

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова
Н.В. Иванникова

05
05 октября 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
УРОВНЕМЕРЫ ПОПЛАВКОВЫЕ АЛМ

Методика поверки
МП 208-047-2017

г. Москва
2017

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.....	6
9.1	Внешний осмотр.....	6
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 уровнемеры поплавковые ALM (далее – уровнемеры) изготавливаемые фирмой «KSR KUEBLER Niveau-Messtechnik AG », Германия, и устанавливаемые методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками 4 года.

2. Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы нормативные ссылки на следующие документы:

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). Уровнемеры 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	Да	Да

5. Средства поверки

При проведении поверки уровнемеров применяют следующее поверочное оборудование:

5. Средства поверки

При проведении поверки уровнемеров применяют следующее поверочное оборудование:

- рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502-98 класса точности 2 с диапазоном измерений равным диапазону поверяемого уровнемера;
- рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.477-82 в диапазонах от 96 мм до 20000 мм, абсолютная погрешность ± 3 мм;
- миллиамперметр с диапазоном измерений постоянного тока от 4 до 20 мА, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 мкА;
- имитатор уровня, представляющий собой стержень с отверстиями, имитирующий положение поплавка с магнитом при контроле уровня;
- калибратор процессов многофункциональный FLUKE-726 (регистрационный номер 52221-12);
- термометр цифровой серии СТН (регистрационный номер 25195-13) с диапазоном измерений температуры от 0 до 70 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ °С.

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 уровнемера. 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 уровнемер 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 уровнемеров должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), °С от 15 до 25
- 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 0 до 70
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 100
- 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 уровнемеров, отсутствуют.

8. Подготовка к поверке

8.1 Перед проведением первичной поверки выполняют следующие подготовительные работы:

Подготавливают калибровочное устройство (рис.1), входящее в состав уровнемера согласно эксплуатационной документации.

Если уровнемер поверяется на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости (рис. 2), то его монтаж производится в соответствии с руководством по эксплуатации установки.

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

8.2 Перед проведением периодической поверки выполняют следующие подготовительные работы:

При поверке с полным демонтажем необходимо:

- демонтировать уровнемер;
- провести подготовку руководствуясь п. 8.1 данной методики.

При поверке без демонтажа в условиях эксплуатации необходимо:

- остановить технологический процесс и обеспечить доступ сверху к трубной камере;
- произвести отстой контролируемой среды в емкости не менее 2 ч (во избежание волнений поверхности жидкости);
- подготовить калибровочное устройство (рис.1), входящее в состав уровнемера согласно эксплуатационной документации.

