



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 радиоволновые «СЕНС УРЗ»

Методика поверки

РТ-МП-1143-208-2025

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	3
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	8
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11 Оформление результатов поверки	13
Приложение А (обязательное) Схемы подключения уровнемера при проведении поверки	14

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры радиоволновые «СЕНС УР3», изготавливаемые в соответствии с техническими условиями «Уровнемеры радиоволновые «СЕНС УР». Технические условия. СЕНС.407629.004ТУ» (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

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 – в лабораторных условиях; – в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера	10.1	да	да
	10.2	нет	да
5 Оформление результатов поверки	11	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку, если в методике нет особых указаний, проводят при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха и контролируемой (измеряемой) среды:
- $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ при поверке в лабораторных условиях;
- $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$ 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.);
- электрическое питание уровнемера осуществляют напряжением, соответствующим диапазону напряжений питания, 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 используются 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 °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)
10.1 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям 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) уровнемерная установка (в виде металлической трубы) с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной абсолютной погрешности поверяемого уровнемера	Установка для поверки уровнемеров СЕНС УПРТ (рег. № 95535-25)
	Рабочий эталон 2-го или 3-го разряда части 1 ГПС уровня (рулетка измерительная с грузом/без груза), с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной абсолютной погрешности поверяемого уровнемера	Рулетка измерительная металлическая Fisco мод. TS30/2, поверенная в качестве эталона (рег. № 67910-17)
	Микроскоп отсчетный с диапазоном поля зрения, не менее 8 мм. Видимое увеличение не менее 10 крат.	Микроскоп отсчетный МПБ-2 (рег. № 1120-57)
	Средство измерений времени с емкостью шкалы времени не менее 30 минут, цена деления шкалы 0,2 с	Секундомер механический СОСпр мод. СОСпр-26-2-010 (рег. № 11519-11)
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей 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)

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 абсолютной погрешности измерений уровня и погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА в лабораторных условиях	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 50 В	Источник питания MPS мод. MPS-6003LK-1 (рег. № 32050-06)
	—	HART/USB модем ЭЛМЕТРО-808*
	—	Преобразователь интерфейса ОВЕН АС4*
	—	Адаптер ЛИН-USB*
	—	Персональный компьютер со свободными USB-портами
	Труба металлическая, круглого сечения, соответствующая диаметру антенны уровнемера или диаметру рупора технологического согласно эксплуатационной документации уровнемера, и длиной, соответствующей диапазону измерений поверяемого уровнемера	Труба с перегородками или поршнем
10.2 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера	Размеры определяются внутренним диаметром трубы в соответствии с эксплуатационной документацией	Рупор технологический
	Рабочий эталон 2-го или 3-го разряда части 1 ГПС уровня (рулетка измерительная с грузом/без груза), с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной абсолютной погрешности 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-26-2-010 (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 метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера	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 50 В	Источник питания MPS мод. MPS-6003LK-1 (рег. № 32050-06)
	—	HART/USB модем ЭЛМЕТРО-808*
	—	Преобразователь интерфейса ОВЕН АС4*
	—	Адаптер ЛИН-USB*
<p><i>Примечания:</i> При поверке допускается использовать другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. * – применяется в зависимости от используемой схемы подключения (приложение А) и используемого цифрового кодированного выходного сигнала уровнемера</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

6.2 При проведении поверки соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80 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! При проведении работ, описанных в настоящей методике во взрывоопасной зоне необходимо соблюдать требования действующих нормативных документов, регламентирующих требования по обеспечению пожаровзрывобезопасности.

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, нанесенных на информационной табличке данным, приведённым в эксплуатационной документации;

- соответствие внешнего вида уровнемера изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность в соответствии с эксплуатационной документацией.

Примечание – При периодической поверке допускается отсутствие комплекта монтажных частей уровнемера.

7.3 Результат внешнего осмотра считать положительным, если уровнемер соответствует вышеперечисленным 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:

- изучают настоящий документ и эксплуатационную документацию на уровнемер;
- выдерживают 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.

