

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРО-  
ЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
(ФГУП «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
по производственной  
метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

2019 г.

**«ГСИ. Уровнемеры «СЕНС У»**

**Методика поверки**

**МП 208-009-2019**

г. Москва  
2019

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Операции поверки	3
2	Средства поверки	3
3	Требования к квалификации поверителей	4
4	Требования безопасности	4
5	Условия поверки	5
6	Подготовка к поверке	5
7	Проведение поверки	5
8	Оформление результатов поверки	12
	Приложение А. Схема проверки уровнемера «СЕНС У»	13
	Приложение Б. Протокол поверки (рекомендуемое)	14

Настоящая методика распространяется на уровнемеры «СЕНС У», изготавливаемые по СЕНС.407629.003ТУ (далее по тексту – уровнемеры), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 2 года.

### 1 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Проверка соответствия встроенного программного обеспечения	7.3	да	да
4 Проверка основной погрешности и вариации показаний измерений уровня	7.4, 7.5	да	да

### 2 Средства поверки

При проведении поверки должны использоваться средства измерений и оборудование, указанные в таблице 2.1

Таблица 2.1

Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые характеристики	Рекомендуемый тип
1 Термогигрометр	5	<p>Диапазон измерения температуры от минус 20 до плюс 60 °С.</p> <p>Пределы допускаемой погрешности измерений температуры <math>\pm 0,3</math> °С.</p> <p>Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90 %.</p> <p>Пределы допускаемой погрешности измерений относительной влажности <math>\pm 2</math> %.</p> <p>Диапазон измерения атмосферного давления от 30 до 110 кПа.</p> <p>Пределы допускаемой погрешности измерений атмосферного давления <math>\pm 0,25</math> кПа.</p>	ИВА-6Н-Д
2 Лента измерительная	7.4	<p>Диапазон измерений: от 0 до 30 м.</p> <p>3 разряд в соответствии с приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840.</p>	
3 Лента измерительная с грузом	7.5	<p>Диапазон измерений: от 0 до 30 м.</p> <p>3 разряд в соответствии с приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840.</p>	

Продолжение таблицы 2.1

Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые характеристики	Рекомендуемый тип
4 Мультиметр цифровой	7.4, 7.5	<p>Диапазон измерений напряжения: от 0 до 10 В.</p> <p>Пределы допускаемой погрешности измерений напряжения <math>\pm(0,0035+0,0005U_k/U) \%</math>.</p> <p>Диапазон измерений сопротивления от 0 до 100 кОм.</p> <p>Пределы допускаемой погрешности измерений сопротивления <math>\pm(0,01+0,001 \cdot R_k/R) \%</math>.</p>	34401А
5 Катушка электрического сопротивления измерительная	7.4, 7.5	Номинальное сопротивление 100 Ом. Класс точности 0,01.	P331
6 Источник питания постоянного тока	7.4, 7.5	<p>Диапазон установки выходного напряжения от 0 до 60 В.</p> <p>Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения выходного напряжения <math>\pm(0,005 \cdot U_{уст}+0,2) В</math>.</p> <p>Диапазон установки выходного тока от 0 до 3 А.</p> <p>Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения выходного тока <math>\pm(0,005 \cdot I_{уст}+0,2) А</math>.</p>	GPR-6030D
Примечание - Допускается применение средств, отличных от приведенных в таблице, но обеспечивающих проверку метрологических характеристик уровнемеров с требуемой точностью.			

### 3 Требования к квалификации поверителей

К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие эксплуатационную документацию уровнемера, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

### 4 Требования безопасности

4.1 Перед началом поверки и в процессе ее проведения необходимо выполнять требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации уровнемера.

4.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019 и требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационных документов применяемых средств поверки.

4.3 Перед началом периодической поверки в условиях эксплуатации необходимо изучить правила техники безопасности проведения работ во взрывоопасной зоне резервуаров-хранилищ нефтепродуктов и выполнять их в процессе проведения поверочных работ.



## **5 Условия поверки**

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

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

5.2 Периодическую поверку допускается проводить в рабочих условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера, методами, указанными в соответствующих пунктах настоящей методики.

5.3 Схема проверки приведена в приложении А.

