

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГБУ "ВНИИМС")**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ "ВНИИМС"



А.Е. Коломин

" 28 " 07 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
УСТРОЙСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЭХОЛОКАЦИОННЫЕ УИ-*М
Методика поверки
МП 208-039-2022

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	4
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
6. Требования по обеспечению безопасности при проведении поверки	7
7 Внешний осмотр средства измерений	7
8 Проверка программного обеспечения	7
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9
10.1 Определение метрологических характеристик при выпуске из производства и после ремонта .	9
10.1.1 Измерения в малоразмерном резервуаре	9
10.1.2 Измерения с применением имитационного метода	11
10.2 Определение метрологических характеристик при эксплуатации	12
10.2.1 Определение метрологических характеристик с демонтажем измерительного устройства	12
10.2.2 Определение метрологических характеристик без демонтажа измерительного устройства	12
11. Оформление результатов поверки	16
Приложение А (справочное) Отображение идентификационных данных программного обеспечения	17
Приложение Б (справочное) Схема соединений измерительного устройства	18
Приложение В (справочное) Схемы измерений	19
Приложение Г (справочное) Примеры эхограмм	22
Приложение Д (справочное) Справочные данные для поверки	23
Приложение Е (рекомендуемое) Форма протокола поверки	25

1 Общие положения

1.1 Настоящий документ распространяется на устройства измерительные эхолокационные УИ-*М (далее- измерительные устройства) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2. Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость устройств измерительных к ГЭТ 199-2018 и ГЭТ 2-2021 согласно Приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3459 "Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкостей и сыпучих материалов".

1.3 Настоящая методика поверки применяется для поверки измерительных устройств, используемых в качестве рабочих средств измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкостей и сыпучих материалов.

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

Таблица 1

Наименование характеристики		Значение	
Исполнение измерительного устройства		УИ-2М	УИ-3М
Верхний предел измерений от базовой поверхности акустического преобразователя до границы раздела сред, м		12,0	
Неизмеряемая область от базовой поверхности акустического преобразователя, не более, м	ПА-5	$(0,25 + l_0)^{1)}$	
	ПА-5М		
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений расстояния l_n от базовой поверхности акустического преобразователя до поверхности границы раздела сред δ , %	ПА-5	$\pm (0,6 + 0,2\Delta T)^{2)}$ при $l_n > 1,0$ м $\pm (2,0 + 0,2\Delta T)^{2)}$ при $0,25 \leq l_n \leq 1,0$ м	
	ПА-5М	$\pm 0,6$	
Выходной сигнал тока по ГОСТ 26.011-80, мА		От 4 до 20	-
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, приведенной к диапазону изменений выходного сигнала тока, γ_T , %		$\pm 0,5$	-
¹⁾ l_0 - длина рамки реперного отражателя. $l_0=0$ при отсутствии реперного отражателя в составе акустического преобразователя ПА-5 ²⁾ ΔT - величина отклонения температуры рабочей среды от заданного значения. $\Delta T=0$ в режиме термокомпенсации от встроенного термопреобразователя сопротивления			

1.4. Настоящая методика поверки устанавливает содержание и порядок проведения первичной и периодической поверок измерительных устройств посредством сличения с эталоном и (или) имитационного метода.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 2

Содержание операции и варианты исполнения		Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
			первичная поверка	периодическая поверка
1 Внешний осмотр		7	да	да
2 Проверка программного обеспечения		8	да	да
3 Подготовка к поверке и опробование		9	да	да
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия	при выпуске из производства и после ремонта	10.1	да	нет
	с демонтажем измерительного устройства	10.2.1	нет	да
	без демонтажа измерительного устройства	10.2.2	нет	да

2.2 При получении отрицательных результатов по любой из операций поверки, поверку прекращают. Измерительное устройство к применению не допускается.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки, если не оговорено иное, соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха и рабочей среды - $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.
- питание измерительного устройства должно осуществляться от источника постоянного тока напряжением $(24 \pm 2,4)$ В (измерительное устройство УИ-2М) или от разъема USB персонального компьютера (измерительное устройство УИ-3М);
- сопротивление внешней нагрузки в цепи выходного сигнала тока должно соответствовать 0,5 кОм, допускаемое отклонение от номинального значения ± 10 % (измерительное устройство УИ-2М).

3.2 При проведении первичной поверки и периодической поверки с демонтажем измерительного устройства в качестве рабочей среды используют воду дистиллированную по ГОСТ Р 58144-2018 или воду питьевую по ГОСТ Р 51232-98 (далее- вода).

При проведении периодической поверки без демонтажа измерительного устройства соблюдают рабочие условия эксплуатации, при этом условия для окружающего воздуха должны соответствовать п. 3.1 данной методики.

3.3 При опробовании измерительного устройства в качестве отражающей поверхности в рабочей среде используют:

- слой песка кварцевого фракции от 0,8 до 2,0 мм по ГОСТ Р 51641-2000, или равноценный насыпной материал, помещенный в открытой пластиковой емкости, опущенной на дно резервуара под слоем воды, и непосредственно само ровное дно вертикального резервуара, выполненного из полиэтилена с внутренним рабочим пространством диаметром не

менее 0,6 м, наполненного водой по п. 3.2 данной методики не менее чем на 1,2 м (при поверке измерительного устройства с демонтажем);

- ровную вертикальную стенку горизонтального резервуара с внутренним рабочим пространством длиной не менее 1,0 м, шириной и высотой не менее 0,5 м, наполненного водой (при поверке измерительного устройства с демонтажем);

- поверхность осадка (границы верхней и нижней среды) под слоем жидкости внутри технологического резервуара (при поверке измерительного устройства без демонтажа).

3.4 Перед проведением измерений с демонтажем до начала измерений наполняют лабораторный резервуар водой и выдерживают без перемешивания не менее суток.

Перед проведением измерений без демонтажа на месте эксплуатации не менее чем за сутки до начала измерений обеспечивают с помощью штатных перемешивающих устройств донное распределение слоя осадка в рабочей среде внутри резервуара.

3.5 Излучающая поверхность акустического преобразователя измерительного устройства при измерении должна находиться в контакте с рабочей средой.

3.6 Рабочая среда должна быть спокойной, перемешивания в процессе измерений не допускаются.

3.7 Продолжительность измерения на контрольной отметке должна быть не менее 30 с.

3.8 В процессе выполнения измерений должно быть обеспечено отсутствие вибрации, источников электрических и магнитных (кроме земного) полей.

3.9 По согласованию с метрологической службой допускается:

- проводить периодическую поверку измерительного устройства в реальном диапазоне измерений на месте эксплуатации;

- проводить периодическую поверку измерительного устройства, находящегося в эксплуатации, на основе цифровых показаний без измерения значений выходного сигнала тока, если выходной сигнал тока не используется при измерениях.

3.10 Периодическую поверку в процессе эксплуатации рекомендуется совмещать (с учетом установленного межповерочного интервала) с плановыми профилактическими работами, проводимыми в соответствии с эксплуатационной документацией измерительных устройств.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки измерительных устройств допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим техническим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и аттестованный в качестве поверителей в соответствии с областью аккредитации.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Основные средства поверки приведены в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Измерение расстояния до отражающей поверхности, п. 9.4, 9.5, 10.1.1, 10.2.1	Диапазон измерений от 0 до 1000 мм, цена деления 1 мм	Линейка измерительная металлическая, ГОСТ 427-75. Регистрационный № 20048-05
	Диапазон измерений от 0 до 12 м, цена деления 1 мм	Рулетка измерительная металлическая Р20НЗГ. Регистрационный № 51171-12
Формирование временных интервалов, п. 10.1.2, 10.2.2	Диапазон изменения временного сдвига от 100 до 20000 мкс, амплитуда выходного импульсного сигнала от 0,2 до 5,0 В, длительность не менее 2 мкс	Генератор импульсов Г5-60. Регистрационный № 5463-76
Обеспечение электропитанием в процессе поверки, раздел 10	Напряжение питания постоянного тока 24 В; допустимое отклонение $\pm 0,2$ В	Источник питания АТН-223. Регистрационный № 35639-07
Измерение силы тока выходного сигнала постоянного тока, раздел 10	Диапазон измерений от 0 до 25 мА, погрешность $\pm 0,01$ мА	Вольтметр универсальный цифровой GDM-8246. Регистрационный № 34295-07
Измерение температуры воды, п. 10.1.1, 10.2.1	Диапазон измерений от 0 до +55 °С, цена деления 0,5 °С	Термометр стеклянный лабораторный ТЛ-4 номер 2. Регистрационный № 303-91
Измерение атмосферного давления, п. 3.1, раздел 10	Диапазон измерений от 600 до 800 мм рт. ст., предел допускаемой погрешности $\pm 3,75$ мм рт. ст.	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1. Регистрационный № 5738-76
Измерение температуры и относительной влажности воздуха, п. 3.1, раздел 10	Диапазон измерений: от минус 40 до плюс 50 °С, влажность от 0 до 100 %; пределы абсолютной погрешности температуры $\pm 0,5$ °С, влажности $\pm 1,0$ %.	Термогигрометр "Ива-6Б2". Регистрационный № 13561-05

5.2. Допускается применение средств поверки аналогичного назначения, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Все средства измерений, используемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке или аттестованы.

