

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Гидрофоны измерительные 1П2

Методика поверки

МП ИКЛМ.365351.058

2025 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на гидрофоны измерительные ИП2 (далее – гидрофоны), изготавливаемые АО «Концерн «Океанприбор», и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы звукового давления в водной среде в соответствии с государственной поверочной схемой, утверждённой приказом Росстандарта от 29 мая 2025 г. № 1044, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 55-2025.

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

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Рабочий диапазон частот, Гц	от 100 до 20000
Чувствительность в режиме приёма по напряжению на частоте 2 кГц, мкВ/Па	от 130 до 250
Неравномерность частотной характеристики чувствительности, дБ, не более	10
Доверительные границы относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95, дБ	от -1,0 до +1,0

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого гидрофона используется метод прямых измерений.

1.5 Первичную поверку гидрофона осуществляют до ввода средства измерений в эксплуатацию. В процессе эксплуатации средство измерений подлежит периодической поверке.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки гидрофонов должны быть выполнены операции, указанные 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	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			9
Определение значения чувствительности в режиме приёма по напряжению на частоте 2 кГц	да	да	9.1
Определение рабочего диапазона частот, неравномерности частотной характеристики чувствительности	да	да	9.2

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 относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95	да	да	9.3

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, указанных в таблице 2, поверка прекращается.

2.3 Допускается проведение периодической поверки на выборочных третьоктавных частотах его рабочего диапазона, при этом количество частот при периодической поверке должно быть не менее пяти, а среди частот поверки обязательно должны присутствовать 100, 2000, 20000 Гц. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

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

3.2 Поверку гидрофона на эталоне проводить в пресной воде.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, ежегодно проходящие проверку знаний по технике безопасности и аттестованные в качестве поверителей в области гидроакустических измерений.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При поверке должны быть применены средства, 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
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры воды в диапазоне измерений от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .	Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ-9410/М2, рег. № 68355-17

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры воздуха в диапазоне измерений от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 95 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 3\text{ }%$ . Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 850 до 1050 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 3\text{ }%$	Прибор комбинированный Testo 623, рег. № 53505-13  Барометр-анероид контрольный М-67, рег. № 3744-73
п. 8.2 Опробование	Измерители иммитанса, диапазон измерения ёмкости от 0,1 пФ до 20 мФ, пределы допускаемой основной погрешности измерения ёмкости $\pm [0,15 + 0,01 \cdot (C_k / C - 1)] \cdot (1 + \text{tg}^2\delta)^{0,5}\text{ }%$ , (C, tg $\delta$ – измеренные значения ёмкости и тангенса угла потерь, C <sub>k</sub> – конечное значение установленного диапазона измерений) Меггаомметры, диапазон измерений до 999 МОм, пределы допускаемой основной погрешности измерений сопротивления $\pm (3\text{ }% + 3\text{ е.м.р.})$ Осциллографы цифровые запоминающие с полосой пропускания не менее 100 МГц	Измеритель иммитанса E7-21, рег. № 24226-03  Меггаомметр E6-24/1, рег. № 25405-08  Осциллограф цифровой запоминающий С8-203/4, рег. № 64767-16
п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы звукового давления в водной среде, соответствующие требованиям государственного рабочего эталона 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений звукового давления и колебательной скорости в водной среде, утверждённой приказом Росстандарта от 29 мая 2025 г. № 1044, доверительные границы допускаемой относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95 не более $\pm 0,7\text{ дБ}$	Рабочие эталоны единицы звукового давления в водной среде 2 разряда 3.7.АГЗ.0001.2021 3.7.АГЗ.0003.2021
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин и поверенные средства измерений утверждённого типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ Р 12.1.019, ГОСТ Р 12.1.038, ГОСТ 12.3.019, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии», а также действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации (далее – ЭД) на гидрофон и средства поверки.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 При внешнем осмотре гидрофона необходимо установить:

- отсутствие механических повреждений;
- чистоту контактов соединительной вилки;
- удовлетворительное состояние кабеля;
- чёткость нанесения типа и заводского номера гидрофона.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если гидрофон удовлетворяет требованиям п. 7.1. В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки поверитель должен:

- изучить документ ИКЛМ.365351.058 РЭ «Гидрофоны измерительные 1П2. Руководство по эксплуатации»;
- проверить исправность кабеля гидрофона;
- подготовить средства поверки и вспомогательное оборудование к работе в соответствии с их ЭД;
- в случае периодической поверки убедиться в наличии свидетельства о предыдущей поверке гидрофона.

