



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

21 «августа» 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры радиоволновые «СЕНС УР2»

Методика поверки

РТ-МП-1214-208-2025

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.....	7
7 Внешний осмотр средства измерений	7
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	14
Приложение А (обязательное) Схемы подключения уровнемера при проведении поверки.....	15
Приложение Б (справочное) Расположение уровнемера в помещении при поверке	17

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры радиоволновые «СЕНС УР2», 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, необходимо проводить при следующих нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха и контролируемой (измеряемой) среды:
- $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ при поверке в лабораторных условиях;
- $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ 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.).

3.2 Поверку уровнемеров в лабораторных условиях необходимо проводить в пустом помещении размерами не менее 2 м в ширину и высоту, и длиной достаточной для реализации условий проведения поверки, указанных в настоящей методике, при этом геометрическая ось излучения уровнемера должна быть на расстоянии не менее 1 м от поверхности стен, потолка и пола помещения и расстояние от плоскости экрана отражающего до расположенной за ним стеной помещения должно быть не менее 1 м.

Экран отражающий должен устанавливаться так, чтобы геометрическая ось излучения уровнемера (ось его антенны) была перпендикулярна по отношению к отражающей поверхности экрана и находилась на расстоянии не более 10 мм от его центра (приложение Б).

Экран радиопоглощающий должен быть установлен на расстоянии $(4 \pm 0,05)$ м от антенны уровнемера так, чтобы геометрическая ось излучения уровнемера (ось его антенны) была перпендикулярна по отношению к рабочей поверхности экрана и находилась на расстоянии не более 5 мм от его центра (приложение Б).

3.3 В уровнемере должно быть установлено значение поправочного коэффициента, учитывающего относительное изменение скорости распространения радиоволн в газовой среде, указанное в его эксплуатационной документации.

3.4 Поверку допускается проводить в условиях эксплуатации на объекте, на мере вместимости (резервуаре), где установлен уровнемер методами, указанными в соответствующих пунктах настоящей методики.

3.5 Подключать уровнемер необходимо согласно схемам подключения, приведенным в приложении А.

3.6 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 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 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 УПР (рег. № 89783-23)

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 метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в лабораторных условиях	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)
	Рабочий эталон 2-го разряда части 2 ГПС уровня дальномер с диапазоном измерений соответствующий диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной абсолютной погрешности поверяемого уровнемера	Дальномер лазерный DIMETIX мод. FLS (рег. № 54107-13)
	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)
	Микроскоп отсчетный с полем зрения, не менее 8 мм. Видимое увеличение не менее 10 крат.	Микроскоп отсчетный МПБ-2 (рег. № 1120-57)
	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)
	Мера электрического сопротивления с номинальным сопротивлением 100 Ом, класс точности 0,01	Катушка электрического сопротивления измерительная P331 (рег. № 1162-58)
	Магазин электрического сопротивления с диапазоном измерений от 0,1 до 99999,9 Ом	Магазин сопротивления P33 (рег. № 1321-60)
	Источник питания с диапазоном установки выходного напряжения питания постоянного тока от 0 до 60 В и диапазоном установки выходного тока от 0 до 3 А	Источник питания MPS мод. MPS-6003LK-1 (рег. № 32050-06)

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 метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в лабораторных условиях	Металлический лист в виде квадрата, с неплоскостностью не более 0,3 мм/м, площадью не менее 1,0 м ²	Экран отражающий
	Экран из радиопоглощающего материала (РПМ) пирамидальной формы типа «МОХ-П». Размеры экрана не менее 1500x1500 мм. В центре экрана должно быть сквозное отверстие (диафрагма) с номинальным диаметром 0,15 м (без РПМ)	Экран радиопоглощающий
	Оптический лазерный указатель с расходимостью пучка не более не более 0,2 мрад	Модуль лазерный DMH650-2
	—	Персональный компьютер со свободными USB-портами
10.2 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера	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)
	Мера электрического сопротивления с номинальным сопротивлением 100 Ом, класс точности 0,01	Катушка электрического сопротивления измерительная P331 (рег. № 1162-58)
	Магазин электрического сопротивления с диапазоном измерений от 0,1 до 99999,9 Ом	Магазин сопротивления P33 (рег. № 1321-60)
	Источник питания с диапазоном установки выходного напряжения питания постоянного тока от 0 до 60 В и диапазоном установки выходного тока от 0 до 3 А	Источник питания MPS мод. MPS-6003LK-1 (рег. № 32050-06)
	—	Персональный компьютер со свободными USB-портами
Примечания: При поверке допускается использовать другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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.

