

СОГЛАСОВАНО

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



 А.Н. Щипунов

" 03 " 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Измерители скорости звука ИСЗ-500

Методика поверки

МП 5.512.23-002

2023 г.

Содержание

	Стр.
1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7 Внешний осмотр	6
8 Подготовка к поверке и опробование	6
9 Проверка программного обеспечения	6
10 Определение метрологических характеристик	7
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
12 Оформление результатов поверки	9

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителей скорости звука ИСЗ-500 (далее – измерители), используемых в качестве рабочих средств измерений или в качестве рабочих эталонов в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений скорости звука в жидких средах. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики измерителей, подтверждаемые при поверке:

Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	
	при применении в качестве рабочего средства измерений	при применении в качестве рабочего эталона
скорости звука в водной среде от 1403 до 1560 м/с	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$
	Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности	
гидростатического давления от 0,1 до 5 МПа	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$

1.2 Прослеживаемость результатов измерений при поверке измерителей обеспечивается:
– к государственному первичному эталону единицы скорости звука в жидких средах ГЭТ 201-2012 в соответствии с ГОСТ Р 8.870-2014 «Государственная поверочная схема для средств измерений скорости звука в жидких средах в диапазоне от 800 до 2000 м/с»;

– к государственному первичному эталону единицы давления – паскаля ГЭТ 23-2010 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653;

– к государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа ГЭТ 43-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653.

1.3 Поверка измерителей проводится методом непосредственного сличения с эталонными средствами измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7
2 Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	8
3 Проверка ПО	Да	Да	9
4 Определение метрологических характеристик средства измерений			10
4.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости звука в водной среде	Да	Да	10.1
4.2 Определение диапазона и приведенной к верхнему пределу	Да	Да	10.2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
измерений погрешности измерений гидростатического давления			
4.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 Проведение поверки в сокращенном объеме не предусмотрено.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка проводится при условиях, соответствующих требованиям ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке»:

- температура окружающего воздуха, °C (20±5);
- относительная влажность воздуха, % до 80;
- атмосферное давление, гПа от 840 до 1067;
- напряжение питающей сети, В (220±22);
- частота питающей сети, Гц (50±1).

3.2 Средства поверки должны быть поверены и подготовлены к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право проведения поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений. Специальные требования к количеству специалистов не предъявляются.

4.2 Персонал, проводящий поверку, должен быть ознакомлен с руководством по эксплуатации измерителя и настоящей методикой поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При поверке должны быть использованы 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.п. 8.2, 10 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 3 %	Измеритель температуры и относительной влажности ИТВ 1522D, диапазон измерения температуры от минус 50 до +125 °C; класс точности измерения температуры 0,25 %; класс точности измерения влажности 3 %; рег. № 20857-07

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 800 до 1060 гПа, с абсолютной погрешностью не более 5 гПа;	Барометр рабочий сетевой БРС-1М, диапазон измерений от 600 до 1100 гПа; погрешность $\pm 0,033$ гПа, рег. № 16006-97.
	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	Мультиметр цифровой АРРА-305, диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0,1 мВ до 1000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,06$ %, погрешности измерений частоты на пределе 400 Гц $\pm 0,05$ Гц, рег. № 20088-05.
п. 10 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы скорости звука в воде и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам по ГОСТ Р 8.870-2014 с погрешностью не более $\pm 0,25$ м/с.	Государственный первичный эталон единицы скорости звука в жидких средах ГЭТ 201-2012, диапазон измерений скорости звука (800...2000) м/с, НСП = $\pm 0,04$ м/с, СКО = $\pm 0,005$ м/с. Измерители скорости звука в морской воде РЭ ИСЗ-М, диапазон измерений скорости звука от 1402 до 1560 м/с, погрешность измерений скорости звука $\pm 0,25$ м/с, рег. № 71410-18.
	Средства измерений температуры в диапазоне от -5 до 40 °С с погрешностью не более $\pm 0,05$ °С.	Термометр лабораторный ЛТ-300-Ф, диапазон измерений (-50...+200) °С, погрешность измерений $\pm 0,05$ °С, рег. № 61806-15.
	Средства задания (измерения) давления в диапазоне от 0,1 до 5 МПа, класс точности 0,2 %.	Манометр грузопоршневой МП-60, диапазон давлений (0,1...6) МПа, класс точности 0,02 %, рег. № 11180-87.
	Вспомогательные средства: Водяной циркуляционный термостат, объем теплоносителя не менее 20 литров, диапазон температур (-5...+40) °С, стабильность поддержания температуры не хуже $\pm 0,05$ °С.	

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия на время проведения поверки.

5.3 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, и обеспечивающие определение метрологических характеристик измерителя с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки измерителей следует соблюдать требования безопасности, устанавливаемые руководством по эксплуатации на измерители и руководствами по эксплуатации используемого при поверке оборудования, а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого измерителя следующим требованиям:

- внешний вид измерителя соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа (при наличии);
- соблюдены требования по защите измерителя от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа средств измерений (проверка наличия предусмотренных пломб);
- отсутствие дефектов, влияющих на безопасность проведения поверки и результаты поверки.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае выявленные дефекты устраняются до проведения поверки или принимается решение по проведению дальнейшей поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверку комплектности производить визуально сравнением с перечнем, приведенным в эксплуатационной документации.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если комплектность измерителя соответствует его эксплуатационной документации. В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.2 Опробование

8.2.1 Поместить измеритель в емкость с дистиллированной водой температуры окружающего воздуха по п. 3.1 так, чтобы его чувствительный элемент находился под водой.

8.2.2 Произвести измерение скорости звука измерителем.

