

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Б.А. Лапшинов

М.П.

«29» мая 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры АльфаРадар
Методика поверки

МП-488-2024

г. Чехов
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для уровнемеров АльфаРадар (далее – уровнемеры), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Уровнемеры до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Первичной поверке подвергается каждый экземпляр.

Периодической поверке подвергается каждый экземпляр, находящийся в эксплуатации, через межповерочные интервалы, а также повторно вводимые в эксплуатацию после их длительного хранения (более одного межповерочного интервала).

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины методом прямых измерений от рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону (далее – ГПЭ): ГЭТ 2-2021 - ГПСЭ единицы длины, и с помощью эталона 2-го разряда, заимствованного из Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2840: ГЭТ 2-2021 - ГПЭ единицы длины - метра.

В настоящей методике поверки используется метод непосредственного сличения.

2. Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях	Да	Да	10.1
Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа на месте эксплуатации	Нет	Да	10.2

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C

от плюс 15 до плюс 25.

При проведении поверки на месте эксплуатации должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C

от минус 45 до плюс 60.

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталонов) должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на уровнемеры и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2 Поверители обязаны иметь профессиональную подготовку и опыт работы с уровнемерами.

4.3 Для проведения поверки уровня достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 45 до плюс 60 °C с абсолютной погрешностью не более 0,2 °C	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег.№ 71394-18

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях	Да	Да	10.1
Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа на месте эксплуатации	Нет	Да	10.2

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C

от плюс 15 до плюс 25.

При проведении поверки на месте эксплуатации должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C

от минус 60 до плюс 70.

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталонов) должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на уровнемеры и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2 Поверители обязаны иметь профессиональную подготовку и опыт работы с уровнемерами.

4.3 Для проведения поверки уровнемера достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 60 до плюс 60 °C с абсолютной погрешностью не более 0,2 °C	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег.№ 71394-18

п. 8.2 Опробование	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 – уровнемерная установка, диапазон измерений от 50 до 30000 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ-А-30, рег.№ 56506-14
	Рабочий талон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 - Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98, класс точности 3 в диапазоне до 100 м	Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15
	Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью ± 0,5 В	Источник питания постоянного тока GPR-30Н10D (рег.№ 20188-07)
	Средство измерений силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ±0,01 мА	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
п. 10.1 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 – уровнемерная установка, диапазон измерений от 50 до 30000 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ-А-30, рег.№ 56506-14
	Рабочий талон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 - Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98, класс точности 3 в диапазоне до 100 м	Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15
	Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения	Источник питания постоянного тока GPR-

	постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В	30H10D (рег.№ 20188-07)
	Средство измерений силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения $\pm 0,01$ мА	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
п. 10.2 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа на месте эксплуатации	Рабочий талон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 - Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98, класс точности 3 в диапазоне до 100 м	Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15
	Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В	Источник питания постоянного тока GPR-30H10D (рег.№ 20188-07)
	Средство измерений силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения $\pm 0,01$ мА	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
п. 10.3 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала	Средство измерений силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения $\pm 0,01$ мА	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
	Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В	Источник питания постоянного тока GPR-30H10D (рег.№ 20188-07)
Примечания - Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики уровня измерения;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с

руководством по эксплуатации.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят. Если перечисленные требования не выполняются, уровнемер признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов в соответствии с р.11.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки.

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 3 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

8.2.2 Опробование

Опробование проводить на уровнемерной установке или на объекте эксплуатации проверкой соответствия выходных сигналов измеренному значению уровня при его повышении и понижении в максимально возможных условиями эксплуатации диапазонах. При увеличении уровня выходной сигнал должен увеличиваться, при уменьшении должен уменьшаться.

Опробование проводить при увеличении уровня от 0 % до 100 % диапазона измерений и обратно от 100 % до 0 %.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят. Если перечисленные требования не выполняются, уровнемер признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов в соответствии с р.11.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Для проверки номера версии МПО, при помощи клавиш уровнемера или HART-коммуникатора» необходимо пройти в раздел меню «Информационные сведения», в выпадающем меню выбрать раздел «Сведения о ПО». На цифровом индикаторе Уровнемера радарного, HART-коммуникатора или ПО «Уровнемер» отобразится идентификационное наименование и номер версии ПО уровнемера.

Результат проверки считают положительным, если номер версии ПО не ниже указанного в описании типа. Если требование не выполняется, уровнемер признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов в соответствии с р.11.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях

10.1.1 Проверку диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня проводят в следующих контрольных точках ($j = 1, 2, 3, 4, 5$): $L_{min}, 0,25 \cdot L_{max}, 0,5 \cdot L_{max}, 0,75 \cdot L_{max}, L_{max}$,

где L_{min} – нижний предел диапазона измерений уровнемера, мм;
 L_{max} – верхний предел диапазона измерений уровнемера, мм.

Допускаемое отклонение в каждой контрольной точке ± 100 мм. Показания уровнемера снимают с дисплея или по цифровому выходному сигналу.

10.1.2 В нулевой контрольной точке ($j = 0$) значение уровня имитатора поверхности, в которой выбирается произвольно внутри диапазона измерений и не должно соответствовать значениям в других контрольных точках, определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и средства поверки.

10.1.3 Поправку на несоответствие показаний уровнемера и средства поверки ΔL_0 , мм, вычисляют по формуле

$$\Delta L_0 = L_0 - L_0^3, \quad (1)$$

где L_0 – значение уровня, измеренное уровнемером в нулевой контрольной точке, мм;

L_0^3 – значение уровня до имитатора поверхности по показаниям средства поверки в нулевой контрольной точке, мм.

