

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной
метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Колонин

«17» августа 2022 г.

«ГСИ. Уровнемеры микроволновые СЕНС УМВ

Методика поверки

МП 208-047-2022

г. Москва
2022

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	3
3 Требования к условиям проведения поверки	3
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	6
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	7
11 Оформление результатов поверки	12
Приложение А (обязательное) Схема подключения уровнемера при проведении поверки	13
Приложение Б (рекомендуемое) Протокол поверки	14

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры микроволновые СЕНС УМВ, изготавливаемые по СЕНС.407629.009ТУ (далее по тексту – уровнемеры), и устанавливает методы и средства их поверки.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость уровнемеров к Государственному первичному эталону единицы длины (уровня) ГЭТ 2-2021, в соответствии с ГПС для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, согласно Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3459. Реализован метод прямых измерений и непосредственного сличения с рабочими эталонами.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: - определение основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня в лабораторных условиях; - определение основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера	10.1	да	да
	10.2	да	да
5 Оформление результатов поверки	11	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку, если в методике нет особых указаний, необходимо проводить при следующих нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха и измеряемой (контролируемой) среды:
 - (20 ± 5) °С при поверке в лабораторных условиях;
 - (20 ± 30) °С при поверке в условиях эксплуатации;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- вибрация, тряска, удары, магнитные поля (кроме магнитного поля Земли), влияющие на работу уровнемера, должны отсутствовать.

3.2 Поверку допускается проводить в условиях эксплуатации на объекте, на мере вместимости (резервуаре), где установлен уровнемер методами, указанными в соответствующих пунктах настоящей методики, если контролируемая среда соответствует требованиям эксплуатационной документации уровнемера и позволяет осуществлять разгерметизацию резервуара

(контролируемая среда не является токсичной, опасной, в резервуаре отсутствует избыточное давление и т.п.).

3.3 Схема подключения уровнемера при проведении поверки приведена в приложении А.

3.4 При поверке электрическое питание уровнемера осуществлять напряжением, соответствующим диапазону напряжений питаний, указанному в его эксплуатационной документации.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие эксплуатационную документацию на уровнемер, на средства поверки и оборудование, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны использоваться следующие средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
3	Диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С, погрешность $\pm 0,3$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, погрешность ± 2 % и ± 3 %, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, погрешность $\pm 2,5$ гПа	Термогигрометр ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11)
8, 10.1, 10.2	Емкость шкалы времени не менее 30 минут, цена деления шкалы 0,2 с	Секундомер механический СОСпр мод. СОСпр-26-2-010 (рег. № 11519-11)
10.1	Установка поверочная уровнемерная, соответствующая рабочему эталону 1-го или 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459, с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого преобразователя	Установка поверочная уровнемерная СЕНС УП (рег. № 70845-18)
10.1, 10.2	Рулетка измерительная с грузом/без груза 2-го или 3-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера	Рулетка измерительная металлическая Fisco мод. TS30/2, поверенная в качестве эталона (рег. № 67910-17)
8 - 10	Диапазон измерений напряжений постоянного тока до 100 В	Мультиметр цифровой Agilent 34401A (рег. № 54848-13)

Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8 - 10	Номинальное сопротивление 100 Ом, класс точности 0,01	Катушка электрического сопротивления измерительная Р331 (рег. № 1162-58)
8 - 10	Диапазон измерений от 0,1 до 99999,9 Ом; класс точности $0,2/6 \cdot 10^{-6}$	Магазин сопротивления Р33 (рег. № 1321-60)
8 - 10	Диапазон установки выходного напряжения питания постоянного тока от 0 до 60 В	Источник питания MPS мод. MPS-6003LK-1 (рег. № 32050-06)
8 - 10	Коммуникатор проводной связи с протоколами передачи данных HART, СЕНС и Modbus RTU	HART/USB модем ЭЛМЕТРО-808
8 - 10	USB коммуникатор с разъемами	Персональный компьютер со свободными USB-портами
10.1	Имитатор уровня, экран площадью не менее $1,0 \text{ м}^2$ металлический или с металлической поверхностью, с неплоскостностью не более 0,5 мм/м и прорезью или отверстием под волновод	

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых уровнемеров с требуемой точностью.

