

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапинов

«16» октября 2024 г.

ГСИ. Уровнемеры Метран-730

Методика поверки

МП-505-2024

г. Чехов
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на уровнемеры Метран-730 (далее – уровнемеры) и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверки.

Уровеньмеры 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.

Метрологические характеристики поверяемых уровнемеров подтверждаются методом непосредственного сличения уровня (длины) в лабораторных условиях с полным или частичным демонтажом или на месте эксплуатации.

Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость уровнемеров к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ2-2021, в соответствии с ГПС для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, согласно Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3459.

2. Перечень операций поверки средств измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют 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	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение погрешности измерений уровня в лабораторных условиях	Да	Да	10.1
Определение погрешности измерений уровня при частичном демонтаже	Нет	Да	10.2
Определение погрешности измерений уровня на месте эксплуатации	Нет	Да	10.3

2.2 Определение погрешности измерений уровня по цифровому сигналу при первичной поверке проводят в лабораторных условиях, при периодической поверке – в лабораторных условиях, или при частичном демонтаже, или на месте эксплуатации.

2.3 На основании письменного заявления владельца уровнемера или лица, представившего уровнемер на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение поверки уровнемера только по цифровому выходному сигналу, с обязательным указанием объема проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха.....	от +15 до +25 °С
- относительная влажность окружающего воздуха.....	не более 80 %
- атмосферное давление.....	от 84,0 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 токсичной и кипящей 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 15 минут.

3.3 При проведении поверки при частичном демонтаже должны соблюдаться следующие условия:

- для операций, проводимых в лабораторных условиях, должны соблюдаться условия измерений в соответствии с п. 3.1.
- для операций, проводимых на месте эксплуатации, должны соблюдаться условия в соответствии с п. 3.2.

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 требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – 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 (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -60 °С до +85 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 98 % с погрешностью не более ± 3 %;	Термогигрометр автономный мод. ИВА-6А-Д, рег. № 82393-21
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда в соответствии с частью 1 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. №3459. Соотношение погрешностей поверяемого уровнемера и эталона не менее 3:1.	Установки для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ, рег. № 89465-23
	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 Р50Н2Г, рег. № 60606-15
	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,015$ % диапазона измерений	Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19
	Вспомогательное оборудование: Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В	Источник питания постоянного тока GPR-30Н10D
п. 10.1 Определение погрешности измерений уровня лабораторных условиях	Рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда в соответствии с частью 1 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. №3459. Соотношение погрешностей поверяемого уровнемера и эталона не менее 3:1.	Установки для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ, рег. № 89465-23
	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 Р50Н2Г, рег. № 60606-15
	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,015$ % диапазона измерений	Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19

	Вспомогательное оборудование: Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В	Источник питания постоянного тока GPR-30H10D
п. 10.2 Определение погрешности измерений уровня при частичном демонтаже	Рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда в соответствии с частью 1 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. №3459. Соотношение погрешностей поверяемого уровнемера и эталона не менее 3:1.	Установки для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ, рег. № 89465-23
	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
	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,015$ % диапазона измерений	Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19
	Вспомогательное оборудование: Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В	Источник питания постоянного тока GPR-30H10D
	Вспомогательное приемно-передающее устройства с зондом	Уровеньмер Метран-730 без измерительного преобразователя
п. 10.3 Определение погрешности измерений уровня на месте эксплуатации	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
	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,015$ % диапазона измерений	Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19
	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
	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -60 °С до $+85$ °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 98 % с погрешностью не более ± 3 %;	Термогигрометр автономный мод. ИВА-6А-Д, рег. № 82393-21
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и</i>		

аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного 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:

- внешний вид средства измерений соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- к отсутствию механических повреждений, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики средства измерений;
- 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 на объекте эксплуатации проверкой соответствия выходных сигналов измеренному значению уровня при его повышении или понижении. При увеличении уровня выходной сигнал должен увеличиваться, при уменьшении должен уменьшаться.

Аналоговый выходной сигнал уровнемера контролировать мультиметром в режиме измерения силы постоянного тока. При увеличении уровня измеренное значение должно увеличиваться, при уменьшении должно уменьшаться.

Уровнемер, не прошедший опробование, к дальнейшей поверке не допускают. Поверку прекращают.

Допускается совмещать процедуру опробования со снятием метрологических характеристик.