– подготавливают средства поверки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации;

– при необходимости перед проведением поверки осуществляется настройка уровнемера в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.2 Перед определением метрологических характеристик выдерживают уровнемер не менее 30 мин при включенном напряжении питания.

8.3 Поверка без демонтажа на месте эксплуатации допускается при условии, что технологический процесс допускает разгерметизацию резервуара.

При поверке без демонтажа в условиях эксплуатации должны соблюдаться следующие условия:

- к измерению уровня жидкости необходимо приступать не ранее чем через 30 минут после налива её в резервуар или слива из резервуара;
- во время измерений уровня жидкости налив или слив (утечка) жидкости в резервуар или из резервуара не допускаются. Перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) должно быть отключено.

При поверке в лабораторных условиях руководствоваться методами, указанными в соответствующих пунктах настоящей методики.

В случае, если диаметр трубы не соответствует диаметру антенны уровнемера, то допускается при проведении поверки использовать рупор технологический, подходящего диаметра, который устанавливается на уровнемер в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.4 Опробование

8.4.1 При опробовании подключают уровнемер к средствам поверки и оборудованию в соответствии с выбранной схемой подключения (приложение А), затем подают на уровнемер электропитание и устанавливают связь с уровнемером по используемому протоколу обмена.

8.4.2 При опробовании в лабораторных условиях уровнемер устанавливают на устройстве крепления трубы и имитируют изменение уровня внутри трубы используя металлические перегородки или поршень. При этом изменяют расстояние между началом отсчёта уровнемера и металлической поверхностью перегородки или поршня, перекрывающей внутренний диаметр трубы, используя средства поверки в пределах рабочего диапазона измерений, и контролируют соответствующее изменение выходного сигнала уровнемера.

При опробовании в условиях эксплуатации изменяют уровень внутри резервуара, на которой установлен уровнемер, в пределах рабочего диапазона измерений и контролируют соответствующее изменение выходного сигнала уровнемера.

8.4.3 Результат опробования считают положительным, если при увеличении (уменьшении) уровня показания уровнемера изменялись соответствующим образом. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

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

9.2 Результат проверки считают положительным, если номер версии идентичен записанному в паспорте на уровнемер и не ниже AF00. 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 метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в лабораторных условиях.

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня и погрешности преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА в лабораторных условиях проводят в пяти точках, при котором задают и контролируют расстояние от начала отсчёта уровнемера (плоскости уплотнительной поверхности его устройства крепления) до металлической поверхности перегородки или поршня, имитирующей поверхность контролируемой (измеряемой) среды. Уровень устанавливают на устройстве крепления трубы, подключают уровнемер к средствам поверки и оборудованию в соответствии с выбранной схемой подключения (приложение А), затем подают на уровнемер электропитание и устанавливают связь с уровнемером по используемому протоколу обмена.

При использовании рулетки измерительной её измерительную ленту располагают параллельно геометрической оси трубы и совмещают начальный штрих рулетки измерительной с началом отсчёта уровнемера. Рулетка должна быть закреплена и натянута.

При использовании уровнемерной установки измерения осуществляют в соответствии с её эксплуатационной документацией.

Примечания:

1 Допускается не совмещать начала отсчёта средств измерений и уровнемера, при этом показания средств измерений необходимо корректировать на величину смещения начала отсчёта уровнемера относительно начала отсчёта средства измерений.

2 Допускается на время проведения поверки вместо устройства крепления уровнемера использовать специальную оснастку или другое совместимое устройство крепления, при этом необходимо учитывать величину смещения начала отсчёта уровнемера.

10.1.2 Задание уровня осуществляют установкой металлической поверхности перегородки или поршня, перекрывающей внутренний диаметр трубы и имитирующей поверхность контролируемой (измеряемой) среды на расстояниях d_{zi} , мм, от начала отсчёта уровнемера в пяти точках, распределённых по рабочему диапазону измерений поверяемого уровнемера.

10.1.3 Определение расстояния d_{zi} от начала отсчёта уровнемера до металлической поверхности перегородки или поршня осуществляют с применением рулетки измерительной и микроскопа отсчётного или с применением уровнемерной установки.

