

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



А.Н. Щипунов

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Установка акустическая поверочная ПЗД-1

Методика поверки

МП 340-01-23

2023 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки установки акустической поверочной ПЗД-1 (далее – установка), используемой в качестве рабочего эталона в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений звукового давления в воздушной среде.

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

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений звукового давления, дБ (исх. 20 мкПа)	от 93 до 124
Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) относительной погрешности измерений звукового давления в КМО* в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц, дБ	±0,18
Уровень собственных шумов при измерениях звукового давления в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц, дБ (исх. 20 мкПа), не более	22
Диапазон измерений частоты, Гц	от 160 до 1250
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты	±0,003
Диапазон измерений коэффициента гармоник при частоте первой гармоники от 160 до 1250 Гц, %	от 1 до 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник, %, не более	±0,3

* КМО – камера малого объема

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 единицы звукового давления в воздушной среде 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 2.

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	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение диапазона и доверительных границ относительной погрешности измерений уровня звукового давления (далее – УЗД) в КМО	да	да	10.1

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 уровня собственных шумов при измерениях звукового давления в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц	да	да	10.2
Определение диапазона и относительной погрешности измерений частоты	да	да	10.3
Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник	да	да	10.4
Оформление результатов поверки	да	да	11

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 и требования эксплуатационной документации поверяемого средства измерений, требования правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требования 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. 8.2 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%; 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%;	Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 53505-13; Шумомеры-виброметры, анализаторы спектра, рег. № 48906-12; Мультиметры 34401А, рег. № 16500-97

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц, с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц	
п. 10.1 Определение диапазона и доверительных границ относительной погрешности измерений УЗД в КМО	Эталоны единицы звукового давления в воздушной среде, соответствующие требованиям к вторичным эталонам по Государственной поверочной схеме для средств измерений звукового давления в воздушной среде и аудиометрических шкал (приказ Росстандарта № 2537 от 30.11.2018) (далее – ГПС), доверительные границы суммарной погрешности передачи единицы звукового давления в воздушной среде в КМО в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц не более $\pm 0,12$ дБ	Государственный вторичный эталон единицы звукового давления в воздушной среде в диапазоне значений от 0,2 до 31,6 Па в диапазоне частот от 2 Гц до 100 кГц (далее – ВЭТ), рег. № 2.1.ZZT.0009.2015
п. 10.2 Определение уровня собственных шумов при измерениях звукового давления в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц	Вспомогательное оборудование: камеры акустические звукоизолированные с уровнем фонового шума в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц не более 19 дБ (исх. 20 мкПа)	Большая заглушенная камера, инв. № 24У53, принадлежащая ФГУП «ВНИИФТРИ»
п. 10.3 Определение диапазона и относительной погрешности измерений частоты	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц с пределами допускаемых относительных погрешностей по частоте не более $\pm 1 \cdot 10^{-4}$; Средства измерений частоты переменного тока в диапазоне от 160 до 1250 Гц с относительной погрешностью измерений частоты не более $\pm 1 \cdot 10^{-4}$	Генераторы сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360, рег. № 45344-10; Мультиметры 34401А, рег. № 16500-97
п. 10.4 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник	Средства воспроизведения гармонических сигналов с значениями амплитуды первой гармоники 0,5 В, частоты первой гармоники от 160 до 1250 Гц и коэффициенте гармоник от 1 до 10 %, с абсолютной погрешностью воспроизведения частоты первой гармоники не более $\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot F + 0,03)$, где F – устанавливаемая частота (Гц); Средства измерений коэффициента гармоник сигналов от 1 до 10 % в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,1 %	Генераторы-калибраторы гармонических сигналов СК6-122, рег. № 46781-11; Измерители коэффициента гармоник СК6-220, рег. № 65885-16

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 К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются специалисты, имеющими высшее техническое образование и опыт работы в области радиотехнических и акустических измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования раздела «Указание мер безопасности» руководства по эксплуатации установок и средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 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.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 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).

8.2 Контроль условий поверки

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

8.3 Опробование

При опробовании проверить:

– отсутствие ошибок при запуске программного обеспечения Signal+CBL;

– работоспособность органов управления.

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

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Запустить программное обеспечение «Signal+CBL» на ПЭВМ из состава установки. При запуске отображается текущая версия программного обеспечения.

