

СОГЛАСОВАНО

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




23 " 04 А.Н. Щипунов
2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Эхолоты многолучевые МЛЭ-300
Методика поверки

МП АИКЛ.365123.042

р.п. Менделеево
2024 г.

Содержание

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

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на эхолоты многолучевые МЛЭ-300 (в дальнейшем – МЛЭ-300) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость поверяемых МЛЭ-300 в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений длины ультразвуковой эхолокации ЛПС 512-1/2024, утвержденной главным метрологом ФГУП «ВНИИФТРИ» 06.02.2024 г., к Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024.

Методика поверки реализуется посредством метода непосредственного сличения.

1.3 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на МЛЭ-300 и на используемое при поверке оборудование. При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

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

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Дальность действия, м*	от 0,2 до 200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений дальности, м**	$\pm(0,1 + 0,005 \cdot L)$ ***

* - Максимальная наклонная дальность действия обеспечивается при следующих условиях:
- аномалия распространения звука – 0 дБ;
- глубина моря 100 м.
- коэффициент обратного рассеяния от дна – не менее минус 20 дБ.
** - Погрешность определения дальности задана для углов вблизи оси антенны и не учитывает погрешность, вызванную изменением ориентации и положения антенны и профиля скорости звука.
*** - L – измеренная дальность, м.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций 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 программного обеспечения	Да	Да	9
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
5 Оформление результатов поверки	Да	Да	11

3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

3.1 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
8.1 Подготовка к поверке	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 95 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %.	Измеритель влажности и температуры ИВТМ 7 Рег. № 71394-18
	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 0 °С до 60 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С.	Измеритель влажности и температуры ИВТМ 7 Рег. № 71394-18
	Средства измерений абсолютного давления воздуха в диапазоне от 600 до 1100 гПа с допускаемой абсолютной погрешностью ± 33 Па	Барометр рабочий сетевой БРС-1М-1 Рег. № 16006-97
	Средства измерений напряжения переменного тока в диапазоне от 0 до 750 В в диапазоне частот от 40 до 100 Гц с пределами допускаемой погрешности $\pm (0,7 \% + 5 \text{ ед. мл. р})$	Мультиметр цифровой АРРА-305 Рег. № 20088-05
	Средства измерений частоты в диапазоне от 0 до 400 Гц с пределами допускаемой погрешности $\pm (0,01 \% + 1 \text{ ед. мл. р})$	Мультиметр цифровой АРРА-305 Рег. № 20088-05
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Средства измерений длины, соответствующие требованиям к исходному эталону по локальной поверочной схеме для средств измерений длины ультразвуковой эхолотации ЛПС 512-1/2024, утвержденной главным метрологом ФГУП «ВНИИФТРИ» 06.02.2024 г.	Дальномер лазерный Leica DISTO X310 Рег. № 55021-13
	Средства измерений температуры в диапазоне от минус 10 °С до плюс 60 °С с пределами допускаемой погрешности измерений $\pm 0,002$ °С	Термометр сопротивления платиновый ПТС-10М Рег. № 11804-99

3.2 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.

3.3 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 3, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик МЛЭ-300 с требуемой точностью.

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 и ознакомленные с Руководством по эксплуатации Эхолоты многолучевые МЛЭ-300 (далее – РЭ).

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-79, «Технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6 Требования к условиям проведения поверки

6.1 Все операции поверки, если их условия не оговариваются при описании отдельных методов измерений, следует проводить в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +30;
- относительная влажность при температуре +25 °С, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7;
- напряжение питания, В от 218 до 222;
- частота питания, Гц от 49 до 51;

МЛЭ-300 должен быть выдержан в помещении при температуре, соответствующей условиям поверки, не менее 0,5 часов.

