

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



А.Н. Щипунов

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уши искусственные CRYSOUND

Методика поверки

МП 340-10-23

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки ушей искусственных CRY SOUND (далее – УИ), используемых в качестве средства измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений звукового давления в воздушной среде и аудиометрических шкал.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы звукового давления в воздушной среде в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 ноября 2018 г. № 2537, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 19-2018.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сравнения результата измерения поверяемым средством измерений со значением, определенным эталоном.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При поверке выполнять операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр средства измерений | да | да | 6 |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | да | да | 7 |
| Определение эквивалентного объема капсуля микрофонного из состава УИ (для модификации тип 317) | да | да | 8.1 |
| Определение уровня чувствительности на частоте 250 Гц микрофона ¹ из состава УИ, диапазона частот и относительной погрешности измерений уровня звукового давления в камере связи | да | да | 8.2 |
| Определение эффективного объема УИ (для модификаций тип 317, тип 319 и тип 711) | да | да | 8.3 |
| Определение уровня акустического передаточного сопротивления УИ (для модификаций тип 318 и тип 711) | да | да | 8.4 |
| Определение частоты первого резонанса внутренней полости УИ (для модификации тип 711) | да | да | 8.5 |
| Определение уровня собственных шумов | да | да | 8.6 |
| Оформление результатов поверки | да | да | 9 |

¹ Здесь и далее, под микрофоном понимается комбинация капсуля микрофонного и предварительного усилителя

Не предусмотрена возможность проведения поверки в сокращенном объеме.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха..... от 20 °С до 26 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха.....от 30 до 60 %;
- атмосферное давление от 97 до 103 кПа;
- фоновый уровень звука..... не более 40 дБС.

При поверке должны соблюдаться указания требования эксплуатационной документации поверяемого средства измерений, требования правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных технических средств.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|--|
| п. 7.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +20 до +26 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 % до 65 % с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 97 до 105 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа. Средства измерений уровня звука с частотной коррекцией С – шумомеры 1-го класса в соответствии с ГОСТ Р 53188.1-2019 (или более ранних версий) | Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 53505-13; Шумомеры-виброметры, анализаторы спектра ЭКОФИЗИКА-110А (рег. № 73243-18) |
| п. 8.1 Определение эквивалентного объема капсуля микрофонного из состава УИ (для модификации тип 317) | Средства измерений эквивалентного объема капсуля микрофонного, с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,1$ дБ | Приборы калибровочные 4143 (рег. № 7186-79) |
| п. 8.2 Определение уровня чувствительности на частоте 250 Гц микрофона из состава УИ, диапазона частот и относительной погрешности | Эталоны единицы звукового давления в воздушной среде – излучатели звука, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по Государственной поверочной схеме для средств измерений звукового давления в воздушной среде и аудиометрических шкал (утверждена Приказом Росстандарта № 2537 от 30.11.2018) (далее – ГПС) на частоте 250 Гц с пределами | Пистонфоны 4228 (рег. № 67482-17) |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|--|
| измерений уровня звукового давления в камере связи | <p>допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,15$ дБ;</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока с пределами допускаемых относительных погрешностей не более $\pm 1 \cdot 10^{-2}$;</p> <p>Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц с пределами допускаемых относительных погрешностей по частоте не более $\pm 1 \cdot 10^{-3}$</p> <p>Средства измерений чувствительности конденсаторных микрофонов методом взаимности в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,1$ дБ.</p> <p>Вспомогательное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - источники питания микрофонные IEPE (ICP); - специальные адаптеры | <p>Мультиметры цифровые 34410A (рег. № 47717-11);</p> <p>Генераторы сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 (рег. № 45344-10);</p> <p>Приборы калибровочные 4143 (рег. № 7186-79)</p> <p>Вспомогательное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - блок питания измерительных микрофонов GRAS 12AQ |
| п. 8.3 Определение эффективного объема УИ (для модификаций тип 317, тип 319 и тип 711) | <p>Средства измерений линейных размеров от 0 до 50 мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ± 5 мкм.</p> <p>Средства измерений внутренних размеров и глубин в диапазоне от 0 до 250 мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,05$ мм.</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока с пределами допускаемых относительных погрешностей не более $\pm 1 \cdot 10^{-2}$;</p> <p>Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц с пределами допускаемых относительных погрешностей по частоте не более $\pm 1 \cdot 10^{-3}$</p> <p>Микрофоны конденсаторные измерительные тип LS2P</p> | <p>Микроскопы измерительные ИМ (рег. № 89837-23);</p> <p>Штангенциркули ШЦ (рег. № 52058-12);</p> <p>Системы для анализа сигналов многоканальные «PULSE» (рег. № 17590-04);</p> <p>Генераторы сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 (рег. № 45344-10);</p> <p>Капсюли микрофонные измерительные конденсаторные</p> |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|---|--|
| | <p>Микрофоны конденсаторные измерительные тип WS3P</p> <p>Вспомогательное оборудование: Устройства для реализации метода взаимности</p> | <p>4180 (рег. № 38616-08); Капсюли измерительные конденсаторных микрофонов 4136 (рег. № 7155-79)</p> <p>Вспомогательное оборудование: излучатели Bruel & Kjaer тип ZE 0796, блоки метода взаимности Bruel & Kjaer тип 5998</p> |
| п. 8.4 Определение уровня акустического передаточного сопротивления УИ (для модификаций тип 318 и тип 711) | <p>Средства измерений напряжения переменного тока с пределами допускаемых относительных погрешностей не более $\pm 1 \cdot 10^{-2}$;</p> <p>Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц с пределами допускаемых относительных погрешностей по частоте не более $\pm 1 \cdot 10^{-3}$</p> <p>Микрофоны конденсаторные измерительные тип LS2P</p> <p>Вспомогательное оборудование: Устройства для реализации метода взаимности</p> | <p>Системы для анализа сигналов многоканальные «PULSE» (рег. № 17590-04); Генераторы сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 (рег. № 45344-10);</p> <p>Капсюли микрофонные измерительные конденсаторные 4180 (рег. № 38616-08); Вспомогательное оборудование: излучатели Bruel & Kjaer тип ZE 0796, блоки метода взаимности Bruel & Kjaer тип 5998</p> |
| п. 8.5 Определение частоты первого резонанса внутренней полости УИ (для модификации тип 711) | <p>Средства измерений напряжения переменного тока с пределами допускаемых относительных погрешностей не более $\pm 1 \cdot 10^{-2}$;</p> <p>Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц с</p> | <p>Системы для анализа сигналов многоканальные «PULSE» (рег. № 17590-04); Генераторы сигналов сложной формы со</p> |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|--|
| | <p>пределами допускаемых относительных погрешностей по частоте не более $\pm 1 \cdot 10^{-3}$</p> <p>Микрофоны конденсаторные измерительные тип WS3P</p> <p>Вспомогательное оборудование: Устройства для реализации метода взаимности</p> | <p>сверхнизким уровнем искажений DS360 (рег. № 45344-10);</p> <p>Капсюли измерительные конденсаторных микрофонов 4136 (рег. № 7155-79)</p> <p>Вспомогательное оборудование: излучатели Bruel & Kjaer тип ZE 0796, блоки метода взаимности Bruel & Kjaer тип 5998</p> |
| п. 8.6 Определение уровня собственных шумов | <p>Средства измерений напряжения переменного тока с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 3,5$ % и встроенными третьоктавными фильтрами с номинальными центральными частотами в диапазоне от 100 до 10000 Гц</p> <p>Вспомогательное оборудование: - источники питания микрофонный IEPЕ (ICP); - акустические заглушенные камеры с уровнем фонового шума не более 14 дБА</p> | <p>Преобразователь напряжения измерительный цифровой ЭКОФИЗИКА-110А (рег. № 73243-18)</p> <p>Вспомогательное оборудование: блок питания измерительных микрофонов GRAS 12AQ</p> |

Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования пункта 4 руководства по эксплуатации ИУ и средств поверки.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При проведении внешнего осмотра проверить отсутствие механических повреждений корпуса УИ и мембраны капсюля микрофонного из состава УИ, ослабления крепления элементов конструкции.

6.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования п. 6.1.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- изучить руководство по эксплуатации на поверяемое УИ и используемые средства поверки;
- проверить комплектность поверяемого УИ;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в руководстве по эксплуатации).

7.2 Контроль условий поверки

Измерить температуру окружающего воздуха, относительную влажность окружающего воздуха непосредственно на месте поверки, атмосферное давление в помещении и фоновый уровень звука.

7.3 Опробование

К источнику питания микрофонов из состава эталона с помощью BNC-кабеля подключить предварительный усилитель. Выход источника питания микрофонов подключить к вольтметру из состава эталона. Включить питание приборов.

Отвинтить акустическую камеру связи УИ, установить на микрофон из состава УИ калибратор акустический из состава эталона. С помощью калибратора акустического подать звуковой сигнал. По изменению показаний вольтметра убедиться, что микрофон из состава УИ реагирует на акустический сигнал.

7.4 Результаты подготовки к поверке и опробования средства измерений считать положительными, если выполнены требования раздела 3 и п. 7.3 настоящей методики.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

8.1 *Определение эквивалентного объема капсуля микрофонного из состава УИ (для модификации тип 317)*

8.1.1 Эквивалентный объем капсуля микрофонного из состава УИ модификации тип 317 определить с помощью прибора калибровочного 4143.

8.1.2 Результаты поверки считаются положительными, если значение эквивалентного объема капсуля микрофонного тип 312 из состава УИ находится в диапазоне $130 \pm 30 \text{ мм}^3$.

8.2 *Определение уровня чувствительности на частоте 250 Гц микрофона из состава УИ, диапазона частот и относительной погрешности измерений уровня звукового давления в камере связи*

8.2.1 Определение уровня чувствительности на частоте 250 Гц микрофона из состава УИ модификаций тип 317, тип 318 и тип 319

8.2.1.1 Уровень чувствительности микрофона из состава УИ модификаций тип 317, тип 318 и тип 319 на частоте 250 Гц определить методом сличения при помощи компаратора звукового давления (далее – КомпЗД) по схеме, приведенной на рисунке 1.