8.2.3 Результаты опробования считать положительными, если измеренные значения скорости звука находятся в пределах от 1466 м/с до 1497 м/с.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для подтверждения идентификационных данных программы управления ИСЗ «isz500.apk» необходимо:

- установить на планшет из состава измерителя и запустить приложение для проверки и расчета контрольных сумм Hash Checker:MD5, SHA, CRC32,
- выбрать файл «isz500.apk» (корневая директория => /App/isz500.apk)
- выбрать тип алгоритма расчета контрольной суммы MD5,
- нажать «ACTION», из появившегося подменю выбрать «Вычислить»,
- в разделе «Generated hash» появится контрольная сумма файла.

9.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные программы управления ИСЗ «isz500.apk» соответствуют идентификационным данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программы	isz500
Номер версии (идентификационный номер программы)	1.01
Цифровой идентификатор программы (контрольная сумма)	119bb3d4a30b92f0510d2bf3975196e1
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программы	MD5

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости звука.

10.1.1 Заполнить рабочую камеру термостата дистиллированной водой.

10.1.2 Блок ИСЗ-Б измерителя, эталонный измеритель скорости звука и термометр погрузить в рабочую камеру термостата таким образом, чтобы их чувствительные элементы находились в воде.

10.1.3 Определение погрешности измерений скорости звука производить при положениях датчика температуры: +0 °С, +20 °С, +30 °С.

10.1.4 После выхода термостата на заданную температуру одновременно произвести измерения:

- температуры термометром t ;
- скорости звука эталонным измерителем $C_{Эт}$;
- скорости звука измерителем $C_{И}$.

10.1.5 Результаты измерений по п. 10.1.4 занести в таблицу 5.

Таблица 5

Соленость раствора NaCl, ‰	Значение температуры t , °С	Значение скорости звука эталона $C_{Эт}$, м/с	Значение скорости звука измерителя $C_{И}$, м/с	Значение $\Delta C = C_{И} - C_{Эт}$, м/с	
				полученное	допустимое
0					±0,6
					±0,6
					±0,6
40					±0,6
					±0,6

10.1.6 Заполнить рабочую камеру термостата раствором NaCl солености 40 ‰.

10.1.7 Определение погрешности измерений скорости звука в растворе NaCl солености 40 ‰ производить при положениях датчика температуры: -3 °С, +36 °С.

10.1.8 После выхода термостата на заданную температуру одновременно произвести измерения:

- температуры термометром t ;
- скорости звука эталонным измерителем $C_{Эт}$;
- скорости звука измерителем $C_{И}$.

10.1.9 Результаты измерений по п. 10.1.8 занести в таблицу 5.

10.2. Определение диапазона и приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений гидростатического давления

10.2.1 Подключить измеритель к манометру грузопоршневому с помощью комплекта проверки канала давления в соответствии с инструкцией ИСЗ ДЛИТ.416944.001И.

10.2.2 Поместить измеритель в емкость с водой температуры окружающего воздуха по п. 3.1 так, чтобы акустический преобразователь был полностью погружен в воду.

10.2.3 Последовательно создавать с помощью манометра давления P_M : 1, 6, 11, 21, 31, 41, 51, 41, 31, 21, 11, 6, 1 кгс/см².

10.2.4 Значения P_M и соответствующие показания измерителя P_i занести в таблицу 6.

Таблица 6

Значения P_M ,		Значение P_i ,		Значение δ , %	
кгс/см ²	МПа	бар	МПа	полученное	допустимое
1					±0,5
6					±0,5
11					±0,5
21					±0,5
31					±0,5
41					±0,5
51					±0,5
41					±0,5
31					±0,5
21					±0,5
11					±0,5
6					±0,5
1					±0,5

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости звука.

11.1.1 Вычислить и занести в таблицу 5 значения абсолютной погрешности измерений скорости звука $\Delta C = C_{и} - C_{эт}$.

11.1.2 Результаты поверки по п. 10.1 считать положительными, если:

- максимальное значение ΔC не превышает допустимого значения $\pm 0,6$ м/с;
- минимальное значение скорости звука $C_{и}$ (нижняя граница диапазона) находится в пределах (1403 ± 5) м/с;
- максимальное значение скорости звука $C_{и}$ (верхняя граница диапазона) находится в пределах (1560 ± 5) м/с.

11.2 Определение диапазона и приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений гидростатического давления.

11.2.1 Грузы манометра, следовательно и давление P_M выражены в кгс/см². Давление P_i выражено в барах.

11.2.2 Согласно ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы величин»:

$$\text{кгс/см}^2 = 98066,5 \cdot \text{Па}, \quad \text{бар} = 1 \cdot 10^5 \cdot \text{Па}.$$

11.2.3 Вычислить и занести в таблицу 5 значения давления в МПа:

$$P_M (\text{МПа}) = P_M (\text{кгс/см}^2) \cdot 0,098066, \quad P_i (\text{МПа}) = P_i (\text{бар})/10.$$

11.2.4 Для каждого значения давления вычислить приведенную к верхнему пределу измерений 5 МПа погрешность измерения давления по формуле

$$\delta = \frac{P_i (\text{МПа}) - P_M (\text{МПа})}{5 (\text{МПа})} \cdot 100 \%$$

11.2.5 Полученные значения δ занести в таблицу 6.

11.2.6 Результаты поверки по п. 10.2 считать положительными, если:

- максимальное значение δ не превышает допустимого значения $\pm 0,5$ %;
- значения P_i находятся в пределах от 0,1 до 5 МПа.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки измерителей, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По результатам поверки оформляют протокол поверки. По заявлению владельца измерителя или лица, представившего его на поверку, на измеритель выдается свидетельство о поверке измерителя, и (или) в паспорт измерителя вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений. Нанесение знака поверки на измеритель не предусмотрено.

Начальник НИО-5
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Научный сотрудник
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.Н. Некрасов

Ю.А. Ломовацкий