6.2 Механические повреждения, влияющие на метрологические характеристики, на МЛЭ-300 должны отсутствовать.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого эхолота МЛЭ-300 следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- проверка наличия и повреждения предусмотренных пломб;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на метрологические характеристики;
- надежность и чистота разъемных соединений;
- состояние соединительных кабелей.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверку комплектности производить визуально сравнением с перечнем, приведенным в паспорте АИКЛ.365123.042 ПС.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если комплектность МЛЭ-300 удовлетворяют п.8.1.1. В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.1.3 Во время подготовки к поверке поверитель должен ознакомиться с РЭ, подготовить все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки, а также проверить выполнение условий поверки, установленных в разделе 6.1.

8.1.4 Собрать схему измерений согласно Приложения В Руководства по эксплуатации АИКЛ.365123.042 РЭ.

8.2 Опробование

8.2.1 Выполнить предварительную проверку работоспособности МЛЭ-300 следующим образом:

- подать питание на блок обработки и блок питания;
- стандартными средствами операционной системы Windows убедиться в наличии связи между блоком обработки и модулем подводным (далее – МП) на скорости 1 Гбит/с;

- включить программу “mle”, ярлык которой размещается на рабочем столе;
- на вкладке «Антенна» окна «Настройки» в выпадающем списке «Тип обработки» выбрать «Данные АЦП»;
- нажать на кнопку  на панели инструментов. Нажимать на кнопку без погружения МП в воду КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ;
- в графическом окне наблюдать устойчивую временную реализацию сигналов с выбранных элементов приемной антенны (процедура выбора элементов антенны описана в Руководстве оператора МЛЭ-300);
- последовательно выключить программу “mle” компьютер и снять питание с компьютера и блока питания.

8.2.2 В случае не установления связи ноутбука с МП, а также при отсутствии корректного вывода сигналов на монитор следует проверить надежность соединений, убедиться в подаче питания на подводный модуль, повторно выполнить действия по п 8.2.1.

8.2.3 Результаты подготовки к проведению испытаний считать положительными, если в графическом окне наблюдается устойчивая временная реализация сигналов.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверку программного обеспечения (далее - ПО) проводить по эксплуатационной документации и при его запуске. Проверить идентификационное наименование, номер версии (идентификационный номер) и цифровой идентификатор (контрольная сумма) ПО.

9.2 Для определения идентификационных данных программы необходимо установить на ПК одну из версий программного обеспечения «mle_s.exe», и запустить программу mle.exe.

9.3 Результаты поверки считать положительным, если в окне «О программе» программы «mle» отображаются идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) и цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма), представленные в таблицах 4 и 5.

В противном случае МЛЭ-300 к дальнейшему проведению поверки не допускается.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	mle_s.exe
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Версия 1.18 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	BF20AA5D2C424182A24717E23FA66F7F
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5

Таблица 5

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	mps.pof
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.1 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	59EDE747
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Проверка диапазона и определение погрешности измерений расстояния до отражающего объекта.

10.1.1 Проверка максимальной измеряемой дальности 200 м в условиях малоразмерных бассейнов заключается в подсчете числа отраженных импульсов, полученных от отражателя.

Минимальные расстояние от МП до отражателя 5 м.

10.1.2 Рассчитать минимальное количество отраженных импульсов, необходимых для реализации измерения заданного максимального расстояния в натуральных условиях по формуле (1):

$$n = \frac{K_m^n K_a^{n-1} \exp(-2n\beta L)}{\exp(-2\beta D_{\max}) K_{\text{он}} (1 - K_a)} \cdot \frac{D_{\max}}{L}, \quad (1)$$

где n – количество отраженных импульсов, регистрируемых на экране монитора;

D_{\max} – заданная максимальная дальность действия МЛЭ-300;

K_m – коэффициент отражения отражающей поверхности (для стали – 0,9);

K_a – коэффициент отражения антенны (для уретанового покрытия – 0,8);

β – коэффициент поглощения акустической волны в водной среде (для пресной воды – $4,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1}$);

L – значение расстояния от антенны до отражающей поверхности;

$K_{\text{он}}$ – коэффициент отражения от дна акватории (для реальных акваторий лежит в пределах (0,1 - 0,9)).

