


УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»




Н.В. Иванникова

« 15 » октября 2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Датчики уровня LLT-RS

Методика поверки
МП 208-089-2018

г. Москва
2018

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Область применения	3
2.	Нормативные ссылки	3
3.	Термины, определения и обозначения	3
4.	Операции поверки	3
5.	Средства поверки	4
6.	Требования безопасности и требования к квалификации поверителей	4
7.	Условия поверки и подготовка к ней	4
8.	Подготовка к поверке	5
9.	Проведение поверки.....	7
9.1	Внешний осмотр	7
9.2	Опробование	7
9.3	Определение метрологических характеристик	7
10.	Оформление результатов поверки.....	11
	Приложение А (рекомендуемое).....	12

1. Область применения

Настоящая методика распространяется на датчики уровня Датчики уровня LLT-RS (далее – датчики уровня) изготавливаемые ООО «РивалКом», Республика Татарстан, г. Набережные Челны, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками 4 года.

2. Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 28725-90 Приборы для измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 8.321-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Датчики уровня промышленного применения. Методика поверки

ГОСТ 8.477-82 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений уровня жидкости

ГОСТ 12.0.004-90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

Приказ Минпромторга России №1815 от 02 июля 2015 года «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

ПР 50.2.012-94 ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений

Р 50.2.077-2014 ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа.

Проверка защиты программного обеспечения

РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения

Примечание – При пользовании настоящей методикой целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. Термины, определения и обозначения

В настоящей методике применены термины по ГОСТ 8.321 и РМГ 29.

4. Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции, выполняемые при поверке

Операции поверки	Вид поверки	
	первичная	периодическая
Внешний осмотр	Да	Да
Опробование	Да	Да
Определение метрологических характеристик		
- поверка в лабораторных условиях (демонтаж)	Да	Да
- поверка без демонтажа	Нет	Да

5. Средства поверки

При проведении поверки датчиков уровня применяют следующее поверочное оборудование:

- рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502-98 класса точности 2 с диапазоном измерений не менее диапазона поверяемого датчика уровня;
- имитатор уровня, представляющий собой магнитный элемент, имитирующий положение уровня контролируемой среды.
- калибратор процессов многофункциональный FLUKE-726 (регистрационный номер 52221-12);
- рабочий эталон 1-го и 2-го разряда по ГОСТ 8.477-82 с диапазоном измерений равным диапазону поверяемого датчика уровня и пределами абсолютной погрешности в соотношении не более 1/3 к поверяемому датчику уровня;

Допускается применение других средств поверки с характеристиками, отвечающими вышеуказанным требованиям.

Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или свидетельства об аттестации в качестве эталона.

6. Требования безопасности и требования к квалификации поверителей

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки и поверяемого датчика уровня. Лица, проводящие поверку должны пройти инструктаж по технике безопасности согласно ГОСТ 12.0.004.

Поверку должны осуществлять специалисты организаций, аккредитованных на право поверки, изучившие эксплуатационную документацию на датчик уровня и инструкцию по технике безопасности. К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей в соответствии с правилами по метрологии ПР 50.2.012, и изучивших настоящую методику, а также специально обученных лиц, работающих под руководством поверителей.

7. Условия поверки и подготовка к ней

При проведении поверки в лабораторных условиях при полном демонтаже датчиков уровня должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня от 15 до 25 жидкости), °С
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

При проведении поверки без демонтажа в условиях эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды, °С от 5 до 35
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

Внешние электрические и магнитные поля (кроме земного), вибрация, тряска и удары, влияющие на работу составных частей датчиков уровня, отсутствуют.

8. Подготовка к поверке

8.1 Перед проведением первичной поверки выполняют следующие подготовительные работы:

Если датчик уровня поверяется на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости или имитацией изменения уровня жидкости (рис. 1), то его монтаж производится в соответствии с руководством по эксплуатации установки.

Если датчик уровня поверяется с помощью измерительной рулетки, то его монтируют на специальной подставке и вдоль датчика уровня разворачивают эталонную рулетку (рис. 3).

