

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Лапшинов В. А.

«11» октября 2024 г.

«ГСИ. Уровнемеры микроволновые SMARTPILOT
Методика поверки.»

МП-446-2024

г. Чехов
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки (далее по тексту – МП) распространяется на уровнемеры микроволновые SMARTPILOT (далее по тексту – 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

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
	первой проверке	периодической проверки	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
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

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.			10
Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях	Да	Да	10.1
Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа на месте эксплуатации	Нет	Да	10.2

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.

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

- температура окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 80 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 95%;
- диапазон атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа.

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 применяют средства поверки и оборудование, указанные 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	1	2	3
			1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 40 до плюс 60 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег.№ 71394-18			

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 8.2 Опробование	<p>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;</p> <p>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;</p> <p>Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В;</p> <p>Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с частью 2 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840</p>	<p>Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ-А-30, рег.№ 56506-14;</p> <p>Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15;</p> <p>Источник питания постоянного тока GPR-30H10D (рег.№ 20188-07);</p> <p>Лента измерительная</p>
п. 10.1 Определение 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

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях	<p>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;</p> <p>Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В;</p> <p>Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с частью 2 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840</p>	<p>Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15;</p> <p>Источник питания постоянного тока GPR-30H10D (рег.№ 20188-07);</p> <p>Лента измерительная</p>
п. 10.2 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа на месте эксплуатации	<p>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;</p> <p>Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В</p>	<p>Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15;</p> <p>Источник питания постоянного тока GPR-30H10D (рег.№ 20188-07)</p>
<p>Примечания - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

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 уровнемера;
- 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 п.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, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.1.1 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 п.11.

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 ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

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

9.2 Доступ к идентификационному наименованию ПО невозможен.

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

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)		Значение	
Идентификационное наименование ПО		SP-100, SP-110, SP-120, SP-130	SP-200, SP-210, SP-300, SP-330
Номер версии (идентификационный номер) ПО	SP0001		SP0002
Примечание – Наименование ПО имеет структуру 03.35.xx.87 где:		03.35.xx.87	
– xx – идентификационный номер текущей версии ПО (00 до 99) – характеризующий функциональность преобразователя (различные протоколы цифровой коммуникации, а также совместимость с сервисными программами)			

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

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

10.1.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня проводят при прямом и обратном ходе путем перемещения имитатора уровня, входящего в состав уровнемерной установки, вдоль оси распространения ультразвукового сигнала в трех контрольных точках, соответствующих L_{\min} , $0,5 \cdot L_{\max}$, L_{\max} , где L_{\min} и L_{\max} – минимальное и максимальное значения диапазона измерений уровнемера. Допускаемое отклонение в каждой контрольной точке ± 100 мм или $\pm 3\%$ внутри диапазона измерений уровнемера.

10.1.2 Расстояние до имитатора устанавливают на требуемое значение и снимают показания уровнемера и уровнемерной установки. Абсолютную погрешность измерений уровня δ_i определить по формуле (1):

$$\Delta_i = L_{\text{устан}_i} - L_{\text{пов}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{устан}_i}$ – значение уровня, установленное по отсчетному устройству поверяемого уровнемера в i -ой точке, мм;

$L_{\text{пов}}$ – значение уровня, заданное уровнемерной установкой, мм.

Определение диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений уровня методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значения диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах А.1 и А.2 Приложения А.

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

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня проводят вдоль оси распространения ультразвукового сигнала в трех контрольных точках, соответствующих L_{\min} , $0,5 \cdot L_{\max}$, L_{\max} , где L_{\min} и L_{\max} – минимальное и максимальное значения диапазона измерений уровнемера. В начальной контрольной точке определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки. Допускаемое отклонение в каждой контрольной точке ± 100 мм или $\pm 3\%$ внутри диапазона измерений уровнемера.

10.2.2 В каждой контрольной точке не менее пяти раз определяют значение 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 (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 уровня определяют вычитанием нижнего показания рулетки из верхнего;

10.2.3 В каждой контрольной точке фиксируют значение уровня, измеренное уровнемером, L_{ji} , мм.

10.2.4 В начальной контрольной точке вычисляют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки ΔL_0 , мм, по формуле (2):

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

где \bar{L}_0 – значение уровня, измеренное уровнемером в нулевой контрольной точке мм;
 \bar{L}_0^3 , – среднее арифметическое значение уровня, измеренное рулеткой в нулевой контрольной точке, мм.

10.2.5 В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют абсолютную погрешность измерений уровня δ_i , %, по формуле (3):

$$\Delta_i = L_{\text{стан}_i} - L_{\text{пов}} - \Delta L_0, \quad (3)$$

Определение диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений уровня методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значения диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах А.1 и А.2 Приложения А.

В случае подтверждения соответствия уровнемера метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и уровнемер признают годным к применению.

В случае, если соответствие уровнемера метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и уровнемер признают непригодным к применению.

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»
 Инженер по метрологии ЛОЕИ
 ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



С.К. Нагорнов



О.В. Санаева

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики уровнемеров микроволновых SMARTPILOT

Таблица А.1 – Метрологические характеристики уровнемеров модификаций SP-100, SP-110, SP-120, SP-130

Характеристики	Значение			
	SP-100	SP-110	SP-120	SP-130
Диапазон измерений уровня, м ¹⁾ :				
– со стандартным диапазоном	от 0,1 до 10	от 0,1 до 10	от 0,1 до 23	от 0,35 до 30
– с увеличенным диапазоном	от 0,1 до 15	от 0,1 до 20	–	от 0,5 до 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня, при расстоянии до поверхности продукта, мм:				
– $0,1 < L \leq 0,3$	± 30	± 20	± 30	–
– $0,3 < L \leq 0,5$	± 20	± 10	± 25	–
– $0,5 < L \leq 8$	± 15	± 3	± 10	± 5
– $8 < L \leq L_{max}$	± 5	$\pm 3,5; \pm 2^2)$	$\pm 3,5; \pm 1^2)$	$\pm 3,5; \pm 2^2)$
Примечание – Введены следующие обозначения: L – измеренное значение уровня, мм, L _{max} – максимальный диапазон измерений уровня, мм				
¹⁾ Диапазон измерений определяется конструктивным исполнением и указывается в руководстве по эксплуатации;				
²⁾ Конкретное значение указывается в руководстве по эксплуатации				

Таблица А.2 – Метрологические характеристики уровнемеров модификаций SP-200, SP-210, SP-300, SP-330

Характеристики	Значение			
	SP-200	SP-210	SP-300	SP-330
Диапазон измерений уровня ^{1) 2)} , м	от 0,1 до 30; от 0,1 до 40	от 0,1 до 40; от 0,3 до 60; от 0,5 до 70	от 0,1 до 20; от 0,1 до 30	от 0,1 до 20; от 0,1 до 40; от 0,3 до 80
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня, мм:				
– от 0,1 до 20 м	–	–	± 6	± 6
– от 0,1 до 30 м	± 2	–	$\pm 3,5$	–
– от 0,1 до 40 м	± 3	± 2	–	± 3
– от 0,3 до 60 м	–	$\pm 3,5$	–	–
– от 0,5 до 70 м	–	± 3	–	–
– от 0,3 до 80 м	–	–	–	$\pm 1,5$
¹⁾ Диапазон измерений определяется конструктивным исполнением и указывается в руководстве по эксплуатации;				
²⁾ Для сыпучих продуктов – при условии ровной поверхности продукта в резервуаре.				