5.3 Эталоны и средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Перед началом поверки и в процессе ее проведения необходимо выполнять требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на уровнемер.

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019 и требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

6.3 При проведении поверки на объекте в условиях эксплуатации необходимо выполнять требования охраны труда и правила техники безопасности проведения работ в соответствии с действующими на объекте документами.

ВНИМАНИЕ! Уровнемер при проведении работ во взрывоопасной зоне резервуаров-хранилищ нефтепродуктов должен быть подключен к схеме проверки через соответствующий барьер (блок) искрозащиты.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Перед началом поверки уровнемер должен быть осмотрен.

7.2 Необходимо проконтролировать:

- отсутствие механических повреждений;
- соответствие наименования изделия, обозначения, заводского номера, маркировки, нанесенной на информационной табличке данным, приведённым в эксплуатационной документации;
- комплектность, в соответствии с эксплуатационной документацией.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед выполнением операций поверки необходимо:

- изучить настоящий документ и эксплуатационную документацию на уровнемер;
- выдержать уровнемер в условиях поверки не менее 4 часов;

Примечание – Допускается сокращение времени выдержки до 30 минут, если уровнемер до начала поверки находился с эталонами в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

– подготовить средства поверки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

8.2 Перед определением метрологических характеристик необходима выдержка уровнемера не менее 10 мин при включенном напряжении питания.

8.3 При необходимости перед проведением поверки осуществляется настройка уровнемера в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.4 Опробование

8.4.1 Подключить уровнемер к средствам измерений и оборудованию в соответствии со схемой подключения, указанной в приложении А. Подать на уровнемер электропитание.

8.4.2 При опробовании в лабораторных условиях симитировать изменение уровня измеряемой (контролируемой) среды, для этого:

- для уровнемеров со стержневым и тросовым волноводом вставить волновод в прорезь или отверстие имитатора уровня и плавно изменять расстояние между имитатором и началом отсчёта уровнемера;

- для уровнемеров с коаксиальным волноводом в отверстия наружной трубы волновода, расположенные на разных расстояниях от начала отсчёта уровнемера, вставлять металлический штифт до соприкосновения с внутренним стержнем волновода, при этом штифт должен соприкасаться с наружной трубой.

При опробовании в условиях эксплуатации изменить уровень измеряемой (контролируемой) среды в резервуаре в пределах рабочего диапазона измерений.

При имитации изменения уровня или при изменении уровня измеряемой (контролируемой) среды в резервуаре контролировать соответствующее изменение выходного сигнала уровнемера.

8.4.3 Результат опробования считать положительным, если при увеличении (уменьшении) уровня показания уровнемера изменялись соответствующим образом.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверить в соответствии с эксплуатационной документацией идентификационный номер (номер версии) программного обеспечения и сравнить его с приведённым в паспорте.

9.2 Результат проверки считать положительным, если номера версий идентичны и не ниже A1B0.

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

10.1 Определение основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня в лабораторных условиях

10.1.1 Определение (поверка) основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня проводится в пяти точках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений поверяемого уровнемера, при прямом и обратном ходах (для уровнемеров с коаксиальным волноводом точки выбираются совпадающими с отверстиями наружной трубы волновода). При этом задаётся и контролируется расстояние от начала отсчёта уровнемера (начиная от уплотнительной поверхности устройства крепления уровнемера) до поверхности измеряемой (контролируемой) среды.

10.1.2 Поверку уровнемера осуществляют на установке поверочной уровнемерной соответствующей рабочему эталону 1-го или 2-го разряда, с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими $1/3$ от основной погрешности поверяемого уровнемера (далее по тексту – установка).

Допускается осуществлять поверку уровнемера с помощью рулетки измерительной 2-го и 3-го разряда (далее по тексту – рулетка).

При поверке на устройства крепления уровнемеров со стержневым и тросовым волноводом устанавливают металлический диск диаметром не менее 300 мм.

Примечание – Допускается диск не устанавливать, если наружный диаметр металлического устройства крепления уровнемера или металлического устройства крепления станда превышает 300 мм. Применение неметаллических устройств крепления и дисков при поверке уровнемера не допускается.