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 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 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 30 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 поверки и оборудованию в соответствии со схемой подключения, указанной в приложении А. Подать на уровнемер электропитание и установить связь с уровнемером по протоколу обмена.

8.4.2 При опробовании в лабораторных условиях симитировать изменение уровня контролируемой (измеряемой) среды, для этого плавно изменять расстояние между началом отсчёта уровнемера и отражающей поверхностью в пределах рабочего диапазона измерений, контролировать соответствующее изменение выходного сигнала уровнемера.

При опробовании в условиях эксплуатации изменить уровень контролируемой (измеряемой) среды в резервуаре в пределах рабочего диапазона измерений, контролировать 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 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 номер версии идентичен записанному в паспорте на уровнемер и не ниже АЕ00. 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 уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА в лабораторных условиях проводится в пяти точках, распределённых по рабочему диапазону измерений поверяемого уровнемера, включая минимальное и максимальное значение измеряемого диапазона. При этом задаётся и контролируется расстояние от начала отсчёта уровнемера (плоскости уплотнительной поверхности его устройства крепления) до экрана отражающего, имитирующего поверхность контролируемой (измеряемой) среды.

10.1.2 Уровнемер установить на неподвижном основании и зафиксировать в положении, при котором обеспечивается выполнение требований 3.1 и 3.2.

10.1.3 Задание уровня осуществлять установкой экрана отражающего, имитирующего поверхность контролируемой (измеряемой) среды, на расстояниях d_{zi} от начала отсчёта уровнемера, соответствующих контрольным точкам по 10.1.1. При этом экран должен устанавливаться согласно требованиям 3.2, что обеспечивается следующим образом:

1) установить на поверхности экрана отражающего плоское зеркало размерами не более 50x50 мм таким образом, чтобы плоскости экрана и зеркала были параллельны и расстояние от края зеркала до края экрана не превышало 10 мм;

2) установить напротив зеркала в месте установки уровнемера оптический лазерный указатель;

3) поворачивая экран отражающий, совместить излучаемый лазерным указателем луч с лучом, отраженным от зеркала. При этом пятно, возникающее от отраженного луча, должно совпасть с центром излучателя лазерного указателя.

Примечание – Допускаются другие способы обеспечения перпендикулярности геометрической оси излучения уровнемера по отношению к отражающей поверхности экрана и совмещения её с центром экрана.

Определение расстояния d_{zi} от начала отсчёта уровнемера до экрана отражающего осуществлять с применением рулетки измерительной и микроскопа отсчётного, или с применением лазерного дальномера, или с применением уровнемерной установки.

При использовании рулетки измерительной необходимо расположить её параллельно геометрической оси излучения уровнемера и совместить начальный штрих рулетки измерительной с началом отсчёта уровнемера. Рулетка должна быть закреплена и натянута.

При использовании лазерного дальномера необходимо установить его напротив экрана отражающего таким образом, чтобы луч его лазера был параллелен геометрической оси излучения уровнемера, при этом допускается изменение положения точки падения луча лазера дальномера (пятна) на поверхности экрана отражающего в пределах ± 5 мм во всем диапазоне измеряемых расстояний, и совместить начало отсчета лазерного дальномера и уровнемера.

При использовании уровнемерной установки измерения осуществлять в соответствии с её эксплуатационной документацией, при этом установка должна обеспечивать задание уровня указанным выше способом, должно обеспечиваться выполнение требований пункта 10.1.2 и таблицы 5.1 к экрану отражающему и экрану радиопоглощающему.

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 отсчета уровнемера.

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

а) Последовательно установить экран отражающий в соответствии с 10.1.3 в контрольные точки $d_{эi}$, мм, по 10.1.1. Экран радиопоглощающий устанавливать в контрольных точках, у которых расстояние $d_{эi}$ превышает $(4 \pm 0,05)$ м.

б) В каждой i -й контрольной точке по цифровому кодированному выходному сигналу уровнемера фиксировать измеренное значение d_i , мм.

Для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА дополнительно в каждой i -й контрольной точке фиксировать измеренные мультиметром значения падения напряжения U_i на катушке электрического сопротивления R_0 .

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

Затем определить 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 определить абсолютную погрешность измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала Δd_i , мм, по формуле

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

где $d_{эi}$ – значение задаваемого расстояния в i -ой контрольной точке, мм.

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

г) Для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА дополнительно в каждой i-й контрольной точке определить погрешность преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, приведенную к диапазону изменения выходного тока, γI_i , %, по формуле

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

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

I_H – нижнее предельное значение выходного токового сигнала, мА;

I_B – верхнее предельное значение выходного токового сигнала, мА.