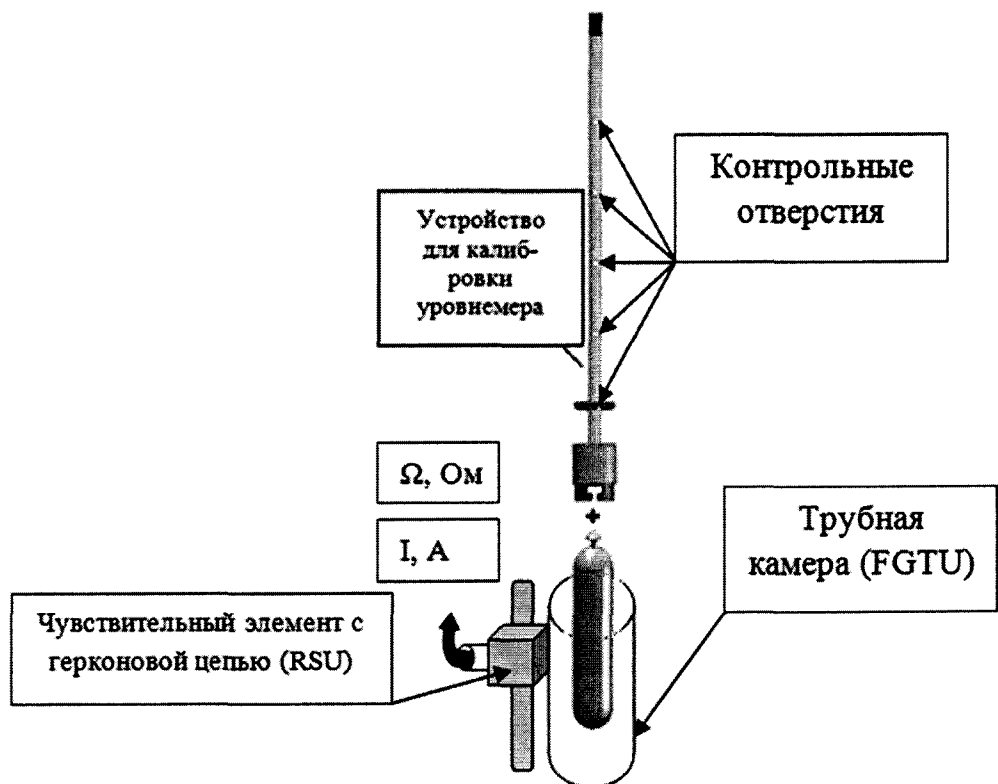


Рисунок 1 – Устройство для калибровки уровнемера, применяемое при первичной поверке и периодической поверке без демонтажа

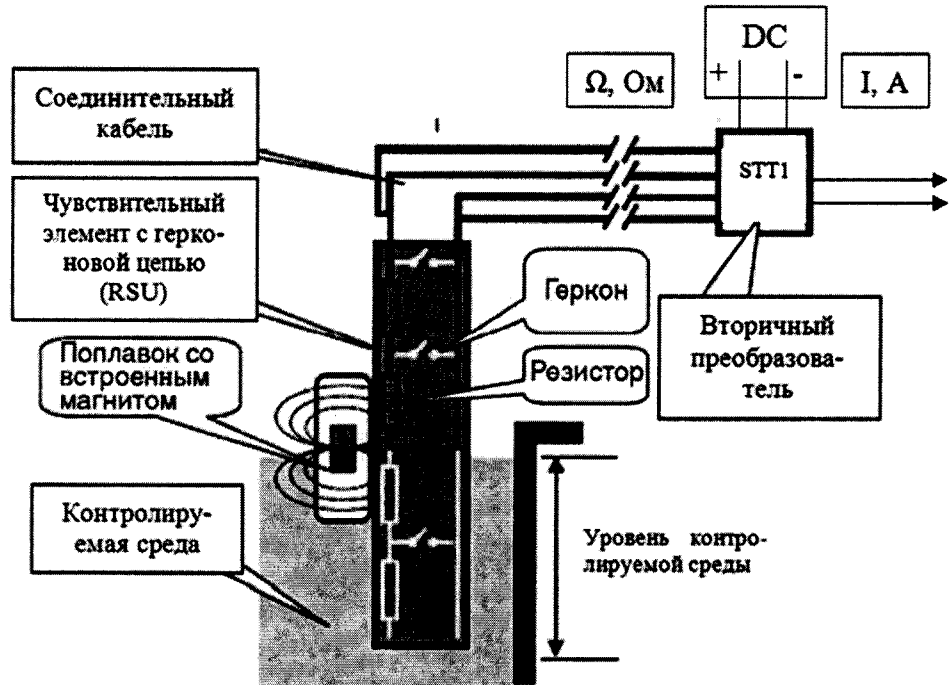


Рисунок 2 – Поверка уровнемера на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости

