

СОГЛАСОВАНО

Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

В.А. Лапшинов



2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры микроволновые MicroTREK H

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-590/05-2023

г. Чехов, 2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры микроволновые MicroTREK H (далее – уровнемеры), и устанавливает методику его первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные описания типа уровнемера.

1.3 Уровнемеры соответствуют требованиям к СИ в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3459, и прослеживаются к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021.

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

1.5 Метрологические характеристики поверяемого уровнемера определяют методом прямых измерений или методом непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в лаборатории	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям на месте эксплуатации	–	да	11

Примечание – Периодическую поверку без демонтажа на месте эксплуатации допускается проводить только для уровнемера, предназначенного для измерений уровня жидкости.

2.2 При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лабораторных условиях при полном демонтаже уровнемера должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность, %

от +15 до +25
от 30 до 80

– атмосферное давление, кПа

от 84 до 106

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 заданную высоту наполнения резервуара не менее двух часов.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы уровнемера и средств поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
10	Уровнемерная установка: верхний предел диапазона измерений не менее верхнего предела диапазона измерений поверяемого уровнемера, пределы допускаемой абсолютной погрешности не менее чем в три раза меньше, чем у поверяемого уровнемера	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня, модификация ЭЛМЕТРО СПУ (регистрационный № 56506-14 в ФИФОЕИ)
11	Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98: диапазон измерений не менее диапазона измерений поверяемого уровнемера, класс точности 2	Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г (регистрационный № 60606-15 в ФИФОЕИ)
10, 11	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазон измерений от 4 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,025$ % диапазона измерений	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) регистрационный № 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Вспомогательное оборудование		
10, 11	НАРТ-коммуникатор	Калибратор
9 – 11	Персональный компьютер с установленной программой «E-View» или «E-View2»	–
7 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д (регистрационный № 71394-18 в ФИФОЕИ)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
	Средство измерений атмосферного давления с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	
<p>Примечания</p> <p>1. Допускается использование средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p> <p>2. Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть зарегистрированы в ФИФОЕИ, утвержденного типа, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.</p> <p>3. Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и уровнемера, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- внешний вид и комплектность уровнемера;
- отсутствие механических повреждений уровнемеров, препятствующих применению уровнемера;

– четкость надписей и обозначений.

7.2 Результаты поверки по 7 считают положительными, если:

- внешний вид и комплектность уровнемера соответствуют описанию типа и эксплуатационным документам уровнемера;
- механические повреждения, препятствующие применению уровнемера, отсутствуют;
- надписи и обозначения четкие.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационные документы уровнемера;
- изучают настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации средств поверки;
- средства поверки и уровнемер устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационных документов;
- к выходному каналу уровнемера подключают калибратор;
- контролируют фактические условия поверки на соответствие требованиям раздела 3 настоящей методики поверки;
- выполняют иные необходимые подготовительные и организационные мероприятия.

8.2 Уровнемер выдерживают в условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов, при этом во включенном состоянии при номинальном напряжении не менее 1 часа.

8.3 Опробование уровнемера проводят одновременно с определением его метрологических характеристик по 10.1 или 10.2.

8.4 Результаты поверки по 8 считают положительными при выполнении требований, изложенных в 8.1 – 8.4.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Фиксируют идентификационные данные ПО уровнемера в соответствии с разделом 1.3 паспорта уровнемера и сравнивают их с соответствующими идентификационными данными, представленными в описании типа уровнемеров.

9.2 Результаты поверки по 9 считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения совпадают с указанными в описании типа уровнемера.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в лаборатории

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня, уровня раздела) по дисплею или цифровому сигналу

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня, уровня раздела) по дисплею или цифровому сигналу проводят в пяти контрольных точках ($j = 1, 2, 3, 4, 5$), соответствующих 0, 25, 50, 75, 100 % диапазона измерений. Допускаемое отклонение в каждой контрольной точке ± 100 мм.

10.1.2 Для уровнемеров с верхним пределом диапазона измерений более 10000 мм одна из контрольных точек должна выбираться из диапазона (10000-10100) мм (вместо контрольной точки, наиболее близко расположенной к выбранному значению).

10.1.3 В нулевой контрольной точке ($j = 0$), значение расстояния 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.

10.1.4 В каждой контрольной точке ($j = 0, 1, 2, 3, 4, 5$) уровнемером проводят не менее трех измерений и рассчитывают среднее арифметическое значение \bar{L}_j , мм, по формуле

$$\bar{L}_j = \frac{1}{n_j} \cdot \sum_{i=1}^{n_j} L_{ji}, \quad (1)$$

где n_j – число измерений в j -ой контрольной точке;
 L_{ji} – значение расстояния, измеренное уровнемером, в j -ой контрольной точке при i -ом измерении, мм.

