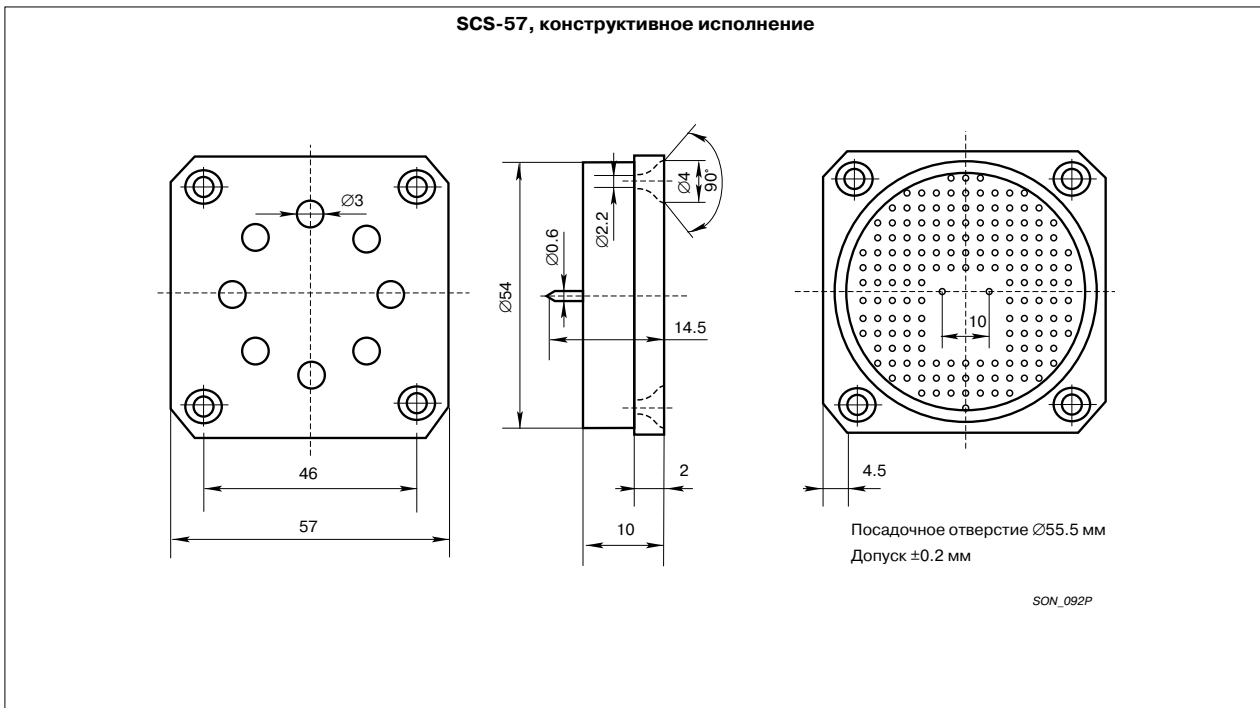
SCS-57-P10

Электрические параметры



Зависимость уровня звукового давления от частоты. Измеряется на расстоянии 1 м по оси прибора в свободном пространстве при амплитуде синусоидального напряжения 30 В и температуре воздуха 21 °С. Головка при измерении монтируется на закрытом корпусе размером 40 x 15 x 5 см. При амплитуде напряжения 10 В уровень звукового давления уменьшается в среднем на 6 дБ(А).

Конструкция (все размеры даны в миллиметрах)



SCS-77

Этот миниатюрный громкоговоритель был разработан для применения в приложениях, где требуется высокое качество звука. Частотная характеристика громкоговорителя позволяет воспроизводить как музыку, так и речь в диапазоне частот от менее чем 150 Гц и вплоть до 20 кГц. Пять резонансных пиков на частотной характеристике на частотах 280, 720, 1400, 2700 и 6500 Гц обеспечивают высокий уровень звука при низких напряжениях. Громкоговоритель может монтироваться на корпусе изделия или на печатной плате. Выпускается в варианте исполнения с выводами для монтажа в отверстия печатной платы.