5.4 При проведении поверки применяют дополнительные устройства и приспособления:

- персональный компьютер с программным обеспечением из состава измерительного устройства с возможностью подключения к блоку преобразования и усиления измерительного устройства при помощи USB интерфейса из комплекта поставки измерительных устройств (далее - компьютер);

- комплект крепежных деталей и соединительных устройств для подключений к средствам поверки из комплекта поставки измерительных устройств;

- наполненный водой малоразмерный резервуар с размерами рабочего пространства не менее (1,0х0,5х0,5) м, с ровными стенками и дном, например, горизонтальный стеклянный аквариум РМ-1 и (или) вертикальную цилиндрическую емкость из полиэтилена типа ЦВ500.

Должна обеспечиваться возможность создания в рабочем объеме малоразмерного резервуара акустического водного промежутка между отражателем и переотражателем в соответствии с указаниями, приведенными в приложении В, для обеспечения неоднократных отражений ультразвукового сигнала при измерениях.

6. Требования по обеспечению безопасности при проведении поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда, пожарной и радиационной безопасности, действующими на предприятии;

- правилами безопасности при эксплуатации используемых средств измерений, поверяемого измерительного устройства, приведенными в эксплуатационной документации.

6.2 Монтаж электрических соединений проводят в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и Правилами устройства электроустановок (раздел VII).

6.3 К поверке должны допускаться лица, аккредитованные на право поверки измерительных устройств, изучившие техническую документацию на измерительное устройство и используемые средства поверки, прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном на предприятии порядке.

6.4 Все виды работ, связанные с присоединением и отсоединением электрических разъемов, должны выполняться при отключенном измерительном устройстве и средствах поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверяется соответствие поверяемого измерительного устройства требованиям эксплуатационной документации в части комплектности, маркировки и внешнего вида.

При обнаружении некомплектности, механических повреждений, наличии загрязнений и отложений на составных частях и элементах конструкции, способных влиять на метрологические характеристики, качество и безопасность работ, при отсутствии требуемой маркировки, измерительное устройство к поверке не допускается.

8 Проверка программного обеспечения

Идентификацию программного обеспечения (ПО) проводят при его запуске на компьютере согласно эксплуатационной документации измерительного устройства.

Версия ПО отображается сервисной программой настройки и визуализации на экране компьютера при нажатии на кнопку «О программе» в панели главного меню (см. приложение А).

Проверяют индикацию номера версии (идентификационный номер) ПО, параметры которого указаны в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модификации	
	УИ-2М	УИ-3М
Идентификационное наименование ПО	БПУ-5Мxx.hex	БПУ-5xx.hex
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.0.0.XX	3.0.0.XX
Цифровой идентификатор ПО	не отображается	не отображается

Результаты проверки считаются положительными, если номер версии программного обеспечения измерительного устройства, отображенный на дисплее персонального компьютера, совпадает с номером версии, указанным в формуляре, и не противоречит данным, указанным в описании типа средств измерений на измерительные устройства.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Перед опробованием составные части измерительного устройства должны быть соединены в соответствии со схемой, приведенной в приложении Б.

9.2 При подготовке измерительного устройства к поверке предварительно контролируют в окне "Основные настройки" на экране подключенного компьютера (с записью в Протокол поверки) заданные основные параметры настройки поверяемого измерительного устройства:

- режимы измерений (с калибровкой/без калибровки);
- нормирующее значение верхнего предела измерений (ВПИ) $N_{\max}$, м;
- направление отсчета при измерении (от дна/ к дну);
- расстояние от точки отсчета до базовой поверхности акустического преобразователя при измерениях с направлением отсчета от дна (L_0), м;
- величину неизмеряемой области от базовой поверхности акустического преобразователя (l_a), м;
- значение уровня или расстояния, соответствующее верхнему пределу тока (L_T), м (измерительное устройство УИ-2М);
- длину рамки реперного отражателя (l_0), м (для режима с калибровкой);
- параметр скорости звука $C(t)$, м, формируемый автоматически на основе заданной по условиям эксплуатации температуры водной среды (для режима без калибровки);

9.3 Опробование измерительного устройства проводится:

- в резервуаре, удовлетворяющем требованиям п. 5.4 (рисунки В.1 и В.2 в приложении В), если предусмотрена проверка метрологических характеристик измерительного устройства при выпуске из производства и после ремонта (далее - при выпуске из производства), или в процессе эксплуатации с демонтажем составных частей измерительного устройства;
- в резервуаре на месте эксплуатации (см. приложение Б), если предусмотрена проверка метрологических характеристик измерительного устройства в процессе эксплуатации без демонтажа составных частей измерительного устройства.

9.4 При опробовании измерительного устройства на резервуаре отражающая поверхность должна находиться на максимально возможном удалении от базовой поверхности акустического преобразователя, обязательно за пределами неизмеряемой области l_a согласно п. 9.2

9.5 При опробовании измерительного устройства на резервуаре, в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации, осуществляют запуск измерений в зависимости от заданного режима измерений согласно п. 9.2.

В окне гидроакустического контроля на экране подключенного компьютера наблюдают эхограмму от отражающей поверхности, регистрируют цифровые значения расстояния в водной среде до отражающей поверхности и уровня осадка (при заданном значении L_0 по п. 9.2), с записью значений в протокол поверки.

Действительное значение расстояния l_i до отражающей поверхности оценивают по шкале измерительной рулетки.

Проверку повторяют не менее двух раз.

Примеры эхограмм приведены на рисунках в приложении Г.

Примечание: Для удобства оценки результата рекомендуется приводить значения по шкале измерительной рулетки к поверхности конструктивного элемента резервуара, относительно которого известно расстояние до отражающей поверхности (элемент крепления акустического преобразователя, верхний срез патрубка, горловина люка и т.д.).

Результат опробования считают положительным, если осуществляется запуск измерений, в процессе измерений на эхограмме, отображаемой на экране подключенного компьютера, регистрируется эхо-сигнал от отражающей поверхности, отображаются значения расстояния до отражателя (осадка) и уровня осадка (при задании направления отсчета от дна), а при изменении расстояния между акустическим преобразователем и отражающей поверхностью показания изменяются в соответствующую сторону.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик при выпуске из производства и после ремонта

10.1.1 Измерения в малоразмерном резервуаре

Проверку диапазона измерений и определение погрешности измерительного устройства выполняют в условиях наполненного водой малоразмерного резервуара при температуре воды, соответствующей нормальным условиям по 3.1.

а) Верхний предел измерений

1) Перед началом измерений:

- акустический преобразователь измерительного устройства погружают в воду, при установке задают, контролируя с помощью линейки или рулетки, расстояние от базовой поверхности акустического преобразователя до отражателя, в качестве отражателя используют вертикальную стенку аквариума или горизонтальное дно вертикальной емкости, а в качестве переотражателя - плоский алюминиевый или стальной лист с отверстием под излучатель акустического преобразователя в горизонтальном резервуаре, или границу воды с воздухом в вертикальной емкости (рисунки В.1 и В.2 в приложении В);

- заданное расстояние (l_{z1}) между базовой поверхностью акустического преобразователя и поверхностью отражателя в резервуаре заносят в таблицу 1 протокола поверки (далее - протокол);

- измеряют температуру воды (t) в резервуаре и заносят значение в протокол.

- для измерительных устройств с акустическим преобразователем ПА-5М, в соответствии с руководством по эксплуатации запускают автоматическую адаптивную калибровку измерительного устройства при текущей температуре воды и проверяют правильность калибровки, выполненной измерительным устройством, по сличению результата измерения

скорости звука в рабочей среде C_x с данными ГСССД 190-2000 (см. раздел Д.1 в приложении Д);

- для измерительных устройств с акустическим преобразователем ПА-5 задают через функционал измерительного устройства измеренное значение температуры воды и проверяют правильность индикации скорости звука в сравнении с данными ГСССД 190-2000, после чего заносят значение скорости звука в воде $C_{(t)}$ в таблицу 1 протокола.

