



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

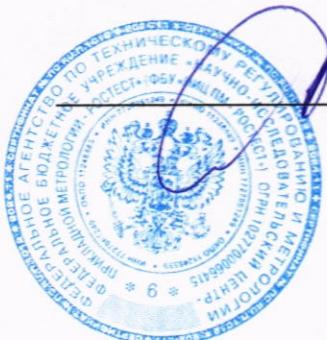
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»  
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора  
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

С.А. Денисенко

« 31 » июля 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры микроволновые СЕНС УМВ

Методика поверки

РТ-МП-1144-208-2025

г. Москва

2025

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.....	6
7 Внешний осмотр средства измерений .....	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	7
9 Проверка программного обеспечения средства измерений .....	7
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	8
11 Оформление результатов поверки .....	14
Приложение А (обязательное) Схема подключения.....	15

## 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 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

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 и погрешности преобразования измеренных значений уровня в условиях эксплуатации	10.1 10.2	да нет	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:
  - $(20\pm 5)$  °C при поверке в лабораторных условиях;
  - $(20\pm 30)$  °C 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 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 5.1.

Таблица 5.1

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
3 Требования к условиям проведения поверки	Средство измерений параметров окружающей среды диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °C, погрешность ±0,3 °C, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, погрешность ±2 % и ±3 %, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, погрешность ±2,5 гПа	Термогигрометр ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11)
10.1 Определение основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня в лабораторных условиях	Рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда части 1 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 (далее – ГПС уровня) установка поверочная уровнемерная с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого уровнемера	Установка для поверки уровнемеров СЕНС УПР (рег. № 89783-23)
	Рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда части 1 ГПС уровня установка поверочная уровнемерная с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого уровнемера	Установка поверочная уровнемерная СЕНС УП (рег. № 70845-18)
	Рабочий эталон 2-го или 3-го разряда части 1 ГПС уровня (рулетка измерительная с грузом/без груза), с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений уровня поверяемого уровнемера и пределами погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности уровня поверяемого уровнемера	Рулетка измерительная металлическая Fisco мод. TS30/2, поверенная в качестве эталона (рег. № 67910-17)

## Продолжение таблицы 5.1

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Определение основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня в лабораторных условиях	Средство измерений времени с емкостью шкалы времени не менее 30 минут, цена деления шкалы 0,2 с	Секундомер механический СОСпр мод. СОСпр-2б-2-010 (рег. № 11519-11)
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 (далее – ГПС напряжения) с диапазоном измерений напряжений постоянного тока до 100 В	Мультиметр цифровой Agilent 34401A (рег. № 54848-13)
	Мера электрического сопротивления с номинальным сопротивлением 100 Ом, класс точности 0,01	Катушка электрического сопротивления измерительная Р331 (рег. № 1162-58)
	Магазин электрического сопротивления с диапазоном измерений от 0,1 до 99999,9 Ом	Магазин сопротивления Р33 (рег. № 1321-60)
	Источник питания постоянного тока с диапазоном установки выходного напряжения питания постоянного тока от 0 до 30 В	Источник питания UT3000-6000ED/EP мод. UT5003ED (рег. № 54631-13)
	–	HART/USB модем ЭЛМЕТРО-808
	–	Персональный компьютер со свободными USB-портами
10.2 Определение основной погрешности и погрешности преобразования измеренных значений уровня в условиях эксплуатации	Имитатор уровня, экран площадью не менее 1,0 м <sup>2</sup> металлический или с металлической поверхностью, с неплоскостностью не более 0,5 мм/м и прорезью или отверстием под волновод	
	Рабочий эталон 2-го или 3-го разряда части 1 ГПС уровня (рулетка измерительная с грузом/без груза), с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений уровня поверяемого уровнемера и пределами погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности уровня поверяемого уровнемера	Рулетка измерительная металлическая Fisco мод. TS30/2, поверенная в качестве эталона (рег. № 67910-17)
	Средство измерений времени с емкостью шкалы времени не менее 30 минут, цена деления шкалы 0,2 с	Секундомер механический СОСпр мод. СОСпр-2б-2-010 (рег. № 11519-11)
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с ГПС напряжения с диапазоном измерений напряжений постоянного тока до 100 В	Мультиметр цифровой Agilent 34401A (рег. № 54848-13)