8.1.2 Перед началом поверки гидрофон должен находиться в воде в течение не менее 6 ч.

8.1.3 Непосредственно перед поверкой гидрофон должен быть обезжирен мыльным раствором.

8.1.4 При проведении операций по п.п. 9.1-9.2 ориентировать гидрофон опорным направлением на излучатель. За опорное направление принять выгравированный на корпусе заводской номер гидрофона.

8.1.5 Используемые средства поверки должны быть заземлены.

8.1.6 Поверяемый гидрофон и используемые средства поверки необходимо выдержать во включённом состоянии не менее 20 мин перед проведением поверки.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании гидрофона необходимо произвести измерения его электрической ёмкости и сопротивления изоляции и выполнить проверку работоспособности.

8.2.2 Измерение электрической ёмкости проводить на частоте 1 кГц с помощью измерителя иммитанса. Измерение сопротивления изоляции (между каждым изолированным от корпуса электрическим выводом гидрофона и его корпуса) проводить с помощью мегаомметра.

8.2.3 При проверке работоспособности гидрофона необходимо подключить вилку его кабеля к осциллографу. Создать воздействие на чувствительный элемент гидрофона путём лёгкого постукивания карандашом.

8.2.4 Результаты поверки считать положительными, если:

- измеренное значение электрической ёмкости гидрофона составляет не менее 26 нФ;
- измеренное значение сопротивления изоляции гидрофона составляет не менее 50 МОм;
- при воздействии на чувствительный элемент гидрофона лёгким постукиванием карандашом гидрофон отвечает на это воздействие – на экране осциллографа появляется переменный сигнал.

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

9.1 Определение значения чувствительности в режиме приёма по напряжению на частоте 2 кГц

9.1.1 Определение значения чувствительности гидрофона проводить с помощью эталона.

9.1.2 Измерение чувствительности гидрофона по напряжению  $M$  на частоте 2 кГц проводить в соответствии с руководством по эксплуатации эталона, при этом число измерений  $n$  должно быть не менее 4.

9.1.3 Вычислить значение чувствительности  $M_{cp}$  в [мкВ/Па] как среднее арифметическое значение по формуле (1):

$$M_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i, \quad (1)$$

где  $M_i$  – результат  $i$ -го измерения чувствительности гидрофона на частоте 2 кГц, измеренное по п. 9.1.2;  $n$  – число измерений ( $n \geq 4$ ).

9.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значение чувствительности в режиме приёма по напряжению на частоте 2 кГц находится в пределах от 130 до 250 мкВ/Па.

9.2 Определение рабочего диапазона частот, неравномерности частотной характеристики чувствительности

9.2.1 Рабочий диапазон частот гидрофона подтверждается положительными результатами поверки при определении неравномерности частотной характеристики чувствительности гидрофона в рабочем диапазоне частот.

9.2.2 Определение неравномерности частотной характеристики чувствительности гидрофона проводить с помощью эталона.

9.2.3 Измерение чувствительности гидрофона  $M(f)$  проводить на частотах  $f$  третьоктавного ряда его рабочего диапазона в соответствии с руководством по эксплуатации эталона, при этом на каждой частоте число измерений  $n$  должно быть не менее 4.

9.2.4 На каждой частоте  $f$  вычислить среднее арифметическое значение чувствительности  $M(f)_{cp}$  в [мкВ/Па] по формуле (2):

$$M(f)_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M(f)_i, \quad (2)$$

где  $M(f)_i$  – результат  $i$ -го измерения чувствительности гидрофона на частоте  $f$ , измеренное по п. 9.2.3;  $n$  – число измерений ( $n \geq 4$ ).