10.1.3 При поверке с помощью установки уровнемер устанавливают на установку в соответствии с её эксплуатационной документацией, при этом совмещают начало отсчёта уровнемера с началом отсчёта установки или корректируют значение задаваемого установкой уровня на значение разности начал отсчёта уровнемера и установки.

Необходимые по 10.1.1 уровни устанавливают по показаниям установки.

Уровеньмеры со стержневым и тросовым волноводом допускают поверку как на установках с непосредственным заданием уровня с помощью жидкости, так и на установках, которые устанавливают уровень имитационным способом, перемещением имитатора уровня вдоль волновода уровнемера.

При работе на установке, задающей уровень имитационным способом, её имитатор уровня должен соответствовать требованиям таблицы 2. При этом расстояние от волновода до края имитатора должно быть не менее 0,5 м, и плоскость имитатора должна быть перпендикулярна оси волновода (с отклонением не более 1°). Расстояние между осью волновода и различными препятствиями (полом, стенами, потолком и др. предметами) должно быть не менее 1 м. Для уровнемеров с тросовым волноводом обеспечивают натяжение волновода с минимальным провисанием, не более 1 мм.

Уровеньмеры с коаксиальным волноводом допускают поверку как на установках с непосредственным заданием уровня с помощью жидкости, так и на установках, которые устанавливают уровень имитационным способом, перемещением имитатора уровня вдоль волновода уровнемера. В качестве имитатора уровня используют металлический штифт диаметром 6 мм, устанавливаемый в отверстия коаксиального волновода до касания с внутренним стержнем, при этом штифт должен соприкасаться с наружной трубой.

При работе на установке, задающей уровень с помощью жидкости, уровеньмеры устанавливают в резервуар, при этом уровнемер должен быть установлен вертикально (с отклонением не более 1°). Необходимые по 10.1.1 уровни устанавливают изменением уровня воды в резер-

вуаре. Расстояние между поверхностью воды и началом отсчёта уровнемера определяют с помощью рулетки с грузом.

10.1.4 При поверке с помощью рулетки уровнемеры со стержневым или тросовым волноводом располагают горизонтально. На волновод устанавливают имитатор уровня, при этом расстояние от волновода до края имитатора должно быть не менее 0,5 м. Плоскость имитатора должна быть перпендикулярна оси волновода (с отклонением не более 1°). Расстояние между осью волновода и различными препятствиями (полом, стенами, потолком и др. предметами) должно быть не менее 1 м. Для уровнемеров с тросовым волноводом обеспечивают натяжение волновода с минимальным провисанием, не более 1 мм. Необходимые по 10.1.1 уровни обеспечивают перемещением имитатора уровня вдоль волновода. Расстояние между имитатором уровня и началом отсчёта уровнемера определяют с помощью рулетки.

При поверке с помощью рулетки уровнемеры с коаксиальным волноводом располагают горизонтально. Необходимые по 10.1.1 уровни обеспечивают установкой в отверстия наружной трубы волновода, расположенные на разных расстояниях от начала отсчёта уровнемера, металлического штифта до касания с внутренним стержнем волновода, при этом штифт должен соприкасаться с наружной трубой. Расстояние между штифтом и началом отсчёта уровнемера определяют с помощью рулетки.

10.1.5 Определение (поверку) основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня осуществлять следующим образом:

а) Установить уровень жидкости или имитатор уровня, или штифт в соответствии с 10.1.1 – 10.1.4 на расстоянии d_{zi} от начала отсчёта уровнемера в порядке увеличения расстояния (прямой ход). В каждой i -й точке по цифровому кодированному сигналу на базе протокола HART фиксировать значение измеренного расстояния d_i , а также дополнительно фиксировать измеренное мультиметром PV1 значение падения напряжения U_i на катушке электрического сопротивления R2.

Примечания:

1 Здесь и далее допускается падение напряжения фиксировать в режиме эмуляции уровня.

2 Здесь и далее напряжение фиксировать с точностью до четвёртого знака после запятой.

