

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

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора  
ФГБУ «ВНИИМС»



Ф.В. Булыгин

«02» ноября 2022 г.

**«ГСИ. Уровнемеры радиоволновые «СЕНС УР2»**

**Методика поверки**

**МП 208-054-2022**

г. Москва  
2022

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Общие положения                                                                                                                           | 3  |
| 2 Перечень операций поверки средства измерений                                                                                              | 3  |
| 3 Требования к условиям проведения поверки                                                                                                  | 3  |
| 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку                                                                                         | 4  |
| 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки                                                                              | 4  |
| 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки                                                                       | 5  |
| 7 Внешний осмотр средства измерений                                                                                                         | 6  |
| 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений                                                                                     | 6  |
| 9 Проверка программного обеспечения средства измерений                                                                                      | 6  |
| 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 6  |
| 11 Оформление результатов поверки                                                                                                           | 12 |
| Приложение А (обязательное) Схемы подключения уровнемера при проведении поверки                                                             | 13 |
| Приложение Б (справочное) Расположение уровнемера в помещении при проведении поверки                                                        | 15 |
| Приложение В (рекомендуемое) Протокол поверки                                                                                               | 16 |

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры радиоволновые «СЕНС УР2», изготавливаемые по 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 1.

Таблица 1

| Наименование операции                                                                                                                                                                                | Номер пункта методики | Обязательность операции при: |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                                                      |                       | первичной поверке            | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр средства измерений                                                                                                                                                                  | 7                     | да                           | да                    |
| 2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений                                                                                                                                              | 8                     | да                           | да                    |
| 3 Проверка программного обеспечения средства измерений                                                                                                                                               | 9                     | да                           | да                    |
| 4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям<br>- в лабораторных условиях<br>- в условиях эксплуатации | 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 должны использоваться следующие средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

| Номер пункта методики поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                         | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                 |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3                             | Диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С, погрешность $\pm 0,3$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, погрешность $\pm 2$ % и $\pm 3$ %, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, погрешность $\pm 2,5$ гПа                                                                                   | Термогигрометр ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11)                                                   |
| 8, 10.1, 10.2                 | Емкость шкалы времени не менее 30 минут, цена деления шкалы 0,2 с                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Секундомер механический СОСпр мод. СОСпр-26-2-010 (рег. № 11519-11)                                    |
| 10.1                          | Установка поверочная уровнемерная, соответствующая рабочему эталону 1-го или 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459, с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной абсолютной погрешности поверяемого уровнемера | Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ (рег. № 56506-14)                  |
| 10.1                          | Диапазон 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)                                                  |
| 10.1, 10.2                    | Рулетка измерительная с грузом/без груза 2-го или 3-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера 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) |

Продолжение таблицы 2

| Номер пункта методики поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                       | Перечень рекомендуемых средств поверки                                      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 10.1                          | Поле зрения, не менее 8 мм.<br>Видимое увеличение не менее 10 крат.                                                                                                                                                    | Микроскоп отсчетный<br>МПБ-2<br>(рег. № 1120-57)                            |
| 8 - 10                        | Диапазон измерений напряжений постоянного тока до 100 В                                                                                                                                                                | Мультиметр цифровой<br>Agilent 34401A<br>(рег. № 54848-13)                  |
| 8 - 10                        | Номинальное сопротивление 100 Ом, класс точности 0,01                                                                                                                                                                  | Катушка электрического сопротивления измерительная Р331<br>(рег. № 1162-58) |
| 8 - 10                        | Диапазон измерений от 0,1 до 99999,9 Ом; класс точности $0,2/6 \cdot 10^{-6}$                                                                                                                                          | Магазин сопротивления Р33 (рег. № 1321-60)                                  |
| 8 - 10                        | Диапазон установки выходного напряжения питания постоянного тока от 0 до 60 В<br>Диапазон установки выходного тока от 0 до 3 А                                                                                         | Источник питания MPS<br>мод. MPS-6003LK-1<br>(рег. № 32050-06)              |
| 8 - 10                        | Персональный компьютер со свободными USB-портами                                                                                                                                                                       |                                                                             |
| 10.1                          | Металлический лист в виде квадрата, с неплоскостностью не более 0,3 мм/м, площадью не менее 1,0 м <sup>2</sup>                                                                                                         | Экран отражающий                                                            |
| 10.1                          | 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                                                      |
| 10.1                          | Оптический лазерный указатель с расходимостью пучка не более не более 0,2 мрад                                                                                                                                         | Модуль лазерный<br>DMH650-2                                                 |

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

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

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

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

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

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 Перед началом поверки уровнемер должен быть осмотрен.