5.4 При проверке электрическое питание уровнемера осуществлять напряжением, соответствующему диапазону напряжений питания, указанному в эксплуатационной документации.

## **6 Подготовка к поверке**

6.1 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 проверяемый уровнемер до начала поверки находился в одном помещении с эталонами, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

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

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

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

## **7 Проведение поверки**

7.1 Внешний осмотр

Перед началом поверки уровнемер должен быть осмотрен.

Необходимо проконтролировать:

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

7.2 Опробование

Опробование осуществлять следующим образом.

Подать электропитание на уровнемер.

Переместить поплавков уровнемера вдоль направляющей сначала в одну, затем в другую сторону. Контролировать соответствующее изменение выходного сигнала.

7.3 Проверка соответствия встроенного программного обеспечения

Просмотреть в соответствии с эксплуатационной документацией идентификационный номер (номер версии) программного обеспечения. Сравнить его с приведённым в паспорте.

Результат считают положительным, если идентификационные данные (номер версии ПО), появляющиеся на экране монитора компьютера подключенного по протоколу HART к уровнемеру, во вкладке идентификация соответствует указанным в таблице 2.



Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Программа уровнемера «СЕНС У»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже А170

#### 7.4 Проверка основной погрешности и вариации показаний измерений уровня

7.4.1 Проверка основной погрешности и вариации показаний измерений уровня проводится в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений проверяемого уровнемера при прямом и обратном ходах.

7.4.2 При проверке уровнемер расположить горизонтально на столе. Направляющая уровнемера должна быть натянута и закреплена. Натяжение осуществлять грузом из состава уровнемера. Развернуть ленту измерительную, расположить ее в непосредственной близости от уровнемера (параллельно ему) и совместить нулевую отметку ленты измерительной с уплотнительной поверхностью устройства крепления уровнемера. Лента должна быть натянута и закреплена (масса груза  $m = 1$  кг).

7.4.3 Задание уровня (имитацию) в каждой  $i$ -й проверяемой точке, регламентированной по 7.4.1, осуществлять установкой поплавка уровнемера на расстоянии  $d_{zi}$  от уплотнительной поверхности устройства крепления, соответствующем задаваемому уровню и определяемом по формуле 1:

$$d_{zi} = L + d0 + d1 - H_{zi}, \quad (1)$$

где  $L$  – длина направляющей, указанная в обозначении уровнемера, мм;  
 $d0, d1$  – параметры настройки уровнемера, мм;  
 $H_{zi}$  – задаваемый уровень, мм.

Примечание – Просмотр значений параметров настройки  $d0, d1$  уровнемера осуществлять в соответствии с его эксплуатационной документацией.

Задание уровня  $H_{zi}$  необходимо с максимально возможной точностью совместить проекцию нижней плоскости поплавка уровнемера на горизонтальную плоскость с риской ленты измерительной, соответствующей вычисленному расстоянию  $d_{zi}$ . Примечание - При перемещении поплавка уровня поворот его вокруг вертикальной оси направляющей уровнемера не допускается.

Уровень задаётся в каждой точке 3 раза. При этом для прямого хода, каждый раз поплавок отводится от проверяемой точки на расстояние не менее 30 мм в сторону, соответствующую уменьшению уровня, а для обратного хода – в сторону, соответствующую увеличению уровня.

Примечание – Для точки, соответствующей нижнему пределу измерений поплавок отводить в сторону, соответствующую увеличению уровня, а для точки, соответствующей верхнему пределу измерений поплавок отводить в сторону, соответствующую уменьшению уровня.

Допускается задавать уровень на эталонной поверочной уровнемерной установке с абсолютной погрешностью воспроизведения единицы измерения уровня в зависимости от варианта исполнения уровнемера:  $\pm 0,3$  мм,  $\pm 1$  мм.

7.4.4 Проверку основной погрешности и вариации показаний измерений уровня осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с 7.4.3 поместить поплавок уровня последовательно в точки, соответствующие 7.4.1, в порядке возрастания уровня (прямой ход).