2) При запуске измерений в окне гидроакустического контроля на экране компьютера отображаются текущие значения расстояния, уровня, а также эхограмма сигнала.

Проверку верхнего предела измерений (ВПИ) измерительного устройства в малоразмерном резервуаре проводят по эхограмме на основе регистрируемой последовательности нескольких импульсов, отраженных от поверхности отражателя в акустическом водном промежутке между отражателем и переотражателем (рисунки Г.2 и Г.3 в приложении Г). Если последний импульс в последовательности переотражений находится в области отметки, соответствующей ВПИ по шкале эхограммы, или за этой отметкой, то проверка ВПИ завершается с положительным результатом.

При меньшем числе регистрируемых переотражений необходимо рассчитать количество импульсов, достаточное для подтверждения ВПИ в соответствии с разделом Д.2 в приложении Д, и сравнить полученное число с фактическим числом импульсов переотражений, прослеживаемых на эхограмме.

При положительном результате проверки сведения о соответствии измерительного устройства верхнему пределу измерений заносят в таблицу 1 протокола.

б) Погрешность измерений

1) Погрешность измерительного устройства определяют при измерениях в малоразмерном резервуаре в случае, если число отраженных импульсов позволяет выделить не менее пяти импульсов, распределенных внутри диапазона измерений по шкале эхограммы (пример на рисунке Г.3 в приложении Г). При меньшем числе отраженных импульсов (рисунок Г.2 в приложении Г) относительную погрешность измерений определяют с применением имитационного метода по п.10.1.2 настоящей методики.

При определении погрешности измерений в малоразмерном резервуаре последовательно задают положения контрольной отметки, соответствующие отраженным импульсам.

Первоначально по данным, отображаемым на экране компьютера в окне гидроакустического контроля, регистрируют результат измерения расстояния l_{z1} на контрольной отметке, соответствующей первому отраженному импульсу.

Затем выполняют измерения на других контрольных отметках и фиксируют отображаемые на экране компьютера результаты измерений расстояния, уровня (при заданном значении L_0 по п. 9.2), соответствующие последующим отраженным импульсам.

Изменение положения контрольной отметки осуществляют, изменяя через функционал измерительного устройства в окне основных настроек длину неизмеряемой области l_a на величину, обеспечивающую исключение из измерения предыдущих отраженных импульсов, выделяя очередной импульс для измерения (рисунок Г.4 в приложении Г). Для этого сначала осуществляют переход в окно основных настроек с помощью кнопки возврата в окно менеджера резервуара в виртуальной панели управления текущим режимом, и, далее, нажав на кнопку «Начать измерения» осуществляют переход в окно основных настроек, в котором предварительно изменяют значение неизмеряемой области l_a и подтверждают начало измерений.

Примечание- Для контрольных отметок выделяют эхоимпульсы с наименьшими искажениями и с максимальным уровнем сигнала. Например, из приведённого рисунка Г.3 в приложении Г следует, что из проверки следует исключить импульс 3. Остальные импульсы могут быть приняты в качестве контрольных отметок.

На каждой контрольной отметке снимают показания измерительного устройства, отображаемые на экране компьютера, регистрируют значения выходного сигнала тока (измерительное устройство УИ-2М).

2) Возвращают l_a в исходное значение в соответствии с п. 9.2, после чего с помощью линейки или рулетки задают расстояние между базовой поверхностью акустического преобразователя и отражателем l_a , м, в соответствии с п. 9.2 (если изначально при измерениях $l_a \neq l_{\Delta l}$) и выполняют измерения на отметке, соответствующей нижнему пределу диапазона измерений.

Результаты измерений на контрольных отметках заносят в таблицу 1 протокола.

Общее количество контрольных отметок в протоколе должно быть не менее пяти.

Основную относительную погрешность δl_i , %, измерительного устройства на каждой контрольной отметке из протокола вычисляют по формуле:

$$\delta l_i = \frac{l_i - l_{pi}}{l_{pi}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где l_i – значение расстояния по показаниям измерительного устройства на контрольной отметке, м;

l_{pi} – расчетное значение расстояния на контрольной отметке, м.

При этом:

$$l_{pi} = l_{\Delta l} \cdot i, \quad (2)$$

где $l_{\Delta l}$ – значение расстояния по средству поверки, соответствующее первому отраженному импульсу, м;

i – порядковый номер импульса в последовательности переотражений, соответствующий i -контрольной отметке.

Основную приведенную погрешность выходного сигнала тока γ_{Ti} , %, измерительного устройства УИ-2М на каждой контрольной отметке вычисляют по формуле:

$$\gamma_{Ti} = \frac{I_i - I_{pi}}{16} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где I_i – значение выходного сигнала тока измерительного устройства, измеренное на контрольной отметке, мА;

I_{pi} – расчетное значение измеряемой величины тока на контрольной отметке, мА.

При этом:

- для измерений с заданным согласно п. 9.2 направлением отсчета к дну емкости:

$$I_{pi} = \frac{16}{L_T} \cdot l_{pi} + 4, \quad (4)$$

- для измерений с заданным согласно п. 9.2 направлением отсчета от дна емкости:

$$I_{pi} = \frac{16}{L_T} \cdot (L_0 - l_{pi}) + 4, \quad (5)$$

где $(L_0 - l_{pi})$ – расчетное значение уровня L_{npi} на контрольной отметке, м;

L_T – значение уровня или расстояния, соответствующее верхнему пределу выходного сигнала тока, м.

Результаты измерений и данные расчетов записывают в таблицу 1 Протокола.

10.1.2 Измерения с применением имитационного метода

Погрешность измерительного устройства допускается определять с применением электронной имитации контрольных отметок (далее- имитационный метод) при условии предварительной проверки ВПИ измерительного устройства.

Сначала по методике п.10.1.1 измеряют расстояние в малоразмерном резервуаре как минимум на одной контрольной отметке, соответствующей первому отраженному импульсу. Результат измерений записывают в таблицу 1 протокола.

Затем отключают кабель акустического преобразователя от разъема ПА и подключают к разъему ПА блока преобразования и усиления генератор импульсов в соответствии со схемой, приведенной на рисунке В.3 в приложении В.

Органы управления на панели генератора импульсов задают в следующих положениях:

- вид запуска - « $\square$ »;
- период $T - 500000$ мкс;
- временной сдвиг $D2 - 000000$;
- режим одинарных импульсов - « П »;
- режим работы - « 1 »;
- вид импульсов - « П »;
- длительность - 50 мкс;
- амплитуда $V - 3$ В;
- баз. смещение - 0;

- временной сдвиг $D1$, мкс - временной интервал, соответствующий времени задержки входного сигнала (отраженный импульс) относительно синхроимпульса (зондирующий сигнал) на заданной контрольной отметке, рассчитываемый по формуле:

$$D1 = \frac{2l_{pi}}{C_x} \cdot 10^6 \text{ мкс}, \quad (6)$$

где C_x - значение скорости звука в рабочей среде, принимаемое для расчетов, м/с.

Значения временного сдвига рассчитывают по формуле (6) для пяти контрольных отметок l_{pi} , соответствующих границам диапазона измерений l_a , H_{max} (по п. 9.2), значению $l_{\Delta l}$ и двум промежуточным отметкам между $l_{\Delta l}$ и H_{max} и записывают в таблицу 2 Протокола.

Примечание: При расчете применяют $C_x = C(t)$, где $C(t)$ - значение скорости звука в воде при измеренном значении температуры воды (п. 10.1.1), определяемое согласно ГСССД 190-2000 (раздел Д.1 в приложении Д), м/с.

При проверке с панели генератора импульсов задают значение временного сдвига, соответствующее заданной отметке. Изменение положения отметки осуществляют, задавая с панели генератора импульсов новое значение временного сдвига.

На каждой заданной отметке снимают показания измерительного устройства, отображаемые на экране компьютера, и регистрируют значения выходного сигнала тока (измерительное устройство УИ-2М).

Результаты измерений записывают в таблицу 2 протокола.

Значения основной относительной погрешности измерений δl_i и основной приведенной погрешности выходного сигнала тока $\gamma_{лi}$ %, измерительного устройства на каждой контрольной отметке вычисляют соответственно по формулам (1) и (3).

