

СОГЛАСОВАНО

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



 А.Н. Щипунов

 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Гидрофоны измерительные ГИ59

Методика поверки

МП МГФК.406231.182

р.п. Менделеево

2023 г.

## Введение

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки гидрофонов измерительных ГИ59 (далее – гидрофоны) и устанавливает объем и методы первичной и периодических поверок.

1.2 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость к ГЭТ 55-2017 по государственной поверочной схемой для средств измерений звукового давления и колебательной скорости в водной среде, утверждённой приказом Росстандарта от 28 сентября 2018 г. № 2084.

1.3 Для определения метрологических характеристик поверяемого гидрофона используется метод сравнения с эталонным гидрофоном.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические требования

Наименование характеристики	Значения
Диапазон рабочих частот, Гц	от 20 до 630000
Уровень чувствительности на частоте 200 кГц, относительно 1 мкВ/Па, дБ, не менее	50
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне частот от 20 Гц до 630 кГц, дБ, не более	20
Неравномерность диаграммы направленности в горизонтальной плоскости в рабочем угловом секторе $\pm 180^\circ$ на частоте 630 кГц, дБ, не более	8
Доверительные границы относительной погрешности измерения уровня чувствительности гидрофона при доверительной вероятности 0,95, дБ	$\pm 1,0$

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведённые в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	
		периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Опробование	да	да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям			9
Определение уровня чувствительности на частоте 200 кГц, относительно 1 мкВ/Па	да	да	9.1
Определение частотной характеристики чувствительности в диапазоне частот от 20 Гц до 630 кГц	да	да	9.2
Определение диаграммы направленности в горизонтальной плоскости в рабочем угловом секторе $\pm 180^\circ$ на частоте 630 кГц	да	да	9.3
Определение доверительные границы относительной погрешности измерения уровня чувствительности гидрофона при доверительной вероятности 0,95, дБ, в пределах	да	да	9.4
Определение диапазона рабочих частот	да	да	9.5

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 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.).

3.2 Поверку гидрофона на эталоне по п.п. 9.1-9.3 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
9.1-9.5	Эталон единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде, соответствующий требованиям государственного первичного эталона в диапазоне частот от 0,1 до 1,0 МГц	Государственный первичный эталон единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде ГЭТ 55-2017, утверждён приказом Росстандарта № 562 от 17.03.2017 (далее ГЭТ 55-2017) (установка Э-5: диапазон частот от 0,1 до 1,0 МГц; доверительная относительная погрешность градуировки (поверки) измерительных гидрофонов при доверительной вероятности 0,95 не более 0,5 дБ, установка Э-2: диапазон частот от 0,5 до 2000 Гц; доверительная относительная погрешность градуировки (поверки) измерительных гидрофонов при доверительной вероятности 0,95 не более 0,5 дБ) Рабочий эталон 2 разряда единицы звукового давления в водной среде «Измерительная установка УГГ1», рег. № 3.1.ZZT.0022.2013 (далее – измерительная установка УГГ1): диапазон частот от 1 до 250 кГц, доверительная относительная погрешность градуировки (поверки) измерительных гидрофонов при доверительной вероятности 0,95 не более 1 дБ.

5.2 Вспомогательные материалы, необходимые для проведения поверки и нормы их расхода на одну поверку, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование материала	Нормы расхода, кг
Ветошь обтирочная ОСТ-63-46-84	0,2
Мыло хозяйственное СТ 13-368-85	0,1

### 3 Условия поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.).

3.2 Поверку гидрофонов на эталоне по п.п. 6.2-6.5 проводить в пресной воде.

### 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2009, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.1.030-2010, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми 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 На поверку представляют гидрофон с руководством по эксплуатации МГФК.406231.182 РЭ и паспортом МГФК.406231.182 ПС.

8.2 Перед проведением поверки поверитель должен:

- изучить руководство по эксплуатации поверяемого гидрофона;
- подготовить средства поверки и вспомогательное оборудование к работе в соответствии с их ЭД;

8.3 Перед погружением провести опробование гидрофона:

8.3.1 При опробовании гидрофона необходимо подключить его вилку к осциллографу через блок питания и коммутации (БПК) согласно РЭ. Создать воздействие на чувствительный элемент гидрофона путём лёгкого постукивания карандашом.

8.3.2 Результаты опробования считать положительными, если при воздействии на чувствительный элемент гидрофона лёгким постукиванием карандашом гидрофон отвечает на это воздействие – на экране осциллографа появляется переменный сигнал.

8.4 Перед погружением гидрофон должен быть обезжирен мыльным раствором.

8.5 Перед поверкой гидрофон должен находиться в воде в течение не менее 3 ч.

8.6 Используемые средства поверки должны быть заземлены.

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

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

9.1 Определение уровня чувствительности на частоте 200 кГц, относительно 1 мкВ/Па

9.1.1 Определение уровня чувствительности гидрофона  $M$  на частоте 200 кГц проводить на эталонной установке Э-2.

9.1.2 Измерение чувствительности гидрофона на частоте 200 кГц проводить в соответствии с руководством по эксплуатации эталонной установки, при этом число измерений  $n$  должно быть не менее 4.