б) Установить уровень жидкости или имитатор уровня, или штифт в соответствии с 10.1.1 – 10.1.4 на расстоянии d_{zi} от начала отсчёта уровнемера в порядке уменьшения расстояния (обратный ход). В каждой i -й точке по цифровому кодированному сигналу на базе протокола HART фиксировать значение измеренного расстояния d_i^* , а также дополнительно фиксировать измеренное мультиметром PV1 значение падения напряжения U_i^* на катушке электрического сопротивления R2.

в) В каждой i -ой точке определить значения выходного тока уровнемера при прямом ходе I_i и обратном ходе I_i^* по формулам, мА:

$$I_i = \frac{U_i}{R_3}, \quad (1)$$

$$I_i^* = \frac{U_i^*}{R_3}, \quad (2)$$

где U_i и U_i^* – падение напряжения на катушке электрического сопротивления при прямом и обратном ходах соответственно, В;

R_3 – номинальное сопротивление катушки электрического сопротивления R2 (0,1 кОм).

г) В каждой i -ой точке определить абсолютную погрешность измерений уровня для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART при прямом Δd_i и обратном ходе Δd_i^* по формулам, мм:

$$\Delta d_i = d_i - d_{zi} \quad (3)$$

$$\Delta d_i^* = d_i^* - d_{Эi} \quad (4)$$

где $d_{Эi}$ – значение задаваемого расстояния, мм.

е) В каждой i -ой точке определить приведенную погрешность преобразования значения измеренного уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА при прямом γI_i и обратном ходе γI_i^* по формулам, %:

$$\gamma I_i = \frac{I_i - I_{Эi}}{I_B - I_H} \cdot 100, \quad (5)$$

$$\gamma I_i^* = \frac{I_i^* - I_{Эi}^*}{I_B - I_H} \cdot 100, \quad (6)$$

где $I_{Эi}$ и $I_{Эi}^*$ – расчетные значения выходного тока при прямом и обратном ходах соответственно, мА.

Расчетные значения выходного тока при прямом $I_{Эi}$ и обратном ходах $I_{Эi}^*$ определяются по формулам, мА:

$$I_{Эi} = I_H + \frac{I_B - I_H}{H_B - H_H} \cdot (d_0 - d_i - H_H), \quad (7)$$

$$I_{Эi}^* = I_H + \frac{I_B - I_H}{H_B - H_H} \cdot (d_0 - d_i^* - H_H), \quad (8)$$

где I_H – нижнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;
 I_B – верхнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;
 H_H – нижний предел измерений уровня, мм;
 H_B – верхний предел измерений уровня, мм;
 d_0 – базовая высота установки уровнемера, мм.

Примечание – Значения пределов измерений уровня H_H , H_B и базовой высоты установки уровнемера d_0 указываются в паспорте на уровнемер.

ж) В качестве основной абсолютной погрешности измерений уровня для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART Δd принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных Δd_i и Δd_i^* .

В качестве основной приведенной погрешности преобразования значения измеренного уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА γI принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных γI_i и γI_i^* .

и) В каждой i -ой точке определить вариацию показаний измерений для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART по формуле:

$$\Delta d_{vi} = |d_i - d_i^*|. \quad (9)$$

В качестве вариации показаний измерений для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART Δd_v принять максимальное из вычисленных значений Δd_{vi} .

10.1.6 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня не превышают пределов погрешностей, указанных в паспорте на конкретный уровнемер.

10.2 Определение основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера

10.2.1 Определение основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня в условиях эксплуатации проводить в трех точках, равномерно рас-

пределённых в пределах диапазона измерений и допустимых уровней наполнения резервуара, при прямом и обратном ходах, т.е. при повышении и понижении уровня жидкости в резервуаре. Первая точка должна находиться ниже 1/3, вторая – от 1/3 до 2/3, третья – выше 2/3 уровня диапазона измерений поверяемого уровнемера.

Примечание – При периодической поверке допускается определение основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня проводить в двух точках (первая точка должна находиться ниже 1/3, вторая – выше 2/3 уровня диапазона измерений поверяемого уровнемера).

Точки должны выбираться с учётом эксплуатационных ограничений, указанных в эксплуатационной документации на уровнемер.