10.2 Определение метрологических характеристик при эксплуатации

10.2.1 Определение метрологических характеристик с демонтажем измерительного устройства

Проверку диапазона измерений и определение основной погрешности при периодической или внеочередной проверке измерительного устройства, демонтированного с места

эксплуатации, выполняют в соответствии с подразделом 10.1.1, с применением имитационного метода - в соответствии с подразделом 10.1.2 настоящей методики.

По окончании поверки монтаж и ввод в эксплуатацию измерительного устройства выполняют в соответствии с указаниями, приведенными в эксплуатационной документации.

10.2.2 Определение метрологических характеристик без демонтажа измерительного устройства

В рабочем положении акустический преобразователь размещен во внутреннем объеме резервуара, в контакте с рабочей средой над поверхностью осадка. Кабель акустического преобразователя соединен с разъемом ПА блока преобразования и усиления напрямую, или через удлинительную сигнальную линию связи на месте эксплуатации (см. схему измерений на рисунке В.4 в приложении В).

Неконтролируемое изменение расстояния между базовой поверхностью акустического преобразователя и поверхностью осадка в процессе поверки не допускается.

а) Верхний предел измерений

Проверку верхнего предела измерений измерительного устройства на месте эксплуатации, как правило, выполняют одновременно с опробованием в соответствии с разделом 9 настоящей методики.

При проверке верхнего предела измерений измерительного устройства запускают измерения и проверяют по эхограмме в окне гидроакустического контроля соответствие амплитуды эхо-импульса, поступившего от поверхности осадка (рисунок Г.1 в приложении Г), минимальному допустимому значению в соответствии с таблицей 5.

При определении величины амплитуды эхо-импульса используют справочную шкалу цветовой модуляции амплитудных значений сигнала, размещенную в окне гидроакустического контроля в правой части экрана.

Таблица 5

Расстояние от базовой поверхности акустического преобразователя до отражающей поверхности осадка в рабочей среде, м		Параметры эхо-импульса	
с направлением отсчета к дну емкости	с направлением отсчета от дна емкости	Амплитуда, не менее, В	цветовая модуляция по эхограмме
более $0,9H_{\max}$	менее $0,1L_0$	2,5	бледно-красный
от $0,5H_{\max}$ до $0,9H_{\max}$	от $0,1L_0$ до $0,5L_0$	3,0	красный
менее $0,5H_{\max}$	от $0,5L_0$ до L_0	3,3	темно-красный
Примечание- В пределах неизмеряемой области l_a параметры эхо-импульса не нормируются.			

При необходимости, выполняя указания руководства по эксплуатации, с помощью органов управления на виртуальной панели в окне гидроакустического контроля добиваются увеличения амплитуды эхо-импульса, поступившего от поверхности осадка, при одновременном контроле отсутствия влияющих помех.

Переход в этот режим осуществляется в панели управления текущим режимом кнопкой переключения панели в правом нижнем углу экрана сервисной программы. В изменившемся окне выбирают кнопку «Усиление» и появившимися стрелками меняют усиление.

Результаты проверки считаются положительными, если параметры первого эхо-импульса, отраженного от поверхности осадка (границы раздела сред) в емкости, соответствуют значению, определяемому по таблице 5.

При положительном результате проверки сведения о соответствии измерительного устройства верхнему пределу измерений заносят в таблицу 1 протокола.

б) Погрешность измерений

Погрешность измерений допускается определять с применением имитационного метода при условии предварительной проверки верхнего предела измерений измерительного устройства.

1) Перед началом измерений:

- для измерительных устройств с акустическим преобразователем ПА-5М, в соответствии с руководством по эксплуатации запускают автоматическую адаптивную калибровку измерительного устройства в рабочей среде и на основании показаний измерительного устройства в панели отображения текущих данных (строки «Временной сдвиг» и «Калибровка»), заносят в таблицу 1 протокола значение временного сдвига $D1_{и}$, мкс, и скорости звука в рабочей среде C_x , м/с;

- для измерительных устройств с акустическим преобразователем ПА-5 проверяют правильность задания и индикации скорости звука в сравнении с данными ГСССД 190-2000 (см. раздел Д.1 в приложении Д) и условиями эксплуатации измерительного устройства (по формуляру), после чего заносят в таблицу 1 протокола значение скорости звука в воде $C_x = C_{(т)}$, м/с.

2) Запускают измерения. Регистрируют результат измерения расстояния l на контрольной отметке в резервуаре, соответствующей отраженному импульсу, поступившему от поверхности осадка (границы раздела сред), после чего выполняют операции:

при поверке измерительных устройств с акустическим преобразователем ПА-5М - по п.п. 10.2.26) 3) и 4);

при поверке измерительных устройств с акустическим преобразователем ПА-5 - по п. 10.2.26) 4).

Измеренное значение l заносят в таблицу 1 протокола.

3) Для измерительных устройств с акустическим преобразователем ПА-5М имитируют изменение положения контрольной отметки по п. 2) при значении скорости звука C_x по п. 1) и значении скорости звука C_y , отличающимся от C_x не менее чем на 10 %, и находящимся в интервале значений от 1400 до 1800 м/с.

Для этого сначала отключают линию связи акустического преобразователя от разъема ПА блока преобразования и к разъему ПА блока преобразования подключают генератор импульсов в соответствии со схемой, приведенной на рисунке В.4 в приложении В.

Положение органов управления на панели генератора импульсов задают в соответствии с указаниями, приведенными в п.10.1.2 настоящей методики.

С панели генератора импульсов, подключенного к разъему ПА блока преобразования, задают рассчитанные по формуле (8) значения временного сдвига $D1_x$ или $D1_y$ в режиме автоматической адаптивной калибровки измерительного устройства. Каждый раз, по завершении калибровки отключают генератор импульсов, к разъему ПА блока преобразования подключают линию связи с акустическим преобразователем, и в режиме измерений, не меняя параметров калибровки, регистрируют результат измерения расстояния l_1 или l_2 на контрольной отметке, соответствующей отраженному импульсу от поверхности осадка (границы раздела сред) в резервуаре и соответствующие им значения временного сдвига.

Полученные значения l_1 и l_2 соответственно сравнивают с расчетными значениями l_{p1} и l_{p2} , определяемыми из условия:

$$l_{p1} = \frac{D1_{(1)}}{D1_x} \cdot l_0 ; \quad l_{p2} = \frac{D1_{(2)}}{D1_y} \cdot l_0 , \quad (7)$$

где l_0 – длина рамки реперного отражателя (см. п. 9.2), м;

$D1_{(1)}$ и $D1_{(2)}$ - значения временного сдвига, соответствующие контрольным отметкам l_1 и l_2 по показаниям измерительного устройства, мкс;

$D1_x$; $D1_y$ - расчетные значения временного сдвига, задаваемые с панели генератора импульсов. При этом:

$$D1_x = \frac{2l_0}{C_x} \cdot 10^6; \quad D1_y = \frac{2l_0}{C_y} \cdot 10^6, \quad (8)$$

где C_x, C_y - значения скорости звука в рабочей среде, принимаемые для расчетов (см. п. 10.2.2б) 3)), м/с.

Значения $D1_x$; $D1_y$; C_x ; C_y ; l_{p1} ; l_{p2} ; l_1 ; l_2 заносят в таблицу 2 протокола.

Значение основной относительной погрешности измерений δl_i , %, измерительного устройства на контрольной отметке вычисляют по формуле (1).

По окончании измерений повторно выполняют адаптивную калибровку в рабочих условиях акустического преобразователя (см. п. 1)), полученное значение временного сдвига $D1_{и}$ заносят в таблицу 1 протокола и проверяют условие обеспечения повторяемости (сходимости) результатов измерений, $R \leq 0,5|\delta|$, в рабочих условиях по формуле:

$$R = \frac{D1_{и1} - D1_{и2}}{D1_x}, \quad (9)$$

где $D1_{и1}$, $D1_{и2}$ - значения временного сдвига по результатам адаптивной калибровки в одних и тех же рабочих условиях перед началом измерений и по окончании измерений, взятые соответственно из таблицы 1 протокола, мкс

4) При проверке диапазона измерения и определении основной погрешности измерительных устройств во всем диапазоне измерений с панели генератора импульсов, подключенного к разъему ПА блока преобразования (см. рисунок В.4 в приложении В) последовательно задают временные промежутки, предварительно рассчитанные по формуле (6) для пяти контрольных отметок диапазона измерений l_{pi} , соответствующих границам диапазона измерений l_a , H_{max} (по п. 9.2), значению l и двум промежуточным отметкам между l и H_{max} при значении скорости звука C_x .