7.2 Необходимо проконтролировать:

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

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

Результат внешнего осмотра считать положительным, если уровнемер соответствует вышеперечисленным требованиям.

## **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 измерений 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 считать положительным, если при увеличении (уменьшении) уровня показания уровнемера изменялись соответствующим образом.

## **9 Проверка программного обеспечения средства измерений**

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

9.2 Результат проверки считать положительным, если номер версии идентичен записанному в паспорте на уровнемер и не ниже АЕ00.

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

10.1 Определение основной абсолютной погрешности, вариации показаний измерений уровня и основной приведенной погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА в лабораторных условиях



10.1.1 Определение основной абсолютной погрешности, вариации показаний измерений уровня и основной приведенной погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, проводится имитационным методом в пяти точках, равномерно распределённых по рабочему диапазону измерений поверяемого уровнемера, включая минимальное и максимальное значение измеряемого диапазона, при прямом и обратном ходах. 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 2-го или 3-го разряда и микроскопа отсчётного, или с применением лазерного дальномера, или с применением установки поверочной уровнемерной, соответствующей рабочему эталону 1-го или 2-го разряда.

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  $\pm 5$  мм во всем диапазоне измеряемых расстояний, и совместить начало отсчета лазерного дальномера и уровнемера.

При использовании установки поверочной уровнемерной 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 2 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 основной абсолютной погрешности, вариации показаний измерений уровня и основной приведенной 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  $d_{Эi}$  по 10.1.1 в порядке увеличения уровня (прямой ход), затем в порядке уменьшения уровня (обратный ход). 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 фиксировать значения измеренного расстояния при прямом ходе  $d_i$  и обратном ходе  $d_i^*$ .

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  $R$ .

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

Затем определить значения выходного тока уровнемера при прямом ходе  $I_i$  и обратном ходе  $I_i^*$  по формулам, мА:

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

$$I_i^* = 1000 \cdot \frac{U_i^*}{R}, \quad (2)$$

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

$R$  – номинальное сопротивление катушки электрического сопротивления (100 Ом).

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

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

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

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

В качестве основной абсолютной погрешности измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала  $\Delta d$  принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формулам (3) и (4).

г) Для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом  $(4 - 20)$  мА дополнительно в каждой  $i$ -й контрольной точке определить основную погрешность преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал  $(4 - 20)$  мА, приведенную к диапазону изменения выходного тока, при прямом  $\gamma I_i$  и обратном ходе  $\gamma I_i^*$  по формулам, %:

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

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

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

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

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



$$I_{\text{oi}}^* = I_{\text{H}} + \frac{I_{\text{B}} - I_{\text{H}}}{H_{\text{B}} - H_{\text{H}}} \cdot (d_0 - d_i^* - H_{\text{H}}), \quad (8)$$

где  $I_{\text{B}}$ ,  $I_{\text{H}}$  – верхнее и нижнее предельные значения выходного диапазона токового выходного сигнала, мА;

$H_{\text{B}}$ ,  $H_{\text{H}}$  – верхний и нижний пределы измерений уровня, мм

$d_0$  – базовая высота установки уровнемера, мм.

Примечание – Значения  $H_{\text{H}}$ ,  $H_{\text{B}}$  и  $d_0$  указываются в паспорте на уровнемер.

д) В качестве основной приведенной 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 формулам (5) и (6).

е) В каждой  $i$ -ой контрольной точке определить вариацию показаний измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала по формуле:

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

В качестве вариации показаний измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала  $\Delta d_{\text{B}}$  принять максимальное из вычисленных значений по формуле (9).