10.1.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня и погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА осуществляют следующим образом:

а) Последовательно устанавливают металлическую поверхность перегородки или поршня в соответствии с 10.1.2 в контрольные точки d_{zi} .

б) В каждой i -й контрольной точке по цифровому кодированному выходному сигналу фиксируют значения измеренного расстояния d_i , по аналоговому унифицированному токовому выходному сигналу (4 – 20) мА фиксируют измеренные мультиметром значения падения напряжения U_i на катушке электрического сопротивления R .

Примечание – Здесь и далее напряжение фиксируют с точностью до четвёртого знака после запятой.

Затем определяют значения выходного тока уровнемера I_i , мА, по формуле

$$I_i = 1000 \cdot \frac{U_i}{R_0}, \quad (1)$$

где U_i – падение напряжения на катушке электрического сопротивления, В;
 R_0 – номинальное сопротивление катушки электрического сопротивления (100 Ом).

в) В каждой i -ой контрольной точке определяют абсолютную погрешность измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала Δd_i , мм, по формуле

$$\Delta d_i = d_i - d_{\Sigma i} \quad (2)$$

где d_i – значение уровня, измеренное уровнемером в i -ой контрольной точке, мм
 $d_{\Sigma i}$ – значение уровня, измеренное средством поверки в i -ой контрольной точке, мм.

В качестве итогового значения абсолютной погрешности измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала Δd , мм, принимают максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формуле (2).

г) В каждой i -й контрольной точке определяют погрешность преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, приведенную к диапазону изменения выходного тока γI_i , %, по формуле

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

где $I_{\Sigma i}$ – расчетные значения выходного тока, соответствующие измеренным уровнемером расстояниям, мА;

I_H – нижнее предельное значение выходного токового сигнала, мА;

I_B – верхнее предельное значение выходного токового сигнала, мА.

Расчетные значения выходного тока $I_{\Sigma i}$, мА, определяют по формуле

$$I_{\Sigma i} = I_H + \frac{I_B - I_H}{H_{20} - H_4} \cdot (d_0 - d_i - H_4), \quad (4)$$

где H_4 – уровень, соответствующий нижнему 4 мА предельному значению выходного токового сигнала, м;

H_{20} – уровень, соответствующий верхнему 20 мА предельному значению выходного токового сигнала, м.

d_0 – базовая высота установки уровнемера, м.

Примечание – При поверке уровнемера в лабораторных условиях, для параметра H_4 устанавливается нулевое (минимальное) значение уровня, соответствующее максимальному измеряемому уровнемером расстоянию d_{max} , мм; для параметра H_{20} устанавливается максимальное значение уровня, соответствующее разнице между значениями параметра d_0 и минимальным измеряемым уровнемером расстоянием d_{min} , мм; для параметра d_0 устанавливается значение равное максимальному измеряемому уровнемером расстоянию d_{max} . Значения d_{min} и d_{max} указаны в паспорте на уровнемер.

д) В качестве итогового значения погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА γI , %, принимают максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формуле (3).

10.1.5 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формулам (2) и (3) значения не превышают соответствующих 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 для цифровых кодированных выходных сигналов для модификации 2, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня для цифровых кодированных выходных сигналов для модификации 1, Δ , мм**	$\pm 3, \pm 5, \pm 10$
Пределы допускаемой основной приведённой к диапазону изменений выходного тока погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений уровня на каждые 10 °С изменения температуры окружающего воздуха (среды) от температуры нормальных условий (20 °С) до предельных значений рабочего диапазона температур окружающего воздуха (среды), для цифровых кодированных выходных сигналов для модификации 2, мм	$\pm \frac{\Delta}{2}$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной к диапазону изменений выходного тока погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА на каждые 10 °С изменения температуры окружающего воздуха (среды) от температуры нормальных условий (20 °С) до предельных значений рабочего диапазона температур окружающего воздуха (среды), %	$\pm 0,05$
** – конкретное значение погрешности определяется заказом и записывается в паспорт на уровнемер.	

10.2 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера.

