

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



А.Н. Щипунов

11 » 5 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Установка аудиометрическая поверочная УАП-2

Методика поверки

МП 340-02-23

2023 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки установки аудиометрической поверочной УАП-2 (далее – установка), используемой в качестве рабочего эталона в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений аудиометрических шкал.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование характеристики | Значение |
|--|-----------------|
| Диапазон измерений уровней звукового давления при воздушном звукопроведении, дБ (исх. 20 мкПа) | от 20 до 120 |
| Диапазон частот измерений уровней звукового давления при воздушном звукопроведении, Гц | от 125 до 8 000 |
| Доверительные границы ($P=0,95$) относительной погрешности измерений уровней звукового давления при воздушном звукопроведении, дБ в диапазоне частот от 125 Гц до 4 кГц включ.; | $\pm 0,7$ |
| в диапазоне частот св. 4 кГц до 8 кГц включ. | $\pm 1,2$ |
| Диапазон измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении, дБ (исх. 1 мкН) | от 25 до 90 |
| Диапазон частот измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении, Гц | от 250 до 8 000 |
| Доверительные границы ($P=0,95$) относительной погрешности измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении, дБ в диапазоне частот от 250 Гц до 4 кГц включ.; | $\pm 1,5$ |
| в диапазоне частот св. 4 кГц до 8 кГц включ. | $\pm 2,0$ |

Метрологические требования к установке, используемой в качестве рабочего средства измерений или в качестве рабочего эталона совпадают.

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

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

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При поверке выполнять операции, представленные в таблице 1.

Таблица 2

| 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 диапазона измерений уровня звукового давления (далее – УЗД) при воздушном звукопроведении | да | да | 8.1 |

Продолжение таблицы 2

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|--|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Определение диапазона частот и доверительных границ ($P = 0,95$) относительной погрешности измерений УЗД при воздушном звукопроведении | да | да | 8.2 |
| Определение диапазона измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении | да | да | 8.3 |
| Определение диапазона частот и доверительных границ ($P=0,95$) относительной погрешности измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении | да | да | 8.4 |
| Оформление результатов поверки | да | да | 9 |

Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных блоков из состава средства, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха.....от +20 до +26 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 60 %;
- атмосферное давление.....от 87 до 107 кПа;
- уровень акустических помех 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 3

| 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 30 до 65 % с погрешностью не более 2%; | Приборы комбинированные Testo 622, пер. № 53505-13; Шумомеры-виброметры, анализаторы |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|--|
| | Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 95 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа; Средства измерений уровня звука с частотной коррекцией С в диапазоне от 28 до 45 дБС, с относительной погрешностью не более 1 дБ; Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 145 до 250 В, с относительной погрешностью не более 1%; Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц, с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц | спектра, рег. № 48906-12; Мультиметры 34401А, рег. № 16500-97 |
| п. 8.1 Определение диапазона измерений УЗД при воздушном звукопроведении | Установка ЭУ-ВП МГФК.411734.073 из состава Государственный первичный эталон единицы звукового давления в воздушной среде и аудиометрических шкал ГЭТ 19-2018 (Приказ Росстандарта № 446 от 12.03.2018 г.) (далее – ГЭТ), доверительные ($P = 0,99$) границы относительной погрешности воспроизведения аудиометрической шкалы при воздушном звукопроведении $\pm 0,28$ дБ; диапазон частот от 125 до 8000 Гц | Установка ЭУ-ВП МГФК.411734.073 (далее – ЭУ-ВП) из состава ГЭТ |
| п. 8.2 Определение диапазона частот и доверительных границ ($P = 0,95$) относительной погрешности измерений УЗД при воздушном звукопроведении | Установка ЭУ-ВП МГФК.411734.073 из состава ГЭТ, доверительные ($P = 0,99$) границы относительной погрешности воспроизведения аудиометрической шкалы при воздушном звукопроведении $\pm 0,28$ дБ; диапазон частот от 125 до 8000 Гц | ЭУ-ВП из состава ГЭТ |
| п. 8.3 Определение диапазона измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении | Установка ЭУ-КП МГФК.411734.072 из состава ГЭТ, доверительные ($P = 0,99$) границы относительной погрешности воспроизведения аудиометрической шкалы при костном звукопроведении $\pm 0,7$ дБ; диапазон частот от 250 до 8000 Гц | Установка ЭУ-КП МГФК.411734.072 (далее – ЭУ-КП) из состава ГЭТ |
| п. 8.4 Определение диапазона частот и доверительных границ ($P = 0,95$) относительной погрешности измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении | Установка ЭУ-КП МГФК.411734.072 из состава ГЭТ, доверительные ($P = 0,99$) границы относительной погрешности воспроизведения аудиометрической шкалы при костном звукопроведении $\pm 0,7$ дБ; диапазон частот от 250 до 8000 Гц | ЭУ-КП из состава ГЭТ |

Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования п. 5.1 руководства по эксплуатации установки и средств поверки.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления органов управления, а также крепления элементов конструкции средств измерений из состава установки;
- полноту маркировки средств измерений из состава установки, её сохранность, все надписи должны быть читаемы;
- отсутствие повреждений в соединениях.

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 поверяемую установку и используемые средства поверки;
- проверить комплектность поверяемой установки;
- 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, уровень акустических помех, относительную влажность окружающего воздуха непосредственно на месте поверки и атмосферное давление в помещении.

7.3 Опробование

При опробовании проверить:

- работоспособность органов управления;
- работоспособность функций установки в соответствии с РЭ.

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 диапазона измерений УЗД при воздушном звукопроведении

8.1.1 Используя калибратор акустический из состава ЭУ-ВП, определить коэффициент преобразования (чувствительность) звукового давления установки для частоты 1000 Гц и ввести его в SVAN-959.

8.1.2 УЗД при воздушном звукопроведении воспроизводится в камере связи прибора «Искусственное ухо» с нормированным акустическим импедансом с использованием аудиометрических прижимных телефонов, возбуждаемых генератором сигналов.

Установить аудиометрический прижимной телефон Telephonics TDH 39 с амбушуром MX41/AR (далее – телефон TDH 39), предварительно отградуированный с помощью ЭУ-ВП, на камеру связи прибора «Искусственно ухо» 4152 (далее – прибор 4152), из состава установки, и прижать с силой 4.5 Н (регулируется по шкале пружинного механизма прибора 4152).

8.1.3 С генератора сигналов (из состава ЭУ-ВП) подать на телефон TDH 39 синусоидальный сигнал с частотой 1000 Гц. Уровень сигнала должен соответствовать

излучению телефона TDH 39, нагруженного на акустический импеданс камеры связи прибора 4152, равному 60 дБ (исх. 20 мкПа) в третьоктавной полосе частот с номинальной центральной частотой (далее – НЦЧ) 1000 Гц (согласно протокола калибровки телефона TDH 39).

С помощью установки в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц измерить УЗД в камере связи прибора 4152.

Относительную погрешность $\delta_{ВП}$ (дБ) измерений УЗД при воздушном звукопроведении рассчитать по формуле (1):

$$\delta_{ВП} = L_{изм}^{1000} - L_{кал}^{1000}, \quad (1)$$

где $L_{изм}^{1000}$ – УЗД в камере связи прибора 4152 в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц измеренный с помощью установки, дБ (исх. 20 мкПа);

$L_{кал}^{1000}$ – УЗД в камере связи прибора 4152 в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц, соответствующий излучению телефона TDH 39 60 дБ (исх. 20 мкПа) в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц (согласно градуировочной кривой телефона TDH 39), дБ (исх. 20 мкПа).

8.1.4 Повторить операции п. 8.1.3 для уровней сигнала, соответствующих излучению телефона TDH 39, нагруженного на акустический импеданс камеры связи прибора 4152, равному 20, 90 и 120 дБ (исх. 20 мкПа) в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц.

8.1.5 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерений УЗД при воздушном звукопроведении составляет от 20 до 120 дБ (исх. 20 мкПа), то есть рассчитанные значения относительной погрешности $\delta_{ВП}$ (дБ) измерений УЗД при воздушном звукопроведении находятся в пределах $\pm 0,7$ дБ.

8.2 Определение диапазона частот и доверительных границ ($P=0,95$) относительной погрешности измерений УЗД при воздушном звукопроведении

8.2.1 Повторить операции п. 8.1.2.

8.2.2 С генератора сигналов из состава ЭУ-ВП подать на телефон TDH 39 синусоидальный сигнал с частотой 125 Гц и уровнем, соответствующим излучению телефона TDH 39, нагруженного на камеру связи прибора 4152, равным 60 дБ (исх. 20 мкПа) в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 125 Гц.

С помощью установки в третьоктавной полосе частот с НЦЧ $f = 125$ Гц измерить УЗД $L_{изм}^f$ (дБ (исх. 20 мкПа)) в камере связи прибора 4152.