10.1.5 Результаты поверки считать положительными, если полученные по цифровым кодированным выходным сигналам значения основной абсолютной погрешности и вариации показаний измерений уровня, а также для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА полученные по токовому выходному сигналу значения основной приведенной погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, не превышают пределов погрешностей, указанных в паспорте на уровнемер.

10.2 Определение основной абсолютной погрешности, вариации показаний измерений уровня и основной приведенной погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера

10.2.1 Определение основной абсолютной погрешности, вариации показаний измерений уровня и основной приведенной погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА проводить в трех точках, равномерно распределённых в пределах диапазона измерений и допустимых уровней наполнения резервуара, при прямом и обратном ходах, т.е. при повышении и понижении уровня жидкости в резервуаре. Первая точка должна находиться ниже 1/3, вторая – от 1/3 до 2/3, третья – выше 2/3 уровня диапазона измерений поверяемого уровнемера.

Примечание – При периодической поверке допускается определение основной абсолютной погрешности, вариации показаний измерений уровня и основной приведенной 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  $H_B$  принять среднеарифметическое значение результатов последовательных измерений, мм:

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

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

$n$  – количество измерений;

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

$\alpha_s$  – температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки измерительной,  $1/^\circ\text{C}$ .

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

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

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

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

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

При измерениях газового пространства опускать 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 основной абсолютной погрешности, вариации показаний измерений уровня и основной приведенной 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  $H_{Эi}$ , соответствующие 10.2.1, в порядке повышения уровня жидкости (прямой ход), затем в порядке понижения уровня жидкости (обратный ход).

б) Для каждого установленного уровня зафиксировать по цифровому кодированному выходному сигналу значение измеренного уровня при прямом  $H_i$  и обратном  $H_i^*$  ходах,

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 четвертого знака после запятой.

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

в) Для каждого установленного уровня определить погрешность измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала при прямом  $\Delta H_i'$  и обратном  $\Delta H_i^*$  ходах по формулам:

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

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

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

г) Определить поправку, равную значению смещения нулевой точки уровнемера относительно нулевой точки эталонного средства измерений уровня,  $\Delta H_0$  для цифрового кодированного выходного сигнала по формуле:

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

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

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

д) Вычислить скорректированные значения погрешности измерений уровня для каждой точки при прямом  $\Delta H_i$  и обратном ходе  $\Delta H_i^*$  для цифрового кодированного выходного сигнала по формулам:

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

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

В качестве основной абсолютной погрешности измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала  $\Delta H$  принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формулам (15) и (16).

Для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА дополнительно для каждого установленного уровня определить основную погрешность преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, приведенную к диапазону изменения выходного тока, при прямом  $\gamma I_i$  и обратном ходе  $\gamma I_i^*$  по формулам (5) и (6).

В качестве основной приведенной погрешности преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА  $\gamma I$  принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных значений по формулам (5) и (6).

е) Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала  $\Delta H_{\text{вi}}$  по формуле:

$$\Delta H_{\text{вi}} = |H_i - H_i^*|. \quad (17)$$

В качестве вариации показаний измерений уровня для цифрового кодированного выходного сигнала  $\Delta N_b$  принять максимальное значение из общего числа вычисленных значений по формуле (17).

10.2.5 Результаты поверки считать положительными, если полученные по цифровым кодированным выходным сигналам значения основной абсолютной погрешности и вариации показаний измерений уровня, а также для уровнемера с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом (4 – 20) мА полученные по токовому выходному сигналу значения основной приведенной погрешности преобразования уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4 – 20) мА, не превышают пределов погрешностей, указанных в паспорте на уровнемер.

## **11 Оформление результатов поверки**

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

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

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

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

11.4 При отрицательных результатах поверки уровнемер к применению не допускается.