10.2.1 Измерение уровня осуществляется с помощью рулетки измерительной с грузом. Если имеется возможность заполнения/опорожнения резервуара до определенных уровней, значение которых однозначно определены, например, конструкцией резервуара или технологическим процессом, то поверка может проводиться по данным уровням.

10.2.2 В случае, если существует возможность задания не менее пяти распределенных уровней жидкости в резервуаре, то порядок поверки следующий:

Опускают рулетку измерительную с грузом через измерительный люк резервуара и по ее шкале фиксируют высоту поверхности раздела «жидкость – газовое пространство» (далее – высота газового пространства).

Поправку на несоответствие показаний поверяемого уровнемера и эталонного средства измерений уровня в нулевой контрольной отметке ΔH_0 , мм, определяют по формуле

$$\Delta H_0 = H_0^{\Pi} - H_0^{\Xi} \quad (5)$$

где H_0^{Π} – показания поверяемого уровнемера, мм;
 H_0^{Ξ} – показания эталонного средства измерений уровня, мм.

Примечание – При применении эталонной рулетки измерительной за значение H_0^{Ξ} , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле

$$H_0^{\Xi} = H_6 \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{j=1}^m (H_0^{\Gamma})_j}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})] \quad (6)$$

где H_6 – базовая высота резервуара, значение которой определяют по протоколу поверки резервуара, мм;

$\alpha_{\text{ст}}$ – температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, значение которого принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6}$ 1/°С для стали и $10 \cdot 10^{-6}$ 1/°С для бетона;

α_s – температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки измерительной с грузом, значение которого принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ для стали и $23 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ для алюминия;

T_B^{Π} – температура воздуха при поверке резервуара, значение которой определяют по протоколу поверки резервуара, $^{\circ}\text{C}$;

T_B^{Γ} – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^{\circ}\text{C}$;

$(H_0^{\Gamma})_j$ – высота газового пространства при j -м измерении, мм;

m – количество измерений высоты газового пространства.

Повышают или понижают уровень жидкости в резервуаре поочередно до каждой j -ой контрольной точки, к измерению уровня жидкости необходимо приступить не ранее чем через 30 минут после налива её в резервуар или слива из резервуара. Уровень жидкости H_j , мм, измеренный уровнемером в i -ой контрольной точке, с учетом поправки, определяют по формуле

$$H_i = H_{\text{п}yi} - \Delta H_0 \quad (7)$$

где $H_{\text{п}yi}$ – показания поверяемого уровнемера, мм;

ΔH_0 – поправка, вычисляемая по формуле (5), мм.

Высоту газового пространства в каждой контрольной точке при каждом измерении определяют в следующей последовательности:

– рулетку измерительную с грузом опускают через измерительный люк резервуара ниже поверхности жидкости на глубину около 1000 мм;

– первый отсчет (верхний) берут по шкале рулетки измерительной. При этом для облегчения измерений и расчетов рекомендуется совмещать отметку целых значений метра на шкале рулетки с верхним краем измерительного люка;

– рулетку измерительную с грузом поднимают (строго вверх без смещения в стороны) до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части ленты и берется отсчет по шкале рулетки ленты (нижний отсчет) с точностью 1 мм.

Для удобства визуального считывания измерительной информации с измерительной рулетки на поверхность измерительной ленты рулетки необходимо нанести пасту чувствительную к контролируемой среде.

Измерить высоту газового пространства в каждой контрольной точке не менее трех раз.

Уровень жидкости в каждой контрольной точке H_i^3 , мм, вычисляют по формуле

$$H_i^3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{j=1}^m H_{ij}^{\Gamma}}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})] \quad (8)$$

Абсолютную погрешность измерений уровня Δ_i в каждой i -той контрольной точке для цифрового кодированного выходного сигнала вычисляют по формуле

$$\Delta_i = H_i^3 - H_i \quad (9)$$

Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (9) значения не превышают соответствующих пределов погрешностей, указанных в таблице 10.1. В противном случае результаты считать отрицательными и дальнейшую поверку не проводить.

