

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



Лапшинов В. А.

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений.

Уровнемеры микроволновые Micropilot

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-691/09-2023

г. Москва
2023 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее по тексту – МП) распространяется на уровнемеры микроволновые Micropilot (далее по тексту – уровнемеры) и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Настоящая МП разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 г. «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 Уровнемеры обеспечивают прослеживаемость к:

– ГЭТ2-2021 в соответствии с Приказом № 3459 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов» методом непосредственного сличения результата измерений поверяемого средства измерений со значением измеренным эталоном;

– ГЭТ199-2018 в соответствии с Приказом № 3459 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов» методом непосредственного сличения результата измерений поверяемого средства измерений со значением измеренным эталоном.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, приведенные в таблицах А.1 и А.2 приложения А к настоящей МП.

1.5 Настоящей МП не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и(или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений (далее по тексту – СИ) для меньшего числа измерительных величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверки	
1) Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2) Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
3) Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
4) Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.			
– при полном демонтаже	Да	Да	10.1.1
– без демонтажа	–	Да	10.2.2

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, а уровнемер бракуют.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки в лаборатории должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- диапазон относительной влажности окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- диапазон атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки уровнемеров допускается персонал, имеющий опыт работы в данной области, изучивший эксплуатационную документацию на уровнемеры, средства поверки и оборудование, применяемое при проведении поверки.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки и оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки и оборудование

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
8.1, 8.3, 10.1, 10.2	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)

Окончание таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
8.1, 8.3, 10.1, 10.2	Рабочий эталон единицы длины 3 разряда из части 2 приказа Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2840: верхний предел диапазона измерений не менее верхнего предела диапазона измерений поверяемого уровнемера, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений (воспроизведения) не менее чем в три раза меньше, чем у поверяемого уровнемера	Лента измерительная
8.1, 8.3, 10.1	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазон измерений от 4 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,05$ % диапазона измерений	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (рег.№ 52489-13)
8, 9, 10.1	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 °С до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д (рег. № 71394-18)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	
8, 9, 10.1, 10.2	USB коммуникатор с разъемами	Персональный компьютер со свободными USB-портами
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей МП, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей;

- правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей;
- ГОСТ 12.3.032-84 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Работы электромонтажные. Общие требования безопасности»;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных СИ, испытательного оборудования и поверяемого уровнемера, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 К электрическому монтажу допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», прошедшие специальную подготовку и имеющих удостоверение на право проведения поверки.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого уровнемера следующим требованиям:

- соответствие комплектности путем сравнения с требованиями нормативно технической и эксплуатационной документации, предоставленной заявителем;
- соответствие внешнего вида путем сравнения с требованиями нормативно технической и эксплуатационной документации, предоставленной заявителем;
- чистоту гнезд, разъемов и клемм, состояние соединительных проводов, состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений, дефектов, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующих проведению поверки;
- соответствие информации на маркировочной табличке путем сравнения с требованиями нормативно технической и эксплуатационной документации, предоставленной заявителем;

7.2 Результаты проведения внешнего осмотра уровнемера считать положительными, если выполняются все требования, перечисленные в п. 7.1 настоящей МП.

При положительных результатах проверки внешнего вида уровнемера и при оперативном устранении недостатков во внешнем виде, установленных при внешнем осмотре, поверку уровнемеров продолжают по операциям, указанным в таблице 1 настоящей МП.

7.3 При отрицательных результатах внешнего осмотра уровнемер к дальнейшей поверке не допускают и признают непригодным к применению.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают эксплуатационные документы на уровнемер и средств поверки, настоящую МП;
- средства поверки и оборудование, применяемое при проведении поверки, подготавливаются к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на каждый прибор отдельно;
- уровнемер подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационными документами;
- подключают уровнемер в соответствии с эксплуатационными документами;

- выдерживают уровнемер в течении 30 минут во включенном состоянии для установления его рабочего режима;
- проверяют установленные параметры согласно эксплуатационной документации.

8.2 При использовании в качестве средства поверки ленты измерительной в качестве имитатора поверхности продукта должна использоваться отражающая поверхность, выполненная из металла (стали, дюраля или латуни) или дерева (с глянцевым лакокрасочным покрытием) размером не менее 800×800 мм, которую располагают перпендикулярно оси излучения антенны уровнемера.

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяют функционирование уровнемера.

Для этого необходимо подать напряжение питания и убедиться, что к уровнемеру подводится напряжение питания.

Проверить работоспособность путем увеличения/уменьшения расстояния от уровнемера до имитатора поверхности продукта. Показания уровнемера при этом должны изменяться соответствующим образом.