Особенности

- ♦ Малый размер;
- ♦ Пики частотной характеристики: 280, 720, 1400, 2700 и 6500 Гц;
- ♦ Устойчивость к изменению температуры;
- ♦ Устойчивая к ударам, непроницаемая для воды и пыли передняя панель.

Применение

- ♦ Портативное оборудование;
- ♦ Компьютерное оборудование;
- ♦ Оборудование для мультимедиа применений;
- ♦ Автомобильная техника;
- ♦ Многонапольные генераторы звука.

# ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ SCS

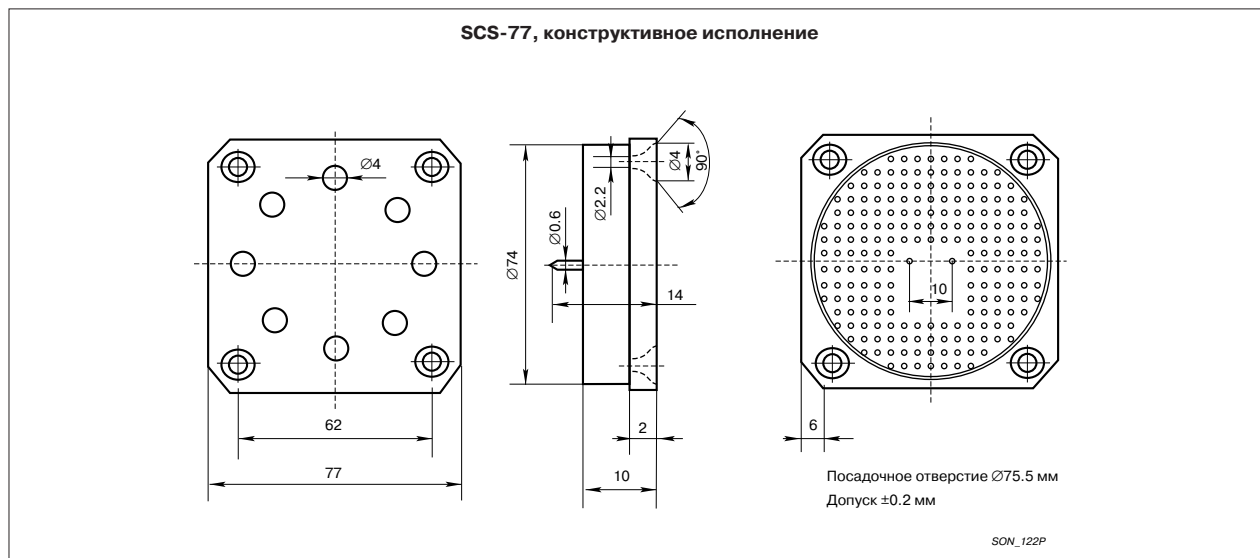
## Спецификация SCS-77

Модель	SCS-77
Уровень звукового давления	См. частотную характеристику
Максимумы частотной характеристики (погрешность ±15%), дБ(А)	280 Гц — 80 дБ(А)
	720 Гц — 80 дБ(А)
	1400 Гц — 90 дБ(А)
	2700 Гц — 88 дБ(А)
6500 Гц — 78 дБ(А)	
Полоса частот, Гц	150...20000
Эквивалентная емкость (±20%), нФ	380
Рабочее напряжение, В	5...30
Импеданс на частоте 1000 Гц (±20%), Ом	400
Диапазон рабочих температур и температур хранения, °С	-40...+85
Долговечность (при 21 °С), ч	Более 2000 (непрерывная работа)
Вес, г	43

### Обозначение при заказе

SCS-77-P10

### Конструкция (все размеры даны в миллиметрах)



## Электрические параметры

Зависимость уровня звукового давления от частоты. Измеряется на расстоянии 1 м по оси прибора в свободном пространстве при амплитуде синусоидального напряжения 70 В и температуре воздуха 21 °С. Головка при измерении смонтирована на закрытом корпусе размером 40 x 15 x 5 см. При амплитуде напряжения 30 В уровень звукового давления уменьшается в среднем на 10 дБ(А).



## ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

### Импеданс

Частотная зависимость импеданса определяется величиной емкости прибора:

$$Z = \frac{-j}{(2\pi \times f \times C)}$$

здесь:  $J = \sqrt{-1}$   
 f — частота;  
 C — емкость прибора.

# ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ SCS

Типичные значения импеданса приведены в таблице

Параметр	Модель				
	SCS-17	SCS-24	SCS-32	SCS-57	SCS-77
Емкость, нФ	20	37	66	150	380
Z(0.1 кГц), Ом	79577	43000	24114	10610	4000
Z(1 кГц), Ом	7957	4300	2411	1061	400
Z(2 кГц), Ом	3978	2150	1205	530	300
Z(5 кГц), Ом	1591	860	482	212	80
Z(10 кГц), Ом	795	430	241	106	40
Z(15 кГц), Ом	530	286	161	71	26
Z(20 кГц), Ом	397	215	121	53	20

## Мощность, рассеиваемая в пьезокерамическом громкоговорицеле при синусоидальном сигнале

Мощность, рассеиваемая на пьезокерамическом конденсаторе (не в области резонанса), определяется формулой:

$$P = 0.5 \times \omega \times C \times V^2 \times (\cos \varphi + D_F),$$

где:  $\omega = 2\pi \times f$ ;

$f$  — частота;

$C$  — емкость;

$V$  — амплитуда напряжения;

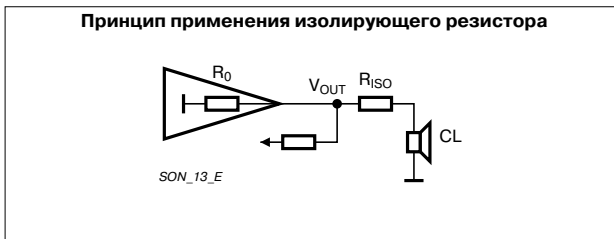
$\cos \varphi$  — косинус сдвига по фазе между током и напряжением.

В конденсаторе без потерь  $\cos \varphi = 0$ ;

$D_F$  — коэффициент, характеризующий диссипацию (потерю) энергии в материале пьезокерамики. Величина  $D_F$  зависит от материала и может находиться в пределах 0.4...2%. Именно потери, связанные с  $D_F$ , главным образом и определяют потери мощности в громкоговорицеле.

## Применение изолирующего резистора ( $R_{ISO}$ )

Для предотвращения самовозбуждения усилителя, работающего на емкостную нагрузку, необходима такая коррекция АЧХ системы, чтобы на частоте, на которой фазовый сдвиг достигает  $180^\circ$ , усиление было меньше единицы. Самым простым способом коррекции является включение между выходом усилителя и громкоговорицелем резистора  $R_{ISO}$ , как показано на рисунке.



Это приводит к появлению дополнительного нуля на АЧХ, а также уменьшает частоту полюса АЧХ, связанного с емкостным характером нагрузки.

Влияние дополнительного нуля приводит к появлению дополнительного фазового сдвига  $+45^\circ$  на частоте  $F_Z$

$$F_Z = (2\pi \times C \times R_{ISO})^{-1},$$

где:  $C$  — емкость нагрузки;

$R_{ISO}$  — величина резистора.

С дальнейшим ростом частоты дополнительный фазовый сдвиг увеличивается до  $+90^\circ$ .

Полюс приводит к появлению дополнительного фазового сдвига  $-45^\circ$  на частоте  $F_P$

$$F_P = (2\pi \times C \times (R_{ISO} + R_O))^{-1},$$

где:  $C$  — емкость нагрузки;

$R_{ISO}$  — величина резистора;

$R_O$  — выходное сопротивление усилителя.

С дальнейшим ростом частоты фазовый сдвиг увеличивается до  $-90^\circ$ .