8.2 Перед проведением периодической поверки выполняют следующие подготовительные работы:

При поверке с полным демонтажем необходимо:

- демонтировать датчик уровня с резервуара;
- провести поверку руководствуясь п. 8.1 данной методики.

При поверке без демонтажа в условиях эксплуатации необходимо:

- остановить технологический процесс и обеспечить перекачку контролируемой среды из одной емкости в другую;
- произвести отстой контролируемой среды в емкости не менее 2 ч.

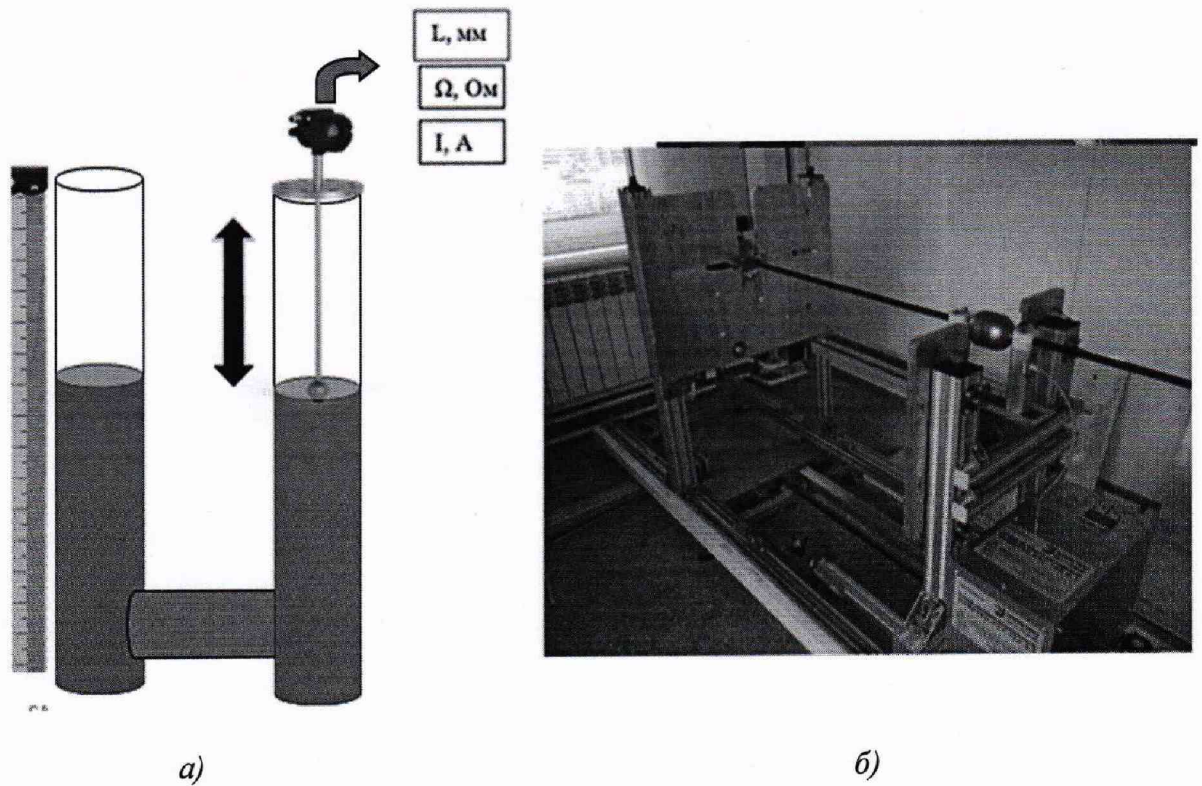


Рисунок 1 – Поверка датчика уровня на поверочной установке *а)* с непосредственным изменением уровня жидкости *б)* с имитацией изменения уровня жидкости