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

Заместитель начальника отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»

Инженер отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»

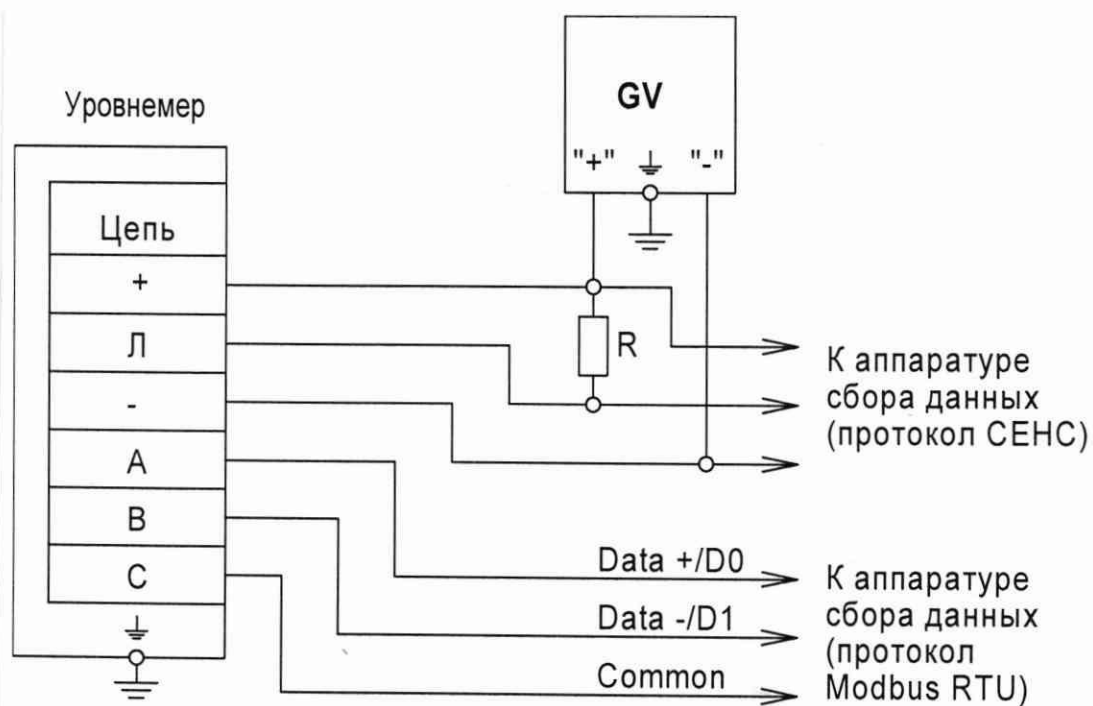


А.М. Шаронов

А.И. Оснач

## Приложение А (обязательное)

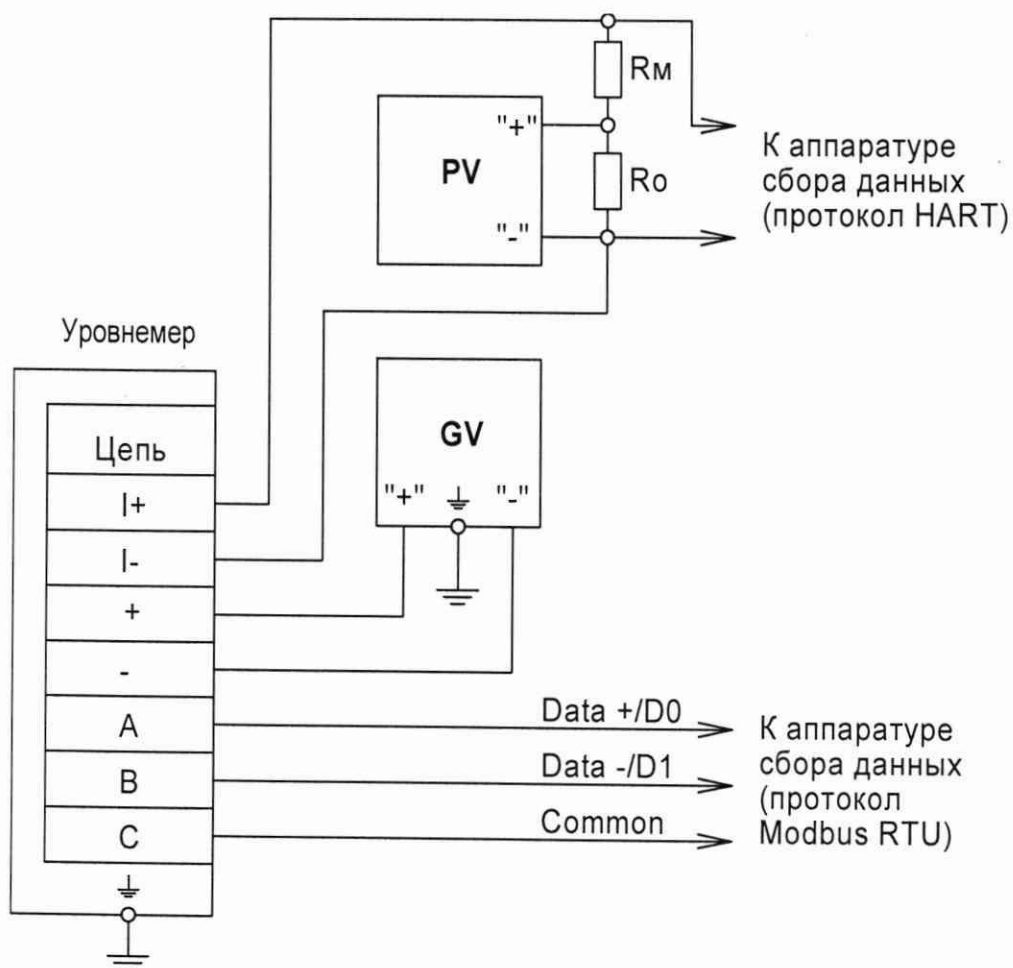
А.1 Схема подключения уровнемера с цифровыми кодированными выходными сигналами на базе протоколов «СЕНС» и «Modbus RTU» приведена на рисунке А.1.