Проверить соответствие программного обеспечения средства измерений данным, указанным в таблице 4, а именно, установить идентификационные данные программного обеспечения и сравнить с данными в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Signal+CBL
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v. 1.0

9.2 Результаты проверки программного обеспечения считать положительными, если подтверждено соответствие идентификационных данных программного обеспечения.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона и доверительных границ относительной погрешности измерений УЗД в КМО

10.1.1 Определить коэффициент преобразования (чувствительность) установки M (дБ (исх. 1 В/Па)) при измерении звукового давления в КМО на номинальных центральных частотах третьоктавных полос в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц с использованием ВЭТ методом сличения при помощи компаратора звукового давления.

10.1.2 Установить приёмник звука (микрофон) установки в КМО из состава ВЭТ. Задать в КМО номинальный УЗД $L_{\text{ном}} = 104$ дБ (исх. 20 мкПа) на частоте 250 Гц. С помощью установки, в соответствии с его эксплуатационной документацией и учётом коэффициента преобразования определённого в п. 10.1.1, измерить УЗД $L_{\text{изм}}$ (дБ (исх. 20 мкПа)).

Повторить измерения не менее четырёх раз.

Вычислить оценку (среднее арифметическое значение) $L_{\text{cp}}(f)$ (дБ (исх. 20 мкПа)) результатов измерений для частоты f по формуле (1):

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

где n – количество измерений;

$L_{\text{изм}i}$ – УЗД, полученный при i -ом измерении.

Среднее квадратическое отклонение σ_L (дБ) результатов измерений вычислить по формуле (2):

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

Оценку среднего квадратического отклонения $S_{\bar{L}}$ (дБ) результатов измерений вычислить по формуле (3):

$$S_{\bar{L}} = \frac{\sigma_L}{\sqrt{n}}. \quad (3)$$

Доверительные границы ε_L (дБ) случайной погрешности результатов измерений (при доверительной вероятности 0,95) вычислить по формуле (4):

$$\varepsilon_L = t \cdot S_{\bar{L}}, \quad (4)$$

где t – коэффициент Стьюдента (определить по таблице 5).

Таблица 5

$n - 1$	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 (5):

$$S_{\theta}^L = \frac{\theta_L}{\sqrt{3}}, \quad (5)$$

где θ_L – границы НСП для метода сличения при помощи компаратора, составляющие $\pm 0,1$ дБ (характеристика ВЭТ).

Суммарное среднее квадратическое отклонение S_{Σ}^L (дБ) измерений вычислить по формуле (6):

$$S_{\Sigma}^L = \sqrt{S_{\theta}^{L^2} + S_L^2}. \quad (6)$$

Доверительные границы δ_L (дБ) относительной погрешности измерений УЗД (при доверительной вероятности 0,95) вычислить по формуле (7):

$$\delta_L = K_L \cdot S_{\Sigma}^L, \quad (7)$$

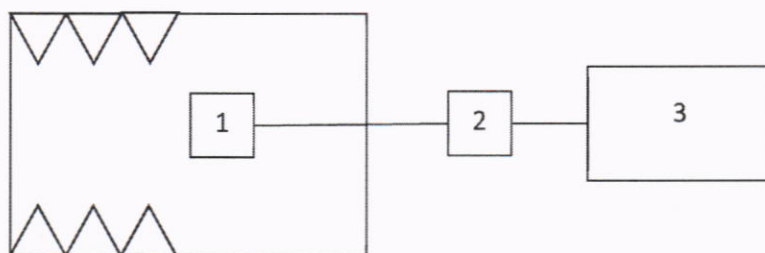
где коэффициент $K_L = \frac{\varepsilon_L + \theta_L}{S_L + S_{\theta}^L}$.

10.1.3 Повторить операции пп. 10.1.2 на частотах 160 и 1250 Гц.

10.1.4 Результаты поверки считать положительными, если доверительные границы δ_L (при доверительной вероятности 0,95) относительной погрешности измерений звукового давления в КМО в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц, находятся в пределах $\pm 0,18$ дБ.

10.2 Определение уровня собственных шумов при измерениях звукового давления в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц

10.2.1 Уровень собственных шумов определить с использованием заглушенной акустической камеры по схеме, приведенной на рисунке 1. Поместить приёмник звука из состава установки в заглушенную камеру.



1 – приёмник звука; 2 – блока питания микрофона; 3 – измерительный блок

Рисунок 1

10.2.2 В измерительный блок ввести уровень чувствительности, определённый в п. 10.1.1 для частоты 160 Гц, установить соответствующий капсюлю микрофона режим питания.