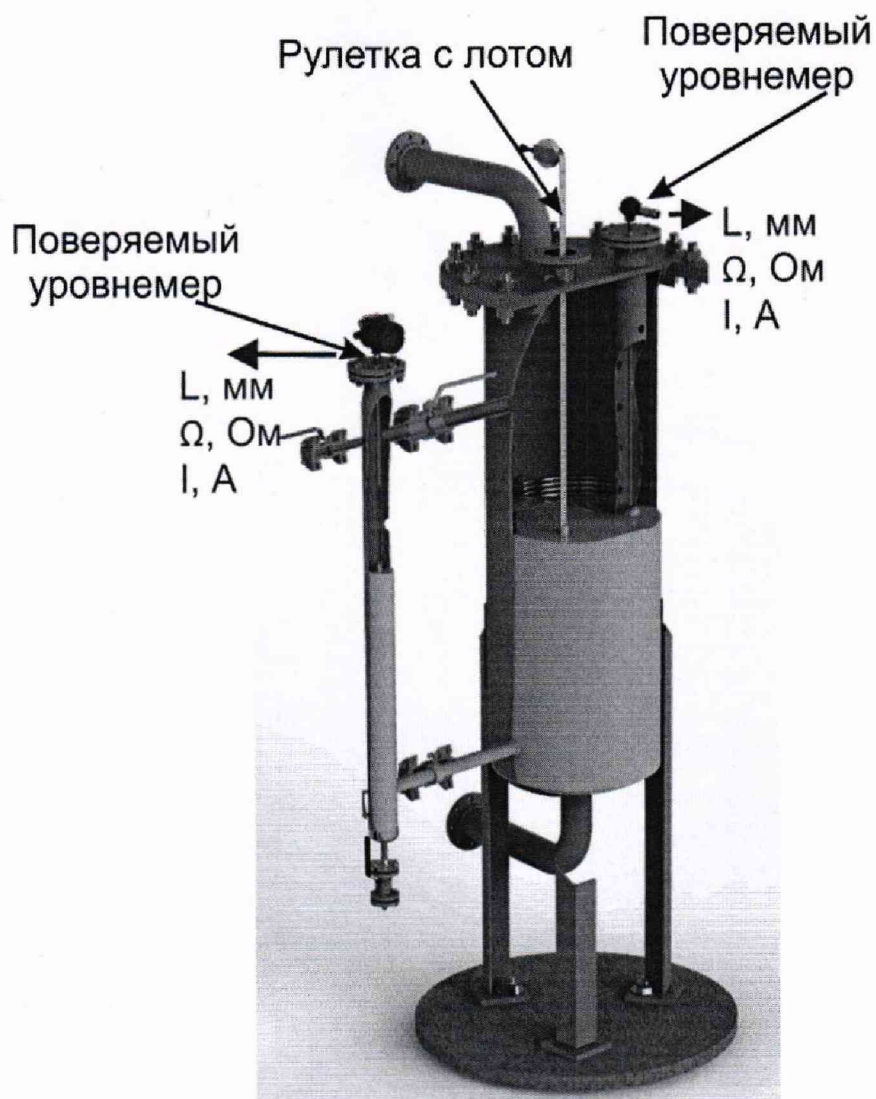


Рисунок 2 – Проверка датчика уровня без демонтажа с помощью эталонной рулетки с лотом



Рисунок 3 – Проверка датчика уровня с помощью рулетки и магнитного поплавка

9. Проведение поверки

9.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие датчика уровня следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений на датчике уровня, препятствующих его применению или нормальной работе;
- соответствие информации на маркировочной табличке датчика уровня требованиям эксплуатационной документации;
- соответствие комплектности датчика уровня указанной в документации.

9.2 Опробование

9.2.1 Проверка функционирования

При проверке функционирования датчика уровня убеждаются, что показания датчика уровня изменяются при изменении уровня жидкости, при поверке на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости, или перемещении магнитного поплавка вдоль чувствительного элемента, при поверке с помощью установки с имитацией изменения уровня жидкости или эталонной рулетки. При этом показания уровня, считываемые по показывающему устройству, по цифровому выходу, по аналоговому токовому выходу 4-20 мА, по линейному резистивному, по трехпроводному потенциометру должны равномерно увеличиваться и уменьшаться в зависимости от направления перемещения жидкости, или магнитного поплавка. Данную операцию проводят на всем диапазоне измерений поверяемого датчика уровня.