Перед выполнением измерений уровня жидкости после налива её в резервуар или слива из резервуара необходимо выждать не менее 20 минут. Во время измерений налив жидкости или слив (утечка) жидкости в резервуар или из резервуара не допускаются.

10.2.2 Определить базовую высоту резервуара при уровне жидкости, соответствующем первой точке по 10.2.1. Базовую высоту определить с помощью рулетки измерительной с грузом в месте, указанном в градуировочной таблице резервуара, путём выполнения трёх последовательных измерений, расхождение между результатами которых не превышает 1 мм, или пяти последовательных измерений, расхождение между результатами которых не превышает 2 мм. За базовую высоту H_B принять среднеарифметическое значение результатов последовательных измерений, мм:

$$H_B = \frac{\sum_{j=1}^n H_{Bj}}{n} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B)], \quad (10)$$

где H_{Bj} – значение базовой высоты при j-ом измерении, мм;

n – количество измерений;

T_B – температура окружающей среды при измерении, °С;

α_s – температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки измерительной, 1/°С.

При измерениях опустить рулетку измерительную с грузом медленно до касания дна или опорной плиты резервуара, не допуская её отклонения от вертикального положения.

Невозможность достижения повторяемости результатов может быть обусловлена неблагоприятными погодными условиями (сильный ветер, ливень, буря могут вызвать колебания корпуса резервуара), наростами грязи на дне или опорной плите резервуара.

10.2.3 Установку уровней жидкости в резервуаре в точках, регламентированных по 10.2.1, осуществлять с помощью рулетки измерительной с грузом. При этом за значение уровня жидкости в резервуаре $H_{Эi}$, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле, мм:

$$H_{Эi} = H_B - \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B)], \quad (11)$$

где d_{ij} – высота газового пространства при j-ом измерении в i-й точке, измеренная с помощью рулетки измерительной с грузом через измерительный люк резервуара (расстояние от поверхности контролируемой жидкости в резервуаре до поверхности, соответствующей базовой высоте резервуара), мм;

n – количество измерений высоты газового пространства в i-й точке, принимаемое равным 3, если расхождение между последовательными измерениями газового пространства не превышает 1 мм, и равным 5, если расхождение между последовательными измерениями газового пространства не превышает 2 мм.

При измерениях газового пространства рекомендуется наносить на рулетку измерительную чувствительную к контролируемой среде пасту, при этом измерения проводят с учётом требований инструкции по использованию пасты.

При измерениях газового пространства опускать рулетку измерительную с грузом необходимо медленно, не допуская её отклонения от вертикального положения и сохраняя спокойное состояние поверхности жидкости без образования волн. Поднимать рулетку измерительную необходимо строго вертикально без смещения в сторону, чтобы избежать искажения линии смачивания. Отсчёт показаний проводить сразу после появления смоченной части над измерительным люком.

Невозможность достижения повторяемости результатов может быть обусловлена неблагоприятными погодными условиями (сильный ветер, ливень, буря могут вызвать колебания корпуса резервуара и (или) поверхности жидкости), турбулентностью жидкости.

10.2.4 Определение (поверку) основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня уровнемера осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с 10.2.3 последовательно установить уровни $H_{эi}$, соответствующие 10.2.1, в порядке повышения уровня жидкости (прямой ход), затем в порядке понижения уровня жидкости (обратный ход).

б) Для каждого установленного уровня зафиксировать по цифровому сигналу на базе протокола HART значение измеренного уровня при прямом ходе H_i и обратном ходе H_i^* , а также дополнительно фиксировать измеренное мультиметром PVI значение падения напряжения при прямом ходе U_i и обратном ходе U_i^* на катушке электрического сопротивления R2.

в) Затем для каждого установленного уровня определить значения выходного тока уровнемера при прямом ходе I_i и обратном ходе I_i^* по формулам (1) и (2).

г) В каждой i -ой точке определить погрешность измерений уровня для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART при прямом $\Delta H_i'$ и обратном ходе $\Delta H_i^{*'}$ по формулам:

$$\Delta H_i' = H_i - H_{эi}, \quad (12)$$

$$\Delta H_i^{*' } = H_i^* - H_{эi}, \quad (13)$$

где $H_{эi}$ – значение установленного в резервуаре уровня, мм.

