

СОГЛАСОВАНО

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



*(Handwritten signature)*

А.Н. Щипунов

04 »

07

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Приемники гидроакустические комбинированные КГП1М

Методика поверки

МФРН.406231.004 МП

2023 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) распространяется на приемники гидроакустические комбинированные КГП1М (далее – приемники), изготавливаемые ФГУП «ВНИИФТРИ», и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость поверяемых приемников КГП1М в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2084 от 28.09.2018 г., к государственному первичному эталону единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде ГЭТ 55-2017.

1.2 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на приемники и на используемое при поверке оборудование. При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

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

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Рабочий диапазон частот канала звукового давления и каналов градиента давления, Гц	от 10 до 1000
Чувствительность (коэффициент преобразования) канала звукового давления и каналов градиента давления на частоте 100 Гц, мВ/Па	от 10 до 30
Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования, дБ, не более для канала звукового давления в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц для каналов градиента давления в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц	$\pm 2,5$ $\pm 2,5$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для канала звукового давления, дБ, не более в диапазоне частот от 10 до 20 Гц включ. в диапазоне частот св. 20 до 500 Гц включ. в диапазоне частот св. 500 до 1000 Гц включ. для каналов градиента давления (АЧХ приведенная к 1 Гц), дБ, не более в диапазоне частот от 10 до 20 Гц включ. в диапазоне частот св. 20 до 500 Гц включ. в диапазоне частот св. 500 до 1000 Гц включ.	4 3 6 4 3 6
Показатель асимметрии максимумов каналов градиента давления в пределах, дБ	$\pm 2$
Отклонение характеристики направленности каналов градиента давления от дипольной на углах 45°, 135°, 225°, 315° относительно оси максимальной чувствительности в пределах, дБ	$\pm 2$

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки приемников должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции проведения поверки приемников

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9
Определение рабочего диапазона частот и чувствительности (коэффициент преобразования) канала звукового давления и каналов градиента давления на частоте 100 Гц	да	да	9.1
Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования	да	да	9.2
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	да	да	9.3
Определение показателя асимметрии максимумов каналов градиента давления	да	да	9.4
Определение отклонения характеристики направленности каналов градиента давления от дипольной на углах 45°, 135°, 225°, 315° относительно оси максимальной чувствительности	да	да	9.5

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 2 поверяемый приемник бракуется и направляется в ремонт.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 45 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84 до 106,7 (от 630 до 800).



3.2 Поверку проводят после выдержки приемника во включенном состоянии не менее 5 минут в нормальных условиях.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, имеющие опыт работы в области гидроакустических измерений, ежегодно проходящие проверку знаний по технике безопасности, аттестованные в качестве поверителей гидроакустических средств измерений и ознакомленные с документом «Приемники гидроакустические комбинированные КГП1М. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ).

#### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки приемников должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8	Осциллографы цифровые с полосой пропускания от 0 до 350 МГц	Осциллограф цифровой запоминающий С8-203/2, рег.№ 64768-16
9.1 - 9.5	Эталоны единицы колебательной скорости в водной среде не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений звукового давления и колебательной скорости в водной среде, утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2018 г. № 2084, в диапазоне значений от $5 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-5}$ м/с в диапазоне частот от 5 до 1000 Гц, доверительные границы относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95 \pm 1,5$ дБ	Государственный рабочий эталон единицы колебательной скорости в водной среде 2 разряда. «Установка для градуировки векторных приемников У1», рег.№ 3.1.ZZT.0285.2018
9.1 - 9.5	Эталоны единицы колебательной скорости в водной среде не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений звукового давления и колебательной скорости в водной среде, утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2018 г. № 2084, в диапазоне частот от 5 до 1000 Гц, доверительная относительная погрешность градуировки (поверки) при доверительной вероятности 0,95 не более 0,7 дБ	Государственный первичный эталон единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде ГЭТ 55-2017, утверждён приказом Росстандарта № 562 от 17.03.2017 установка ЭУ-1
9.1 - 9.5	Эталоны единицы колебательной скорости в водной среде не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений звукового давления и колебательной скорости в водной среде, утвержденный	Государственный первичный эталон единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде ГЭТ 55-2017,

	приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2018 г. № 2084, в диапазоне частот от 0,5 до 500 Гц, доверительная относительная погрешность градуировки (поверки) при доверительной вероятности 0,95 не более 0,9 дБ	утверждён приказом Росстандарта № 562 от 17.03.2017, установка Э-3
9.1 - 9.5	Эталоны единицы колебательной скорости в водной среде не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений звукового давления и колебательной скорости в водной среде, утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2018 г. № 2084, в диапазоне частот от $1,0 \cdot 10^3$ до $2,5 \cdot 10^5$ Гц, доверительная относительная погрешность градуировки (поверки) при доверительной вероятности 0,95 не более 0,7 дБ	Государственный первичный эталон единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде ГЭТ 55-2017, утверждён приказом Росстандарта № 562 от 17.03.2017, установка Э-4
9.2, 9.4, 9.5	Эталоны единицы длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772, в диапазоне частот от 0,1 Гц до 20 кГц	Государственный рабочий эталон 2 разряда единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела. «Эталонная виброустановка низкочастотная (ВУ-НЧ) ВУ-2», рег. № 3.1.ZZT.0028

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утверждённого типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, «Технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 Средства поверки и поверяемые приемники, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление; не допускается использовать в качестве заземления корпуса силовых электрических и осветительных щитов и арматуры центрального отопления.

6.3 Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

## **7 Внешний осмотр**

### **7.1 Внешний осмотр**



При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого приемника следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствие механических и электрических повреждений приемника и соединительных элементов, влияющих на его работу;
- комплектность, маркировку (заводской номер) на соответствие РЭ;
- целостность и чистоту крепления разъемов.

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п.7.1.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки необходимо провести подготовительные работы, оговоренные в руководствах по эксплуатации приемников и применяемых средств поверки.

### 8.2. Опробование

8.2.1 Собрать схему, представленную на рис. 1.