9.2.5 По полученным результатам  $M(f)_{cp}$  определить максимальное  $M_{max}$  и минимальное  $M_{min}$  значения чувствительности гидрофона в [мкВ/Па] в рабочем диапазоне частот.

9.2.6 Для каждой частоты  $f$  вычислить относительное среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) оценки результата измерений чувствительности  $S_0(f)$  по формуле (3):

$$S_0(f) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M(f)_i - M(f)_{cp})^2}{n(n-1)} \frac{100}{M(f)_{cp}}}, \quad (3)$$

где  $M(f)_i$  – результат  $i$ -го измерения чувствительности гидрофона на частоте  $f$ , измеренное по п. 9.2.3;  $M(f)_{cp}$  – среднее арифметическое значение чувствительности на частоте  $f$ , полученное по п. 9.2.4;  $n$  – число измерений ( $n \geq 4$ ).

9.2.7 Определить неравномерность частотной характеристики чувствительности  $\Theta$ , выраженную в [дБ относительно 1 мкВ/Па], по формуле (4):

$$\Theta = 20 \lg \left( \frac{M_{max}}{M_{min}} \right). \quad (4)$$

9.2.8 Результаты поверки считать положительными, если неравномерность частотной характеристики чувствительности  $\Theta$  не превышает 6 дБ в рабочем диапазоне частот от 100 Гц до 20 кГц.

9.3 Определение относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95

9.3.1 Определение относительной погрешности чувствительности гидрофона при доверительной вероятности 0,95 выполнять в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

9.3.2 Относительную погрешность (без учёта знака) в [%] для каждой частоты  $f$  вычислить по формуле (5):

$$\delta = K S_{\Sigma}, \quad (5)$$

где  $S_{\Sigma}$  – суммарное СКО оценки результата измерения чувствительности,  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисключённой систематической погрешности (далее – НСП).

9.3.3 Значения  $S_{\Sigma}$  в [%] и  $K$  вычислить по формулам (6) и (7), соответственно:

$$K = \frac{t_{(n-1,P)} S_0 + \Theta_3(P)}{S_0 + S_{\Theta}}, \quad (6)$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_0^2}, \quad (7)$$

где  $t_{(n-1,P)}$  – квантиль распределения Стьюдента при  $(n - 1)$  степени свободы и доверительной вероятности  $P = 0,95$ ;  $S_0$  – относительное СКО среднего арифметического значения результата измерений, определённое по формуле (3);  $\Theta_3(P)$  – доверительные границы НСП применяемого эталона при доверительной вероятности  $P = 0,95$ ;  $n$  – число независимых измерений ( $n \geq 4$ ).

9.3.4 СКО НСП  $S_{\Theta}$  в [%] вычислить по формуле (8):

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_3(P)}{k\sqrt{3}}, \quad (8)$$

где  $k = 1,1$  – коэффициент, определяемый доверительной вероятностью  $P = 0,95$ .

9.3.5 Результаты поверки считать положительными, если для каждой частоты  $f$  третьоктавного ряда в рабочем диапазоне частот от 100 Гц до 20 кГц полученные значения относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95 находятся в доверительных границах  $\pm 1,0$  дБ.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки гидрофона оформить в виде протокола произвольной формы.

10.2 Результаты поверки гидрофона подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включёнными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца гидрофона или лица, предъявившего его на поверку, выдаётся свидетельство о поверке средства измерений, в паспорт гидрофона вносится запись о проведённой поверке, заверяемая подписью поверителя, с указанием даты поверки.

10.4 При отрицательных результатах поверки гидрофон признают непригодным к применению, и, по заявлению владельца гидрофона или лица, предъявившего его на поверку, выписывается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник НИО-5  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.Н. Некрасов

Заместитель начальника  
по научной работе НИО-5  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Матвеев