9.2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» включает:

- определение идентификационного наименования программного обеспечения;
- определение номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения;
- определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) программного обеспечения.

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

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	RV-PRS/XX. 6.07
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 6.07
Цифровой идентификатор ПО	0xB017
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16

9.3 Определение метрологических характеристик

9.3.1 При первичной поверке и при периодической поверке с демонтажем определение метрологических характеристик выполняют следующим образом.

9.3.1.1 Датчик уровня подготавливают к поверке согласно п. 8 настоящей методики.

Далее задается пять поверяемых отметок, равномерно распределенных по всему диапазону измеряемых значений уровня. Основная абсолютная погрешности определяется при повышении и понижении уровня жидкости (или путем перемещения поплавка с магнитом вдоль трубки с чувствительным элементом) в последовательности, приведенной ниже:

- сперва повышается, а затем понижается уровень измеряемой среды в датчик уровняной установке (либо перемещается поплавков с магнитом) до каждой поверяемой отметки, одновременно записывают значение уровня измеренное эталонным средством измерений в этой точке и снимаются показания уровня поверяемого датчика уровня по цифровому выходу в миллиметрах;

- результаты показаний датчика уровня и эталонного средства измерений заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении А настоящей методики.

9.3.1.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений уровня по цифровому выходу, производится по формуле:

$$\Delta H_i = H_{yi} - H_{zi} \quad (1)$$

где H_{yi} – значение уровня, измеренное поверяемым датчиком уровня в i -той точке, мм;

H_{zi} – значение уровня, измеренное датчик уровняной установкой или рулеткой в i -той точке, мм.

Результаты поверки считаются положительными, если значение основной абсолютной погрешности измерений уровня в каждой точке не превышает ± 5 мм; ± 10 мм; или ± 15 мм в зависимости от значений указанных в паспорте поверяемого датчика уровня.

9.3.1.3 При использовании выходного токового сигнала, либо считывания результатов измерений уровня с показывающего устройства датчика уровня определение погрешности измерений уровня производится в следующей последовательности.

Задаются пять поверяемых отметок, равномерно распределенных по всему диапазону измеряемых значений уровня.

- сперва повышается, а затем понижается уровень измеряемой среды в датчик уровняной установке (либо перемещается поплавков с магнитом) до каждой поверяемой отметки, одновременно записывают значение выходного токового сигнала полученное по показаниям поверяемого датчика уровня в мА, либо значение уровня в мм снятое с показывающего устройства датчика уровня и измеренное значение уровня эталонным средством измерений в этой точке в миллиметрах;

- результаты показаний датчика уровня и эталонного средства измерений заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении А настоящей методики.

- для значений выходного токового сигнала датчика уровня в мА проводят пересчет последнего в значение уровня в мм по формуле:

$$H_{измi} = \frac{(I_{измi} - 4) \cdot M}{16} + H_0 \quad (2)$$

где

$I_{измi}$ – показания поверяемого датчика уровня по токовому сигналу в i -той точке, мА;

H_0 – начальное значение уровня, значение уровня в первой опорной точке датчика уровня, мм (рекомендуется принять равным нулю);

M – диапазон измерений уровня поверяемого датчика уровня, мм.

После этого определение абсолютной погрешности измерений уровня по токовому выходу, производится по формуле (1).

Результаты поверки при использовании информации токового выхода, либо показывающего устройства считаются положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня не превышает допустимых значений определяемых по формуле 3:

$$\Delta H_{допi} = \sqrt{\Delta_{доп}^2 + \left(\frac{\gamma}{100} \times M\right)^2} \quad (3)$$

где $\Delta_{\text{доп}}$ – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений уровня, ± 5 мм; ± 10 мм; или ± 15 мм в зависимости от значений указанных в паспорте поверяемого датчика уровня;

γ – пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования значения уровня в стандартный токовый выходной сигнал, 0,2 %;

M – диапазон измерений уровня датчиком уровня, мм.