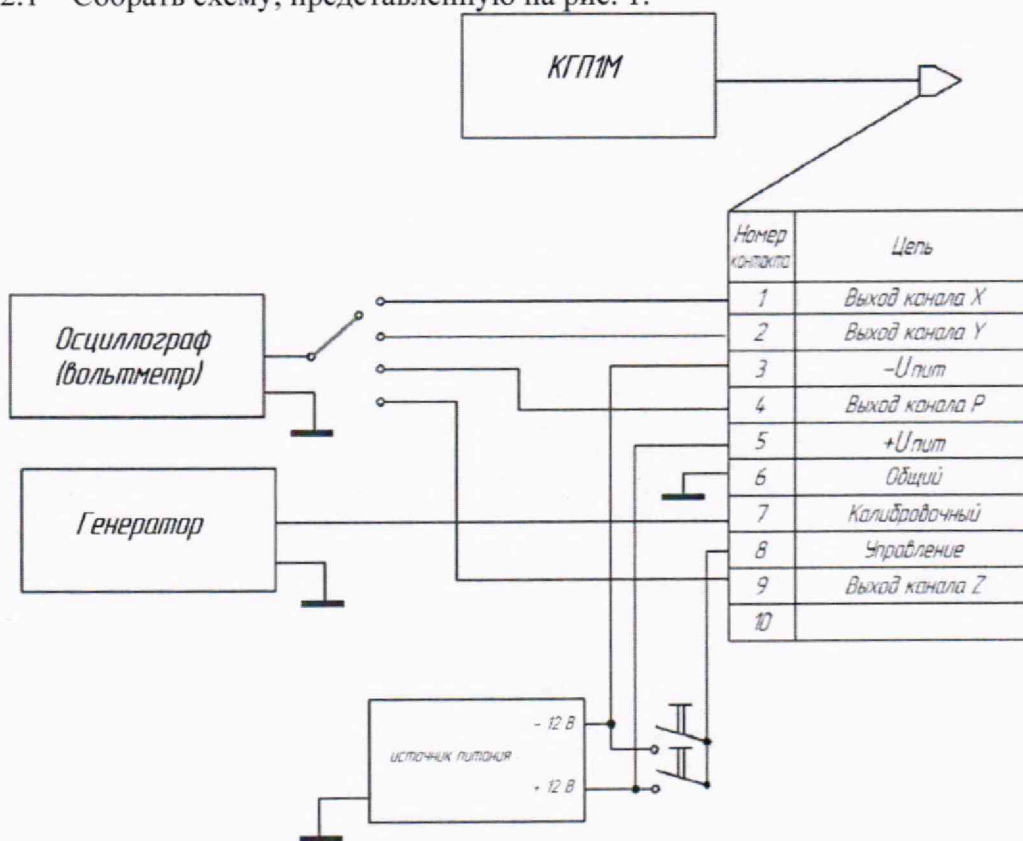


Рисунок 1

8.2.2 Перевести приемник в режим «Собственные шумы». Для этого подать кратковременный (от 0,1 с до 1 с) отрицательный импульс амплитудой  $-(12 \pm 0,5)$  В на контакт 8 (управление) относительно контакта 6 (общий).

8.2.3 Подать с генератора на контакт 7 (калибровка) гармонический сигнал с частотой 100 Гц и напряжением 1 В.

8.2.4 Измерить с помощью осциллографа или вольтметра напряжение на выходах каналов X, Y и Z контакты 1, 2 и 9 соответственно  $U_{0X}$ ,  $U_{0Y}$  и  $U_{0Z}$ .

8.2.5 Изменить частоту в п.8.2.3 на 10 Гц и измерить напряжение на выходах X, Y и Z,  $U_{1X}$ ,  $U_{1Y}$  и  $U_{1Z}$ . Затем перейти на частоту 1000 Гц и измерить  $U_{2X}$ ,  $U_{2Y}$  и  $U_{2Z}$ .

8.2.6 Отклонение напряжений  $U_1$  и  $U_2$  от  $U_0$  должно быть не более 30 %, т.е.

$$100 \cdot \left| \frac{U_{1i} - U_{0i}}{U_{0i}} \right| \leq 30 \% \text{ и } \left| \frac{U_{2i} - U_{0i}}{U_{0i}} \right| \cdot 100 \leq 30 \%, \text{ где } i = X, Y, Z.$$

8.2.7 Перевести приемник в режим «Измерения». Для этого подать кратковременный (от 0,1 с до 1 с) положительный импульс амплитудой  $+(12 \pm 0,5)$  В на контакт 8 (управление) относительно контакта 6 (общий).

8.2.8 При легком постукивании по корпусу приемника в районе маркировки «X» на выходе канала X должны наблюдаться на экране осциллографа импульсы положительной полярности, а при легком постукивании по корпусу приемника в районе маркировки «X1» на выходе канала X должны наблюдаться импульсы отрицательной полярности. Аналогично и для каналов Y и Z. На выходе канала P при легком постукивании по корпусу приемника в районах маркировок X, Y, Z, X1, Y1, Z1 на экране осциллографа должны наблюдаться импульсы отрицательной полярности.

8.2.9 Результаты поверки по пункту 8 считают положительными, если приемник соответствует требованиям, указанными выше в п.п. 8.2.6 и 8.2.8. В противном случае приемник признают непригодным к проведению поверки и эксплуатации.

## 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 9.1 Определение рабочего диапазона частот и чувствительности (коэффициент преобразования) канала звукового давления и каналов градиента давления на частоте 100 Гц

Данную проверку допускается производить двумя методами.

Метод 1 предназначен для проведения данной проверки с применением установки для градуировки векторных приемников У1 и установок ЭУ-1, Э-3 и Э-4, входящие в Государственный первичный эталон единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде ГЭТ 55-2017.

9.1.1 Рабочий диапазон частот для канала звукового давления и каналов градиента давления приемника в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц подтверждается положительными результатами проверки чувствительности (коэффициента преобразования) на частоте 100 Гц и неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) каналов.