В каждой  $i$ -й точке, для каждого  $j$ -го раза фиксировать по цифровому сигналу на базе протокола HART значение измеренного уровня  $H_{ij}$  и измеренное мультиметром PV значение падения напряжения  $U_{ij}$  на катушке электрического сопротивления  $R_j$ .

Примечание – Напряжение фиксировать с точностью до четвёртого знака после запятой

б) В соответствии с 7.4.3 поместить поплавков уровня последовательно в точки, соответствующие 7.4.1, в порядке убывания уровня (обратный ход).

В каждой  $i$ -й точке, для каждого  $j$ -го раза фиксировать по цифровому сигналу на базе протокола HART значение измеренного уровня  $H_{ij}^*$  и измеренное мультиметром PV значение падения напряжения  $U_{ij}^*$  на катушке электрического сопротивления  $R_3$ .

Примечание – Напряжение фиксировать с точностью до четвертого знака после запятой.

в) Для каждой  $i$ -й точки вычислить средние значения измеренного уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART при прямом ходе  $H_i$  и обратном ходе  $H_i^*$ , по формулам 2 и 3:

$$H_i = \frac{\sum_{j=1}^3 H_{ij}}{3} \quad (2), \quad H_i^* = \frac{\sum_{j=1}^3 H_{ij}^*}{3} \quad (3).$$

г) Для каждой  $i$ -й точки вычислить средние значения падения напряжения на катушке электрического сопротивления при прямом ходе  $U_i$  и обратном ходе  $U_i^*$ , по формулам 4 и 5:

$$U_i = \frac{\sum_{j=1}^3 U_{ij}}{3} \quad (4), \quad U_i^* = \frac{\sum_{j=1}^3 U_{ij}^*}{3} \quad (5).$$

д) Для каждой  $i$ -й точки определить значения выходного тока уровнемера при прямом ходе  $I_i$  и обратном ходе  $I_i^*$ , мА, по формулам 6 и 7:

$$I_i = \frac{U_i}{R_3} \quad (6), \quad I_i^* = \frac{U_i^*}{R_3} \quad (7),$$

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

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

Затем по рассчитанным значениям выходного тока в каждой  $i$ -ой точке определить значения измеренного уровня для токового сигнала 4 – 20 мА при прямом ходе  $h_i$  и обратном ходе  $h_i^*$  по формулам 8 и 9:

$$h_i = H_H + \frac{(I_i - I_H) \cdot (H_B - H_H)}{(I_B - I_H)}, \quad (8)$$

$$h_i^* = H_H + \frac{(I_i^* - I_H) \cdot (H_B - H_H)}{(I_B - I_H)}, \quad (9)$$

где  $I_H$  – нижнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;

$I_B$  – верхнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;

$H_H$  – нижний предел измерений уровня, мм;

$H_B$  – верхний предел измерений уровня, мм.

е) В каждой  $i$ -ой точке определить погрешность измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART при прямом  $\Delta H_i$  и обратном ходе  $\Delta H_i^*$  по формулам 10 и 11:

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

$$\Delta H_i^* = H_i^* - H_{эi}, \quad (11)$$

где  $H_{эi}$  – значение задаваемого уровня, мм.

В каждой  $i$ -ой точке определить погрешность измерений уровня для токового сигнала 4 – 20 мА при прямом  $\Delta h_i$  и обратном ходе  $\Delta h_i^*$  по формулам 12 и 13:



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

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

где  $H_{эi}$  – значение задаваемого уровня, мм.

Для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений, превышающим 6 м, и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений, превышающим 4 м, определить погрешность, приведенную к диапазону измерений, при прямом  $\gamma h_i$  и обратном ходе  $\gamma h_i^*$  по формулам 14 и 15:

$$\gamma h_i = \frac{\Delta h_i}{(H_B - H_H)} \cdot 100 (\%), \quad (14)$$

$$\gamma h_i^* = \frac{\Delta h_i^*}{(H_B - H_H)} \cdot 100 (\%). \quad (15)$$

В качестве основной погрешности измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART  $\Delta H$  принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\Delta H_i$  и  $\Delta H_i^*$ .