Для каждого установленного уровня в контрольных точках, при выполнении условий пункта 6.3 настоящей методики, допускается одновременно проводить определение погрешности измерений уровня и погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, γI_i , %, по формуле (3), непосредственно на резервуаре (без демонтажа уровнемера).

В качестве итогового значения погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА γI , %, принимают максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формуле (3).

Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (3) значения не превышают соответствующих пределов погрешностей, указанных в таблице 10.1. В противном случае результаты считать отрицательными и дальнейшую поверку не проводить.

10.2.3 В случае, если отсутствует возможность задания не менее пяти распределенных уровней жидкости в резервуаре, то необходимо проводить поверку по произвольным точкам $H_{эi}$, но не менее двух в следующем порядке:

а) Последовательно устанавливают уровни жидкости в резервуаре;

б) Для каждого установленного уровня фиксируют по цифровому кодированному выходному сигналу значение измеренного уровня уровнемером H_i , мм, и средством поверки $H_{эi}$, мм. Определение, приведенной к диапазону изменения выходного тока, погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал

(4 – 20) мА проводится в лабораторных условиях при полном демонтаже уровнемера с резервуара согласно пунктам раздела 10.1.

Примечание - при выполнении условий пункта 6.3 настоящей методики, допускается одновременно не демонтируя уровнемер с резервуара проводить определение абсолютной погрешности измерений уровня и погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА. Для этого уровнемер подключают по схеме Приложения А и по аналоговому унифицированному токовому выходному сигналу (4 – 20) мА фиксируют измеренные мультиметром значения падения напряжения U_i на катушке электрического сопротивления R . Затем определяют значения выходного тока уровнемера I_i по формуле (1). И оценку для каждого установленного уровня в резервуаре приведенной к диапазону изменения выходного тока погрешности преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, γI_i по формуле (3).

в) Для каждого установленного уровня $H_{эi}$, мм, определяют погрешность измерений уровня-для цифрового кодированного выходного сигнала $\Delta H_i'$, мм, по формуле

$$\Delta H_i' = H_i - H_{эi}, \quad (10)$$

где H_i - значение уровня, измеренное уровнемером в i -ой контрольной точке установленного уровня в резервуаре, мм

$H_{эi}$ - значение уровня, измеренное средством поверки в i -ой контрольной точке установленного уровня в резервуаре по формуле (8), мм.

г) Определяют поправку, равную значению смещения нулевой точки уровнемера относительно нулевой точки эталонного средства измерений уровня, ΔH_0 , мм, для цифрового кодированного выходного сигнала по формуле

$$\Delta H_0 = \frac{\Delta H_{\max}' + \Delta H_{\min}'}{2} \quad (11)$$

где $\Delta H_{\max}'$, $\Delta H_{\min}'$ - максимальное и минимальное значение погрешности измерений уровня по формуле (10) соответственно.

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

д) Вычисляют скорректированные значения погрешности измерений уровня для каждой точки ΔH_i , мм, для цифрового кодированного выходного сигнала по формуле

$$\Delta H_i = \Delta H_i' - \Delta H_0 \quad (12)$$

В качестве итогового значения абсолютной погрешности измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала ΔH , мм, принимают максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формуле (12).

Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (12) значения не превышают соответствующих пределов погрешностей, указанных в таблице 10.1. В противном случае результаты считать отрицательными и дальнейшую поверку не проводить.

В случае одновременного без демонтажа уровнемера проведения оценки приведенной к диапазону изменения выходного тока погрешности преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, γI_i , %, по фор-

муле (3), в качестве итогового значения погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА γI , %, принимают максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формуле (3).

Примечание – При поверке уровнемера в условиях эксплуатации без демонтажа значения параметров H_4 , H_{20} и $d0$ устанавливаются с учётом эксплуатационных ограничений, указанных в эксплуатационной документации на уровнемер.

Результаты поверки считают положительными, если значение погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА γI , %, не превышает соответствующих пределов погрешностей, указанных в таблице 10.1. В противном случае результаты считать отрицательными.