9.1.2 Измерение чувствительности (коэффициентов преобразования) каналов градиента давления  $M_x(f_i)$ ,  $M_y(f_i)$ ,  $M_z(f_i)$  и канала звукового давления  $M_p(f_i)$  приемника должны проводиться:

а) для каналов градиента давления, в соответствии с эксплуатационной документацией установки для градуировки векторных приемников У1 или ЭУ-1, на следующих центральных частотах  $f_i$  третьоктавного ряда: – 10; 20; 40; 100; 160; 315; 500; 1000 Гц;

б) для канала давления, в соответствии с эксплуатационной документацией установки Э-3, на следующих центральных частотах  $f_i$  третьоктавного ряда: – 10; 20; 40; 100; 160; 315; 500 Гц.

9.1.3 Допускается измерение чувствительности каналов  $M_p(f_i)$ ,  $M_x(f_i)$ ,  $M_y(f_i)$ ,  $M_z(f_i)$  проводить на частоте  $f = 1000$  Гц с использованием установки Э-4, в соответствии с ее эксплуатационной документацией.

9.1.4 Результаты измерений занести в протокол.

9.1.5 Для каналов градиента давления рассчитать и занести в протокол значение отношения чувствительности к частоте, на которой она была измерена.

9.1.6 Метод 2 предназначен для проведения проверки п. 9.1.2 с применением поверочной виброустановки низкочастотной (ВУ-НЧ) ВУ-2.

9.1.7 Установить приемник через переходник на рабочий стол эталонной виброустановки низкочастотной (ВУ-НЧ) ВУ-2. При этом приемник должен крепиться своим фланцем к переходнику.

9.1.8 В соответствии с РЭ на эталон определить коэффициенты передачи  $K_x(f_i)$ ,  $K_y(f_i)$ ,  $K_z(f_i)$  по ускорению вдоль измерительных осей для каналов X, Y, Z соответственно, на частотах  $f_i$  равных 10, 20, 40, 100, 160, 315 Гц.



9.1.9 Определить коэффициенты передачи каналов градиента давления относительно гидроакустического давления в эквивалентной плоской бегущей звуковой волне  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  по формулам:

$$M_x(f_i) = \frac{3K_x(f_i)}{2\bar{\rho} + \rho_v} \cdot \frac{2\pi f_i}{c}; \quad M_y(f_i) = \frac{3K_y(f_i)}{2\bar{\rho} + \rho_v} \cdot \frac{2\pi f_i}{c}; \quad M_z(f_i) = \frac{3K_z(f_i)}{2\bar{\rho} + \rho_v} \cdot \frac{2\pi f_i}{c}, \quad (1)$$

где  $\bar{\rho}$  - это средняя плотность приемника, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_v$  - плотность воды равная 10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>;

$c$  - скорость звука в воде равная 1500 м/с;

$f$  - частота, Гц.

9.1.10 Для определения чувствительности канала звукового давления необходимо выполнить следующие операции:

Поместить приемник на подставке в сосуд с жидкостью. Установить сосуд с приемником на рабочий стол эталонной виброустановки низкочастотной (ВУ-НЧ) ВУ-2. При этом приемник должен крепиться своим фланцем к подставке.

9.1.11 В соответствии с РЭ на эталон определить коэффициент передачи  $K_p(f_i)$  по ускорению на частотах  $f_i$  равных 10, 20, 40, 100, 160, 315 Гц.

9.1.12 Определить чувствительность канала звукового давления относительно гидроакустического давления в эквивалентной плоской бегущей звуковой волне  $M_p$  по формуле:

$$M_p(f_i) = \frac{K_p(f_i)}{\rho_v \cdot H}, \quad (2)$$

где  $\rho_v$  - плотность воды, равная 10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>;

$H$  - глубина погружения приемника, м;

$f$  - частота, Гц.

9.1.13 Результаты поверки по пункту 9.1 считают положительными, если значения чувствительности (коэффициент преобразования) канала звукового давления и каналов градиента давления на частоте  $f = 100$  Гц находится в пределах от 10 до 30 мВ/Па и результаты испытаний неравномерности АЧХ каналов в рабочем диапазоне частот от 10 до 1000 Гц по п. 9.3 положительные.