д) Определить поправку, равную значению смещения нулевой точки уровнемера относительно нулевой точки эталонного средства измерений уровня, ΔH_0 для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART по формуле:

$$\Delta H_0 = \frac{\sum_{i=1}^m (\Delta H_i + \Delta H_i^*)}{2 \cdot m}, \quad (14)$$

где m – количество точек в которых проводится поверка в соответствии с 10.2.1.

Затем в соответствии с эксплуатационной документацией уровнемера скорректировать значение базовой высоты установки уровнемера d_0 на величину полученной поправки.

е) Вычислить скорректированные значения погрешности измерений уровня для каждой точки при прямом ΔH_i и обратном ходе ΔH_i^* для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART по формулам:

$$\Delta H_i = \Delta H_i' - \Delta H_0, \quad (15)$$

$$\Delta H_i^* = \Delta H_i^{*' } - \Delta H_0. \quad (16)$$

В качестве основной абсолютной погрешности измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART ΔH принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных $\Delta H_i, \Delta H_i^*$ по формулам (15) и (16).

ж) В каждой i -ой точке определить приведенную погрешность преобразования значения измеренного уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА при прямом γI_i и обратном ходе γI_i^* по формулам (5) и (6). При этом расчетные значения выходного тока при прямом $I_{Эi}$ и обратном ходах $I_{Эi}^*$ определить по формулам, мА:

$$I_{Эi} = I_H + \frac{I_B - I_H}{H_B - H_H} \cdot (H_i - H_H), \quad (17)$$

$$I_{Эi}^* = I_H + \frac{I_B - I_H}{H_B - H_H} \cdot (H_i^* - H_H), \quad (18)$$

В качестве основной приведенной погрешности преобразования значения измеренного уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА γI принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных γI_i и γI_i^* по формулам (5) и (6).

и) Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART ΔH_{Bi} по формуле:

$$\Delta H_{Bi} = |H_i - H_i^*|. \quad (19)$$

В качестве вариации показаний измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART ΔH_B принять максимальное значение из общего числа определённых значений ΔH_{Bi} по формуле (19).

10.2.5 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня не превышают пределов погрешностей, указанных в паспорте на конкретный уровнемер.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении Б.

11.2 Сведения о результатах поверки уровнемеров передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством РФ.

11.3 Положительные результаты поверок оформляются записью в паспорте на уровнемер. Знак поверки наносится в паспорт уровнемера.

По заявлению владельца средств измерений или лица, предоставившего их на поверку, на положительные результаты поверки выдается свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.4 При отрицательных результатах поверки уровнемер к применению не допускается.

По заявлению владельца средств измерений или лица, предоставившего их на поверку, на отрицательные результаты поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений в соответствии с действующим законодательством.

Заместитель начальника отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»



А.М. Шаронов

Научный сотрудник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»



Д. Ю. Семенюк

Приложение Б
(рекомендуемое)

Протокол поверки № _____

Дата проведения поверки _____

Наименование и тип поверяемого средства измерений _____

Заводской номер _____

Место проведения поверки _____

Методика поверки _____

Условия поверки _____

Средства поверки

_____ (наименование, тип, заводской номер)

1. Внешний осмотр средства измерений:

_____ (результат проверки)

2. Опробование средства измерений:

_____ (результат проверки)

3. Проверка программного обеспечения средства измерений:

_____ (результат проверки, номер версии (идентификационный номер) ПО)

4. Определение метрологических характеристик средства измерений

Таблица Б.1 - Результаты поверки

i	$d_{эi}$ ($H_{эi}$), мм	d_i (H_i), мм	Δd_i (ΔH_i), мм	U_i , В	I_i , мА	$I_{эi}$, мА	γI_i , %	d_i^* (H_i^*), мм	Δd_i^* (ΔH_i^*), мм	U_i^* , В	I_i^* , мА	$I_{эi}^*$, мА	γI_i^* , %	$\Delta d_{вi}$ ($\Delta H_{вi}$), мм
1														
2														
3														
4														
5														

Заключение _____

Поверитель _____ / _____ /
(подпись) (ФИО)