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

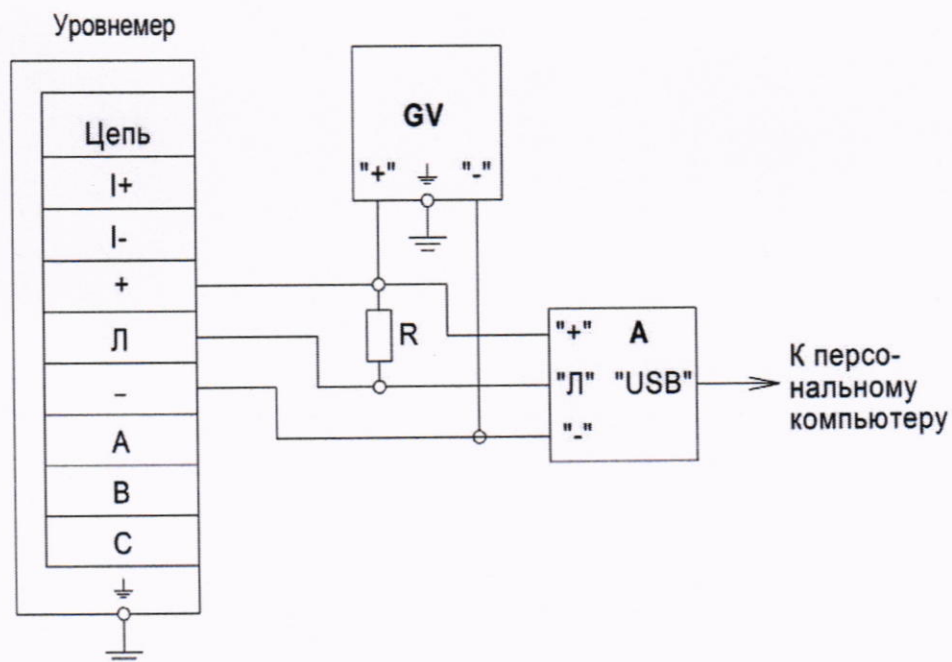
Научный сотрудник отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Д. Ю. Семенюк

**Приложение А
(обязательное)**

Схемы подключения уровнемера при проведении поверки

А.1 Схема подключения уровнемера с цифровым кодированным сигналом на базе протокола «СЕНС» приведена на рисунке А.1.



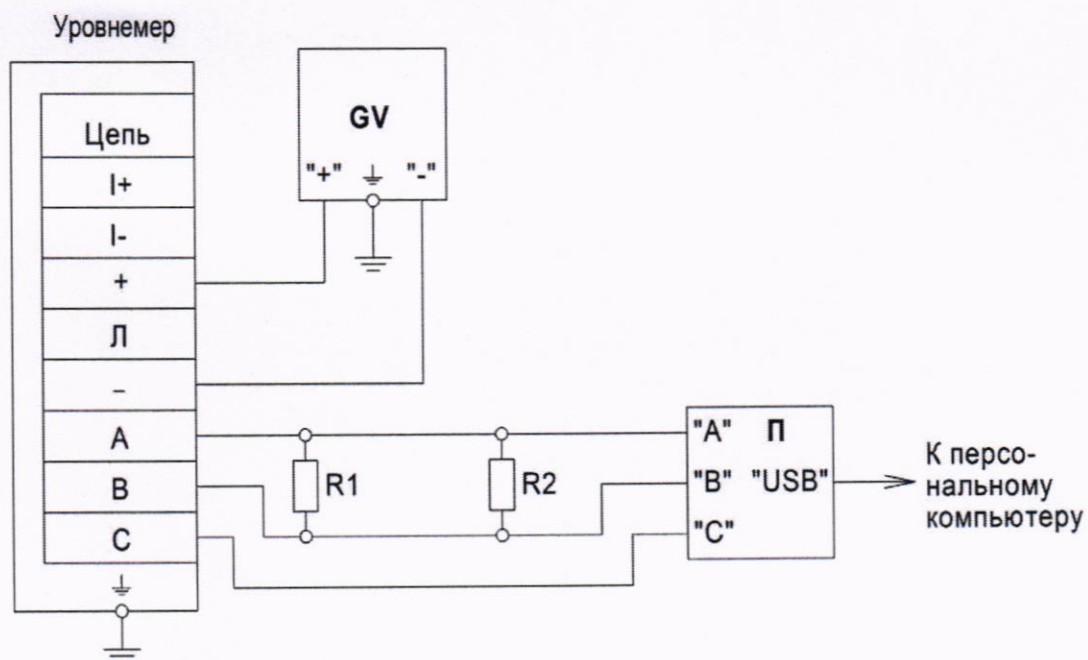
GV – источник питания постоянного тока с установленным выходным напряжением (12 ± 1) В;