## 9.2 Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования

9.2.1 Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициентов преобразования измерительных каналов приемника определить по наибольшему значению пределов относительной погрешности установки, на которой проводились испытания по определению значений коэффициентов преобразования. Пределы относительной погрешности установок определить по эксплуатационной документации (при наличии) или расчетным методом.

9.2.2 При определении пределов относительной погрешности установки У-1 использовать эксплуатационную документацию.

9.2.3 При определении пределов относительной погрешности установок Э-3, Э-4, ЭУ-1 использовать расчетный метод на основе характеристик, взятых из паспорта на эталон.

В соответствии с требованиями ГОСТ 8.381-2009, для установки ЭУ-1, имеющей наибольшие значения среднего квадратического отклонения (СКО) и неисключенной систематической погрешности (НСП), рассчитать границы систематической погрешности  $\Theta_\Sigma$  по формуле:

$$\Theta_\Sigma = \pm(|\Theta_1| + \Theta_D) \quad (3)$$

где  $\Theta_1$  - неисключенная систематическая погрешность установки;



$\Theta_D$  – составляющая погрешности, обусловленная неравномерностью характеристик направленности.

- рассчитать для всех частот рабочего диапазона доверительные границы суммарной относительной погрешности эталона при доверительной вероятности 95 % в соответствии с ГОСТ 8.381-2009 по формуле:

$$\Delta = \pm K \cdot S_{\Sigma} \quad (4)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисключенной систематической погрешности (НСП);

$S_{\Sigma}$  – суммарное среднее квадратическое отклонение оценки, измеряемой чувствительности;

Значения  $S_{\Sigma}$  и  $K$  вычислить по формулам (4) и (5) соответственно:

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_{\bar{M}} + S_{\Theta}} = \frac{(t \cdot S_{\bar{M}}) + \Theta_{\Sigma}}{S_{\bar{M}} + S_{\Theta}} \quad (5)$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{M}}^2} \quad (6)$$

где  $S_{\bar{M}}$  – среднее квадратическое отклонение установки;

$\varepsilon$  – доверительные границы случайной погрешности;

$t$  – коэффициент Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности ( $P = 0,95$ ) и числа результатов измерений ( $N = 2$ ) составляет 4,3;

$S_{\Theta}$  – среднее квадратическое отклонение НСП вычислить по формуле:

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{k \cdot \sqrt{3}} \quad (7)$$

где  $k$  – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью ( $k = 1,1$  для доверительной вероятности  $P = 0,95$ ).

9.2.4 Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициентов преобразования измерительных каналов приемника (без учета знака) выбрать из наибольшего значения полученного по п. 9.2.2 и п. 9.2.3.

9.2.5 Результаты поверки по пункту 9.2 считать положительными, если:

- значения пределов допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования для канала звукового давления в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц находятся в пределах  $\pm 2,5$  дБ;

- значения пределов допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования для каналов градиента давления в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц находятся в пределах  $\pm 2,5$  дБ.

### 9.3 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

9.3.1 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) проводить по результатам измерений чувствительности, проводимых по п.9.1.2.

9.3.2 Неравномерность АЧХ канала звукового давления  $\Delta_p$  определять как разность между минимальным и максимальным значением чувствительности для частот 10, 20, 40, 100, 160, 315, 500, 1000 Гц, приведенных в п.п. 9.1.2б, 9.1.3.

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики каналов градиента давления определяется как разность между минимальным и максимальным отношением значений чувствительности для частот 10, 20, 40, 100, 160, 315, 500, 1000 Гц, приведенных в п.9.1.2а к значению частоты, на которой они измерены.

9.3.3 Занести значения чувствительности канала звукового давления и каналов градиента давления, полученные при поверке приемника (п. 9.1.2), в таблицы 4 и 5 соответственно.