Продолжение таблицы 5.1

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2 Определение основной погрешности и погрешности преобразования измеренных значений уровня в условиях эксплуатации	Мера электрического сопротивления с номинальным сопротивлением 100 Ом, класс точности 0,01	Катушка электрического сопротивления измерительная Р331 (рег. № 1162-58)
	Магазин электрического сопротивления с диапазоном измерений от 0,1 до 99999,9 Ом	Магазин сопротивления Р33 (рег. № 1321-60)
	Источник питания постоянного тока с диапазоном установки выходного напряжения питания постоянного тока от 0 до 30 В	Источник питания UT3000-6000ED/EP мод. UT5003ED (рег. № 54631-13)
	—	HART/USB модем ЭЛМЕТРО-808
	—	Персональный компьютер со свободными USB-портами
<i>Примечание – При поверке допускается использовать другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

## 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;
- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 Результат внешнего осмотра считать положительным, если уровнемер соответствует перечисленным требованиям. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

## 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 2 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 сымитировать 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 изменились соответствующим образом. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

## 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 для уровнемеров без измерения уровня раздела сред, и A1B1 для уровнемеров с измерением уровня раздела сред. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

## **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 (проверка) основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня проводится в пяти точках, 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. В случае отсутствия возможности проведения проверки уровнемеров с коаксиальным волноводом в пяти точках, то поверку проводят во всех возможных промежуточных отверстиях диапазона измерений). 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 Проверку уровнемера с коаксиальным волноводом осуществляют на установке поверочной уровнемерной, а со стержневым и тросовым волноводом на установке для проверки уровнемеров (далее по тексту – установка). Допускается осуществлять поверку уровнемера с помощью рулетки измерительной (далее по тексту – рулетка).

При проверке 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 установки превышает 300 мм. Применение неметаллических устройств крепления и дисков при проверке уровнемера не допускается.

10.1.3 При проверке 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.

Уровнемеры 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.

Уровнемеры 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, уровнемеры 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 резервуаре.

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 шрифт должен со-прикасаться с наружной трубой.

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

а) Установить уровень в соответствии с 10.1.1 – 10.1.4 на расстоянии  $d_{3i}$  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  $d_i$ .

б) Установить в соответствии с 10.1.1 – 10.1.4 на расстоянии  $d_{3i}$  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  $d_i^*$ .

в) В каждой  $i$ -ой точке определить абсолютную погрешность измерений уровня для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART при прямом  $\Delta d_i$ , мм, и обратном ходе  $\Delta d_i^*$ , мм, по формулам

$$\Delta d_i = d_i - d_{3i} \quad (1)$$

$$\Delta d_i^* = d_i^* - d_{3i}. \quad (2)$$

где  $d_{3i}$  – значение задаваемого расстояния, мм.

г) В качестве основной абсолютной погрешности измерений уровня для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART  $\Delta d$ , мм, принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\Delta d_i$  и  $\Delta d_i^*$ .

д) В каждой  $i$ -ой точке определить вариацию показаний измерений  $\Delta d_{bi}$ , мм, для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART по формуле

$$\Delta d_{bi} = |d_i - d_i^*|. \quad (3)$$

В качестве вариации показаний измерений для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART  $\Delta d_b$ , мм, принять максимальное из вычисленных значений  $\Delta d_{bi}$ .

10.1.6 Определение (поверка) погрешности преобразования измеренного значения уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА проводится в пяти точках, распределённых в диапазоне от уровня, соответствующего нижнему значению выходного сигнала 4 мА,  $H_4$ , до уровня, соответствующего верхнему значению выходного сигнала 20 мА,  $H_{20}$ .

Примечание – Значения уровней  $H_4$  и  $H_{20}$  указаны в паспорте уровнемера.

10.1.7 Определение (поверку) погрешности преобразования измеренного значения уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с руководством по эксплуатации на уровнемер войти в режим эмуляции и последовательно установить уровнемеру значения уровня  $d_{3i1}$ , мм, в соответствии с 10.1.6.

б) Для каждого установленного в  $i$ -й точке значения уровня  $d_{3i1}$  фиксировать измеренное мультиметром значение падения напряжения  $U_i$  на катушке электрического сопротивления.

Для каждого установленного в  $i$ -й точке значения уровня  $d_{3i1}$  определить значения выходного тока уровнемера  $I_i$  по формуле

$$I_i = \frac{U_i}{R_s}, \quad (4)$$

где  $U_i$  – падение напряжения на катушке электрического сопротивления, В;

$R_s$  – номинальное сопротивление катушки электрического сопротивления (0,1 кОм).