9.3.1.4 При использовании выходного сигнала по линейному резистивному, либо по трехпроводному потенциометрическому выходу датчика уровня (при отсутствии в ЭБ преобразователя) определение погрешности измерений уровня производится в следующей последовательности.

Задаются пять поверяемых отметок, равномерно распределенных по всему диапазону измеряемых значений уровня.

- сперва повышается, а затем понижается уровень измеряемой среды в датчик уровня установки (либо перемещается поплавков с магнитом) до каждой поверяемой отметки, одновременно записывают значение выходного резистивного сигнала полученное по показаниям поверяемого датчика уровня в Ом и измеренное значение уровня эталонным средством измерений в этой точке в миллиметрах;

- результаты показаний датчика уровня и эталонного средства измерений заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении А настоящей методики.

- для значений выходного резистивного сигнала датчика уровня в Ом проводят пересчет последнего в значение уровня в мм по формуле:

$$H_{\text{изм}i} = \left(\frac{R_{\text{изм}i} - R_0}{R_{\text{ном}}} \right) \cdot h + H_0 \quad (4)$$

где

$R_{\text{изм}i}$ – показание поверяемого датчика уровня по резистивному выходу в i -той точке, Ом;

R_0 – начальное значение сопротивления цепи, Ом, соответствующее уровню в первой опорной точке H_0 ;

h – шаг герконовой цепи, мм;

$R_{\text{ном}}$ – паспортное значение номинального сопротивления одного резистора в герконовой цепи датчика уровня, Ом;

H_0 – начальное значение уровня, значение уровня в первой опорной точке датчика уровня, мм (рекомендуется принять равным нулю).

После этого определение абсолютной погрешности измерений уровня по резистивному, либо по трехпроводному потенциометрическому выходу, производится по формуле (1).

Результаты поверки при использовании информации по резистивному, либо по трехпроводному потенциометрическому выходу считаются положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня не превышает допустимых значений определяемых по формуле 5:

$$\Delta H_{\text{доп}R} = \sqrt{\Delta_{\text{доп}}^2 + \left(\frac{\delta_R}{100} \times R_{\text{изм}i} \right)^2} \quad (5)$$

где $\Delta_{\text{доп}}$ – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений уровня, ± 5 мм; ± 10 мм; или ± 15 мм в зависимости от паспортных значений указанных в паспорте поверяемого датчика уровня;

$R_{\text{изм}i}$ – показание поверяемого датчика уровня по резистивному выходу в i -той точке, Ом;

δ_R – пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности преобразования значения уровня в резистивный выходной сигнал, 1 %.

9.3.1.5 Вариация показаний определяется как наибольшая разность показаний датчика уровня в одной и той же поверяемой точке при прямом и обратном ходе и не должна превышать значений пределов допускаемой абсолютной погрешности указанных в паспорте на конкретный датчик уровня, либо значений рассчитываемых по формулам 3 или 5 для соответствующего информационного выхода.

9.3.2 При периодической поверке без демонтажа определение метрологических характеристик выполняют следующим образом.

Допускается проводить периодическую поверку датчиков уровня без демонтажа на месте эксплуатации в случае выполнения следующих условий.

Если среда, где установлены датчики уровня, соответствует требованиям эксплуатационной документации на датчики уровня, и измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление), допускается проводить определение погрешности измерений уровня непосредственно на мере вместимости (без демонтажа датчика уровня). При этом поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной, перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено.

Проводят измерение уровня при исходном уровне жидкости в мере вместимости. Измерение уровня осуществляется с помощью рулетки измерительной с грузом. Если имеется возможность заполнения/опорожнения меры вместимости до определенных уровней, значение которых однозначно определены, например, конструкцией резервуара, проходящих трубопроводов или технологическим процессом, то поверка может производиться по данным уровням.

Порядок поверки следующий.

Датчики уровня подготавливаются к поверке согласно п. 8 настоящей методики.

Включают поверяемый датчик уровня и фиксируют на нем нулевую контрольную точку, опускают эталонную измерительную рулетку через измерительный люк меры вместимости (рис.2) и по ее шкале зафиксировать высоту поверхности раздела «жидкость – газовое пространство» (далее – высота газового пространства).