R – резистор технологический с номинальным сопротивлением 560 Ом, мощностью 0,5 Вт;

A – адаптер «ЛИН-USB».

Рисунок А.1

А.2 Схема подключения уровнемера с цифровым кодированным сигналом с интерфейсом RS-485 с протоколом Modbus RTU приведена на рисунке А.2.



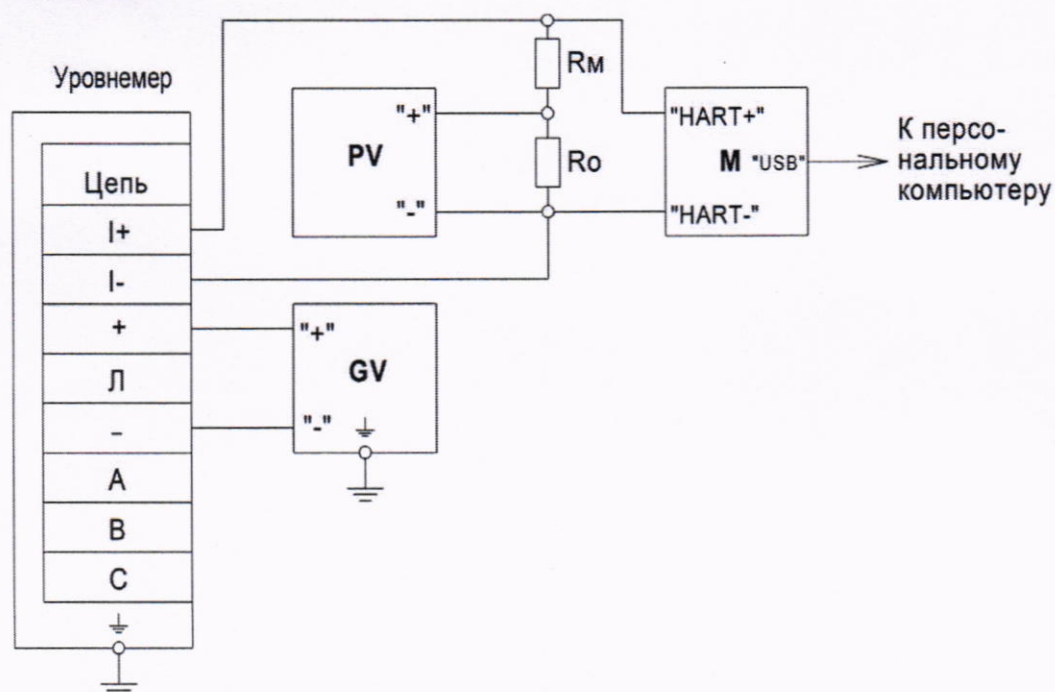
GV – источник питания постоянного тока;

R1, R2 – резисторы технологические с номинальным сопротивлением 120 Ом, мощностью 0,5 Вт;

П – преобразователь интерфейса «RS-485» - USB».

Рисунок А.2

А.3 Схема подключения уровнемера с аналоговым унифицированным токовым сигналом (4–20) мА, совмещённым с цифровым кодированным сигналом на базе протокола HART, приведена на рисунке А.3.



GV – источник питания постоянного тока;

PV – мультиметр цифровой в режиме измерения напряжения;

R_M – магазин сопротивлений с установленным сопротивлением 150 Ом;

R_O – катушка электрического сопротивления с номинальным сопротивлением 100 Ом;

M – модем «HART-USB».

Рисунок А.3