На каждой заданной отметке снимают показания измерительного устройства, отображаемые на экране компьютера, и регистрируют значения выходного сигнала тока (измерительное устройство УИ-2М).

Результаты измерений записывают в таблицу 2 протокола.

Значения основной относительной погрешности измерений δl_i , и основной приведенной погрешности выходного сигнала тока γ_{Ti} %, измерительного устройства на каждой заданной отметке вычисляют соответственно по формулам (1) и (3).

За значения погрешностей измерительного устройства принимают наибольшие из вычисленных значений.

Измерительное устройство считается годным к дальнейшему применению, если пределы основной относительной погрешности измерений δ не превышают $\pm 0,6$ % от действительного значения измеряемой величины, при этом пределы основной приведенной погрешности выходного сигнала тока γ_{Ti} измерительного устройства УИ-2М не превышают $\pm 0,5$ % от значения диапазона изменения выходного сигнала, а повторяемость (сходимость) результатов измерений, R , не превышает $0,5|\delta|$.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

11.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, оформляют записью в свидетельстве о поверке и/или паспорте, удостоверенной подписью поверителя, и нанесением знака поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

11.3 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 7-10 настоящей методики поверки или по форме, приведенной в приложении Е.

Начальник отдела 208
ФГБУ "ВНИИМС"

Начальник сектора
ФГБУ "ВНИИМС"

Представитель
ЗАО "Ресурс-прибор"



Б.А. Иполитов



В.И. Никитин



Г.В. Царин

Приложение А (справочное)

Отображение идентификационных данных программного обеспечения

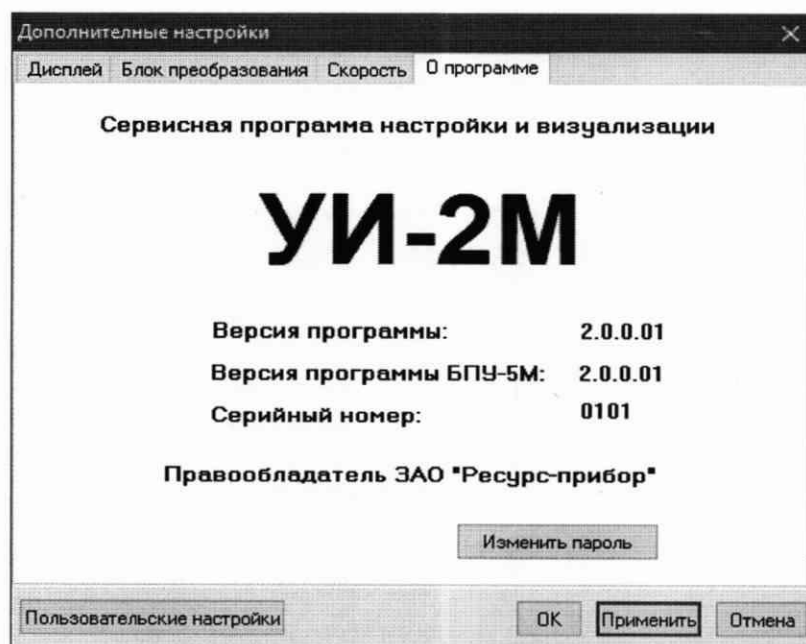


Рисунок А.1- Пример отображения идентификационных данных программного обеспечения в окне сервисной программы настройки и визуализации (измерительное устройство УИ-2М)

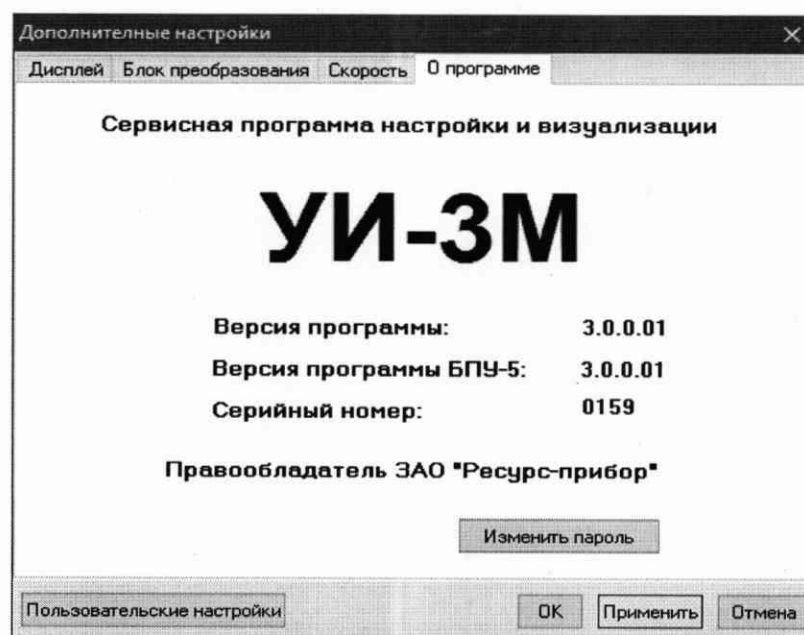
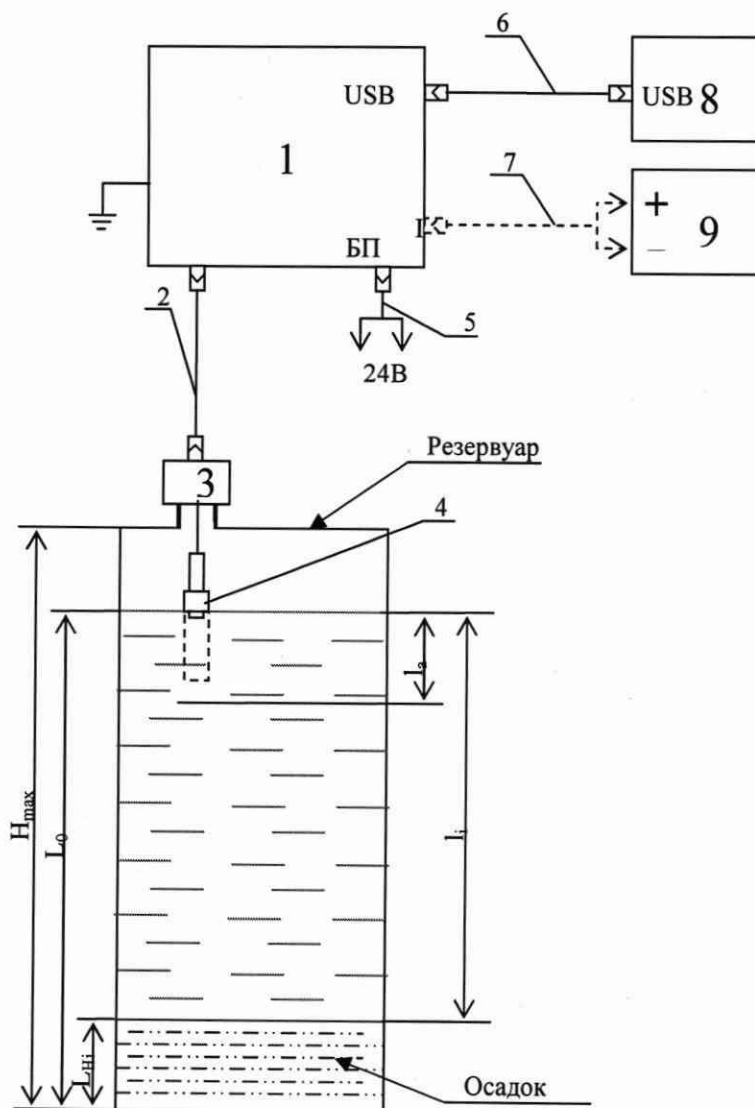


Рисунок А.2- Пример отображения идентификационных данных программного обеспечения в окне сервисной программы настройки и визуализации (измерительное устройство УИ-3М)

Приложение Б (справочное)