8.3.2 Результат опробования считают положительным, если значения расстояния до поверхности продукта (далее по тексту – уровень), передаваемые по цифровому протоколу на дисплее уровнемера, экране монитора подключенного персонального компьютера (далее по тексту – ПК), и значения токового выходного сигнала силы постоянного тока (для моделей с аналоговым выходным сигналом от 4 до 20 мА) равномерно увеличиваются и уменьшаются в зависимости от направления перемещения имитатора поверхности продукта.

8.3.3 При отрицательных результатах опробования уровнемер признают непригодным к применению.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Запускают уровнемер и выбирают язык меню программного обеспечения (далее по тексту – ПО) уровнемера.

В зависимости от того на каком языке ПО, номер версии ПО проверяемых уровнемеров должен выводиться на дисплей электронного преобразователя путем следующих команд в меню уровнемера:

- на английском языке: MENU → DAIGNOSTICS → DEVICE INFO → → FIRMWARE VERSION;
- на русском языке: МЕНЮ → ДИАГНОСТИКА → ИНФОРМАЦИЯ О ПРИБОРЕ → → ВЕРСИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

Номер версии ПО должен отображаться как неактивный, не подлежащий изменению.

9.2 Доступ к идентификационному наименованию ПО, цифровому идентификатору ПО (контрольной сумме) не возможен.

9.3 Результаты проверки считают положительными, если номер версии ПО, соответствует приведенному в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	FMR2x	FMR5x
Идентификационное наименование ПО	FMR2x	FMR5x
Номер версии (идентификационный номер) ПО	01.yy.zz	
Цифровой идентификатор ПО	–	
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	–	
Примечание – Наименование ПО имеет структуру xx.yy.zz, где: – yy – идентификационный номер текущей версии ПО (00 до 99) – характеризующий функциональность преобразователя (различные протоколы цифровой коммуникации, а также совместимость с сервисными программами); – zz – служебный идентификационный номер – не влияет на функциональность и метрологические характеристики уровнемера.		

9.4 При отрицательных результатах идентификации ПО уровнемер признают непригодным к применению.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Поверка при полном демонтаже

10.1.1 Уровнемер устанавливают на уровнемерную поверочную установку, затем подключают в соответствии со схемой приложения Б руководства по эксплуатации.

Выходной аналоговый сигнал контролируют калибратором сигналов.

Измеренные значения уровня дополнительно контролируют на дисплее уровнемера (при его наличии) или мониторе ПК.

Устанавливают отражатели.

Определение абсолютной погрешности проводят при значениях уровня, соответствующих H_{\min} ; $0,25 \cdot H_{\max}$; $0,5 \cdot H_{\max}$; $0,75 \cdot H_{\max}$; H_{\max} , где H_{\min} , H_{\max} – значение нижнего и верхнего пределов диапазона измерений уровня поверяемого уровнемера.

Проверку проводят при уменьшении и при увеличении уровня не менее трех раз.

За результат измерений уровнемером в каждой проверяемой точке принимается среднее арифметическое значение результатов измерений, определяемое по формуле (1):

$$\overline{H_j^y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_{ij}^y, \quad (1)$$

где H_{ij}^y – значение уровня, измеренное уровнемером, мм;

n – число измерений

10.1.2 Абсолютную погрешность измерений уровня определяют по формуле (2):

$$\Delta H_j = \overline{H_j^y} - H_j^э, \quad (2)$$

где $H_j^э$ – действительное значение уровня, измеренное уровнемерной поверочной установкой мм

10.1.3 Результат поверки по п.10.1 считают положительным, если значения погрешностей не выходят за пределы, указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А настоящей МП.

10.2 Поверка без демонтажа (только для жидкостей)

10.2.1 При проведении измерений без демонтажа поверхность жидкости в резервуаре должна быть ровной (спокойной), перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключении, движение жидкости (например, при измерении в водоводе) не допускается.

10.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня проводят в пяти контрольных точках ($j = 1, 2, 3, 4, 5$), равномерно распределенных в рабочем диапазоне измерений в соответствии с технологическим процессом.

В нулевой контрольной точке ($j = 0$) определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки.