8.2.3 Повторить операции п. 8.2.2 не менее трёх раз.

8.2.4 Вычислить оценку (среднее арифметическое значение) $L_{cp}(f)$ (дБ (исх. 20 мкПа)) результатов измерений для частоты f по формуле (2):

$$L_{cp}(f) = \frac{\sum_{i=1}^n L_{изм}^f}{n}, \quad (2)$$

где n – количество измерений.

Среднее квадратическое отклонение σ_L (дБ) результатов измерений вычислить по формуле (3):

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{изм}^f - L_{cp}(f))^2}{n-1}}. \quad (3)$$

Оценку среднего квадратического отклонения S_L (дБ) результатов измерений вычислить по формуле (4):

$$S_L = \frac{\sigma_L}{\sqrt{n}}. \quad (4)$$

Доверительные границы ε_L (дБ) случайной погрешности результатов измерений (при доверительной вероятности 0,95) вычислить по формуле (5):

$$\varepsilon_L = t \cdot S_L, \quad (5)$$

где t – коэффициент Стьюдента (определить по таблице 4).

Таблица 4

| $n - 1$ | Значение коэффициент Стьюдента t для доверительной вероятности $P=0,95$ |
|---------|---|
| 3 | 3,182 |
| 4 | 2,776 |
| 5 | 2,571 |
| 6 | 2,447 |
| 7 | 2,365 |
| 8 | 2,306 |
| 9 | 2,262 |
| 10 | 2,228 |
| 12 | 2,179 |

Среднее квадратическое отклонение S_{Θ}^L (дБ) НСП вычислить по формуле (6):

$$S_{\Theta}^L = \frac{\Theta_L}{\sqrt{3}}, \quad (6)$$

где Θ_L – границы НСП, составляющие $\pm 0,28$ дБ (характеристика УЭ-ВП).

Суммарное среднее квадратическое отклонение S_{Σ}^L (дБ) измерений вычислить по формуле (7):

$$S_{\Sigma}^L = \sqrt{S_{\Theta}^{L^2} + S_L^2}. \quad (7)$$

Доверительные границы δ_L (дБ) относительной погрешности измерений УЗД при воздушном звукопроведении на частоте 125 Гц (при доверительной вероятности 0,95) вычислить по формуле (8):

$$\delta_L = K_L \cdot S_{\Sigma}^L, \quad (8)$$

где коэффициент $K_L = \frac{\varepsilon_L + \Theta_L}{S_L + S_{\Theta}^L}$.

8.2.5 Повторить операции пп. 8.2.2–8.2.4 на частотах 4000 и 8000 Гц.

8.2.6 Результаты поверки считать положительными, если доверительные границы δ_L относительной погрешности измерений УЗД при воздушном звукопроведении (при доверительной вероятности 0,95), находятся в пределах:

- в диапазоне частот от 125 Гц до 4 кГц вкл. $\pm 0,7$ дБ;
- в диапазоне частот св. 4 до 8 кГц вкл. $\pm 1,2$ дБ.

8.3 Определение диапазона измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении

8.3.1 Используя ЭУ-КП, определить коэффициент преобразования (чувствительность) переменной силы установки для частоты 1000 Гц и ввести его в SVAN-959.

8.3.2 Уровни переменной силы при костном звукопроведении воспроизводятся на куполе прибора «Искусственный мастоид» с нормированным механическим импедансом с использованием костного вибратора Radioear Corporation В-71 (далее – вибратор В-71), возбуждаемого генератором сигналов.

Установить вибратор В-71 из состава ЭУ-КП, предварительно отградуированный с помощью ЭУ-КП, на купол прибора «Искусственный мастоид» 4930 (далее – прибор 4930) и прижать пружинным механизмом с силой 5,4 Н.

8.3.3 С генератора сигналов из состава ЭУ-КП подать на вибратор В-71 синусоидальный сигнал с частотой 1000 Гц. Уровень сигнала должен соответствовать воздействию вибратора В-71, нагруженного на механический импеданс мастоида 4930.

равного 75 дБ (исх. 1 мкН) в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц (согласно градуировочной кривой вибратора В-71).

С помощью установки в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц измерить уровень переменной силы (далее – УПС) на куполе прибора 4930.