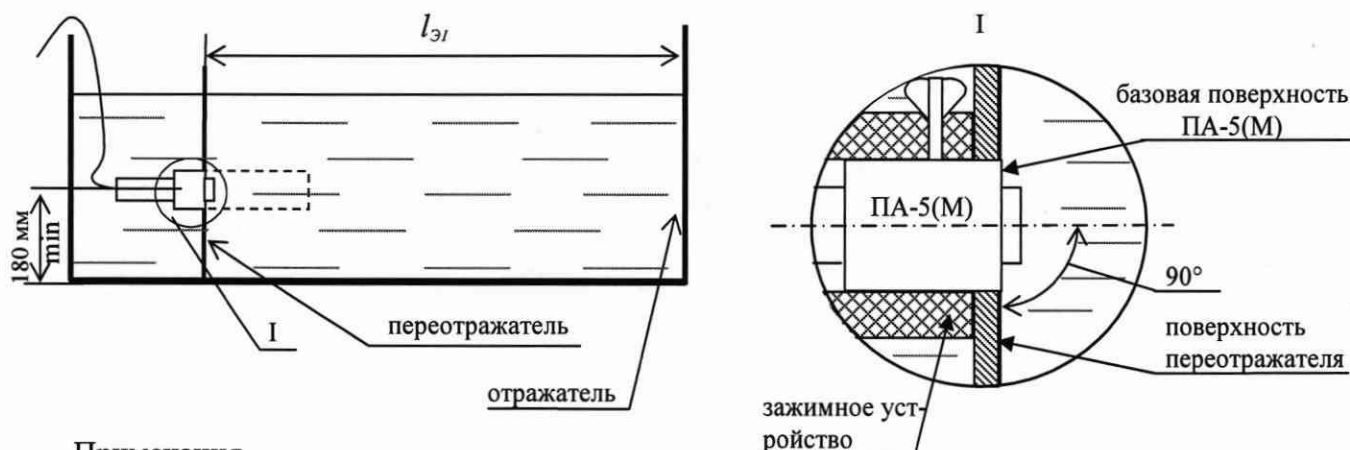
Схема соединений измерительного устройства



- 1 – блок преобразования
- 2 – кабель ЛПА из комплекта поставки
- 3 – узел установочный из комплекта поставки
- 4 – акустический преобразователь
- 5 – устройство соединительное УС-9-07 из комплекта поставки
- 6 – кабель USB-A-USB-B из комплекта поставки
- 7 – устройство соединительное УС-10-07 из комплекта поставки
- 8 – компьютер
- 9 – измеритель тока

Рисунок Б.1 – Схема соединений измерительного устройства

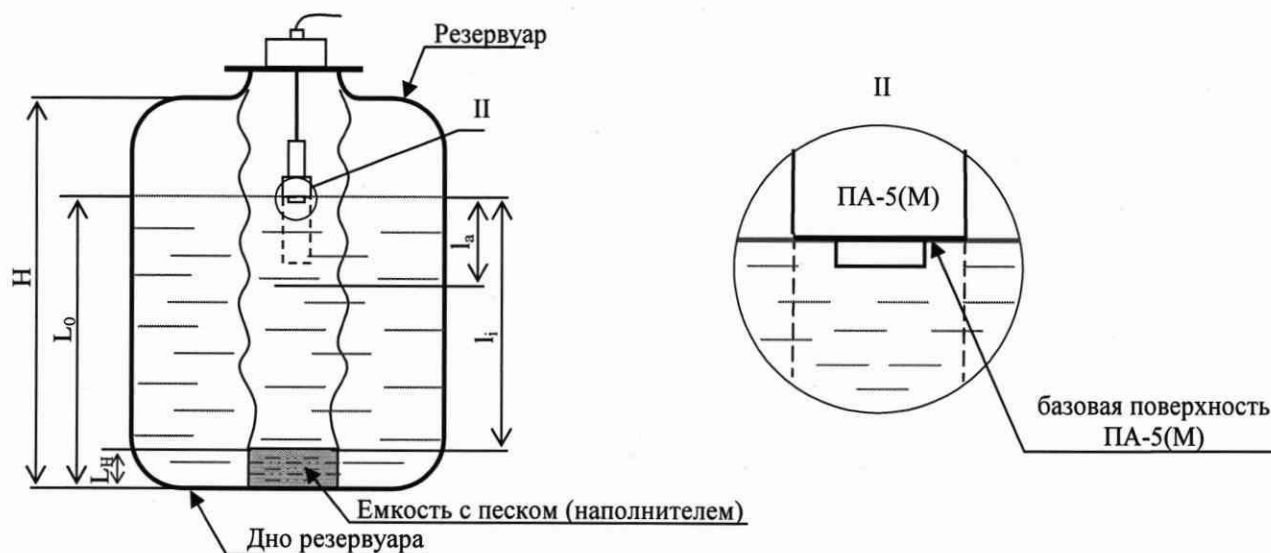
Приложение В (справочное) Схемы измерений



Примечания

1. Базовая поверхность акустического преобразователя и поверхность переотражателя должны находиться в одной плоскости, погрешность установки не более ± 2 мм
2. При необходимости защиты от влияния посторонних сигналов, возникающих в результате отражения от боковых стенок в малоразмерном горизонтальном резервуаре, установить на стенки резервуара боковые поглотители по ГОСТ Р МЭК 61161 или аналогичные пластины из резины толщиной не менее 5 мм.
3. Эхограмма отраженного сигнала представлена на рисунке Г.3 в приложении Г.

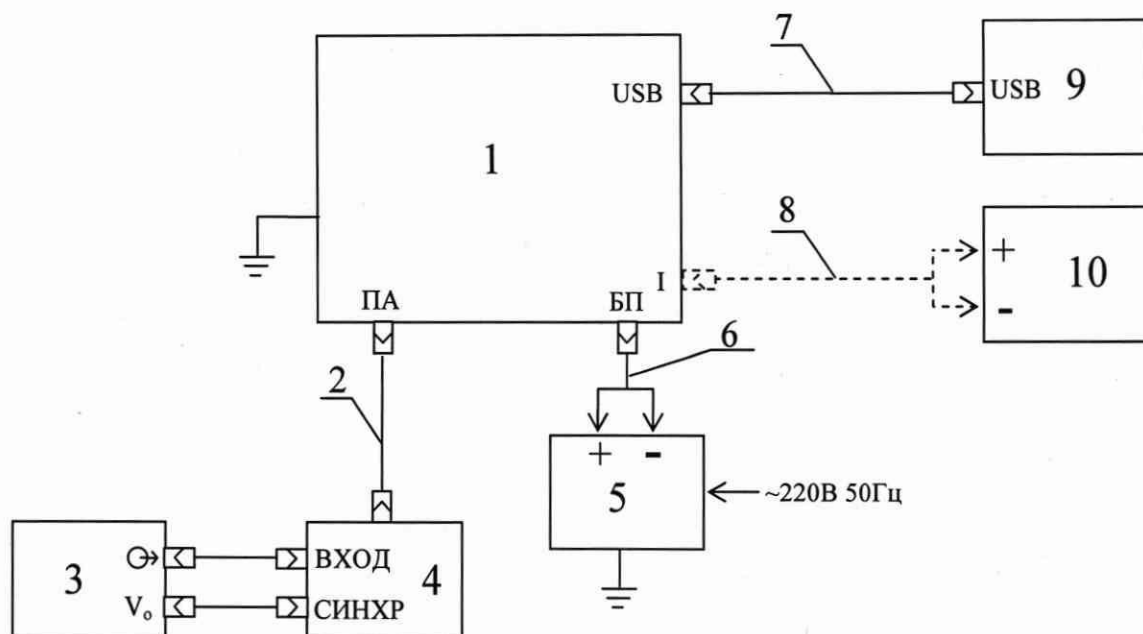
Рисунок В.1- Схема измерений в условиях малоразмерного горизонтального резервуара