в) Для каждого установленного в  $i$ -й точке значения уровня  $d_{3i1}$  определить приведенную погрешность преобразования значения измеренного уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА  $\gamma I_i$ , %, по формуле

$$\gamma I_i = \frac{I_i - I_{3i}}{I_B - I_H} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $I_{3i}$  – расчетные значения выходного тока, соответствующие эмулируемым уровням, мА.

г) Расчетные значения выходного тока, соответствующие эмулируемым уровням,  $I_{3i}$ , мА, определить по формуле

$$I_{3i} = I_H + \frac{I_B - I_H}{H_{20} - H_4} \cdot (d_{3i1} - H_4), \quad (6)$$

где  $I_H$  – нижнее предельное значение токового сигнала, мА;

$I_B$  – верхнее предельное значение токового сигнала, мА;

$H_4$  – уровень, соответствующий нижнему 4 мА значению выходного сигнала, мм;

$H_{20}$  – уровень, соответствующий верхнему 20 мА значению выходного сигнала, мм.

д) В качестве основной приведенной погрешности преобразования значения измеренного уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА  $\gamma I$ , %, принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\gamma I_i$ .

10.1.8 Результаты считать положительными, если полученные значения основной погрешности, погрешности преобразования и вариации показаний измерений уровня не превышают пределов погрешностей, указанных в таблице 10.1. В противном случае результаты считать отрицательными и дальнейшую поверку не проводить.

Таблица 10.1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня измеряемой (контролируемой) среды для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART и при отображении результатов измерений на индикаторе (при наличии) $\Delta$ , мм**:	
– на участке волновода длиной свыше 0,3 м, начиная от уплотнительной поверхности устройства крепления уровнемера;	$\pm 2; \pm 3; \pm 4; \pm 5; \pm 10$
– на участке волновода длиной до 0,3 м вкл., начиная от уплотнительной поверхности устройства крепления уровнемера	$\pm 5; \pm 10; \pm 15$
Пределы допускаемой основной приведённой к диапазону выходного сигнала погрешности преобразования измеренного значения уровня измеряемой (контролируемой) среды, уровня раздела сред в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА, %	$\pm 0,03$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня раздела сред для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART и при отображении результатов измерений на индикаторе (при наличии), мм**	$\pm 10; \pm 15; \pm 20$

## Продолжение таблицы 10.1

Наименование характеристики	Значение
Вариация показаний измерений уровня измеряемой (контролируемой) среды, уровня раздела сред	не превышает пределов допускаемого значения основной погрешности

\*\* - конкретное значение определяется заказом и записывается в паспорт на уровнемер.

## 10.2 Определение основной погрешности и погрешности преобразования измеренных значений уровня в условиях эксплуатации

10.2.1 Определение основной погрешности и погрешности преобразования измеренных значений уровня в условиях эксплуатации без демонтажа проводить в трех точках, распределенных в пределах диапазона измерений и допустимых уровней наполнения резервуара, т.е. при повышении или 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.

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  $H_B$ , мм, принять среднеарифметическое значение результатов последовательных измерений

$$H_B = \frac{\sum_{j=1}^n H_{Bj}}{n} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B)], \quad (7)$$

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

$n$  – количество измерений;

$T_B$  – температура окружающей среды при измерении, °C;

$\alpha_s$  – температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки измерительной, 1/°C.

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  $H_{\text{Э}i}$ , мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле

$$H_{\text{Э}i} = H_B - \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B)], \quad (8)$$

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 сматывания. 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 (проверку) основной погрешности и вариации показаний измерений уровня уровнемера осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с 10.2.3 последовательно установить уровни  $H_{\text{Э}i}$ , соответствующие 10.2.1.

б) Для каждого установленного уровня зафиксировать по цифровому кодированному сигналу на базе протокола HART значение измеренного уровня  $H_i$ .

в) В каждой  $i$ -й точке определить абсолютную погрешность измерений уровня для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART  $\Delta H_i'$ , мм, по формуле

$$\Delta H_i' = H_i - H_{\text{Э}i}, \quad (9)$$

где  $H_{\text{Э}i}$  – значение установленного в резервуаре уровня, мм.

г) Определить поправку, равную значению смещения нулевой точки уровнемера относительно нулевой точки эталонного средства измерений уровня,  $\Delta H_0$ , мм, для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART по формуле

$$\Delta H_0 = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta H_i}{2 \cdot m}, \quad (10)$$

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.

