

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Лапшинов В. А.

«17» января 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры микроволновые бесконтактные ППС1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-681-2025

г. Москва
2025

1. Общие положения

Настоящая методика поверки (далее по тексту – МП) распространяется на уровнемеры микроволновые бесконтактные ППС1 (далее по тексту – уровнемеры), применяемые 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 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
	первичной поверке	периодической поверки	
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 основных погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов в лабораторных условиях	Да	Да	10.1
Определение погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов 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 плюс 15 °С до плюс 35 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- диапазон атмосферного давления от 84,0 до 106 кПа.

Примечание – при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталонов) должны соответствовать требованиям, приведенным в их эксплуатационной документации.

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
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 45 до плюс 60 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха до 80 % с погрешностью не более 2%; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег.№ 71394-18
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 50 до 30000 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм; 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; Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В; Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с частью 2 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ-А-30, рег.№ 56506-14; Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15; Источник питания постоянного тока GPR-30Н10D, рег.№ 20188-07; Лента измерительная

Продолжение таблицы 2

1	2	3
<p>п. 10.1 Определение основных погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов в лабораторных условиях</p>	<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>Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,015$ % диапазона измерений</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-30Н10D, рег.№ 20188-07;</p> <p>Лента измерительная;</p> <p>Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19</p>
<p>п. 10.2 Определение погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов без демонтажа на месте эксплуатации</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>Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15;</p> <p>Источник питания постоянного тока GPR-30Н10D, рег.№ 20188-07</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.2 Определение погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов без демонтажа на месте эксплуатации	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
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 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

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- соответствие 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.

7.2 Если перечисленные требования в п. 7.1 не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят. Если перечисленные требования не выполняются, уровнемер признают 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.

8.1.1 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, приведенных в п. 3 настоящей методики.

8.1.2 Для контроля условий поверки используются средства измерений, приведенные в таблице 2 настоящей Методики поверки.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

8.2.2 Опробование проводить на уровнемерной установке или на объекте эксплуатации проверкой соответствия выходных сигналов измеренному значению уровня при его повышении и понижении в максимально возможных условиях эксплуатации диапазонах. При увеличении уровня выходной сигнал должен увеличиваться, при уменьшении должен уменьшаться.

8.2.3 Опробование проводить при увеличении уровня от 0 % до 100 % диапазона измерений и обратно от 100 % до 0 %.

8.2.4 Если перечисленные в п. п. 8.2.1-8.2.3 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 р.11.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 При подключении уровнемера к источнику питания выполняется запуск программного обеспечения (далее по тексту – ПО), далее уровнемер переходит в режим измерения.

9.2 Клавишей ОК (рисунок 1) осуществляется переход из окна измеренных значений в главное меню.

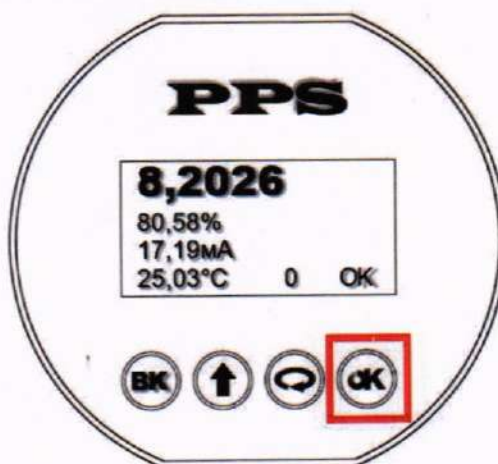


Рисунок 1 – Элементы индикации и настройки

9.3 Идентификация ПО осуществляется по номеру его версии (Version) в разделе информации об уровнемере (Info) в главном меню (рисунок 2).

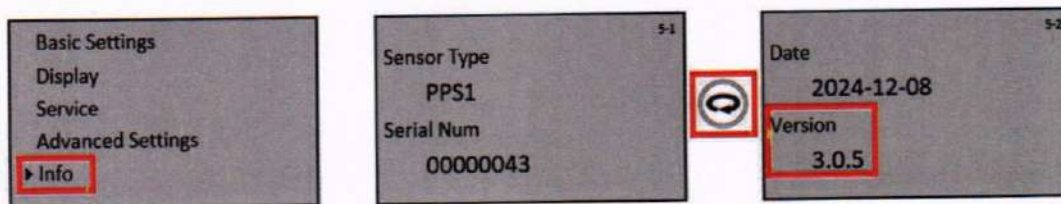


Рисунок 2 – Идентификация ПО

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

9.5 Доступ к идентификационному наименованию ПО невозможен.

9.6 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	CW59
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.X.Y
Примечание – введены следующие обозначения: X.Y – идентификационный номер текущей версии служебной части ПО, обозначается от 0 до 9	

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

10.1 Определение основных погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов в лабораторных условиях

10.1.1 Определение основных погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов проводят при прямом и обратном ходе путем перемещения имитатора уровня, входящего в состав уровнемерной установки, вдоль оси распространения микроволнового 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. Измерение в каждой контрольной точке при прямом и обратном ходе проводится один раз. Допускают отклонение выбранной точки на ± 100 мм относительно рассчитанного значения. Контрольная точка не должна выходить за пределы диапазона измерений.