Примечания

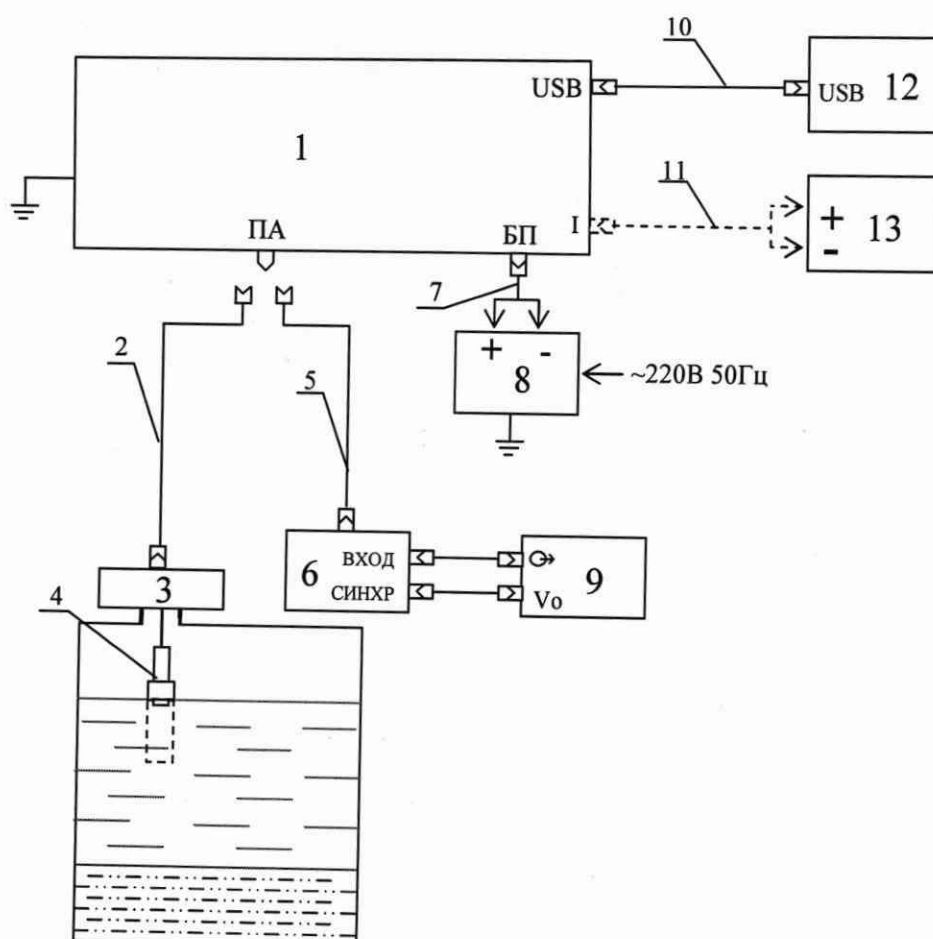
1. Отражателем является дно пластикового резервуара и (или) поверхность наполнителя. Переотражателем является граница воды с воздухом в резервуаре.
2. При необходимости защиты от влияния посторонних сигналов, возникающих в результате отражения от стенок в малоразмерном вертикальном резервуаре применить рукав из звукопоглощающего материала, например, выполненный из мешка полипропиленового вторичной переработки ПП155х120 2С.
3. Эхограмма отраженного сигнала представлена на рисунке Г.2 в приложении Г.

Рисунок В.2- Схема измерений в условиях малоразмерного вертикального резервуара



- 1 – блок преобразования
- 2 – устройство соединительное УС-3-03 из комплекта поставки
- 3 – генератор импульсов
- 4 – устройство соединительное УС-8М из комплекта поставки
- 5 – источник питания
- 6 - устройство соединительное УС-9-07 из комплекта поставки
- 7 – кабель USBА-USBВ из комплекта поставки
- 8 – устройство соединительное УС-10-07 из комплекта поставки
- 9 – компьютер
- 10 – измеритель тока

Рисунок В.3- Схема соединений для электронной имитации контрольных отметок



- 1 – блок преобразования
- 2 – кабель ЛПА из комплекта поставки
- 3 – узел установочный из комплекта поставки
- 4 – акустический преобразователь
- 5 - устройство соединительное УС-3-03 из комплекта поставки
- 6 – устройство соединительное УС-8М из комплекта поставки
- 7 - устройство соединительное УС-9-07 из комплекта поставки
- 8 – источник питания
- 9 – генератор импульсов
- 10 – кабель USBA-USBB из комплекта поставки
- 11 - устройство соединительное УС-10-07 из комплекта поставки
- 12 – компьютер
- 13 – измеритель тока

Рисунок В.4- Схема измерений при проверке без демонтажа

Приложение Г (справочное) Примеры эхограмм



Рисунок Г.1- Пример эхограммы сигнала в емкости на месте эксплуатации (отрагатель- поверхность осадка)

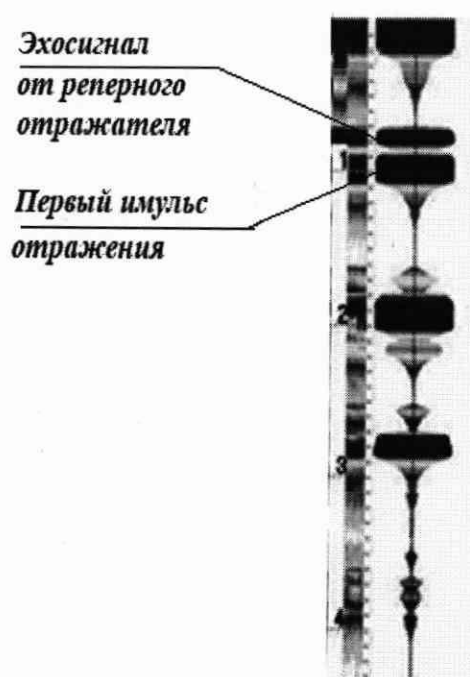


Рисунок Г.2- Пример эхограммы сигнала в мало-размерном вертикальном резервуаре (цилиндрическая пластиковая емкость ЦВ500, отрагатель- дно емкости, переотрагатель- поверхность воды)

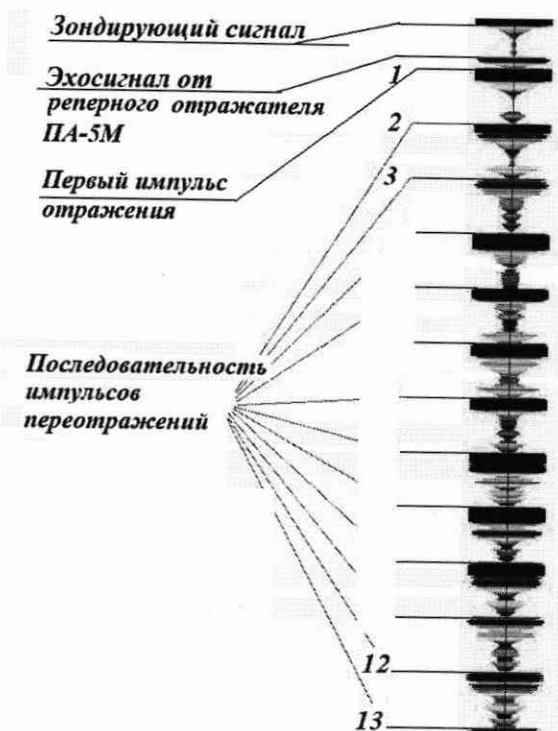


Рисунок Г.3- Пример эхограммы в малоразмерном горизонтальном резервуаре (стеклянный аквариум, отрагатель- стенка аквариума, переотрагатель- поверхность листа из алюминиевого сплава Д16)

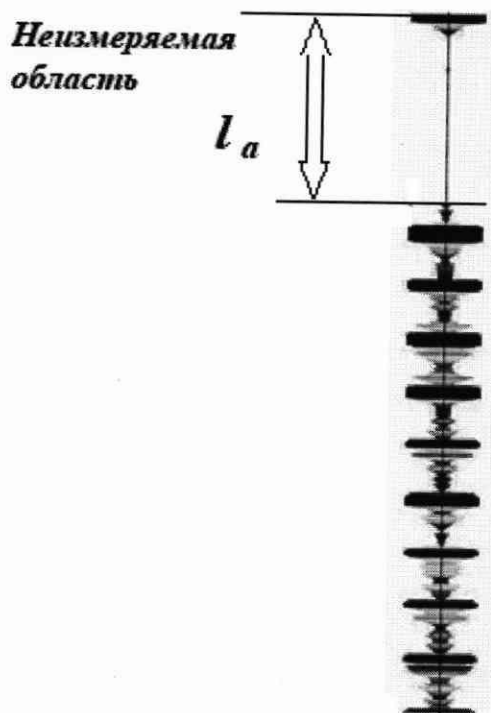


Рисунок Г.4- Пример эхограммы с выделением импульса, соответствующего текущей контрольной отметке, посредством изменения параметра l_a через функционал измерительного устройства

Приложение Д (справочное)

Справочные данные для поверки

Д.1 Значения скорости звука в воде при температуре t и атмосферном давлении
0,101325 МПа, м/с

(из таблицы справочных данных ГСССД 190-2000)