Таблица 4

Частота $f_i$ , Гц	$M_p(f_i)$ , мВ/Па
10	
...	
1000	

Таблица 5

Частота $f_i$ Гц	$M_j(f_i)$ , мВ/Па			$\frac{M_j(f_i)}{f_i}$ , (мВ/Па)/Гц		
	Каналы			Каналы		
	"X"	"Y"	"Z"	"X"	"Y"	"Z"
	1	2	3	1	2	3
10						
...						
1000						

9.3.4 Вычислить отношения полученных значений чувствительности для каналов градиента давления (в единицах эквивалентного звукового давления) к значению соответствующей частоты по формуле  $\frac{M_j(f_i)}{f_i}$ , (мВ/Па)/Гц.

9.3.5 Определить неравномерность амплитудно-частотной характеристики канала звукового давления  $\Delta_p$ , дБ, для поддиапазонов частот от 10 до 20 Гц, от 20 до 500 Гц и от 500 до 1000 Гц по формуле:

$$\Delta_p = 20 \cdot \left\{ \lg \max_i [M_p(f_i)] - \lg \min_i [M_p(f_i)] \right\} \quad (8)$$

где  $M_p(f_i)$  – чувствительности канала давления, мВ/Па;

9.3.6 Для каждого канала градиента давления определить неравномерность амплитудно-частотной характеристики, отнесенной к соответствующей частоте  $\Delta_j$ , дБ, для поддиапазонов от 10 до 20 Гц, от 20 до 500 Гц и от 500 до 1000 Гц по формуле:

$$\Delta_j = 20 \cdot \left\{ \lg \max_i \left( \frac{M_j(f_i)}{f_i} \right) - \lg \min_i \left( \frac{M_j(f_i)}{f_i} \right) \right\} \quad (9)$$

где  $M_j(f_i)$  – чувствительности приемника, мВ/Па;

$f_i$  – частота, на которой определена чувствительность  $M_j(f_i)$ , Гц;

$j$  – номер канала градиента давления ("X", "Y", "Z").

9.3.7 Результаты поверки по пункту 9.3 считать положительными, если:

- значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала звукового давления не превышают:

в диапазоне частот от 10 до 20 Гц включ. - 4 дБ;

в диапазоне частот св. 20 до 500 Гц включ. - 3 дБ;

в диапазоне частот св. 500 до 1000 Гц включ. - 6 дБ;

- значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики для всех каналов градиента давления не превышают:

в диапазоне частот от 10 до 20 Гц включ. - 4 дБ;

в диапазоне частот св. 20 до 500 Гц включ. - 3 дБ;

в диапазоне частот св. 500 до 1000 Гц включ. - 6 дБ.



*Примечание – допускается совмещать поверку по пункту 9.3 с поверкой по пункту 9.1.2.*

#### 9.4 Определение показателя асимметрии максимумов каналов градиента давления

Данную проверку допускается проводить двумя методами.

Метод 1

9.4.1 Показатель асимметрии максимумов каналов градиента давления определять как отношение чувствительности  $M_0$  при  $\varphi=0^\circ$  к чувствительности  $M_1$  при  $\varphi=180^\circ$ , выраженные в дБ.

*Примечание – Здесь и далее  $\varphi$  – угол между измерительной осью канала приемника и направлением противоположным вектору ускорения свободного падения.*

9.4.2 В соответствии с эксплуатационной документацией на установку для градуировки векторных приемников У1 для канала "X" измерить чувствительность  $M_0$  и  $M_1$  на частоте  $f=315$  Гц.

9.4.3 Вычислить показатель асимметрии максимумов  $A_x$ , дБ, по формуле:

$$A_x = 20 \cdot \lg \left( \frac{M_0}{M_1} \right) \quad (10)$$

9.4.4 Повторить операции пунктов 9.4.2–9.4.3 для каналов "Y", "Z".

Метод 2

9.4.5 Установить приемник через переходник на рабочий стол эталонной виброустановки низкочастотной (ВУ-НЧ) ВУ-2. При этом приемник должен крепиться своим фланцем к переходнику.

Направление колебаний стола должна совпадать с измерительной осью X приемника ( $\varphi = 0^\circ$ ).