В качестве основной погрешности измерений уровня для токового сигнала 4 – 20 мА  $\Delta h$  или  $\gamma h$  принять:

– максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\Delta h_i$ ,  $\Delta h_i^*$ , для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений до 6 м включительно и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений до 4 м включительно;

– максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\gamma h_i$ ,  $\gamma h_i^*$ , для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений, превышающим 6 м, и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений, превышающим 4 м.

ж) В каждой  $i$ -ой точке определить вариацию показаний измерений для цифрового сигнала на базе протокола HART по формуле 16:

$$\Delta H_{bi} = H_i - H_i^*. \quad (16)$$

В каждой  $i$ -ой точке определить вариацию показаний измерений для токового сигнала 4 – 20 мА по формуле 17:

$$\Delta h_{bi} = h_i - h_i^*. \quad (17)$$

Для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений, превышающим 6 м, и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений, превышающим 4 м, определить вариацию показаний измерений по формуле 18:

$$\gamma h_{bi} = \gamma h_i - \gamma h_i^*. \quad (18)$$

В качестве вариации показаний измерений для цифрового сигнала на базе протокола HART  $H_b$  принять максимальное по модулю из вычисленных значений  $\Delta H_{bi}$ .

В качестве вариации показаний измерений для токового сигнала 4 – 20 мА в диапазоне измерений  $\Delta h_b$  или  $\gamma h_b$  принять:

– максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\Delta h_{bi}$  для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений до 6 м включительно и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений до 4 м включительно;

– максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\gamma h_{bi}$  для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений, превышающим 6 м, и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений, превышающим 4 м.



7.4.5 Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения основной погрешности и вариации показаний не превышают пределов допускаемой основной погрешности.

7.5 Проверка основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в условиях эксплуатации без демонтажа уровнемера

7.5.1 Проверка основной погрешности и вариации показаний измерений уровня уровнемера в условиях эксплуатации проводится в пяти точках, по возможности равномерно распределённых в диапазоне измерений при прямом и обратном ходах, т.е. при повышении и понижении уровня жидкости в резервуаре.

7.5.2 Установку уровней жидкости в резервуаре в точках, регламентированных по 7.5.1, осуществлять с помощью ленты измерительной с грузом. При этом за значение уровня жидкости в резервуаре  $H_{эi}$ , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле 19:

$$H_{эi} = H_B \left[ 1 + \alpha_{СТ} \cdot (T_B^Г - T_B^П) \right] - \frac{\sum_{j=1}^m d_{ij}}{m} \cdot \left[ 1 - \alpha_S \cdot (20 - T_B^Г) \right], \quad (19)$$

где  $H_B$  – базовая высота резервуара, значение которой принимают по протоколу поверки резервуара, мм;

$\alpha_{СТ}$  – температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара,  $1/^\circ\text{C}$ ;

$\alpha_S$  – температурный коэффициент линейного расширения материала ленты измерительной,  $1/^\circ\text{C}$ ;

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

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

$d_{ij}$  – высота газового пространства при  $j$ -м измерении в  $i$ -й точке, измеренная с помощью ленты измерительной с грузом через измерительный люк резервуара (расстояние от поверхности жидкости в резервуаре до верхнего края измерительного люка), мм.

$m$  – количество измерений высоты газового пространства в  $i$ -й точке, принимаемое не менее пяти.

Допускается задавать уровень в резервуаре с помощью других эталонных средств измерения уровня с абсолютной погрешностью воспроизведения единицы измерения уровня в зависимости от варианта исполнения уровнемера:  $\pm 0,3$  мм,  $\pm 1$  мм.

7.5.3 Проверку основной погрешности и вариации показаний измерений уровня осуществлять следующим образом:

а) Последовательно в соответствии с 7.5.2 устанавливают в резервуаре уровни жидкости, регламентированные по 7.5.1, в порядке возрастания уровня (прямой ход).

В каждой  $i$ -й точке фиксировать по цифровому сигналу на базе протокола HART значение измеренного уровня  $H_i$  и измеренное мультиметром PV значение падения напряжения  $U_i$  на катушке электрического сопротивления  $R_э$ .

Примечание – Напряжение фиксировать с точностью до четвёртого знака после запятой

б) Последовательно в соответствии с 7.5.2 устанавливают в резервуаре уровни жидкости, регламентированные по 7.5.1, в порядке убывания уровня (обратный ход).