Расчетные значения выходного тока $I_{\Xi i}$, мА, определяются по формуле

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

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

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

d_0 – базовая высота установки уровнемера, мм.

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 значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА γI , %, принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формуле (4).

10.1.5 Результаты поверки считать положительными, если полученные по цифровым кодированным выходным сигналам значения абсолютной погрешности измерений уровня, а также для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА полученные по токовому выходному сигналу значения погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, 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 абсолютной погрешности измерений уровня контролируемой (измеряемой) среды для цифровых кодированных выходных сигналов для модификации 1, Δ , мм**: - от 0,5 до 20 м - от 0,3 до 30 м	$\pm 3, \pm 4$ $\pm 3, \pm 4$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня контролируемой (измеряемой) среды для цифровых кодированных выходных сигналов для модификации 2, Δ , мм**: - от 0,5 до 20 м - от 0,3 до 30 м	$\pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4$ $\pm 3, \pm 4$
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 контролируемой (измеряемой) среды 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 диапазона измерений и пределов 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 Определение абсолютной погрешности измерений уровня и погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера проводить в трех точках, распределённых в пределах диапазона измерений и допустимых уровней наполнения резервуара. Первая точка должна находиться ниже 1/3, вторая – от 1/3 до 2/3, третья – выше 2/3 уровня диапазона измерений поверяемого уровнемера.

Примечание – Допускается определение абсолютной погрешности измерений уровня и погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА 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 , мм, принять среднеарифметическое значение результатов последовательных измерений

$$H_B = \frac{\sum_{j=1}^n H_{Bj}}{n} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B)], \quad (5)$$

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

n – количество измерений;

T_B – температура окружающей среды при измерении, °C;

α_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 $H_{Эi}$, мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле

$$H_{Эi} = H_B - \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B)], \quad (6)$$

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 ленту рулетки измерительной 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 абсолютной погрешности измерений уровня и погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с 10.2.3 последовательно установить уровни $H_{эi}$, мм, соответствующие 10.2.1.

б) Для каждого установленного уровня зафиксировать по цифровому кодированному выходному сигналу уровнемера значение измеренного уровня H_i , мм.

Для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА дополнительно для каждого установленного уровня фиксировать измеренные мультиметром значения падения напряжения U_i на катушке электрического сопротивления R .

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

Затем для каждого установленного уровня определить значения выходного тока уровнемера I_i , мА, по формуле (1).

в) Для каждого установленного уровня определить погрешность измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала уровнемера $\Delta H_i'$, мм, по формуле

$$\Delta H_i' = H_i - H_{эi}, \quad (7)$$

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

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

$$\Delta H_0 = \frac{\sum_{i=1}^m (\Delta H_i')}{m}, \quad (8)$$

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 , мм, на величину полученной поправки.

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

$$\Delta H_i = \Delta H_i' - \Delta H_0, \quad (9)$$

В качестве абсолютной погрешности измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала ΔH , мм, принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формуле (9).

Для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА дополнительно для каждого установленного уровня определить погрешность преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, приведенную к диапазону изменения выходного тока, γI_i , %, по формуле (3).

Примечание – При поверке уровнемера в условиях эксплуатации без демонтажа значения параметров H_4 , H_{20} и d_0 устанавливаются с учётом эксплуатационных ограничений, указанных в эксплуатационной документации на уровнемер.

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

10.2.5 Результаты поверки считать положительными, если полученные по цифровым кодированным выходным сигналам значения абсолютной погрешности измерений уровня, а также для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА полученные по токовому выходному сигналу значения погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, не превышают 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»