Одновременное влияние полюса и нуля приводит на частоте единичного усиления  $f_1$  к дополнительному фазовому сдвигу:

$$\Delta\theta = \text{Arctan}(2\pi \times f_1 \times C \times R_{ISO}).$$

## Типичный пример проектирования

Рассмотрим применение громкоговорицеле SCS-77 в схеме с операционным усилителем фирмы Burr-Brown OPA547T.

Выходное сопротивление усилителя  $R_O$  в зависимости от режима составляет 1...50 Ом. Для расчета примем  $R_O = 40$  Ом.

Частота (полоса) единичного усиления  $f_1$  усилителя составляет 1 МГц.

Принимаем  $R_{ISO} = 6.5$  Ом.

Емкость нагрузки в случае SCS-77 составляет  $C = 330$  нФ.

Получаем

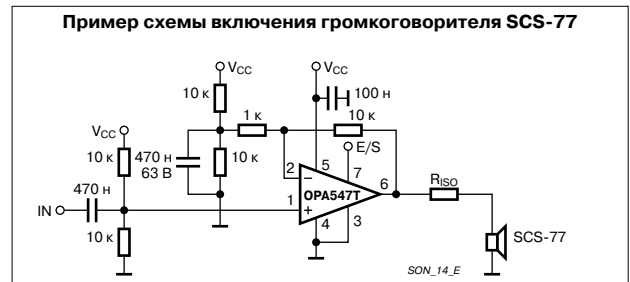
$$F_Z = (2\pi \times C \times R_{ISO})^{-1} = (2\pi \times 330 \text{ нФ} \times 6.5 \text{ Ом})^{-1} = 74 \text{ кГц},$$

$$F_P = (2\pi \times C \times (R_{ISO} + R_O))^{-1} = (2\pi \times 330 \text{ нФ} \times (6.5 \text{ Ом} + 40 \text{ Ом}))^{-1} = 11 \text{ кГц}.$$

Дополнительный фазовый сдвиг на частоте единичного усиления составляет

$$\Delta\theta = \text{Arctan}(2\pi \times f_1 \times C \times R_{ISO}) = \text{Arctan}(2\pi \times 1 \text{ МГц} \times 330 \text{ нФ} \times 6.5 \text{ Ом}) = 86^\circ.$$

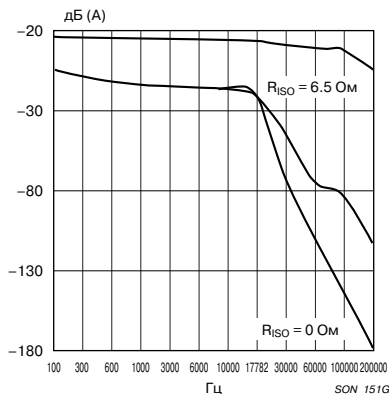
Схема включения представлена на рисунке.



АЧХ системы в полосе частот 100...20000 Гц с резистором  $R_{ISO}$  и без резистора  $R_{ISO}$  представлена на рисунке.



**АЧХ системы на усилителе OPA547T с резистором R<sub>ISO</sub> и без резистора R<sub>ISO</sub>**



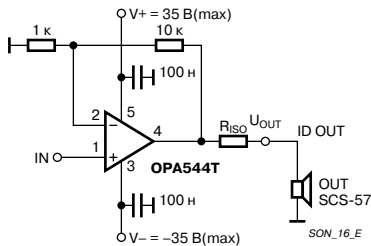
Из рисунка видно, что появление дополнительного нуля АЧХ на частоте 74 кГц при использовании резистора R<sub>ISO</sub> = 6.5 Ом увеличивает устойчивость, обеспечивая запас по фазе 68°.

### Сравнение пьезокерамического громкоговорителя SCS-57 и электродинамического громкоговорителя по величине потребляемого тока

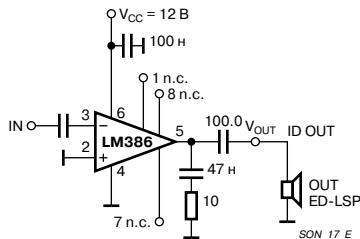
Для сравнения использовался электродинамический громкоговоритель (ЭДГ) с сопротивлением катушки 16 Ом и диаметром диффузора 68 мм.