8.3. Перевести уровнемер в режим измерения расстояния до поверхности среды (далее по тексту – уровень) в соответствии с руководством по эксплуатации.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку соответствия программного обеспечения (далее – ПО) проводят путём сличения идентификационных данных ПО уровнемера.

Номер версии ПО уровнемера отображается на индикаторе уровнемера при переходе в соответствующий раздел меню с помощью кнопок индикатора. Назначение кнопок индикатора приведено в 2.3.2 руководства по эксплуатации, структура меню – в приложении Г руководства по эксплуатации.

Номер версии ПО уровнемеров без индикатора считывают с помощью HART-коммуникатора или специализированного ПО, позволяющего считать номер версии ПО уровнемера.

Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 3. При несоответствии идентификационных данных ПО

поверку уровнемера прекращают, уровнемер бракуют.

Таблица 3 - Идентификационные данные микропрограммного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 3.X.X*
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-
* «X» принимает значения от 0 до 9.	

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

10.1 Определение погрешности измерений уровня в лабораторных условиях

10.1.1 Определение погрешности измерений уровня проводят не менее чем в трех контрольных точках при прямом и обратном ходе. Значение уровня в j -ой контрольной точке выбирают из диапазона

$$\text{от } (j - 1) \frac{D}{N} \text{ до } j \frac{D}{N}, \quad (1)$$

Где D – верхний предел диапазона измерений уровнемера, мм.
 N – количество контрольных точек

Расстояние между контрольными точками должно быть не менее $D/2N$ мм.

10.1.2 Устанавливают расстояние до имитатора поверхности продукта или до поверхности продукта (в зависимости от типа поверочной установки) на требуемое значение и фиксируют показания уровнемера по цифровому сигналу, по токовому сигналу и средства поверки. Поверку уровнемеров с коаксиальным волноводом допускается проводить непосредственным измерением расстояния между уплотнительной поверхностью присоединительного элемента преобразователя и осью замыкателя, устанавливаемого в отверстия наружной трубы зонда.

10.1.3 Если нулевая точка поверяемого уровнемера и нулевая точка эталонной установки не совмещены, то необходимо рассчитать смещение между нулевой точкой поверяемого уровнемера и нулевой точкой эталонной установки по формуле (2)

$$\Delta_0 = \frac{\max(L_j^y - L_j^z) + \min(L_j^y - L_j^z)}{2}, \quad (2)$$

где L_j^y – значение уровня по показаниям уровнемера в j -ой контрольной точке, мм.

L_j^z – значение уровня по показаниям средства поверки в j -ой контрольной точке, мм.

Примечание: при считывании информации об измеренном уровне по токовому выходу L_j^y рассчитать по формуле (3):

$$L_j^y = \frac{(I_j^y - 20)}{16} \cdot (L_{max} - L_{min}) + L_{min} \quad (3)$$

где I_j^y – значение токового сигнала в j -ой контрольной точке, воспроизводимое уровнемером, мА;

L_{max} – верхний предел измерений уровня, мм

L_{min} – нижний предел измерений уровня, мм

10.1.4 В каждой j -ой контрольной точке вычисляют основную погрешность Δ_j , мм, по формуле (4)

$$\Delta_j = L_j^y - L_j^z - \Delta_0, \quad (4)$$

10.1.5 Результаты поверки по 10.1 считают положительными, если значение погрешности

в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в Приложении А.

10.2 Определение погрешности измерений уровня при частичном демонтаже

10.2.1 Определение погрешности измерений уровня при частичном демонтаже (без демонтажа приемо-передающего устройства с зондом с объекта эксплуатации) проводить в два этапа:

- проверка метрологической исправности приемо-передающего устройства с зондом;
- проверка метрологической исправности измерительного преобразователя.

Проверку метрологической исправности приемо-передающего устройства с зондом проводить на месте эксплуатации. При наличии возможности полного осушения резервуара проверку проводить на полностью осушенном зонде, принимая в качестве действительного значения уровня полную длину погружаемой части зонда. При невозможности полного осушения резервуара, проверку проводить контролем осушенной части зонда.

Вычислить погрешность измерений уровня по формуле (4).

Результаты проверки приемо-передающего устройства с зондом считать положительными, если значение погрешности в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в Приложении А.