Научный сотрудник отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

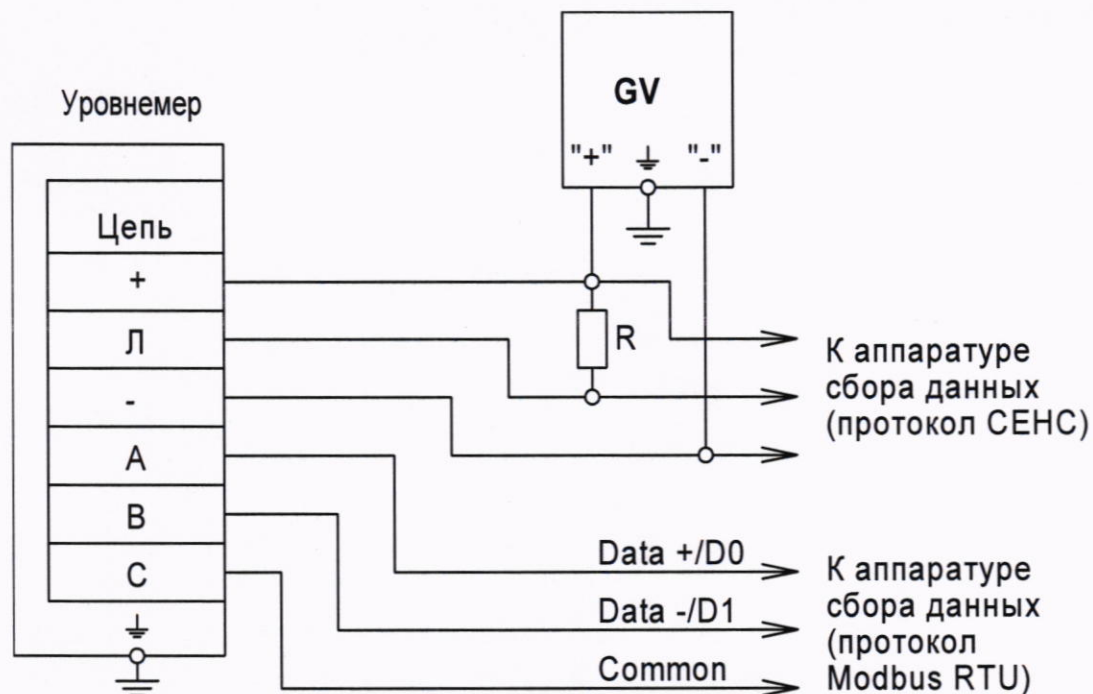
Б. А. Иполитов

Д. Ю. Семенюк

Приложение А
(обязательное)

Схемы подключения уровнемера при проведении поверки

А.1 Схема подключения уровнемера с цифровыми кодированными выходными сигналами на базе протоколов «СЕНС» и «Modbus RTU» приведена на рисунке А.1.

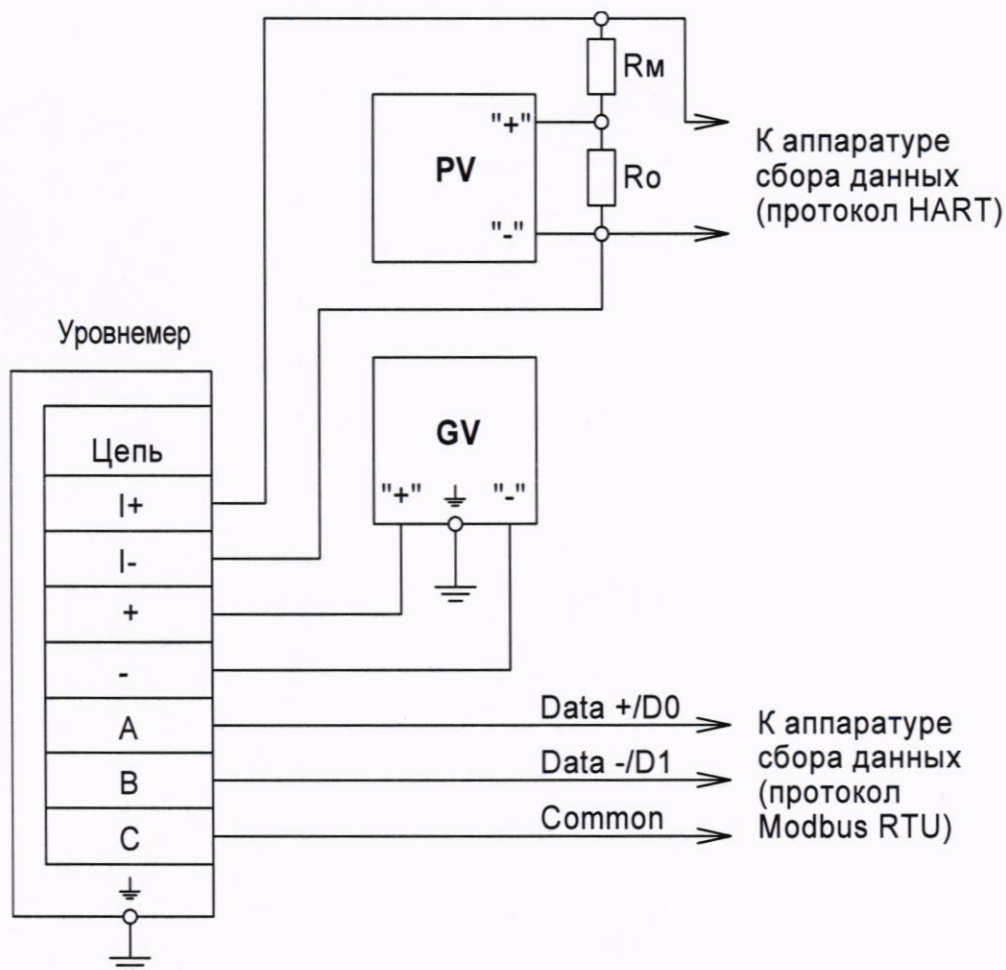


GV – источник питания;

R – резистор технологический с номинальным сопротивлением 560 Ом, мощностью 0,5 Вт (может входить в состав аппаратуры сбора данных).