10.1.3 Собрать схему измерений согласно Приложения В Руководства по эксплуатации АИКЛ.365123.042 РЭ.

10.1.4 Поставить на блоке обработки программу «mle» в режим измерений расстояний с возможностью визуализации возможно большего количества отраженных импульсов и включить МЛЭ - 300.

10.1.5 Количество отраженных импульсов занести в протокол.

10.1.6 Измерить температуру воды в бассейне и занести ее значение в протокол.

10.1.7 Определить по таблицам ГСССД 190-2000 значение скорости звука в воде, соответствующее данной температуре, и занести в протокол.

10.1.8 Измерить эталонным средством измерений расстояние от излучающей поверхности МП до отражающей поверхности бассейна ($L_{\text{эт}}$) и занести значение в протокол.

10.1.9 Внести в блок обработки значение скорости звука по п.10.1.7.

10.1.10 Включить МЛЭ-300 в режим измерения расстояний в соответствии с Руководством по эксплуатации АИКЛ.365123.042 РЭ и Руководством оператора RU.АИКЛ.00014-01 34-01.

10.1.11 Занести в графу 3 таблицы 5 значение расстояния по п.10.1.8.

10.1.12 Занести в графу 4 таблицы 5 значение расстояния L_1 , отображенное на ПК, соответствующее первому отраженному импульсу.

10.1.13 Абсолютную погрешность измерения расстояния для первого отраженного импульса Δ_1 рассчитать по формуле (2):

$$\Delta_1 = |L_{\text{эт1}} - L_1|, \quad (2)$$

где $L_{\text{эт1}}$ – значение расстояния по п. 10.1.8, м;

L_1 – значение расстояния, измеренное МЛЭ-300.

10.1.14 Рассчитать значения расстояний ($L_{\text{расч}}$) для равномерно распределенных номеров отраженных импульсов, отображенных на экране ПК, по формуле (3):

$$L_{\text{расч}} = |L_1 + (n - 1) \cdot L_{\text{эт}}|, \text{ м} \quad (3)$$

где L_1 – расстояние по п.10.1.12, м;

n – номер отраженного импульса;

$L_{\text{эт}}$ – расстояние по п.10.1.8, м.

Полученные данные занести в графу 3 таблицы 5.

10.1.15 Записать в графу 4 таблицы 5 значения расстояний, отображенных на экране ПК ($L_{изм}$), для всех отраженных импульсов.

10.1.16 Рассчитать абсолютную погрешность измерений расстояний по формуле (4):

$$\Delta = |L_{изм} - L_{расч}| \quad (4)$$

где $L_{изм}$ – значение расстояния, измеренное МЛЭ-300, м;

$L_{расч}$ – расчетное значение расстояния, м.

10.1.17 Полученные значения по п. 10.1.16 занести в графу 5 таблицы 6.

Таблица 6

Заданная дальность действия, м	Номер отраженного импульса	Эталонное значение расстояния, $L_{эт}$, м	Расстояние по МЛЭ-300, $L_{изм}$, м	Абсолютная погрешность измерения, Δ , м	Допускаемое значение абсолютной погрешности измерений, Δ , м
1	2	3	4	5	6

10.1.18 Пункты 10.1.4 – 10.1.17 реализовать для 3-х лучей, равномерно распределенных в секторе обзора.

10.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результаты поверки считать положительными, если значения дальности действия и абсолютной погрешности измерений расстояний соответствуют указанным в таблице 1.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки МЛЭ-300, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По результатам поверки оформляют протокол поверки. По заявлению владельца МЛЭ-300 или лица, представившего его на поверку, на МЛЭ-300 выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт 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 МЛЭ-300 не предусмотрено.

Начальник НИО-5
ФГУП «ВНИИФТРИ»




В.Н. Некрасов

Научный сотрудник лаб. 512
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Ю.А. Ломовацкий