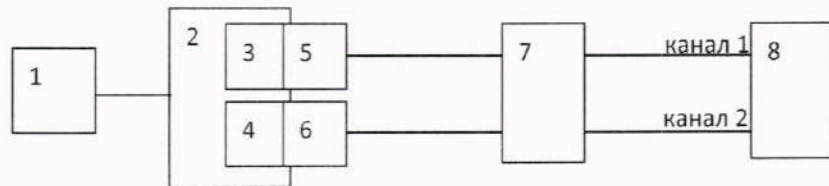
8.2.1.2 Выполнить следующие операции:

- установить поверяемый капсюль 4 с предусилителем 6 из состава УИ в камеру КомпЗД, при этом вставлять в КомпЗД до упора, не применяя чрезмерных усилий, плавно, без рывков и перекосов;

- после установки капсуля с предусилителем в КомпЗД подождать не менее 1 минуты;

- установить на генераторе синусоидальный сигнал частотой 250 Гц и напряжением $5 \text{ В}_{\text{свз}}$ и подать его на источник звука (телефон) в КомпЗД;

- измерить вольтметром 8 на выходах источника питания 7 (каналы 1 и 2) напряжения U_1 и U_2 (В), соответственно (при выполнении измерений контролировать значение сигнала – оно должно быть выше помех более чем в 10 раз).



1 – генератор сигналов; 2 – КомпЗД; 3 – эталонный капсюль; 4 – капсюль из состава УИ;
5 – предусилитель микрофонный; 6 – предусилитель из состава УИ;
7 – источник питания микрофонный; 8 – вольтметр

Рисунок 1

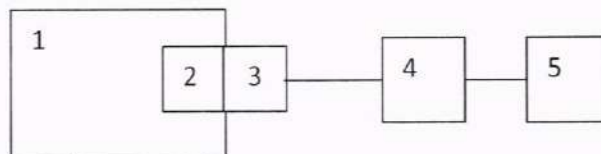
8.2.1.3 Вычислить уровень чувствительности $L_M(250)$ (дБ (исх. 1 В/Па)) микрофона на частоте 250 Гц по формуле (1):

$$L_M(250) = L_{\text{эт}} + 20 \log_{10} \frac{U_2}{U_1} + \Delta K_{\text{пу}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{эт}}$ – уровень чувствительности по давлению на частоте 250 Гц эталонного капсюля 3 с предусилителем 5 и источником питания 7 (канал 1), дБ (исх. 1 В/Па);
 U_1 – напряжение с выхода источника питания 7 (канал 1) эталонного капсюля, В;
 U_2 – напряжение с выхода источника питания 7 (канал 2) проверяемого капсюля, В;
 $\Delta K_{\text{пу}}$ – поправка, равная усилению предусилителя 6, нагруженного на капсюль соответствующего типа, взятая с обратным знаком, дБ.

8.2.2 Определение уровня чувствительности на частоте 250 Гц УИ модификации тип 711

Значение чувствительности $M_{372}(250)$ (В/Па) микрофона из состава УИ модификаций тип 711 на частоте 250 Гц определить методом пистонфона по схеме, приведенной на рисунке 2.

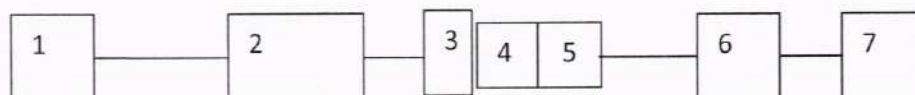


1 – пистонфон; 2 – капсюль из состава УИ; 3 – предусилитель из состава УИ;
4 – блок питания; 5 – вольтметр

Рисунок 2

8.2.3 Определение диапазона частот и относительной погрешности измерений уровня звукового давления в камере связи УИ модификаций тип 317, тип 318 и тип 319

Измерения выполнять по схеме, приведенной на рисунке 3.



1 – генератор сигналов; 2 – блок питания ЭВ; 3 – ЭВ; 4 – капсюль из состава УИ;
5 – предусилитель из состава УИ; 6 – блок питания; 7 – вольтметр

Рисунок 3

Проверяемый капсюль 4 с предусилителем 5 из состава УИ установить в вертикальном положении мембраной вверх. Клемму заземления блока питания ЭВ 2 соединить с предусилителем, защитную сетку с капсюля 4 осторожно снять, на капсюль установить ЭВ 3. При выполнении этих операций соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить мембрану капсюля. ЭВ подключить к выходу блока питания с постоянным напряжением +800 В.

С генератора 1 на блок питания ЭВ 2 подать синусоидальный сигнал частотой 250 Гц и напряжением 0,5 В_{схз}. Усиление усилителя установить таким, чтобы показания вольтметра

находились в пределах от 0,1 до 1 В_{свз}. Вольтметром 7 измерить напряжение U_{250} . Перестраивать частоту генератора по остальным частотам третьоктавного ряда от нижней (124 Гц для модификаций тип 317, тип 319 и 100 Гц – для тип 318) до верхней (8000 Гц для модификаций тип 317, тип 319 и 10000 Гц – для тип 318) границы диапазона частот УИ. На каждой частоте вольтметром 7 измерить напряжение U_f . При выполнении измерений контролировать, чтобы сигнал был выше значения собственных шумов не менее, чем в 10 раз (20 дБ).

Уровень чувствительности $L_M(f)$ (дБ (исх. 1 В/Па)) микрофона из состава УИ на номинальных частотах третьоктавных полос соответствующего диапазона частот (по таблице 5) вычислить по формуле (2):

$$L_M(f) = L_M(250) + 20 \log_{10} \frac{U_f}{U_{250}} + \Delta_{уст}, \quad (2)$$

где U_f – напряжение, измеренное вольтметром 7, на частоте измерений, В;
 U_{250} – напряжение, измеренное вольтметром 7, на частоте 250 Гц, В;
 $\Delta_{уст}$ – поправка на неравномерность измерительного тракта эталона на частоте измерений, дБ.