Таблица Д.1

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1402,39	1407,37	1412,23	1416,99	1421,63	1426,17	1430,60	1434,92	1439,14	1443,26
10	1447,28	1451,20	1455,03	1458,76	1462,40	1465,94	1469,40	1472,77	1476,05	1479,25
20	1482,36	1485,39	1488,33	1491,20	1493,99	1496,70	1499,34	1501,90	1504,39	1506,80
30	1509,14	1511,42	1513,62	1515,76	1517,82	1519,83	1521,76	1523,64	1525,45	1527,19
40	1528,88	1530,51	1532,07	1533,58	1535,03	1536,42	1537,76	1539,04	1540,27	1541,44
50	1542,57	1543,63	1544,65	1545,61	1546,53	1547,39	1548,21	1548,98	1549,70	1550,37
60	1551,00	1551,58	1552,11	1552,60	1553,04	1553,44	1553,80	1554,11	1554,39	1554,61

Д.2 Оценка достаточности количества отраженных импульсов для выполнения требований по верхнему пределу измерений измерительного устройства

При проверке верхнего предела измерений используют методику подсчета по эхограмме, отображаемой на экране подключенного компьютера, числа отраженных импульсов N в малоразмерном резервуаре, полученных от поверхности отражателя (мишени) в акустическом водном промежутке между отражателем и переотражателем, и сравнении числа N с минимально необходимым числом отражений m , определяемым из условия обеспечения равной интенсивности сигнала, отраженного от осадка, и сигнала, полученного в результате отражений в малоразмерном резервуаре:

$$K_{oc} \exp(-2\beta N_{max}) = K_1^m K_2^{m-1} \exp(-2\beta N_{l\Delta l}), \quad (\text{Д.1})$$

где: K_{oc} - коэффициент отражения на границе вода-осадок в реальных условиях;
 K_1 - коэффициент отражения на границе вода-отражатель в резервуаре;
 K_2 - коэффициент отражения на границе вода-переотражатель в резервуаре;
 β - коэффициент поглощения акустической волны в рабочей среде

Исходя из условия (Д.1) расчет m выполняют по формуле:

$$m = \log_{K_1 K_2} (K_{oc} K_2 \exp(-2\beta N_{max}) / \exp(-2\beta N_{l\Delta l})) \quad (\text{Д.2})$$

Значения K_{oc} , K_1 , K_2 задаются в соответствии с разделом Д.3 настоящего приложения

Полученное значение m округляют до ближайшего целого числа.

При выполнении условия ($N \geq m$) дальность действия поверяемого измерительного устройства обеспечивает заявленный верхний предел измерений.

Примечание - Расчет числа m показывает- сколько раз должна отразиться акустическая волна от отражателя при прохождении пути «туда-обратно» в акустическом водном промежутке между отражателем и переотражателем с известными параметрами отражения, чтобы поступить в приемный тракт акустического преобразователя с такой же интенсивностью, как если бы она единожды отразилась от реального осадка в воде.

Пример расчета минимально необходимого числа отражений ультразвуковой волны в малоразмерном резервуаре для обеспечения измерений уровня осадка в водной среде в резервуаре

Исходные данные для расчета:

Материал в резервуаре на месте эксплуатации- смесь илообразная под слоем воды;

$N_{max} = 12$ м (верхний предел измерений);

$K_{oc} = 0,01$ для илообразной смеси в воде;

Малоразмерный резервуар в лаборатории- стеклянный горизонтальный аквариум

l_{31} - расстояние между базовой поверхностью акустического преобразователя и отражающей стенкой в малоразмерном резервуаре ($l_{31} = 1$ м);

$K_1 = 0,7$ для поверхности стеклянной стенки аквариума в воде;

$K_2 = 0,7$ для поверхности переотражателя из алюминиевого сплава в воде;

$\beta = 4,6 \cdot 10^{-4}$, м⁻¹ для воды;

Из условия одинаковости интенсивности сигналов расчет числа m выполняют по формуле (Д.2)

Полученное при расчете значение m округляют до ближайшего целого числа.

Результат расчета: $m = 7$.

Таким образом, при выполнении условия ($N \geq 7$) дальность действия измерительного устройства обеспечивает заявленный верхний предел измерений.

Д.3 Значения коэффициентов отражения звука на границе двух сред

Коэффициент отражения звука на границе двух сред рассчитывается по формуле:

$$K_{отр} = \left(\frac{W_2 - W_1}{W_2 + W_1} \right)^2 \quad (Д.3)$$

где W_1 – волновое акустическое сопротивление первой среды;

W_2 – волновое акустическое сопротивление второй среды.

Волновое акустическое сопротивление среды рассчитывается по формуле:

$$W = \rho \cdot C \quad (Д.4)$$

где ρ – плотность среды, кг/м³

C – скорость звука в среде, м/с.

Таблица Д.2- Значения некоторых коэффициентов отражения звука на границе двух сред

Граница двух сред	Значение коэффициента отражения на границе
Вода - воздух	0,999
Вода - сталь	0,88
Вода - алюминий	0,70
Вода -стекло	0,70
Вода - органическое стекло	0,13
Вода - фторопласт	0,11
Вода - песок водонасыщенный	0,11
Вода - смола (ионообменная)	0,11
Вода - полистирол	0,06
Вода - полипропилен	0,05
Вода - полиуретан	0,026
Вода - ил	0,014
Вода - полиэтилен	0,01
Вода - резина пористая	0,001

Приложение Е (рекомендуемое)

Е.1 Форма протокола поверки (лицевая сторона)

Протокол
первичной (периодической) поверки
(нужное подчеркнуть)
№ _____ от _____

Наименование средства измерения (СИ): Устройство измерительное эхолокационное

Тип СИ: УИ - __М__ РЮКЯ.408828.002ТУ

Год, месяц изготовления СИ: _____ Заводской номер СИ: _____

Наименование организации-владельца СИ _____

Наименование организации, проводившей поверку _____

Место проведения поверки _____

Обозначение документа на поверку: МП 208-039-2022. Методика поверки

Средства поверки (наименование, тип, заводской номер) _____

Условия проведения поверки:

Параметр	Допускаемое значение	Действительное зна
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25	
Температура рабочей среды, °С		
Рабочая среда:	от +5 до +60	
Влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80	
Давление атмосферное, кПа (мм рт.ст.)	от 84 до 106,7	
Напряжение питающей сети, В	от 216 до 224	
Частота Гц	от 48 до 52	

Параметры настройки:

Режим измерений: _____

Верхний предел измерений (ВПИ) $H_{\max}$, м: _____

Неизмеряемая область l_a , м: _____

Направление отсчета при измерении (к дну/от дна): _____

Расстояние от точки отсчета до базовой поверхности L_0 , м: _____

Значение уровня (расстояния), соответствующее верхнему пределу тока L_T , м: _____

Длина рамки реперного отражателя l_0 , м: _____

Параметр скорости звука $C_{(t)}$, м/с: _____

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр (разд. 7): _____

2 Проверка программного обеспечения (разд. 8): _____

3 Опробование (разд. 9): _____

4 Определение метрологических характеристик (разд. 10): в таблицах 1 и 2 _____

Е.2 Форма протокола поверки (оборотная сторона)

Таблица 1- Определение метрологических характеристик в резервуаре (малоразмерном резервуаре)

Выполнение операций по п. _____ методики поверки									
ВПИ (соответствует/не соответствует): _____									
Исходные данные: $l =$ _____ $l_2 =$ _____ $t_{вд} =$ _____ $D1_{и} =$ _____ $C_{(t)} =$ _____									
Контрольная отметка (расчетное зна- чение)		Параметр контро- лируемый (спра- вочный)		Результаты измерений на контрольной отметке		Значение выходного сиг- нала тока		Погрешность	
$I_{pi},$ м	$L_{npi},$ м	$D1, \text{ мкс}$	$C_{x(y)},$ м/с	$l_i,$ м	$L_{ni},$ м	$I_{pi},$ мА	$I_i,$ мА	$\delta l_i,$ %	$\gamma_{Ti},$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 2- Определение метрологических характеристик с применением имитационного метода

Выполнение операций по п. _____ методики поверки									
Исходные данные: $C_{(t)} =$ _____									
Контрольная отметка (расчетное значение)		Параметр задаваемый		Результаты измерений на контрольной отметке		Значение выходного сигнала тока		Погрешность	
$I_{pi},$ м	$L_{npi},$ м	$D1, \text{ мкс}$	$C_{x(y)},$ м/с	$l_i,$ м	$L_{ni},$ м	$I_{pi},$ мА	$I_i,$ мА	$\delta l_i,$ %	$\gamma_{Ti},$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Дополнительные отметки: _____

Заключение о пригодности СИ: _____

Поверитель: _____ (_____)

« » 20 г.