10.1.2 Расстояние до имитатора устанавливают на требуемое значение и снимают показания уровнемера и уровнемерной установки.

10.1.3 Действительное значение основной абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и сыпучих материалов в каждой контрольной точке Δ , мм, определить по формуле (1):

$$\Delta = L_{\text{ур}} - L_{\text{пов}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{ур}}$ – значение уровня, измеренное по отсчетному устройству поверяемого уровнемера, мм;
 $L_{\text{пов}}$ – значение уровня, заданное уровнемерной установкой, мм.

10.1.4 Действительное значение основной относительной погрешности измерений уровня жидкости и сыпучих материалов каждой контрольной точке δ , %, определить по формуле (2):

$$\delta = \frac{L_{\text{ур}} - L_{\text{пов}}}{L_{\text{пов}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

10.1.5 Действительное значение основной приведенной к полному диапазону измерений уровня жидкости и сыпучих материалов погрешности преобразований в аналоговый сигнал в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА в каждой контрольной точке γ , %, определить по формуле (3):

$$\gamma = \frac{I_{\text{изм}} - \left(\frac{16}{L_{20} - L_4} \cdot (L_{\text{ур}} - L_4) + 4 \right)}{16} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока на токовом выходе уровнемера, измеренное мультиметром, мА;
 L_{20} – значение уровня, соответствующее значению токового выхода 20 мА, мм;
 L_4 – значение уровня, соответствующее значению токового выхода 4 мА, мм

Примечание – в случае, если диапазон измерения уровня цифрового выходного сигнала не совпадает с диапазоном измерения уровня токового выходного сигнала, контрольные точки следует расположить в диапазоне измерений уровня соответствующему выходному токовому сигналу от 4 до 20 мА.

Действительные значения основных погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов в каждой контрольной точке должны соответствовать значениям, приведенным в таблице А.1 Приложения А.

10.2 Определение погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов без демонтажа на месте эксплуатации

10.2.1 Определение погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов проводят вдоль оси распространения микроволнового сигнала в трех контрольных точках, соответствующих L_{\min} , $0,5 \cdot L_{\max}$, L_{\max} . В начальной контрольной точке определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки. Допускают отклонение выбранной точки на ± 100 мм относительно рассчитанного значения. Контрольная точка не должна выходить за пределы диапазона измерений.

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 или сыпучих материалов 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, однократно измеренное уровнемером.

10.2.4 В начальной контрольной точке вычисляют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки ΔL_0 , мм, по формуле (4):

$$\Delta L_0 = \bar{L}_0 - \bar{L}_0^s, \quad (4)$$

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

10.2.5 В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют действительное значение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и сыпучих материалов Δ , мм, по формуле (5):

$$\Delta = (L_{ур} - \Delta L_0) - L_{пов}, \quad (5)$$

10.2.6 В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют действительное значение относительной погрешности измерений уровня жидкости и сыпучих материалов δ , %, по формуле (6):

$$\delta = \frac{(L_{ур} - \Delta L_0) - L_{пов}}{L_{пов}} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

10.2.7 Действительное значение приведенной к полному диапазону измерений уровня жидкости и сыпучих материалов погрешности преобразований в аналоговый сигнал в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА в каждой контрольной точке γ , %, определить по формуле (3).

Примечание – в случае, если диапазон измерения уровня цифрового выходного сигнала не совпадает с диапазоном измерения уровня токового выходного сигнала, контрольные точки следует расположить в диапазоне измерений уровня соответствующему выходному токовому сигналу от 4 до 20 мА.

Действительные значения погрешностей измерений уровня жидкости и сыпучих материалов должны соответствовать значениям, приведенным в таблице А.1 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 объеме 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 бесконтактных ППС1

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
Модификация	ППС1-мини	ППС1-Ж	ППС1-С
Диапазон измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, м	от 0,1 до 10	от 0,25 до 30	от 0,5 до 80
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и сыпучих материалов по цифровому каналу, мм			
- при $L < 0,5$ м	±20	±20	—
- при $L < 1$ м	—	—	±30
- при $L \geq 0,5$ м	± 2	±2	—
- при $1 \text{ м} \leq L \leq 30 \text{ м}$	—	—	±5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений уровня жидкости и сыпучих материалов по цифровому каналу, %, для модификаций с диапазоном измерений:			
- при $L > 30 \text{ м}$	—	—	±0,1
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и сыпучих материалов по вызванной изменением температуры окружающей среды от температуры (от +15 до +25) °C на каждые 10 °C по цифровому каналу, мм	±3		
Пределы допускаемой приведенной к полному диапазону измерений уровня жидкости и сыпучих материалов погрешности преобразований в аналоговый сигнал в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА, %			
- основной	±0,1		
- дополнительной, вызванной изменением температуры окружающей среды от температуры (от +15 до +25) °C на каждые 10 °C, %	±0,03		
Примечания:			
1. Введены следующие обозначения: L —значение расстояния между поверхностью измеряемой среды и точкой начала отсчета уровнемера, м;			
2. Основная и дополнительная погрешности уровнемера суммируются алгебраически.			