Относительную погрешность $\delta(f)$ (дБ) измерений уровня звукового давления в соответствующем диапазоне частот (по таблице 5) вычислить по формуле (3):

$$\delta(f) = L_M(f) - L_M(250). \quad (3)$$

8.2.4 Определение диапазона частот и относительной погрешности измерений уровня звукового давления в камере связи УИ модификации тип 711

Значение чувствительности $M_{372}(f)$ (В/Па) микрофона из состава УИ на номинальных частотах третьоктавных полос в диапазоне от 100 до 10000 Гц определить с помощью прибора калибровочного 4143, используя обратимый микрофон в качестве излучателя и комплект специальных адаптеров.

По формуле (4) рассчитать неравномерность $\Delta_{500}(f)$ (дБ) частотной характеристики относительно 500 Гц:

$$\Delta_{500}(f) = 20 \log_{10} \frac{M_{372}(f)}{M_{372}(500)}. \quad (4)$$

По формуле (5) рассчитать относительную погрешность $\delta_{711}(f)$ (дБ) измерений уровня звукового давления:

$$\delta_{711}(f) = \Delta_{500}(f) - \Delta_{ном}(f), \quad (5)$$

где $\Delta_{ном}(f)$ – номинальная неравномерность частотной характеристики относительно 500 Гц (таблица 3), дБ.

Таблица 3

| Частота, Гц | Номинальная неравномерность частотной характеристики относительно 500 Гц в соответствии с ИЕС 60318-4, дБ |
|-------------|---|
| 100 | -0,3 |
| 125 | -0,2 |
| 160 | -0,2 |
| 200 | -0,1 |
| 250 | -0,1 |
| 315 | -0,1 |
| 400 | 0,0 |
| 500 | 0,0 |
| 630 | 0,1 |
| 800 | 0,2 |
| 1000 | 1,6 |

| Частота, Гц | Номинальная неравномерность частотной характеристики относительно 500 Гц в соответствии с ИЕС 60318-4, дБ |
|-------------|---|
| 1250 | 3,3 |
| 1600 | 4,5 |
| 2000 | 5,2 |
| 2500 | 6,0 |
| 3150 | 6,9 |
| 4000 | 8,0 |
| 5000 | 9,3 |
| 6300 | 11,4 |
| 8000 | 13,7 |
| 10000 | 18,0 |

8.2.5 Результаты поверки считать положительными, если:

- уровень чувствительности на частоте 250 Гц микрофонов² из состава УИ находится в пределах допусков, приведённых в таблице 4;
- при периодической поверке отклонение (разность) уровня чувствительности на частоте 250 Гц микрофона из состава УИ от соответствующего уровня чувствительности, определённого при предыдущей поверке, находится в пределах допусков, приведённых в таблице 4;
- относительная погрешность $\delta(f)$ измерений уровня звукового давления в пределах допусков для соответствующих частот, приведённых в таблице 5.

Таблица 4

| Тип УИ/капсюль микрофонный/ усилитель предварительный | Допуск | |
|---|---|--|
| | Уровень чувствительности, дБ (исх. 1 В/Па) | Отклонение ³ за МПИ ⁴ , дБ |
| 317/312/CRY508C | -26,0±2,0 | ±0,25 |
| 318/332/CRY508A | -29,0±2,0 | ±0,25 |
| 319/372/CRY510 | -38,0±2,0 | ±0,25 |
| 711/372/CRY508A (CRY506) | -38,0±2,0 | ±0,6 |

Таблица 5

| Частота, Гц | Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня звукового давления в камере связи, дБ | | | |
|----------------|--|---------|---------|---------|
| | тип 317 | тип 318 | тип 319 | тип 711 |
| 100 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 125 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 160 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 200 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 315 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 400 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 500 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,3 |
| 630 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 800 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 1000 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 1250 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 1600 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 2000 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,8 |
| 2500 | ±0,75 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,8 |
| 3150 | ±1,0 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,9 |

² Для типа 711 чувствительность УИ – комбинация микрофона и камеры связи

³ Учитывается только при периодической поверке

⁴ Межповерочный интервал – 1 год

| Частота, Гц | Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня звукового давления в камере связи, дБ | | | |
|----------------|---|---------|---------|---------|
| | тип 317 | тип 318 | тип 319 | тип 711 |
| 4000 | ±1,25 | ±0,5 | ±0,5 | ±1,0 |
| 5000 | ±1,5 | ±0,75 | ±0,75 | ±1,2 |
| 6300 | ±1,75 | ±1,0 | ±1,0 | ±1,2 |
| 8000 | ±2,0 | ±1,25 | ±1,25 | ±1,7 |
| 10000 | — | ±1,5 | — | ±2,2 |

8.3 Определение эффективного объема УИ (для модификаций тип 317, тип 319 и тип 711)

8.3.1 Определение эффективного объема УИ модификации тип 317

8.3.1.1 На капсуль микрофонный тип 312 из состава УИ установить кольцевой адаптер вместо штатной защитной сетки.

8.3.1.2 Определить глубину h_{fr} (мм) передней полости капсуля микрофона из состава УИ с помощью биологического микроскопа. Стойку микроскопа, связанную с часовой головкой, передвигать вертикально, фокусируя первоначально на торец микрофона, а затем на мембрану микрофона. Глубина передней полости микрофона соответствует отсчету по часовой головке.