Далее определяется значение измеренного уровня соответствующего данной точке считываемого по цифровому выходу датчика уровня, либо согласно формулам 2 или 4 при использовании выходного информационного сигнала от токового или резистивного выхода соответственно.

При применении эталонной измерительной рулетки за значение H_3 , мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^Г - T_B^П)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{0ji}^Г}{m} \cdot [1 + \alpha_s \cdot (20 - T_B^Г)] \quad (6)$$

где H_6 — базовая высота резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, мм;

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

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

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

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

$(H_0^Г)_{ij}$ - высота газового пространства при i -том измерении в j -той точке, мм;

m - число измерений высоты газового пространства, принимаемое не менее пяти.

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

- эталонную измерительную рулетку, опустить через измерительный люк меры вместимости ниже поверхности жидкости на глубину около 1000 мм;

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

- измерительную рулетку поднять (строго вверх без смещения в стороны) до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части ленты и взять отсчет по шкале ленты (нижний отсчет) с точностью до 1 мм.

Для более точного измерения уровня поверхность рулетки необходимо натереть пастой.

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

Повышают уровень жидкости до каждой контрольной отметки, устанавливаемой по эталонной измерительной рулетке, затем уровень жидкости понижают до каждой контрольной отметки, снимают показания средств измерений и результаты, полученные с эталонной измерительной рулетки вносят в протокол поверки датчика уровня.

Результаты поверки считаются положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня не превышает значений пределов допускаемой абсолютной погрешности указанных в паспорте на конкретный датчик уровня, либо значений рассчитываемых по формулам 3 или 5 для соответствующего информационного выхода.

10. Оформление результатов поверки

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

10.2. Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте на датчик уровня в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815.

10.1. Положительные результаты периодической поверки оформляют записью в паспорте, и/или свидетельством о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815. Знак поверки наносится на паспорт датчика уровня и (или) на свидетельство о поверке.

10.3. При отрицательных результатах первичной поверки датчик уровня считают непригодным к применению и в эксплуатацию не допускают.

При отрицательных результатах периодической поверки датчик уровня считают непригодным к применению и оформляют извещение о непригодности датчика уровня с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815.

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»



Б.А. Иполитов

Научный сотрудник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»



Д.Ю. Семенюк

**Приложение А
(рекомендуемое)**

Протокол поверки датчика уровня LLT-RS _____

Диапазон измерений уровня, мм: _____

Выходные информационные сигналы: _____
(цифровой, токовый, резистивный)

Шаг герконовой цепи h , мм: _____

Поверка проводилась _____
(в лаборатории или без демонтажа на месте эксплуатации, условия поверки T, P, 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 абсолютной погрешности измерений уровня

По цифровому выходу, HART/UART с поддержкой протокола ModBus или по протоколам Profibus PA/DP, Foundation Fieldbus								
		Прямой ход			Обратный ход			
Точка	$H_{эт},$ мм	$H_y,$ мм	$\Delta H,$ мм	$\Delta_{доп},$ мм	$H_y,$ 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					Вариация, мм
Точка	$H_{эт}$, мм	I_y , мА	\bar{I}_y , мА	H_y , мм	ΔH , мм	$\Delta H_{доп}$, мм	I_y , мА	\bar{I}_y , мА	H_y , мм	ΔH , мм	$\Delta H_{доп}$, мм	
H_1												
H_2												
H_3												
H_4												
H_5												

Трехпроводный потенциометр (линейный резистивный)												
		Прямой ход					Обратный ход					Вариация, мм
Точка	$H_{эт}$, мм	$R_{изм}$, Ом	$R_{ном}$, Ом	H_y , мм	ΔH , мм	$\Delta H_{доп}$, мм	$R_{изм}$, Ом	$R_{ном}$, Ом	H_y , мм	ΔH , мм	$\Delta H_{доп}$, мм	
H_1												
H_2												
H_3												
H_4												
H_5												

Результат поверки: _____

Поверитель _____ / _____ /
(подпись)