д) Вычислить скорректированные значения абсолютной погрешности измерений уровня

для каждой точки  $\Delta H_i$ , мм, для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART по формуле

$$\Delta H_i = \Delta H_i' - \Delta H_0, \quad (11)$$

В качестве основной абсолютной погрешности измерений уровня для цифрового кодированного сигнала на базе протокола HART  $\Delta H$ , мм, принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\Delta H_i$  по формуле (11).

10.2.5 Определение (проверку) погрешности преобразования измеренного значения уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с руководством по эксплуатации на уровнемер войти в режим эмуляции и последовательно установить уровни  $H_{\Theta i}$ , соответствующие 10.2.1.

б) Для каждого установленного в  $i$ -й точке значения уровня  $H_{\Theta i}$  фиксировать измеренное мультиметром PV1 значение падения напряжения  $U_i$  на катушке электрического сопротивления  $R2$ .

Для каждого установленного в  $i$ -й точке значения уровня  $H_{\Theta i}$  определить значения выходного тока уровнемера  $I_i$  по формуле (4).

в) Для каждого установленного в  $i$ -й точке значения уровня  $H_{\Theta i}$  определить приведенную погрешность преобразования значения измеренного уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА  $\gamma I_i$  по формуле (5).

г) Расчетные значения выходного тока, соответствующие эмулируемым уровнемером уровням,  $I_{\Theta i}$ , мА, определить по формуле

$$I_{\Theta i} = I_H + \frac{I_B - I_H}{H_{20} - H_4} \cdot (H_{\Theta i} - H_4), \quad (12)$$

где  $I_H$  – нижнее предельное значение токового сигнала, мА;

$I_B$  – верхнее предельное значение токового сигнала, мА;

$H_4$  – уровень, соответствующий нижнему 4 мА значению выходного сигнала, мм;

$H_{20}$  – уровень, соответствующий верхнему 20 мА значению выходного сигнала, мм.

Примечание – Значения уровней  $H_4$  и  $H_{20}$  указаны в паспорте уровнемера.

д) В качестве основной приведенной погрешности преобразования значения измеренного уровня в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА  $\gamma I_i$ , %, принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\gamma I_i$ , %.

10.2.6 Результаты считать положительными, если полученные значения основной погрешности измерений уровня и погрешности преобразования измеренных значений уровня не превышают пределов погрешностей, указанных в таблице 10.1. В противном случае результаты считать отрицательными и дальнейшую проверку не проводить.

10.2.7 Проверка в условиях эксплуатации с частичным демонтажем (для уровнемеров со съемным корпусом).

Проверка с частичным демонтажем представляет собой проверку корпуса с блоком электронным внутри, демонтированного с поверяемого уровнемера, без демонтажа остальной части уровнемера: чувствительного элемента, состоящего из соединителя или вставки изолирующей с устройством крепления и волновода.

Данный вариант выполняется при невозможности или нецелесообразности демонтажа чувствительного элемента уровнемера, например, из-за непрерывного технологического процесса, при отсутствии возможности проведения дегазации емкости, наличии избыточного давления и т.д.

При демонтаже корпуса с блоком электронным внутри уровнемера выполняют следующие действия:

– проверяют уровнемер на предмет отсутствия флагов ошибок согласно ру-

ководству по эксплуатации на уровнемер;

– сохраняют данные конфигурации и настройки уровнемера согласно руководству по эксплуатации на уровнемер;

– отключают питание и демонтируют корпус с блоком электронным внутри с поверяемого уровнемера согласно руководству по эксплуатации на уровнемер.

Демонтированный корпус с блоком электронным внутри устанавливают на технологический чувствительный элемент, аналогичный чувствительному элементу поверяемого уровнемера (с аналогичными соединителями или вставками изолирующими с устройствами крепления и волноводами), и подготавливают к работе согласно руководству по эксплуатации на уровнемер, а затем проводят поверку в соответствии с 10.1.

Примечание – Допускается использовать технологический чувствительный элемент с волноводом большей длины. При этом необходимо настроить блок электронный согласно руководству по эксплуатации на работу с такой длиной волновода.

После поверки корпуса с блоком электронным внутри корпус монтируют обратно на чувствительный элемент поверяемого уровнемера, после чего возвращают сохраненные ранее данные конфигурации и настройки уровнемера в память блока электронного согласно руководству по эксплуатации на уровнемер.

