

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«07» декабря 2023 г.

«ГСИ. Уровнемеры радарные ЭМИС-ПУЛЬС 530. Методика поверки »

МП-701/09-2023

г. Чехов
2023 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на уровнемеры радарные ЭМИС-ПУЛЬС 530 (далее – уровнемеры), и устанавливает объем и методы 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 таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня, м ¹⁾	от 0 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня, мм ²⁾ - при $L_{\min} \leq L_{\text{изм}} \leq L_{\text{пер}}$ - при $L_{\text{пер}} \leq L_{\text{изм}} \leq L_{\text{max}}$	$\pm 2; \pm 3; \pm 5; \pm 10; \pm 15; \pm 20$ $\pm 1; \pm 2; \pm 3; \pm 5$
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА, % диапазона воспроизведения ²⁾	$\pm 0,03; \pm 0,05; \pm 0,1; \pm 0,2$
¹⁾ Указан максимальный диапазон измерений, фактический диапазон измерений указывается в паспорте. ²⁾ Фактические значения указываются в паспорте. Примечание – Приняты следующие сокращения: $L_{\text{изм}}$ – измеренное значение уровня, мм; $L_{\text{пер}}$ – значение переходного уровня (указывается в паспорте), мм; L_{max} – значение наибольшего уровня, мм; L_{min} – значение наименьшего уровня, мм.	

Метрологические характеристики поверяемых уровнемеров подтверждаются методом непосредственного сличения уровня (длины) и бездемонтажным методом.

Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость уровнемеров к Государственному первичному эталону единицы длины (уровня) ГЭТ 2-2021, в соответствии с ГПС для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, согласно Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3459. Реализован метод прямых измерений и непосредственного сличения с рабочими эталонами.

2. Перечень операций поверки средств измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях	Да	Да	10.1

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

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха..... от 10 °С до 30 °С
- относительная влажность окружающего воздуха..... до 90 %
- атмосферное давление..... от 84 до 106,7 кПа

3.2 При проведении поверки на месте эксплуатации без демонтажа уровнемера должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, относительная влажность и атмосферное давление удовлетворяют условиям эксплуатации уровнемера и средств поверки;
- отсутствие осадков и ветра, препятствующих проведению поверки;
- обеспечивается возможность изменения уровня жидкости в резервуаре;
- параметры и свойства жидкости в резервуаре соответствуют требованиям эксплуатационных документов уровнемера;
- жидкость в резервуаре не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды;
- в резервуаре отсутствует избыточное давление, допускается разгерметизация резервуара;
- перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) должно быть отключено;
- поверхность жидкости в резервуаре должна быть спокойной;
- в каждой контрольной точке выдерживают заданный уровень жидкости в резервуаре не менее двух часов.

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, а также обязаны знать требования настоящей методики.

4.3 Для проведения поверки уровнемера достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

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	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 35 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 45 % до 75 % с погрешностью не более 3%; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от $8,4 \cdot 10^4$ до $10,7 \cdot 10^4$ Па, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Термогигрометр автономный мод. ИВА-6А-Д зав. № 22936 Рег. № 82393-21
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 150 до 24000 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 эталон 2-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 – тахеометр электронный, диапазон измерений 1500 м, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm(0,4...5)+(1...10) \cdot 10^{-6} \cdot L$ мм	Тахеометры электронные Leica TS16, Leica MS60, Leica TS60 I, мод. Leica TS60 I (рег. № 61950-15),
	Рабочий эталон 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 P50H2Г (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 сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 7,5$ мкА	Калибратор тока UPS-III (рег. № 60810-15)
п. 10.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений	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	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ-А-30

уровня в лабораторных условиях	«30» декабря 2019 г. № 3459 – уровнемерная установка, диапазон измерений от 150 до 24000 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм	(рег.№ 56506-14)
	Рабочий эталон 2-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 – тахеометр электронный, диапазон измерений 1500 м, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm(0,4...5)+(1...10)\cdot 10^{-6}\cdot L$ мм	Тахеометры электронные Leica TS16, Leica MS60, Leica TS60 I, мод. Leica TS60 I (рег. № 61950-15),
	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)
п. 10.2 Определенные диапазоны измерений и абсолютной погрешности измерений уровня на месте эксплуатации	Рабочий эталон 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 P50H2Г (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)
п. 10.3 Определенные приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 7,5$ мкА	Калибратор тока UPS-III (рег. № 60810-15);
	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)
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

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:

- внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;

- к отсутствию механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектности, необходимой для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Уровнемер не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

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 2 часов, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

Опробование проводить на уровнемерной установке или при помощи тахеометра или рулетки, а на объекте эксплуатации опробование проводить путем сопоставления выходных сигналов (показаний индикатора) с измеренным с помощью рулетки значением уровня при его при его повышении и понижении в максимально возможных условиях эксплуатации диапазонах. При увеличении уровня выходной сигнал должен увеличиваться, при уменьшении должен уменьшаться.

Аналоговый выходной сигнал уровнемера контролировать калибратором тока.

При увеличении уровня измеренное значение должно увеличиваться, при уменьшении должно уменьшаться.

Опробование проводить путем увеличения/уменьшения уровня.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку соответствия программного обеспечения (далее – ПО) проводят путём сличения идентификационных данных ПО уровнемера, отображаемых при подключении к уровнемеру по цифровому каналу связи в ПО "ЭМИС-Интегратор" в соответствии с указаниями Инструкции по работе с ПО "ЭМИС-Интегратор".

Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные микропрограммного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	EP530
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.X*
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

* «X» принимает значения от 0 до 9.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

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

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня проводят в следующих контрольных точках ($j = 1, 2, 3$):

(от L_{\min} до $L_{\text{пер}}$); (от $L_{\text{пер}}$ до $0,5 \cdot L_{\max}$); (от $0,5 \cdot L_{\max}$ до L_{\max})

где L_{\min} – нижний предел диапазона измерений уровнемера, мм;
 $L_{\text{пер}}$ – переходное значение уровня, мм;
 L_{\max} – верхний предел диапазона измерений уровнемера (может быть ограничено диапазоном измерений уровнемерной установки), 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 Результаты поверки по 10.1 считают положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня в каждой контрольной точке соответствует значениям, указанным в таблице 1.

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

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня проводят в двух контрольных точках ($j = 1, 2$), расположенных в диапазоне от L_{\min} 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_{\min} 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 смещения 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 таблице 1.

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 таблице 1.

11 Оформление результатов поверки

Сведения о результате и объёме поверки, тип измеряемой среды (для датчиков уровня, предназначенных для измерений уровня сжиженных газов), минимальное и максимальное значение диапазона изменений избыточного давления (для уровнемеров, предназначенных для работы при избыточном давлении) средств измерений должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается годным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с

действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

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 обеспечения единства измерений.

Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



С.К. Нагорнов