По формуле (6) рассчитать объем передней полости микрофона V_{fr} (мм³) из состава УИ с установленным кольцевым адаптером:

$$V_{fr} = \pi d_{fr}^2 h_{fr} / 4, \quad (6)$$

где $d_{fr} = 18,6$ мм – типовой диаметр передней полости капсуля микрофонного конденсаторного тип 312.

8.3.1.3 Установить капсуль микрофонный тип 312 в УИ.

С помощью штангенциркуля провести не менее 10 измерений диаметра акустической камеры связи УИ. В качестве диаметра d (мм) акустической камеры связи УИ принять среднее арифметическое результатов измерений.

С помощью штангенциркуля провести не менее 10 измерений глубины акустической камеры связи УИ от её верха до адаптерного кольца. В качестве глубины h (мм) акустической камеры связи УИ принять среднее арифметическое результатов измерений.

8.3.1.4 Рассчитать эффективный объем УИ V_{eff} (мм³) по формуле (7):

$$V_{eff} = V + V_{fr} + V_{eq}, \quad (7)$$

где $V = \pi d^2 h / 4$, мм³;

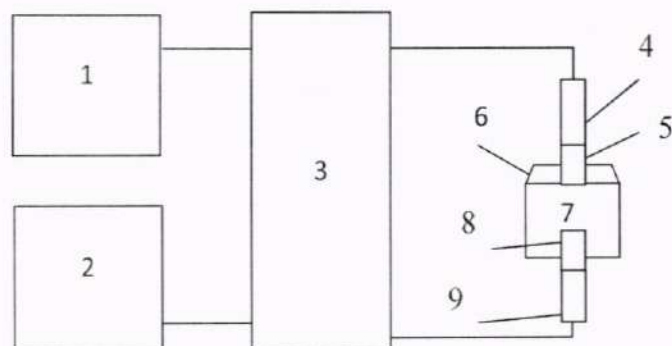
V_{eq} – эквивалентный объем капсуля микрофонного тип 312 из состава УИ (модификация тип 317), определенный в п.8.1, мм³.

8.3.2 Определение эффективного объема УИ модификации тип 319

8.3.2.1 Схема измерительной установки для определения эффективного акустического объема УИ представлена на рисунке 3.

8.3.2.2 Навинтить капсуль микрофонный 4180 на излучатель ZE 0796 и установить в УИ. На предусилитель 2673 навинтить адаптер с капсулем микрофонным 4136, установить в адаптер для градуировки УИ тип 319, который затем установить в УИ. Вход «Receiver» блока метода взаимности 5998 соединить с выходом предусилителя 2673, вход «Transmitter» блока метода взаимности 5998 соединить с выходом излучателя ZE 0796.

8.3.2.3 С помощью анализатора PULSE измерить напряжение U_{4136} (В) на выходе предусилителя 2673 и напряжение U_C (В) на эталонной емкости излучателя ZE 0796 на частоте 250 Гц. Напряжение сигнала возбуждения, подаваемого на излучатель ZE 0796, установить равным 5 В.



1 – генератор; 2 – анализатор PULSE; 3 – блок метода взаимности 5998; 4 – предусилитель 2673; 5 – капсуль 4136; 6 – адаптер для градуировки УИ тип 319; 7 – акустическая камера связи тип 319; 8 – капсуль 4180 с адаптером; 9 – излучатель ZE 0796

Рисунок 3

8.3.2.4 Рассчитать эффективный объем УИ V_{eff} (мм³) по формуле (8):

$$V_{eff} = \frac{10^9 \gamma p_s C M_{4180} M_{4136} U_{4136}}{U_C} - V_{4180,fr} - V_{4180,eq}, \quad (8)$$

где $\gamma=1,401$;

p_s – атмосферное давление при проведении измерений, Па;

C – эталонная емкость излучателя ZE 0796, Ф;

M_{4180} – чувствительность капсуля микрофона 4180 на частоте 250 Гц при условиях измерений, В/Па;

M_{4136} – чувствительность капсуля микрофона 4136 в составе с адаптером и предусилителем 2673 на частоте 250 Гц при условиях измерений, В/Па;

U_{4136} – (напряжение на выходе предусилителя 2673, В;

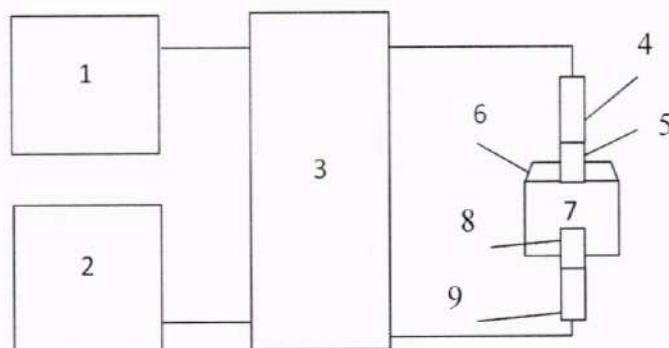
U_C – напряжение на эталонной емкости излучателя ZE 0796, В;

$V_{4180,fr}$ – объем передней полости капсуля микрофона 4180, мм³;

$V_{4180,eq}$ – эквивалентный объем капсуля микрофона 4180 на частоте 250 Гц, мм³.