9.4.6 В соответствии с РЭ на эталон измерить чувствительность по ускорению приемника  $K_x(f, 0^\circ)$  на частоте  $f=315$  Гц.

9.4.7 Развернуть приемник с переходником на  $180^\circ$ , т.е.  $\varphi = 180^\circ$ , измерить чувствительность канала X по ускорению  $K_x(f, 180^\circ)$ .

9.4.8 Вычислить показатель асимметрии  $A_x$  на частоте  $f$  по формуле:

$$A_x = 20 \lg \frac{K_x(f, 0^\circ)}{K_x(f, 180^\circ)}, \quad (11)$$

9.4.9 Повторить пункты пп. 9.4.6 – 9.4.8 для каналов Y и Z.

9.4.10 Результаты поверки по пункту 9.4 считать положительными, если показатели асимметрии максимумов для каналов X, Y и Z находятся в пределах  $|A_x(f)| < 2$  дБ,  $|A_y(f)| < 2$  дБ и  $|A_z(f)| < 2$  дБ.

#### 9.5 Определение отклонения характеристики направленности каналов градиента давления от дипольной в углах $45^\circ$ , $135^\circ$ , $225^\circ$ , $315^\circ$ относительно оси максимальной чувствительности

Данную проверку допустимо проводить двумя методами.

Метод 1

9.5.1 В соответствии с эксплуатационной документацией на установку для градуировки векторных приемников У1 для канала "X" на частоте  $f=315$  Гц измерить чувствительность  $M_i$  для углов  $\varphi_i$  равных  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $315^\circ$  и  $M_0$  для угла  $0^\circ$ .

9.5.2 Рассчитать отклонение характеристики направленности чувствительности каналов градиента давления от дипольной  $B$ , дБ, в каждой плоскости по формуле:

$$B = \max \left\{ 20 \cdot \lg \left( \frac{M_0}{\sqrt{2} \cdot M_i} \right) \right\} \quad (12)$$

где:  $M_0$  - чувствительность канала под углом  $0^\circ$ , мВ/Па;

$M_i$  - чувствительности канала под углом  $\varphi_i$ , мВ/Па.

9.5.3 Повторить пункты 9.5.1–9.5.2 для каналов "Y", "Z".

Метод 2

9.5.4 Установить приемник через переходник на рабочий стол эталонной виброустановки низкочастотной (ВУ-НЧ) ВУ-2. При этом приемник должен крепиться своим фланцем к переходнику.

*Примечание – допустимо проводить проверку на углах 54,7°; 125,3°; 234,7°; 305,3°.*

Установить приемник на переходнике на стол так, чтобы измерительная ось канала X составляла  $\varphi = 54,7^\circ$  с направлением колебания стола

9.5.5 В соответствии с РЭ на эталон измерить чувствительность по ускорению приемника  $K_x(f, \varphi)$  на частоте  $f = 315$  Гц.

9.5.6 Рассчитать отклонение характеристики направленности чувствительности каналов градиента давления от дипольной  $B$ , дБ, в каждой плоскости по формуле:

$$B = \max \left| \frac{K(f, \varphi)}{K(f, 0^\circ)} \sqrt{3} \right|, \quad (13)$$

где  $K_x(f, 0^\circ)$  берется из п. 9.4 (метод 2).

9.5.7 Повторить пп. 9.5.4 – 9.5.6 на углах  $\varphi$ : 125,3°; 234,7°; 305,3°.

9.5.8 Повторить пункты 9.5.4–9.5.7 для каналов "Y", "Z".

9.5.9 Результаты поверки по пункту 9.5 считают положительными, если для всех каналов градиента давления отклонение характеристики направленности каналов градиента давления от дипольной на углах 45°, 135°, 225°, 315° относительно оси максимальной чувствительности не превышает  $\pm 2$  дБ.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки приемников, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца приемник или лица, представившего его на поверку, на приемник выдается свидетельство о поверке средства измерений и (или) в формуляр вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

10.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с установленным порядком.

Начальник НИО-5  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 51  
НИО-5 ФГУП «ВНИИФТРИ»


В.Н. Некрасов

А.Н. Матвеев