10.1.4 В каждой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , мм, по формуле

$$\Delta_j = L_j - L_j^3 - \Delta L_0, \quad (2)$$

где L_j – значение уровня, измеренное уровнемером в контрольной точке, мм;

L_j^3 – значение уровня до имитатора поверхности (уровня) по показаниям средства поверки, мм.

10.1.5 Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений уровня методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне. Результаты поверки по 10.1 считают положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня в каждой контрольной точке соответствует значениям, указанным в Приложении А.

10.2 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня на месте эксплуатации

10.2.1 Проверку диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений уровня проводят в двух контрольных точках ($j = 1, 2$), расположенных в диапазоне от L_n до L_{max} с разницей не менее одного метра. В нулевой контрольной точке ($j = 0$), отличной от контрольных точек и расположенных в диапазоне от L_n до L_{max} , определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки.

10.2.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня уровнемера в каждой контрольной точке должны быть не менее чем в три раза больше пределов отклонения общей длины шкалы ленты рулетки измерительной.

10.2.3 В каждой контрольной точке фиксируют значение уровня, измеренное уровнемером, и не менее пяти раз определяют уровня с помощью рулетки следующим образом:

- на участок шкалы рулетки до 1000 мм наносят слой пасты;

- рулетку опускают через измерительный люк резервуара ниже поверхности жидкости на глубину не более 1000 мм;

- фиксируют показания рулетки по верхнему краю измерительного люка или до риски направляющей планки (верхнее показание);

- поднимают рулетку строго вверх без смешения в стороны до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части рулетки и фиксируют показания рулетки (нижнее показание);

- уровень определяют вычитанием нижнего показания рулетки из верхнего;

– определяют среднее арифметическое значение уровня L_j^p , мм, по формуле:

$$\bar{L}_j^p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n L_{ji}^p \cdot (1 - \alpha_s \cdot (20 - t_b)), \quad (3)$$

где n – количество измерений уровня с помощью рулетки (не менее 5);
 L_{ji}^p – значение уровня, измеренное с помощью рулетки при i -ом измерении в j -ой контрольной точке, мм;
 α_s – температурный коэффициент линейного расширения рулетки, $1/^\circ\text{C}$;
 t_b – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^\circ\text{C}$.

10.2.4 В каждой контрольной точке рассчитывают уровня, измеренное уровнемером, L_j^y , мм, по формуле:

$$L_j^y = L_{\max} - H_j^y, \quad (4)$$

где L_{\max} – значение уровня от уровнемера до точки, принятой за начало отсчета уровня жидкости, мм.
 H_j^y – значение уровня, измеренное уровнемером, мм.

10.2.5 В нулевой контрольной точке ($j = 0$) вычисляют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки ΔL_0 , мм, по формуле

$$\Delta L_0 = L_0^y - \bar{L}_0^p, \quad (5)$$

где L_0^y – значение уровня, измеренное уровнемером в нулевой контрольной точке мм;
 \bar{L}_0^p – среднее арифметическое значение уровня, измеренное рулеткой в нулевой контрольной точке, мм.

10.2.6 В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , %, по формуле

$$\Delta_j = L_j^y - \bar{L}_j^p - \Delta L_0. \quad (6)$$

10.2.7 Результаты поверки по 10.2 считают положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня в каждой контрольной точке ($j = 1, 2, 3$) соответствует значениям, указанным в Приложении А.

10.3 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала

Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала от 4 до 20 мА проводят в трех контрольных точках, соответствующих 4, 12, 20 мА.

Выходной сигнал уровнемера контролировать калибратором процессов в режиме измерений силы постоянного электрического тока.

В каждой контрольной точке с помощью ПО, на выходном аналоговом канале уровнемера установить требуемое значение выходного сигнала и вычислить приведенную погрешность γ_{I_j} , %, по формуле (7)

$$\gamma_{I_j} = \frac{I_{\text{зад}_j} - I_{\text{изм}_j}}{16} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где $I_{\text{зад}_j}$ – значение силы постоянного тока на выходном токовом канале уровнемера, установленное с помощью ПО, мА;
 $I_{\text{изм}_j}$ – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором тока, мА.

Результаты поверки по п 10.3 считают положительными, если значения приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала соответствуют значениям, приведенным в Приложении А.

11 Оформление результатов поверки

Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством в области единства измерений.

Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

С.К. Нагорнов

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня, м	
- АльфаРадар-Б81, АльфаРадар-Б82	от 0,08 до 80 ¹⁾
- АльфаРадар-Б21, АльфаРадар-Б25, АльфаРадар-Б26, АльфаРадар-Б27	от 0,3 до 70 ¹⁾
- АльфаРадар-Б22, АльфаРадар-Б23, АльфаРадар-Б24	от 0,5 до 20 ¹⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня, мм ²⁾	
- АльфаРадар-Б81, АльфаРадар-Б82 при $L_{изм} \leq 30000$ мм	$\pm 1, \pm 3$
- АльфаРадар-Б81, АльфаРадар-Б82 при $L_{изм} > 30000$ мм	± 3
- АльфаРадар-Б21, АльфаРадар-Б22	± 3
- АльфаРадар-Б23, АльфаРадар-Б24, АльфаРадар-Б25	± 5
- АльфаРадар-Б26, АльфаРадар-Б27	± 15
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений уровня, вызванной изменением температуры жидкости от температуры $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$ на каждые 10°C , мм	$\pm 0,005$
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 mA, % диапазона воспроизведения ²⁾	$\pm 0,03$
¹⁾ Указан максимальный диапазон измерений. Фактический диапазон измерений уровнемера указывается в шифре исполнения.	
Примечания:	
$L_{изм}$ – измеренное значение уровня, мм	