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;  
 $R_0$  – катушка электрического сопротивления с номинальным сопротивлением 100 Ом.

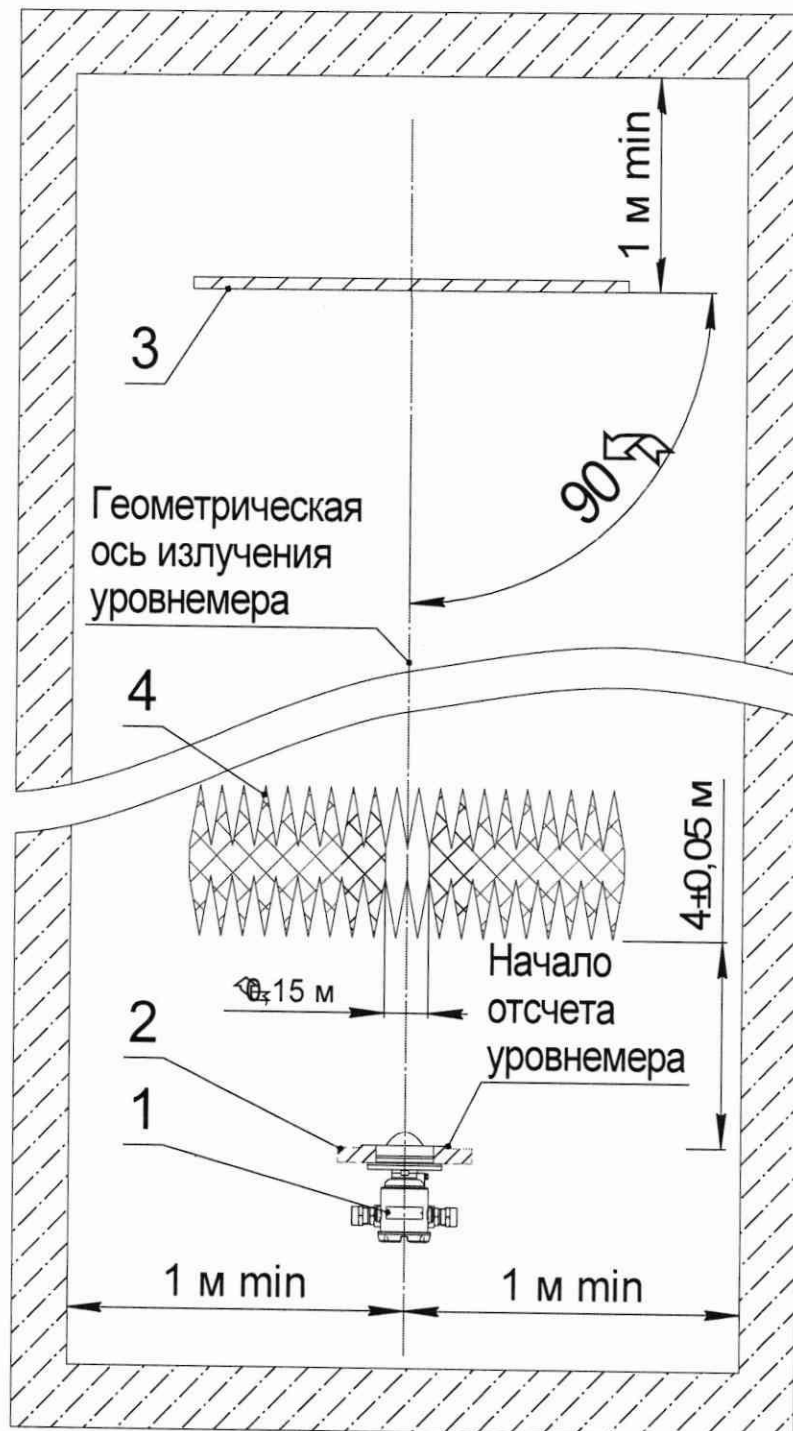
Рисунок А.2



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

Приложение В  
(рекомендуемое)

Протокол поверки № \_\_\_\_\_

Дата проведения поверки \_\_\_\_\_

Наименование и тип поверяемого средства измерений \_\_\_\_\_

Заводской номер \_\_\_\_\_

Место проведения поверки \_\_\_\_\_

Методика поверки \_\_\_\_\_

Условия поверки \_\_\_\_\_

Средства поверки

(наименование, тип, заводской номер)

1. Внешний осмотр средства измерений:

(результат проверки)

2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений:

(результат проверки)

3. Проверка программного обеспечения средства измерений:

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

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

Таблица 1 - Результаты поверки измерений уровня по цифровому кодированному выходному сигналу

| № точки | $d_{\Sigma i}$ , мм | Прямой ход |                   | Обратный ход |                     | $\Delta d_{Bi}$ , мм |
|---------|---------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|----------------------|
|         |                     | $d_i$ , мм | $\Delta d_i$ , мм | $d_i^*$ , мм | $\Delta d_i^*$ , мм |                      |
| 1       |                     |            |                   |              |                     |                      |
| 2       |                     |            |                   |              |                     |                      |
| 3       |                     |            |                   |              |                     |                      |
| 4       |                     |            |                   |              |                     |                      |
| 5       |                     |            |                   |              |                     |                      |

Таблица 2 - Результаты поверки преобразования значения измеренного уровня в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал (4–20) мА