8.3.3 Определение эффективного объема УИ модификации тип 711

8.3.3.1 Схема измерительной установки для определения эффективного акустического объема УИ представлена на рисунке 4.



1 – генератор; 2 – анализатор PULSE; 3 – блок метода взаимности 5998; 4 – предусилитель 2673; 5 – капсуль 4136 с адаптером; 6 – адаптер для градуировки УИ тип 711; 7 – акустическая камера связи из состава УИ; 8 – капсуль тип 372 из состава УИ; 9 – излучатель ZE 0796

Рисунок 4

8.3.3.2 Адаптер с капсулем микрофонным 4136 навинтить на предусилитель 2673 и установить в адаптер для градуировки УИ тип 711, который затем установить в УИ. Встроенный в УИ капсуль микронный тип 372 навинтить на излучатель ZE 0796. Вход «Receiver» блока метода взаимности 5998 соединить с выходом предусилителя CRY508A, вход «Transmitter» блока метода взаимности 5998 соединить с выходом излучателя ZE 0796.

8.3.3.3 С помощью анализатора PULSE измерить напряжение U_{372} (В) на выходе предусилителя CRY508A и напряжение U_C (В) на эталонной емкости излучателя ZE 0796 в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц. Напряжение сигнала возбуждения, подаваемого на излучатель ZE 0796, установить равным 5 В.

8.3.3.4 Рассчитать эффективный объем УИ V_{eff} (мм³) по формуле (9):

$$V_{eff} = \frac{10^9 \gamma p_s C M_{372} M_{4136} U_{4136}}{U_C}, \quad (9)$$

где $\gamma = 1,401$;

p_s – атмосферное давление при условиях измерений, Па;

C – эталонная емкость излучателя ZE 0796, Ф;

M_{372} – чувствительность микрофона из состава УИ на частоте 250 Гц при условиях измерений, определённая в пункте 8.2.2, В/Па;

M_{4136} – чувствительность капсуля микрофона 4136 в составе с адаптером и предусилителем 2673 на частоте измерений при условиях измерений, В/Па.

8.3.4 Результаты поверки считаются положительными, если:

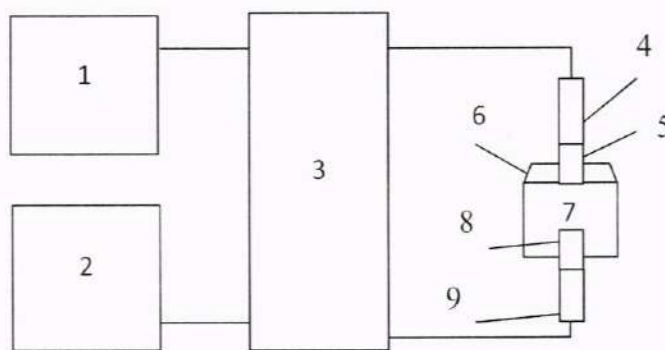
- эффективный объем УИ тип 317 находится в диапазоне 5780 ± 130 мм³.
- эффективный объем УИ тип 319 на частоте 250 Гц находится в диапазоне 2000 ± 70 мм³;
- эффективный объем УИ тип 711 в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц не превышает 20 мм³.

8.4 *Определение уровня акустического передаточного сопротивления УИ (для модификаций тип 318 и тип 711)*

8.4.1 Определение акустического передаточного сопротивления УИ модификации тип 318

8.4.1.1 Схема измерительной установки для определения уровня акустического передаточного сопротивления УИ представлена на рисунке 5.

8.4.1.2 Капсюль микрофонный 4180 навинтить на излучатель ZE 0796 и установить в адаптер YJ 0305, который затем установить на УИ. Вход «Receiver» блока метода взаимности 5998 соединить с выходом предусилителя CRY508A из состава ИУ, вход «Transmitter» блока метода взаимности 5998 соединить с выходом излучателя ZE 0796.



- 1 – генератор; 2 – анализатор PULSE; 3 – блок метода взаимности 5998; 4 – излучатель ZE 0796;
 5 – капсюль 4180; 6 – адаптер YJ 0305; 7 – акустическая камера связи из состава УИ;
 8 – капсюль микрофонный из состава УИ; 9 – предусилитель CRY508A из состава УИ

Рисунок 5

8.4.1.3 С помощью анализатора PULSE измерить напряжение $U_{УИ}$ (В) на выходе предусилителя CRY508A и напряжения U_C (В) на эталонной ёмкости излучателя ZE 0796 в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц. Напряжение сигнала возбуждения, подаваемого на излучатель ZE 0796, устанавливать равным 5 В.

Измерения провести для всех частот, указанных в таблице 6.