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

$$\Delta L_0 = \bar{L}_0 - L_0^3, \quad (2)$$

где \bar{L}_0 – среднее арифметическое значение показаний уровнемера в нулевой контрольной точке, мм;
 L_0^3 – значение расстояния до имитатора поверхности (уровня) по показаниям средства поверки в нулевой контрольной точке, мм.

10.1.6 В каждой контрольной точке ($j = 1, 2, 3, 4, 5$) вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , мм, по формуле

$$\Delta_j = \bar{L}_j - L_j^3 - \Delta L_0, \quad (3)$$

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

10.1.7 Результаты поверки по 10.1 считают положительными, если значения погрешности в каждой контрольной точке не выходят за пределы, указанные в описании типа уровнемера.

10.2 Определение основной приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА

10.2.1 Определение основной приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА проводят в пяти контрольных точках, соответствующих 4, 8, 12, 16, 20 мА.

10.2.2 В каждой контрольной точке в соответствии с эксплуатационными документами уровнемера на выходном токовом канале уровнемера устанавливают требуемое значение выходного сигнала и вычисляют приведенную погрешность γ_{I_j} , %, по формуле

$$\gamma_{I_j} = \frac{I_{\text{зад}j} - I_{\text{изм}j}}{16} \cdot 100, \quad (4)$$

где $I_{\text{зад}j}$ – значение силы постоянного тока на выходном токовом канале уровнемера, установленное с помощью ПО «E-View» или «E-View2», мА;
 $I_{\text{изм}j}$ – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором, мА.

10.2.3 Результаты поверки по 10.2 считают положительными, если значения погрешности в каждой контрольной точке не выходят за пределы, указанные в описании типа уровнемера.

Примечание – Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА допускается не проводить в соответствии с 1.4.

11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям на месте эксплуатации

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня, уровня раздела) по дисплею или цифровому сигналу

11.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня, уровня раздела) по дисплею или цифровому сигналу проводят в трех контрольных точках ($j = 1, 2, 3$), равномерно распределенных внутри диапазона измерений в соответствии с технологическим процессом. В нулевой контрольной точке ($j = 0$) определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки.

11.1.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта по дисплею или цифровому выходному сигналу уровнемера в каждой контрольной точке должны быть не менее чем в три раза больше соответствующих пределов отклонения общей длины шкалы ленты рулетки измерительной металлической по ГОСТ 7502–98.

11.1.3 В каждой контрольной точке фиксируют значение уровня, измеренное уровнемером, и не менее пяти раз определяют расстояние до поверхности жидкости 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 (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);
- расстояние до поверхности жидкости определяют вычитанием нижнего показания рулетки из верхнего;
- определяют среднее арифметическое значение расстояния до поверхности жидкости L_j^p , мм, по формуле:

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

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

11.1.4 В каждой контрольной точке рассчитывают расстояния до поверхности жидкости, измеренное уровнемером, L_j^y , мм, по формуле:

$$L_j^y = L_{\max} - H_j^y, \quad (6)$$

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

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

$$\Delta L_0 = L_0^y - \bar{L}_0^p, \quad (7)$$

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

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

$$\Delta_j = L_j^y - \bar{L}_j^p - \Delta L_0. \quad (8)$$

11.1.7 Результаты поверки по 11.1 считают положительными, если значения погрешности в каждой контрольной точке ($j = 1, 2, 3$) не выходит за пределы, указанные в описании типа уровнемера.

11.2 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА

11.2.1 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА проводят по 10.2.

11.2.2 Результаты поверки по 11.2 считают положительными, если значения погрешности в каждой контрольной точке не выходит за пределы $\pm (\gamma_{\text{осн}} + \gamma_{\text{доп}} \cdot \Delta t / 10)$ %, где $\gamma_{\text{осн}}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения выходного

токового сигнала от 4 до 20 мА, %; $\gamma_{\text{доп}}$ – пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от температуры (20 ± 5) °С на каждые 10 °С, %; Δt – отклонение температуры окружающего воздуха от температуры (20 ± 5) °С, °С.

Примечание – Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА допускается не проводить в соответствии с 1.4.

12 Оформление результатов поверки

12.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки в свободной форме.

12.2 При положительных результатах поверки уровнемер признают пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают свидетельство о поверке, знак поверки наносят на свидетельство о поверке.

12.3 При отрицательных результатах поверки уровнемер признают непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают извещение о непригодности с указанием основных причин.