| i | d <sub>эi</sub> , мм | Прямой ход          |                      |                    |                     |                      |                     | Обратный ход                     |                                   |                                 |                                  |                                   |                                  |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|   |                      | d <sub>i</sub> , мм | Δd <sub>i</sub> , мм | U <sub>i</sub> , В | I <sub>i</sub> , мА | I <sub>эi</sub> , мА | γI <sub>i</sub> , % | d <sub>i</sub> <sup>*</sup> , мм | Δd <sub>i</sub> <sup>*</sup> , мм | U <sub>i</sub> <sup>*</sup> , В | I <sub>i</sub> <sup>*</sup> , мА | I <sub>эi</sub> <sup>*</sup> , мА | γI <sub>i</sub> <sup>*</sup> , % |
| 1 |                      |                     |                      |                    |                     |                      |                     |                                  |                                   |                                 |                                  |                                   |                                  |
| 2 |                      |                     |                      |                    |                     |                      |                     |                                  |                                   |                                 |                                  |                                   |                                  |
| 3 |                      |                     |                      |                    |                     |                      |                     |                                  |                                   |                                 |                                  |                                   |                                  |
| 4 |                      |                     |                      |                    |                     |                      |                     |                                  |                                   |                                 |                                  |                                   |                                  |
| 5 |                      |                     |                      |                    |                     |                      |                     |                                  |                                   |                                 |                                  |                                   |                                  |

Примечание – результаты поверки в условиях эксплуатации оформляются в произвольной форме.

Заключение \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 (подпись) (ФИО)