Таблица 6

| Частота, Гц | Уровень акустического передаточного сопротивления, дБ (исх. 1 МПа·с·м ⁻³) | | Допуск, дБ | |
|----------------|--|---------|------------|---------|
| | тип 318 | тип 711 | тип 318 | тип 711 |
| 100 | 25,8 | 44,8 | ±1,5 | ±0,7 |
| 125 | 24,4 | 42,9 | ±1,5 | ±0,7 |
| 160 | 23,2 | 40,8 | ±1,5 | ±0,7 |
| 200 | 23,0 | 39,0 | ±1,5 | ±0,6 |
| 250 | 23,5 | 37,0 | ±1,5 | ±0,6 |
| 315 | 22,1 | 35,0 | ±1,5 | ±0,6 |
| 400 | 23,4 | 33,0 | ±1,5 | ±0,6 |
| 500 | 21,4 | 31,1 | ±1,5 | ±0,3 |
| 630 | 19,0 | 29,2 | ±1,5 | ±0,6 |
| 800 | 16,6 | 27,2 | ±1,5 | ±0,6 |
| 1000 | 14,4 | 26,7 | ±1,5 | ±0,7 |
| 1250 | 12,5 | 26,4 | ±1,5 | ±0,7 |
| 1600 | 11,1 | 25,5 | ±1,5 | ±0,7 |
| 2000 | 11,5 | 24,2 | ±1,5 | ±0,8 |
| 2500 | 11,5 | 23,1 | ±1,5 | ±0,8 |
| 3150 | 10,6 | 22,0 | ±1,5 | ±0,9 |
| 4000 | 8,5 | 21,1 | ±1,5 | ±1,0 |
| 5000 | 6,0 | 20,4 | ±1,5 | ±1,2 |
| 6300 | 3,6 | 20,5 | ±1,5 | ±1,2 |
| 8000 | 1,1 | 20,8 | ±1,5 | ±1,7 |
| 10000 | -1,5 | 23,1 | ±1,5 | ±2,2 |

8.4.1.4 Для всех частот, указанных в таблице 6, рассчитать модуль акустического передаточного сопротивления $Z_{уи}$ (Па·с·м⁻³) УИ по формуле (10):

$$Z_{уи} = \frac{1}{M_{4180} M_{уи}} \cdot \frac{U_{уи}}{U_c} \cdot \frac{1}{2\pi f C'} \quad (10)$$

где M_{4180} – чувствительность капсуля микрофона 4180 на частоте измерений при условиях измерений, В/Па;

$M_{уи}$ – чувствительность микрофона из состава УИ на частоте измерений при условиях измерений, определённая в пункте 8.2, В/Па;

$U_{уи}$ – напряжение на выходе предусилителя CRY508A, В;

U_c – напряжения на эталонной ёмкости излучателя ZE 0796, В;

$\pi = 3,14$;

f – номинальных частота третьоктавных полос, Гц;

C – эталонная ёмкость излучателя ZE 0796, Ф.

8.4.1.5 Для всех частот, указанных в таблице 6, рассчитать уровень акустического передаточного сопротивления L_Z (дБ (исх (МПа·с·м⁻³))) УИ с коррекцией на атмосферное давление при условиях измерений по формуле (11):

$$L_Z = 10 \lg \frac{Z_{уи}^2}{Z_0^2} - 20 \lg \frac{p_s}{101325}, \quad (11)$$

где $Z_0 = 1 \text{ МПа·с·м}^{-3}$ – опорное акустическое передаточное сопротивление;

p_s – атмосферное давление при условиях измерений, Па.

8.4.2 Определение акустического передаточного сопротивления УИ модификации тип 711

8.4.2.1 Схема измерительной установки для определения уровня акустического

передаточного сопротивления УИ представлена на рисунке 4.

8.4.2.2 Повторить пп. 8.3.3.2–8.3.3.3.

8.4.2.3 Для всех частот, указанных в таблице 6, рассчитать модуль акустического передаточного сопротивления $Z_{уи}$ (Па·с·м⁻³) УИ по формуле (12):

$$Z_{уи} = \frac{1}{M_{4136} M_{уи}} \cdot \frac{U_{уи}}{U_c} \cdot \frac{1}{2\pi f C} \quad (12)$$

8.4.2.4 Для всех частот, указанных в таблице 6, рассчитать уровень акустического передаточного сопротивления L_z (дБ (исх (МПа·с·м⁻³))) УИ по формуле (11).

8.4.3 Результаты поверки считаются положительными, если уровни акустического передаточного сопротивления УИ для соответствующих частот находятся в пределах допусков, приведенных в таблице 5.

8.5 *Определение частоты первого резонанса внутренней полости УИ (для модификации тип 711)*

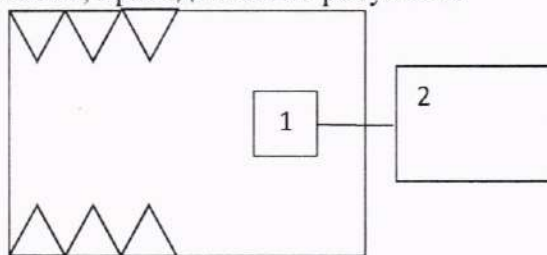
8.5.1 Схема измерительной установки для определения частоты первого резонанса внутренней полости УИ для модификации тип 711 представлена на рисунке 4.

8.5.2 Выполнить операции п. 8.3.3.2. С помощью анализатора PULSE измерить напряжения U_{372} (В) на выходе предусилителя CRY508A и напряжения U_c (В) на эталонной емкости излучателя ZE 0796 в диапазоне частот от 5 до 20 кГц на частотах 1/96-октавного ряда частот. По наибольшему значению напряжения U_{372} (В) с выхода предусилителя CRY508A определить частоту первого резонанса внутренней полости УИ, при этом другие резонансы в диапазоне частот измерений должны отсутствовать.

8.5.3 Результаты поверки считаются положительными, если частота первого резонанса внутренней полости УИ находится в пределах от 12 до 15 кГц и в диапазоне частот от 5 до 20 кГц отсутствуют другие резонансы.