Рисунок А.1

А.2 Схема подключения уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА приведена на рисунке А.2.



GV – источник питания;

PV – мультиметр цифровой в режиме измерения напряжения;

R_m – магазин сопротивлений с установленным сопротивлением 150 Ом;

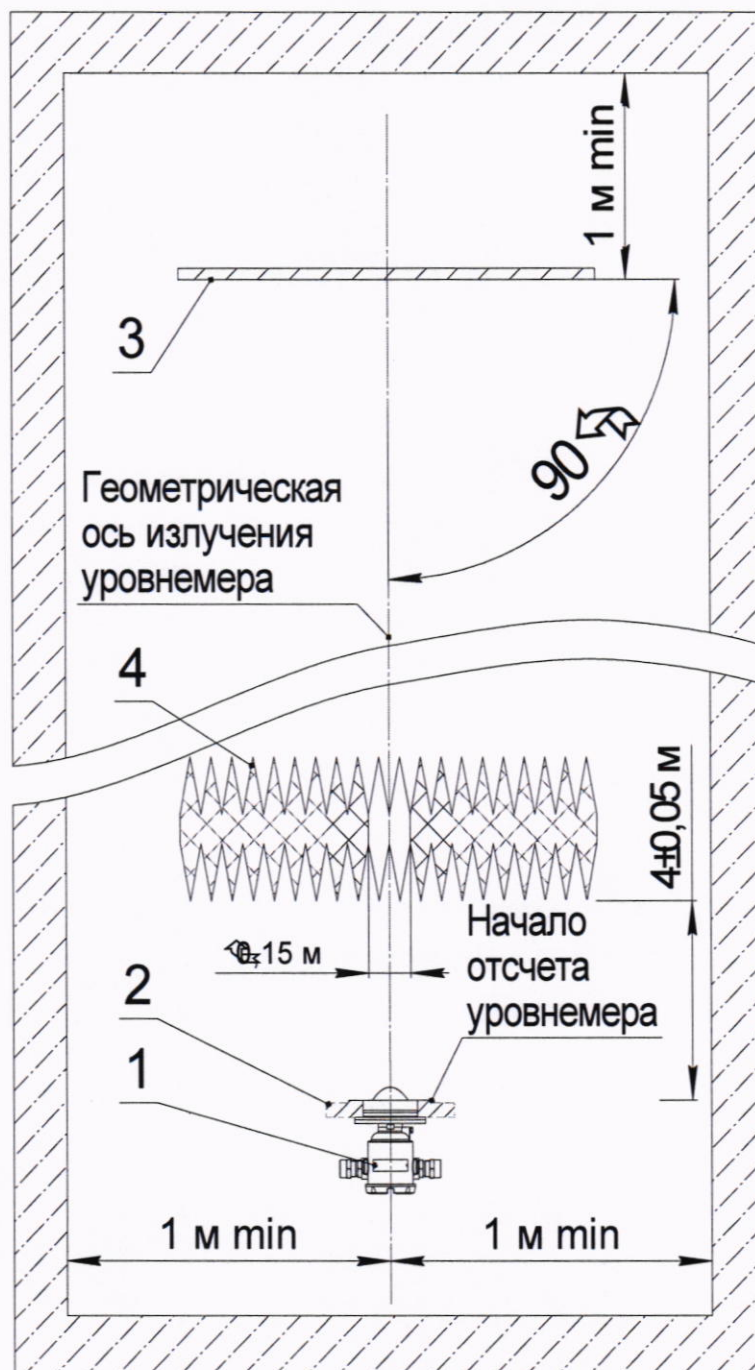
R_o – катушка электрического сопротивления с номинальным сопротивлением 100 Ом.

Рисунок А.2

**Приложение Б
(справочное)**

Расположение уровнемера в помещении при поверке

Б.1 Расположение уровнемера в помещении при проведении поверки в лабораторных условиях указано на рисунке Б.1.



1 – Уровнемер; 2 – Устройство крепления уровнемера; 3 – Экран отражающий;
4 – Экран радиопоглощающий.

Рисунок Б.1