Проверяют уровнемер на предмет наличия показаний измеренного уровня и отсутствия флагов ошибок уровнемера согласно руководству по эксплуатации на уровнемер.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 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 в области обеспечения единства измерений.

11.2 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 РФ в области обеспечения единства измерений.

11.3 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 РФ в области обеспечения единства измерений.

Начальник отдела 208  
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

  
Б. А. Иполитов

Научный сотрудник отдела 208  
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

  
Д. Ю. Семенюк

**Приложение А  
(обязательное)**

А.1 Схема подключения уровнемера приведена на рисунке А.1.

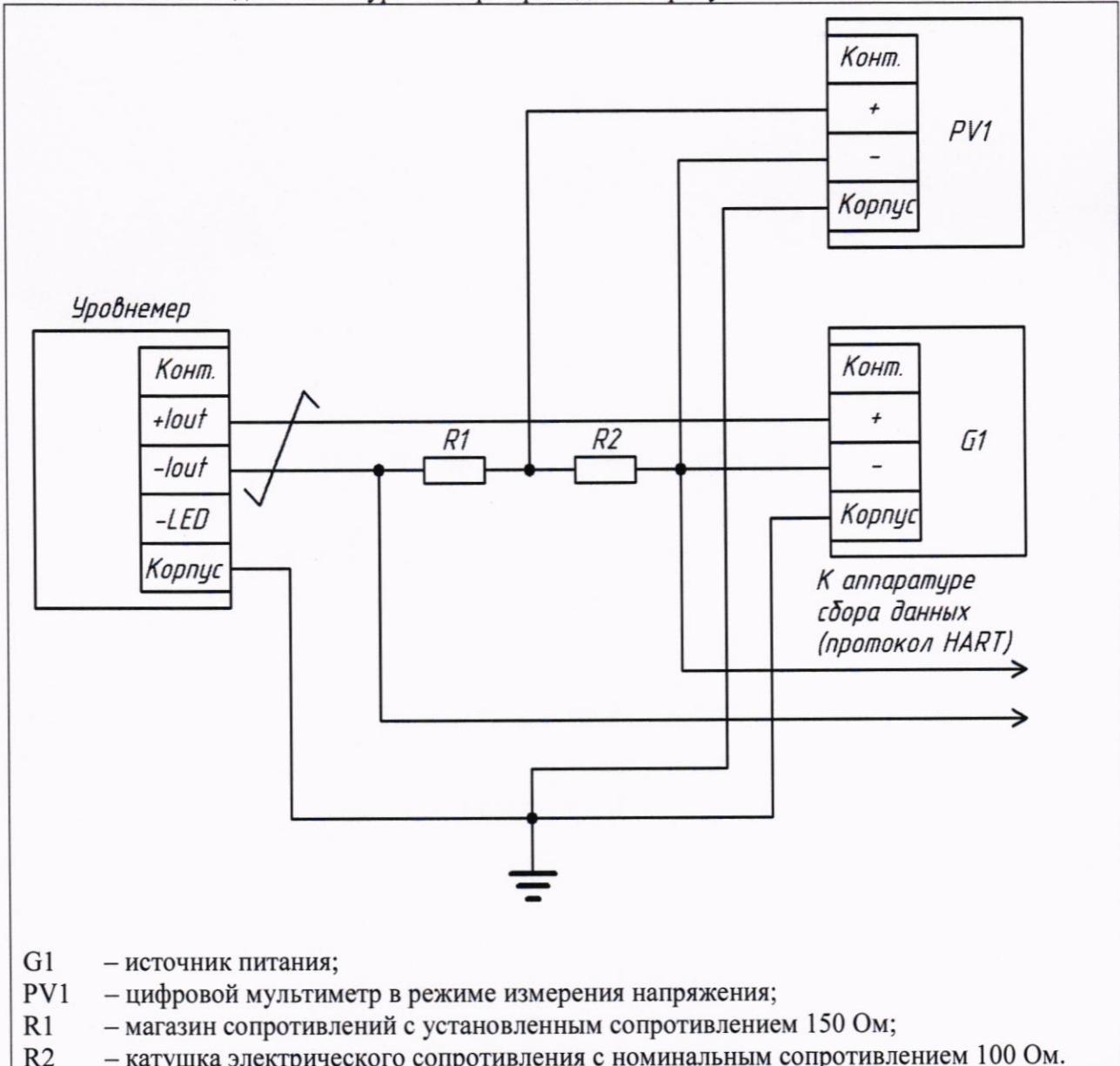


Рисунок А.1