8.6 *Определение уровня собственных шумов*

8.6.1 Уровень собственных шумов определить с использованием заглушенной акустической камеры по схеме, приведенной на рисунке 6.



1 – ИУ; 2 – измеритель с фильтрами и микрофонным источником питания

Рисунок 6

Поместить УИ с микрофоном в заглушенную камеру. В измеритель ввести уровень чувствительности, определённый в пункте 8.2, установить на выходе источника питания соответствующий микрофону режим питания.

Измерить уровень звукового давления $L_{ш}$ (дБ (исх. 20 мкПа)) в полосе частот от 100 до 10000 Гц, принять его за уровень собственных шумов УИ.

8.6.2 Результаты поверки считать положительными, если уровни собственных шумов УИ не превышают значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7

| Наименование характеристики | Значение характеристики для модификации | | | |
|--|---|---------|---------|---------|
| | тип 317 | тип 318 | тип 319 | тип 711 |
| Уровень собственных шумов, дБ (исх. 20 мкПа) | 24 | 30 | 32 | 32 |

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки УИ подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства средств измерений. По заявлению владельца УИ или лица, представившего его на поверку, на УИ выдаётся свидетельство о поверке средства измерений установленной формы, и (или) в паспорт УИ вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению УИ в случае отрицательных результатов поверки с указанием причин забракования.

Начальник отдела 340
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.С. Николаенко

Метрологические требования, подтверждаемые в результате поверки

| Наименование характеристики | Значение характеристики для модификации | | | |
|---|---|-----------------|----------------|-----------------|
| | тип 317 | тип 318 | тип 319 | тип 711 |
| Диапазон частот, Гц | от 125 до 8000 | от 100 до 10000 | от 125 до 8000 | от 100 до 10000 |
| Уровень собственных шумов, дБ (исх. 20 мкПа), не более | 24 | 30 | 32 | 32 |
| Номинальный уровень чувствительности на частоте 250 Гц микрофона* из состава уха искусственного, дБ (исх. 1 В/Па) | -26,0±2,0 | -29,0±2,0 | -38,0±2,0 | -38,0±2,0* |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня звукового давления в камере связи, дБ | | | | |
| 100 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 125 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 160 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 200 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 250 Гц | ±0,25 | ±0,25 | ±0,25 | ±0,6 |
| 315 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 400 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 500 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,3 |
| 630 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 800 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 |
| 1000 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 1250 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 1600 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,7 |
| 2000 Гц | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,8 |
| 2500 Гц | ±0,75 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,8 |
| 3150 Гц | ±1,0 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,9 |
| 4000 Гц | ±1,25 | ±0,5 | ±0,5 | ±1,0 |
| 5000 Гц | ±1,5 | ±0,75 | ±0,75 | ±1,2 |
| 6300 Гц | ±1,75 | ±1,0 | ±1,0 | ±1,2 |
| 8000 Гц | ±2,0 | ±1,25 | ±1,25 | ±1,7 |
| 10000 Гц | — | ±1,5 | ±1,5 | ±2,2 |
| Эквивалентный объем капсуля микрофонного из состава уха искусственного, мм ³ | 130±30 | — | — | — |
| Эффективный объем, мм ³ , не более | 5780±130 | — | 2000±70 | 20 |

| Наименование характеристики | Значение характеристики для модификации | | | |
|--|---|----------|---------|-------------|
| | тип 317 | тип 318 | тип 319 | тип 711 |
| Акустическое передаточное сопротивление, дБ (исх. 1 МПа·с/м ³) | | | | |
| 100 Гц | — | 25,8±1,5 | — | 44,8±0,7 |
| 125 Гц | — | 24,4±1,5 | — | 42,9±0,7 |
| 160 Гц | — | 23,2±1,5 | — | 40,8±0,7 |
| 200 Гц | — | 23,0±1,5 | — | 39,0±0,6 |
| 250 Гц | — | 23,5±1,5 | — | 37,0±0,6 |
| 315 Гц | — | 22,1±1,5 | — | 35,0±0,6 |
| 400 Гц | — | 23,4±1,5 | — | 33,0±0,6 |
| 500 Гц | — | 21,4±1,5 | — | 31,1±0,3 |
| 630 Гц | — | 19,0±1,5 | — | 29,2±0,6 |
| 800 Гц | — | 16,6±1,5 | — | 27,2±0,6 |
| 1000 Гц | — | 14,4±1,5 | — | 26,7±0,7 |
| 1250 Гц | — | 12,5±1,5 | — | 26,4±0,7 |
| 1600 Гц | — | 11,1±1,5 | — | 25,5±0,7 |
| 2000 Гц | — | 11,5±1,5 | — | 24,2±0,8 |
| 2500 Гц | — | 11,5±1,5 | — | 23,1±0,8 |
| 3150 Гц | — | 10,6±1,5 | — | 22,0±0,9 |
| 4000 Гц | — | 8,5±1,5 | — | 21,1±1,0 |
| 5000 Гц | — | 6,0±1,5 | — | 20,4±1,2 |
| 6300 Гц | — | 3,6±1,5 | — | 20,5±1,2 |
| 8000 Гц | — | 1,1±1,5 | — | 20,8±1,7 |
| 10000 Гц | — | -1,5±1,5 | — | 23,1±2,2 |
| Частота первого резонанса внутренней полости, кГц | — | — | — | от 12 до 15 |
| * в комбинации микрофона и камеры связи | | | | |