10.2.3 В каждой контрольной точке не менее пяти раз определяют расстояние до поверхности жидкости с помощью рулетки в следующей последовательности:

- 1) На участок вблизи контрольной точки до 1000 мм наносят слой пасты.
- 2) Рулетку опускают через измерительный люк резервуара ниже поверхности жидкости на глубину не более 1000 мм.
- 3) Фиксируют показания рулетки по верхнему краю измерительного люка (верхнее показание).
- 4) Поднимают рулетку строго вверх без смещения в стороны до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части рулетки и фиксируют показания рулетки (нижнее показание).
- 5) расстояние до поверхности жидкости (уровня) определяют вычитанием нижнего показания рулетки из верхнего;
- 6) Определяют среднее арифметическое значение расстояния до поверхности жидкости (уровня) L_j^p , мм, по формуле (3):

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

- где n – количество измерений расстояния до поверхности жидкости с помощью рулетки (не менее 5);
- H_{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 фиксируют значение уровня, измеренное уровнемером, H_j^y , мм.

10.2.5 В нулевой контрольной точке ($j = 0$) вычисляют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки ΔH_0 , мм, по формуле (4):

$$\Delta H_0 = H_0^y - \bar{H}_0^p, \quad (4)$$

- где H_0^y – значение расстояния уровня, измеренное уровнемером в нулевой контрольной точке мм;
- \bar{H}_0^p – среднее арифметическое значение расстояния уровня, измеренное рулеткой в нулевой контрольной точке, мм.

10.2.6 В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , %, по формуле (5):

$$\Delta_j = (H_j^y - \Delta H_0) - \bar{H}_j^p. \quad (5)$$

10.2.7 Результат поверки по п.10.2 считают положительным, если значения погрешностей не выходят за пределы, указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А к настоящей МП.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

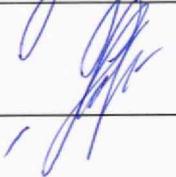
11.2 Сведения о результатах поверки уровнемера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее по тексту – ФИФОЕИ).

11.3 При положительных результатах поверки уровнемер признают пригодным для эксплуатации, оформляют по заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, свидетельство о поверке СИ и передают сведения в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.4 При отрицательных результатах поверки уровнемер признают непригодным для эксплуатации, выписывают извещение о непригодности и передают сведения в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»





И.Р. Гатиятуллин

Стажер
11.5

О.В. Санаева

**Приложение А
(обязательное)**

Метрологические характеристики уровнемеров микроволновых Micropilot

Таблица А.1 – Метрологические характеристики уровнемеров модификаций FMR2x

Характеристики	Значение			
	FMR21	FMR20	FMR 23	FMR 25
Диапазон измерений расстояния до поверхности (уровня) продукта, м: – с стандартным диапазоном – с увеличенным диапазоном ¹⁾	от 0,1 до 10 от 0,1 до 15	от 0,1 до 10 от 0,1 до 20	от 0,1 до 23 –	от 0,5 до 30 от 0,5 до 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности (уровня) продукта, при расстоянии до поверхности продукта $L^2)$, м, (при нормальных условиях температуры окружающей среды), мм: – $0,1 < L \leq 0,3$ – $0,3 < L \leq 0,5$ – $0,5 < L \leq 8$ – $8 < L \leq L_{max}^3)$	±30 ±20 ±15 ±5	±20 ±10 ±3,5 ±3,5	±30 ±25 ±15 ±3,5	– – ±5 ±3,5
Примечания: 1) – Диапазон измерений определяется конструктивным исполнением. 2) – Измеренное значение расстояния до поверхности (уровня) продукта, мм. 3) – Максимальный диапазон измерения расстояния до поверхности (уровня) продукта, мм.				

Таблица А.2 – Метрологические и технические характеристики уровнемеров модификаций FMR5x

Характеристики	Значение					
	FMR50, FMR56	FMR51	FMR52	FMR53	FMR54	FMR57
Диапазон измерений расстояния до поверхности (уровня) продукта ¹⁾ , м	от 0 до 30 от 0 до 40	от 0 до 40 от 0 до 70	от 0 до 40 от 0 до 60	от 0 до 20	от 0 до 20	от 0 до 70

Окончание таблицы А2

Характеристики	Значение					
	FMR50, FMR56	FMR51	FMR52	FMR53	FMR54	FMR57
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности (уровня) продукта ²⁾ , мм, для модификаций с диапазоном измерений:						
– от 0,1 до 20 м	–	–	–	±6	±6	–
– от 0,1 до 30 м	±3,5	–	–	–	–	–
– от 0,1 до 40 м	±3,5	±3,5	±3,5	–	–	–
– от 0,3 до 60 м	–	–	±3,5	–	–	–
– от 0,5 до 70 м	–	±3,5	–	–	–	±3,5
Примечания:						
1) Диапазон измерений определяется типом антенны, измеряемой средой и особенностями места установки.						
2) Для сыпучих продуктов – при условии ровной поверхности продукта в резервуаре.						