В каждой  $i$ -й точке фиксировать по цифровому сигналу на базе протокола HART значение измеренного уровня  $H_i^*$  и измеренное мультиметром PV значение падения напряжения  $U_{ij}^*$  на катушке электрического сопротивления  $R_э$ .

Примечание – Напряжение фиксировать с точностью до четвёртого знака после запятой.

в) Для каждой  $i$ -й точки определить значения выходного тока уровнемера при прямом ходе  $I_i$  и обратном ходе  $I_i^*$ , мА, по формулам 20 и 21:

$$I_i = \frac{U_i}{R_3}, \quad (20) \quad I_i^* = \frac{U_i^*}{R_3}, \quad (21)$$

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

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

Затем по рассчитанным значениям выходного тока в каждой  $i$ -ой точке определить значения измеренного уровня для токового сигнала 4 – 20 мА при прямом ходе  $h_i$  и обратном ходе  $h_i^*$  по формулам 22 и 23:

$$h_i = H_H + \frac{(I_i - I_H) \cdot (H_B - H_H)}{(I_B - I_H)}, \quad (22)$$

$$h_i^* = H_H + \frac{(I_i^* - I_H) \cdot (H_B - H_H)}{(I_B - I_H)}, \quad (23)$$

где  $I_H$  – нижнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;

$I_B$  – верхнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;

$H_H$  – нижний предел измерений уровня, мм;

$H_B$  – верхний предел измерений уровня, мм.

г) В каждой  $i$ -ой точке определить погрешность измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART при прямом  $\Delta H_i'$  и обратном ходе  $\Delta H_i^{**}$  по формулам 24 и 25:

$$\Delta H_i' = H_i - H_{эi}, \quad (24)$$

$$\Delta H_i^{**} = H_i^* - H_{эi}, \quad (25)$$

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

В каждой  $i$ -ой точке определить погрешность измерений уровня для токового сигнала 4 – 20 мА при прямом  $\Delta h_i'$  и обратном ходе  $\Delta h_i^*$  по формулам 26 и 27:

$$\Delta h_i' = h_i - H_{эi}, \quad (26)$$

$$\Delta h_i^{**} = h_i^* - H_{эi}, \quad (27)$$

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

д) Определить поправку, равную значению смещения нулевой точки уровнемера относительно нулевой точки эталонного средства измерений уровня,  $\Delta H_0$  для цифрового сигнала на базе протокола HART и  $\Delta h_0$  для токового сигнала 4 – 20 мА по формулам 28 и 29:

$$\Delta H_0 = \frac{\sum_{i=1}^5 (\Delta H_i + \Delta H_i^*)}{10}, \quad (28) \quad \Delta h_0 = \frac{\sum_{i=1}^5 (\Delta h_i + \Delta h_i^*)}{10}. \quad (29)$$

Вычислить скорректированные значения погрешности измерений уровня для каждой точки при прямом  $\Delta H_i$  и обратном ходе  $\Delta H_i^*$  для цифрового сигнала на базе протокола HART по формулам 30 и 31:

$$\Delta H_i = \Delta H_i' - \Delta H_0, \quad (30) \quad \Delta H_i^* = \Delta H_i^{**} - \Delta H_0 \quad (31)$$

Вычислить скорректированные значения погрешности измерений уровня для каждой точки при прямом  $\Delta h_i$  и обратном ходе  $\Delta h_i^*$  для цифрового сигнала на базе протокола HART по формулам 32 и 33:

$$\Delta h_i = \Delta h_i' - \Delta h_0, \quad (32) \quad \Delta h_i^* = \Delta h_i^{**} - \Delta h_0 \quad (33)$$



Для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений, превышающим 6 м, и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений, превышающим 4 м, определить погрешность, приведенную к диапазону измерений, при прямом  $\gamma h_i$  и обратном ходе  $\gamma h_i^*$  по формулам 34 и 35:

$$\gamma h_i = \frac{\Delta h_i}{(H_B - H_H)} \cdot 100 (\%), \quad (34)$$

$$\gamma h_i^* = \frac{\Delta h_i^*}{(H_B - H_H)} \cdot 100 (\%). \quad (35)$$

В качестве основной погрешности измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART  $\Delta H$  принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\Delta H_i$  и  $\Delta H_i^*$ .