9.1.3 Вычислить значение чувствительности в [мкВ/Па] как среднее арифметическое значение по формуле (1):

$$M_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i. \quad (1)$$

9.1.4 Вычислить уровень чувствительности на частоте 200 кГц в [дБ] относительно 1 мкВ/Па по формуле (2):

$$M = 20 \cdot \lg(M_{\text{cp}}). \quad (2)$$

9.1.5 Вычислить относительное среднее квадратическое отклонение (СКО) оценки результата измерений чувствительности по формуле (3):

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - M_{\text{cp}})^2}{n \cdot (n-1)}} \cdot \frac{100\%}{M_{\text{cp}}}. \quad (3)$$

9.1.6 Результаты поверки считать положительными, если значение уровня чувствительности на частоте 200 кГц не менее 50 дБ относительно 1 мкВ/Па.

9.2 Определение неравномерности частотной характеристики чувствительности в диапазоне частот от 20 Гц до 630 кГц

9.2.1 Определение чувствительности гидрофона проводить на всех частотах  $f$  ряда 13 октавы по ГОСТ 12090-80 «Частоты для акустических измерений. Предпочтительные ряды» в диапазоне частот от 20 Гц до 630 кГц рабочего диапазона в соответствии с руководством по эксплуатации установки Э-2 и измерительной установки УГГ1, при этом число наблюдений на каждой частоте  $n$  должно быть не менее 4. Допускается в соответствии с п. 18 Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815 при периодической поверке выполнять измерение чувствительности не на всех третьоктавных частотах рабочего диапазона гидрофона. При этом частоты измерений должны совпадать с частотным рядом предыдущей поверки.

9.2.2 На каждой частоте  $f_k$  вычислить среднее арифметическое значение чувствительности в [мкВ/Па] по формуле (1).

9.2.3 На каждой частоте  $f_k$  вычислить уровень чувствительности в [дБ] относительно 1 мкВ/Па по формуле (2).

9.2.4 Для каждой частоты  $f_k$  вычислить относительное среднее квадратическое отклонение (СКО) оценки результата измерений чувствительности по формуле (3).

9.2.5 Максимальную неравномерность  $\theta_{\text{чх}}$  чувствительности в рабочем диапазоне частот в [дБ] следует определять как абсолютное значение разности минимального уровня  $M(f_k)_{\text{min}}$  чувствительности и максимального уровня  $M(f_k)_{\text{max}}$  чувствительности, полученных при проведении операций поверки по формуле (4):

$$\theta_{\text{чх}} = |M(f_k)_{\text{min}} - M(f_k)_{\text{max}}|. \quad (4)$$

9.2.6 Результаты поверки считать положительными, если значение неравномерности частотной характеристики чувствительности не превышает 10 дБ в частотном диапазоне от 1 Гц до 200 кГц.

9.3 Определение неравномерности диаграммы направленности в горизонтальной плоскости в рабочем угловом секторе  $\pm 180^\circ$  на частоте 80 кГц

9.3.1 Неравномерности диаграмм направленности гидрофона в горизонтальной и вертикальной плоскостях следует определять на установке Э-5 на частоте 630 кГц. Неравномерность диаграммы направленности определяется как разность, в децибелах, между максимальным и минимальным уровнями сигнала гидрофона в рабочем угловом секторе  $\pm 180^\circ$  в горизонтальной плоскости.

9.3.2 Результаты поверки считать положительными, если значение неравномерности диаграммы направленности  $\epsilon$  в горизонтальной плоскости в рабочем угловом секторе  $\pm 180^\circ$  на частоте 80 кГц не превышает 8 дБ.

9.4 Определение доверительных границы относительной погрешности измерения уровня чувствительности гидрофона при доверительной вероятности 0,95

9.4.1 При расчётах использовать значения полученные по п.п. 9.1-9.3.

9.4.2 Определение относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95 выполнять при первичной поверке гидрофона в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

9.4.3 Относительную погрешность уровня чувствительности гидрофона (без учёта знака) вычислить по формуле (9):

$$\delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (9)$$

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

Значения  $S_{\Sigma}$  и  $K$  вычислить по формулам (10) и (11), соответственно:

$$K = \frac{t_{(n-1,P)} \cdot S_0 + \theta_{\Sigma}}{S_0 + S_{\theta}}, \quad (10)$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_0^2}, \quad (11)$$

где  $t_{(n-1,P)}$  – квантиль распределения Стьюдента при  $(n - 1)$  степени свободы и доверительной вероятности 0,95;  $S_0$  – относительное среднее квадратическое отклонение оценки результата измерений, определённое по формуле (3);  $\theta_{\Sigma}$  – доверительная относительная погрешность эталона, применяемого при первичной поверке;  $n$  – число независимых измерений.

Среднее квадратическое отклонение НСП  $S_{\theta}$  вычислить по формуле (12):

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{k \cdot \sqrt{3}}, \quad (12)$$

где  $k$  – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью 0,95.



9.4.4 Результаты считать положительными, если полученные значения относительной погрешности измерения уровня чувствительности гидрофона при доверительной вероятности 0,95 находятся в доверительных границах  $\pm 1,0$  дБ.

#### 9.5 Определение диапазона рабочих частот

9.5.1 Рабочий диапазон частот определяется диапазоном частот, в котором характеристики гидрофонов удовлетворяют требованиям технической документации и метрологически обеспечены в эксплуатации.

9.5.2 Определить диапазон рабочих частот от 20 до 630000 Гц, при положительном результате проверок по п.п. 9.1-9.6.

### 10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки гидрофона оформить в виде протокола произвольной формы.

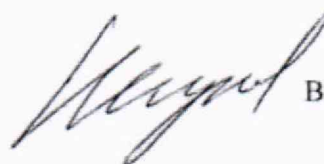
10.2 Результаты поверки гидрофона подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включёнными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

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»

Начальник отдела 51  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 В.Н. Некрасов

 А.Н. Матвеев