Для проверки метрологической исправности измерительного преобразователя следует сохранить конфигурацию уровнемера, отключить питание уровнемера и произвести демонтаж измерительного преобразователя поверяемого уровнемера.

Демонтированный преобразователь установить на вспомогательное приемо-передающее устройство с зондом и подготовить уровнемер к работе согласно руководству по эксплуатации.

Произвести проверку уровнемера в порядке, приведенном в п. 10.1

Длина зонда вспомогательного приемо-передающего устройства должна быть не менее длины поверяемого уровнемера.

После проведения поверки в соответствии с руководством по эксплуатации измерительный преобразователь монтируется обратно в исходное приемо-передающее устройство с зондом и в него загружается сохраненная конфигурация.

Результаты проверки измерительного преобразователя считать положительными, если значение погрешности в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в Приложении А.

10.3 Определение погрешности измерений уровня на месте эксплуатации

10.3.1 Определение погрешности измерений уровня без демонтажа на месте эксплуатации проводят в двух контрольных точках ($j = 1, 2$), расположенных в диапазоне от минимального значения диапазона измерений L_{\min} до максимального значения диапазона измерений L_{\max} с разницей не менее одного метра.

10.3.2 В каждой контрольной точке фиксируют значение уровня, измеренное уровнемером L_j^y , и не менее пяти раз определяют значение расстояния до продукта (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);
- значение расстояния до продукта (уровня) L_{ji}^p определяют вычитанием нижнего показания рулетки из верхнего;

– определяют среднее арифметическое значение расстояния до продукта (уровня) \bar{L}_j^p , мм, по формуле (5):

$$\bar{L}_j^p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n L_{ji}^p \cdot (1 - \alpha_s \cdot (20 - t_b)), \quad (5)$$

где n – количество измерений расстояния до продукта (уровня) с помощью рулетки (не менее 5);
 L_{ji}^p – значение расстояния до продукта (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, $^\circ\text{C}$.

10.3.3 В нулевой контрольной точке ($j = 0$) вычисляют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки ΔL_0 , мм, по формуле (6)

$$\Delta L_0 = L_0^y - \bar{L}_0^p, \quad (6)$$

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.

10.3.4 В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют основную погрешность Δ_j , мм по формуле (7)

$$\Delta_j = L_j^y - \bar{L}_j^p - \Delta L_0. \quad (7)$$

Примечание: при считывании информации об измеренном уровне по токовому выходу L_j^y рассчитать по формуле (3)

Результаты поверки по 10.3 считают положительными, если значение погрешности измерений уровня не выходит за пределы допускаемой погрешности, указанные в Приложении А. Примечание – в случае отклонения температуры окружающей среды при поверке от указанной в п. 3.1, допускаемое значение погрешности принимается равным алгебраической сумме основной погрешности измерения уровня по цифровому сигналу и дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды, указанных в приложении А.

11 Оформление результатов поверки

Сведения о результате и объеме поверки 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 МЕТРОЛОГИЯ»



С.К. Нагорнов

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение			
Диапазон измерений уровня ¹⁾ , м	от 0 до 40			
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу $\Delta^2)$, мм: – при расстоянии до поверхности среды от 0,18 до 15 м включительно – при расстоянии до поверхности среды свыше 15 до 40 м	Код погрешности			
	В	С	D	E
	± 2	± 3	± 5	± 10
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу, вызванной изменением температуры окружающей среды: – от $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, в диапазоне температур окружающей среды от минус 60 до плюс 85°C на каждые 1°C	$\pm 0,2$ мм			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня, мм ³⁾ – основной по токовому выходному сигналу – дополнительной по токовому выходному сигналу, вызванной изменением температуры окружающей среды от температуры $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ на каждые 1°C	$\pm (0,03 \cdot D/100 + \Delta)$ где D – диапазон измерений, мм $\pm (0,003 \cdot D/100)$			
¹⁾ Приведен максимально возможный диапазон измерений. Фактические значения диапазона измерений указываются в паспорте. ²⁾ При поверке уровнемера с кодом погрешности В на месте эксплуатации пределы допускаемой основной абсолютной погрешности составляют ± 3 мм для цифрового выходного сигнала и $\pm(0,03 \cdot D/100 + 3)$ мм для аналогового выходного сигнала, но не менее значений, указанных в таблице. Примечание: Основная и дополнительная погрешности уровнемера суммируются алгебраически.				