В качестве основной погрешности измерений уровня для токового сигнала 4 – 20 мА  $\Delta h$  или  $\gamma h$  принять:

– максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\Delta h_i$ ,  $\Delta h_i^*$ , для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений до 6 м включительно и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений до 4 м включительно;

– максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\gamma h_i$ ,  $\gamma h_i^*$ , для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений, превышающим 6 м, и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений, превышающим 4 м.

ж) В каждой  $i$ -ой точке определить вариацию показаний измерений для цифрового сигнала на базе протокола HART по формуле 36:

$$\Delta H_{Bi} = H_i - H_i^*. \quad (36)$$

В каждой  $i$ -ой точке определить вариацию показаний измерений для токового сигнала 4 – 20 мА по формуле 37:

$$\Delta h_{Bi} = h_i - h_i^*. \quad (37)$$

Для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений, превышающим 6 м, и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений, превышающим 4 м, определить вариацию показаний измерений по формуле 38:

$$\gamma h_{Bi} = \gamma h_i - \gamma h_i^*. \quad (38)$$

В качестве вариации показаний измерений для цифрового сигнала на базе протокола HART  $\Delta H_B$  принять максимальное по модулю из вычисленных значений  $\Delta H_{Bi}$ .

В качестве вариации показаний измерений для токового сигнала 4 – 20 мА  $\Delta h_B$  или  $\gamma h_B$  принять:

– максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\Delta h_{Bi}$  для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений до 6 м включительно и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений до 4 м включительно;

– максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных  $\gamma h_{Bi}$  для уровнемеров с пределами основной погрешности  $\pm 3$  мм с диапазоном измерений, превышающим 6 м, и с пределами основной погрешности  $\pm 2$  мм с диапазоном измерений, превышающим 4 м.

7.5.4 Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения основной погрешности и вариации показаний не превышают пределов допускаемой основной погрешности.

## 8 Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляют протоколом поверки, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении Б.

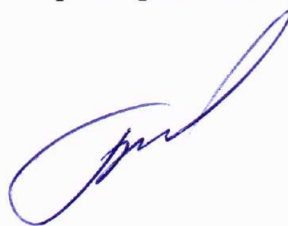
10.2. Положительные результаты первичной поверки оформляют свидетельством о поверке на уровнемер в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 (ред. от 28.12.2018).

10.3. Положительные результаты периодической поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 (ред. от 28.12.2018).. Знак поверки наносится на паспорт уровнемера и (или) на свидетельство о поверке.

10.4. При отрицательных результатах первичной поверки уровнемер считают непригодным к применению и в эксплуатацию не допускают.

При отрицательных результатах периодической поверки уровнемер считают непригодным к применению и оформляют извещение о непригодности уровнемера с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 (ред. от 28.12.2018)..

Начальник отдела 208  
ФГУП «ВНИИМС»



Б.А. Иполитов

Научный сотрудник отдела 208  
ФГУП «ВНИИМС»



Д.Ю. Семенюк



## Приложение А

(обязательное)

### Схема проверки уровнемера «СЕНС У1 варианта исполнения 4/20 мА»

А.1 Схема подключения при проведении испытаний уровнемеров с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4 – 20 мА и выходным сигналом на базе протокола HART приведена на рисунке А.1.