Сравнение проводилось в полосе частот 200 Гц...8 кГц. Схемы включения приведены на рисунке.

**Схема включения пьезокерамического громкоговорителя при измерениях**



**Схема включения электродинамического громкоговорителя при измерениях**



На громкоговорители подавался синусоидальный сигнал и измерялось звуковое давление по оси громкоговорителя на расстоянии 1 м. Амплитуда синусоидального напряжения для SCS-57 составляла 30 В, а для ЭДГ — 2 В.

Результаты измерения приведены в таблице.

Частота, Гц	SCS-57		ЭДГ	
	Ток, мА	Звуковое давление, дБ(А)	Ток, мА	Звуковое давление, дБ(А)
200	7	65	100	68
500	14	68	100	71
1000	32	73	100	73
1500	41	69	100	70
2000	57	71	100	73
3000	79	95	100	73
4000	98	68	100	76
5000	123	60	100	69
6000	158	70	100	70
7000	160	77	100	66
8000	192	68	86	77
Среднее значение	87	71	98	71

Из таблицы получим среднее звуковое давление на единицу среднего тока:

для пьезокерамического громкоговорителя — 0.72 мА/дБ(А);  
для электродинамического громкоговорителя — 0.81 мА/дБ(А).

Площадь мембраны (диффузора) составляет:  
для пьезокерамического громкоговорителя — 2550 мм<sup>2</sup>;  
для электродинамического громкоговорителя — 3629 мм<sup>2</sup>.

Тогда среднее звуковое давление на единицу среднего тока и единицу площади мембраны (диффузора):

для пьезокерамического громкоговорителя:  
 $0.81 \text{ дБ(А)}/3629 \text{ мм}^2 = 31.5 \text{ дБ(А)}/(\text{мА мм}^2)$ ;  
для электродинамического громкоговорителя:  
 $0.72 \text{ дБ(А)}/2550 \text{ мм}^2 = 19.5 \text{ дБ(А)}/(\text{мА мм}^2)$ .

Отношение этих двух величин равно 1.6.

Таким образом, проведенные расчеты показывают, что при равных площадях мембраны (диффузора) и равном потребляемом токе уровень создаваемого звукового давления для пьезокерамического громкоговорителя на 60% выше, чем у электродинамического громкоговорителя.

### Рекомендации по монтажу пьезокерамических громкоговорителей SCS

Для громкоговорителей с колеблющейся мембраной звук формируется как передней, так и задней стороной мембраны. Понятно, что звуковые волны, формируемые передней и задней сторонами мембраны, находятся в противофазе. Иначе говоря, если при движении вперед во фронтальной области громкоговорителя формируется фронт волны с избыточным давлением, то одновременно

## ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ SCS

с обратной стороны мембраны формируется область с пониженным давлением и наоборот. Это приводит к тому, что если не изолировать фронтальную область громкоговорителя от его тыльной стороны, то из-за взаимной компенсации звуковых сигналов фронтальной и тыльной частей громкоговорителей будет происходить значительное ослабление излучаемого звука.

Эффективно решается эта проблема при размещении громкоговорителя на передней панели корпуса оборудования. Корпус изолирует фронтальную часть громкоговорителя от сигналов, излучаемых тыльной стороной, и решает проблему ослабления звука.



Возможно также размещение громкоговорителя на плоской панели — так, как это изображено на рисунке. Рекомендуемые минимальные размеры панелей для громкоговорителей типа SCS приведены в таблице.

Тип громкоговорителя	Минимальный размер панели, м
SCS-77	1 x 1
SCS-57	0.7 x 0.7
SCS-32	0.5 x 0.5
SCS-24	0.3 x 0.3
SCS-17	0.3 x 0.3

При монтаже на материнской плате PC рекомендуется предусмотреть под громкоговорителем отверстие в печатной плате диаметром не менее 5 мм.