На установке измерить УЗД собственных шумов $L_{ш160}$ (дБ (исх. 20 мкПа)) в третьоктавной полосе частот с номинальной центральной частотой 160 Гц при времени усреднения 1 мин.

10.2.3 Повторить операции п. 10.2.2 для третьоктавных полос частот с номинальными центральными частотами в диапазоне от 180 до 1250 Гц.

Суммарный УЗД $L_{ш\Sigma}$ (дБ (исх. 20 мкПа)) собственных шумов в частотном диапазоне от 160 до 1250 Гц рассчитать по формуле (8):

$$L_{ш\Sigma} = 10 \lg \sum 10^{0,1L_{1/3}^i}. \quad (8)$$

10.2.4 Результаты поверки считать положительными, если уровень собственных шумов $L_{ш\sigma}$ в частотном диапазоне от 160 до 1250 Гц не превышает значений 22 дБ (исх. 20 мкПа).

10.3 Определение диапазона и относительной погрешности измерений частоты

10.3.1 Собрать схему, показанную на рисунке 2, включить все приборы и выдержать во включенном состоянии не менее 30 мин.

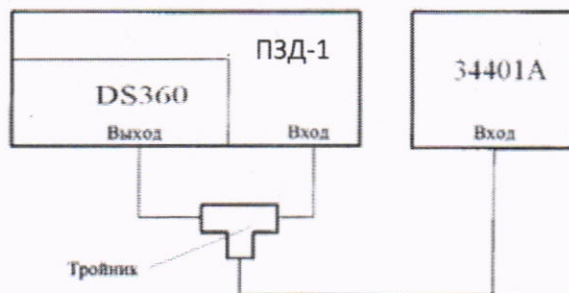


Рисунок 2

Установить на DS360:

- несимметричный выход;
- выходное сопротивление «Hi-Z»;
- синусоидальный сигнал с амплитудным значением напряжения 0,5 В и частотой 160 Гц;

Измерить значение частоты сигнала с помощью установки и 34401А. Вычислить относительную погрешность δ_f измерений частоты по формуле (9):

$$\delta_f = \frac{f_{\text{изм}} - f_0}{f_0}, \quad (9)$$

где $f_{\text{изм}}$ – показание испытуемой установки, Гц;
 f_0 – показание 34401А, Гц.

10.3.2 Повторить операции п. 10.3.1 при следующих значениях частоты сигнала: 250, 500, 1000 и 1250 Гц.

10.3.3 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности δ_f измерений частоты находятся в пределах $\pm 0,003$.

10.4 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник

10.4.1 Собрать схему, показанную на рисунке 3, включить все приборы и выдержать во включенном состоянии не менее 30 мин.

Установить на СК6-122:

- режим работы с внутренней нагрузкой;
- амплитудное значение напряжения первой гармоники 0,5 В;
- коэффициент гармоник 1 %;
- частоту первой гармоники 160 Гц.

Измерить коэффициент гармоник с помощью установки и СК6-220. Вычислить абсолютную погрешность $\Delta_{\text{КНИ}}$ (%) измерений коэффициента гармоник по формуле (10):

$$\Delta_{\text{КНИ}} = K_{\text{изм}} - K_{\text{уст}}, \quad (10)$$

где $K_{\text{изм}}$ – коэффициент гармоник, измеренный с помощью установки, %;
 $K_{\text{уст}}$ – коэффициент гармоник, измеренный с помощью СК6-220, %.

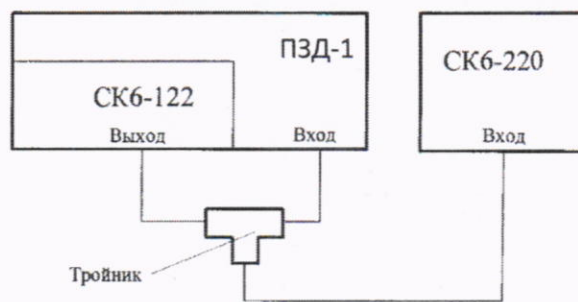


Рисунок 3

10.4.2 Повторить операции п. 10.4.1 при следующих значениях коэффициента гармоник: 3, 5, 8 и 10 %.

10.4.3 Повторить операции пп. 10.4.1–10.4.2 при значениях частоты первой гармоники 500, 1000 и 1250 Гц.

10.4.4 Результаты испытаний считать положительными (диапазон измерений коэффициента гармоник при частоте первой гармоники от 160 до 1250 Гц составляет от 1 до 10 %), если значения абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник находятся в пределах $\pm 0,3$ %.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки установки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, 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