Относительную погрешность измерений $\delta_{\text{КП}}$ (дБ) УПС при костном звукопроведении рассчитать по формуле (9):

$$\delta_{\text{КП}} = F_{\text{ИЗМ}}^{1000} - F_{\text{КАЛ}}^{1000}, \quad (9)$$

где $F_{\text{ИЗМ}}^{1000}$ – УПС на куполе прибора 4930 в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц измеренный с помощью установки, дБ (исх. 1 мкН);

$F_{\text{КАЛ}}^{1000}$ – УПС на куполе прибора 4930 в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц, соответствующий воздействию вибратора В-71 75 дБ (исх. 1 мкН) в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц (согласно протокола калибровки вибратора В-71).

8.3.4 Повторить операции п. 8.3.3 для уровней сигнала, соответствующих воздействию вибратора В-71, нагруженного на механический импеданс мастоида 4930, равному 25, 50 и 90 дБ (исх. 1 мкН) в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 1000 Гц.

8.3.5 Результаты поверки считать положительными (диапазон измерений УПС при костном звукопроведении от 25 до 90 дБ (исх. 1 мкН)), если рассчитанные значения относительной погрешности $\delta_{\text{КП}}$ (дБ) измерений УПС при костном звукопроведении находятся в пределах $\pm 1,5$ дБ.

8.4 Определение диапазона частот и доверительных границ ($P=0,95$) относительной погрешности измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении

8.4.1 Повторить операции п. 8.3.2.

8.4.2 С генератора сигналов из состава ЭУ-КП подать на вибратора В-71 синусоидальный сигнал с частотой 250 Гц и уровнем, соответствующим воздействию вибратора В-71, нагруженного на механический импеданс мастоида 4930, равным 60 дБ (исх. 1 мкН) в третьоктавной полосе частот с НЦЧ 250 Гц.

С помощью установки в третьоктавной полосе частот с НЦЧ $f = 250$ Гц измерить УПС $F_{\text{ИЗМ}}^f$ (дБ (исх. 1 мкН)) на куполе прибора 4930.

8.4.3 Повторить операции п. 8.4.2 не менее трёх раз.

8.4.4 Вычислить оценку (среднее арифметическое значение) $F_{\text{СР}}(f)$ (дБ (исх. 1 мкН)) результатов измерений для частоты f по формуле (10):

$$F_{\text{СР}}(f) = \frac{\sum_{i=1}^n F_{\text{ИЗМ}i}^f}{n}, \quad (10)$$

где n – количество измерений.

Среднее квадратическое отклонение σ_L (дБ) результатов измерений вычислить по формуле (11):

$$\sigma_F = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_{\text{ИЗМ}i}^f - F_{\text{СР}}(f))^2}{n-1}}. \quad (11)$$

Оценку среднего квадратического отклонения $S_{\bar{F}}$ (дБ) результатов измерений вычислить по формуле (12):

$$S_{\bar{F}} = \frac{\sigma_F}{\sqrt{n}}. \quad (12)$$

Доверительные границы ε_F (дБ) случайной погрешности результатов измерений (при доверительной вероятности 0,95) вычислить по формуле (13):

$$\varepsilon_F = t \cdot S_{\bar{F}}, \quad (13)$$

где t – коэффициент Стьюдента (определить по таблице 4).

Среднее квадратическое отклонение S_{Θ}^F (дБ) НСП вычислить по формуле (14):

$$S_{\Theta}^F = \frac{\Theta_F}{\sqrt{3}}, \quad (14)$$

где Θ_F – границы НСП, составляющие $\pm 0,7$ дБ (характеристика УЭ-КП).

Суммарное среднее квадратическое отклонение S_{Σ}^F (дБ) измерений вычислить по формуле (15):

$$S_{\Sigma}^F = \sqrt{S_{\Theta}^{F^2} + S_{\bar{F}}^2}. \quad (15)$$

Доверительные границы δ_L (дБ) относительной погрешности измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении на частоте 250 Гц (при доверительной вероятности 0,95), вычислить по формуле (16):

$$\delta_F = K_F \cdot S_{\Sigma}^F, \quad (16)$$

где коэффициент $K_F = \frac{\varepsilon_F + \Theta_F}{S_{\bar{F}} + S_{\Theta}^F}$.

8.4.5 Повторить операции пп. 8.4.2–8.4.4 на частотах 4000 и 8000 Гц.

8.4.6 Результаты поверки считать положительными, если доверительные границы δ_F относительной погрешности измерений уровней переменной силы при костном звукопроведении (при доверительной вероятности 0,95), находятся в пределах:

- в диапазоне частот от 250 Гц до 4 кГц вкл. $\pm 1,5$ дБ;
- в диапазоне частот св. 4 до 8 кГц вкл. $\pm 2,0$ дБ.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

Начальник отдела 340
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.С. Николаенко