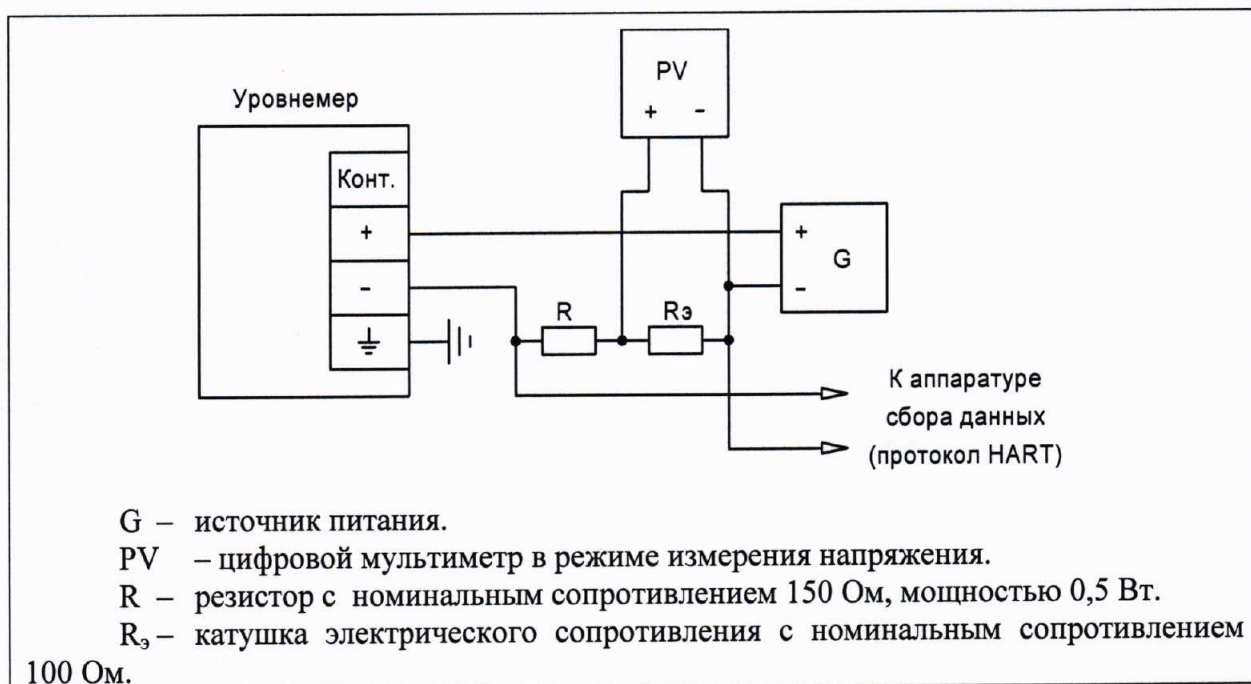


Рисунок А.1

**Приложение Б**  
**(рекомендуемое)**

**Протокол поверки уровнемера СЕНС У \_\_\_\_\_**

Диапазон измерений уровня, мм: \_\_\_\_\_

Выходные информационные сигналы: \_\_\_\_\_  
(цифровой, токовый)

Поверка проводилась \_\_\_\_\_  
(в лаборатории или без демонтажа на месте эксплуатации, условия поверки Т, Р, v)

Средства поверки \_\_\_\_\_  
(наименование, тип, заводской номер, диапазон, разряд, класс или погрешность)

**Результаты поверки**

- 1 Внешний осмотр: \_\_\_\_\_
  - 2 Опробование:
  - 2.1 Проверка функционирования \_\_\_\_\_
  - 2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения
- Получены идентификационные данные ПО (см. таблицу 1).

Таблица 1.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	
Цифровой идентификатор ПО	

**3 Определение погрешности измерений уровня**

По цифровому выходу, HART/UART с поддержкой ModBus								
		Прямой ход			Обратный ход			
Точка	$H_{э,т},$ мм	$H_i,$ мм	$\Delta H,$ мм	$\Delta_{доп},$ мм	$H_i,$ мм	$\Delta H,$ мм	$\Delta_{доп},$ мм	Вариация, мм
$H_1$								
$H_2$								
$H_3$								
$H_4$								
$H_5$								

Аналоговый токовый выход 4-20 мА, либо отсчет по показаниям дисплея										
		Прямой ход				Обратный ход				
Точка	$H_{э,т},$ мм	$I_i,$ мА	$H_i,$ мм	$\Delta H,$ мм	$\Delta H_{доп},$ мм	$I_y,$ мА	$H_i,$ мм	$\Delta H,$ мм	$\Delta H_{доп},$ мм	Вариация, мм
$H_1$										
$H_2$										
$H_3$										
$H_4$										
$H_5$										

Результат поверки: \_\_\_\_\_

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