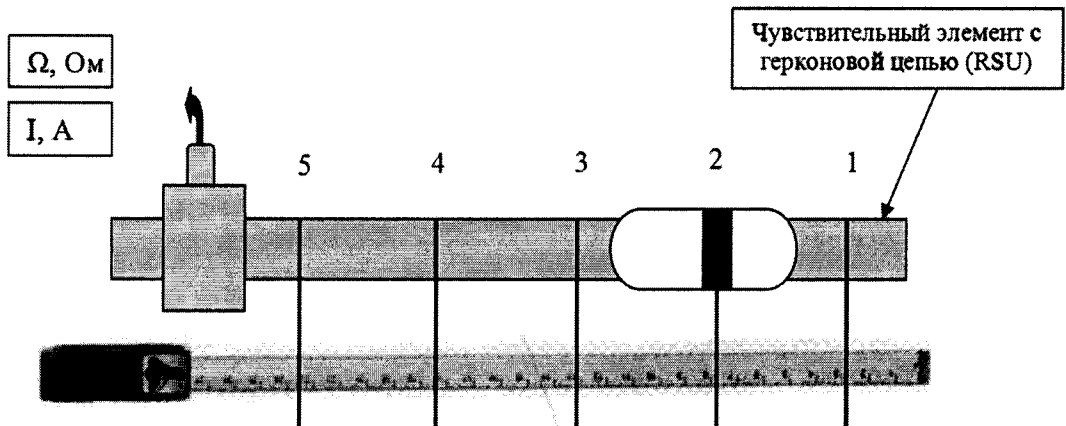


Рисунок 3 – Поверка уровнемера с помощью рулетки и поплавка с магнитом

9. Проведение поверки

9.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие уровнемера следующим требованиям:

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

9.2 Опробование

9.2.1 Проверка функционирования

При проверке функционирования уровнемера убеждаются, что показания уровнемера изменяются при изменении уровня жидкости, при поверке на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости, или перемещении магнитного поплавка вдоль чувствительного элемента с герконовой цепью, при поверке с помощью эталонной рулетки, либо перемещая магнитный поплавок с помощью устройства для калибровки. При этом показания уровнемера, считываемые по резистивному выходу с первичного преобразователя, либо по аналоговому токовому выходу с вторичного преобразователя, должны равномерно увеличиваться и уменьшаться в зависимости от направления магнитного поплавка. Данную операцию проводят на всем диапазоне измерений поверяемого уровнемера.

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 уровнемеру, во вкладке идентификация соответствует указанным в таблице 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	STT1 Configuration Software for Windows
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 6FK7950-8AA01
Цифровой идентификатор ПО	-

9.3 Определение метрологических характеристик

9.3.1 Первичная поверка

9.3.1.1 Уровнемер подготавливают к поверке согласно п. 8.1 настоящей методики.

С помощью устройства для калибровки (рис. 1) проводится проверка соответствия всех пяти контрольных точек устройства значениям выходного сигнала тока/напряжения на вторичном преобразователе STT1 (или аналогичном) указанным в эксплуатационной документации на уровнемер.

9.3.1.2 Для этого используют калибровочное устройство (рис.1). Поплавок присоединяется к калибровочному устройству согласно рекомендациям руководства по эксплуатации. Устанавливая поочередно точки уровня по отверстиям калибровочного устройства, фиксируют значения силы тока в этих точках и записывают в протокол поверки (Приложение А). Находят значение приведенной погрешности преобразования резистивного сигнала в унифицированный выходной токовый сигнал в каждой из пяти точек по формуле:

$$\gamma_{\text{вых}} = \frac{(I_i - I_{zi})}{D} \times 100\% \quad (1)$$

где

I_{zi} – опорное значение выходного токового сигнала i -ой точки (значения силы тока, на которые осуществлена первичная настройка уровнемера с помощью калибровочного устройства);

I_i – значение выходного токового сигнала, измеренного с вторичного преобразователя STT1 (или аналогичного) уровнемера.

D – диапазон выходного токового сигнала.

Находят значение приведенной погрешности преобразования резистивного сигнала в унифицированный выходной потенциальный сигнал в каждой из пяти точек по формуле:

$$\gamma_{\text{вых}} = \frac{(U_i - U_{3i})}{D} \times 100\% \quad (2)$$

где

U_{3i} – опорное значение выходного потенциального сигнала i -ой точки (значения напряжения, на которые осуществлена первичная настройка уровнемера с помощью калибровочного устройства);

U_i – значение выходного потенциального сигнала i -ой точки, измеренного с вторичного преобразователя STT1 (или аналогичного) уровнемера.

D – диапазон выходного потенциального сигнала.

9.3.1.3 Максимальное значение приведенной погрешности преобразования резистивного сигнала в унифицированный выходной сигнал определенное по формуле (1) или (2) не должно превышать значений пределов допускаемой приведенной погрешности указанных в таблице 2.

9.3.1.4 Абсолютная погрешность уровнемера определяется в следующем порядке.

Задается пять поверяемых отметок, равномерно распределенных по всему диапазону измеряемых значений уровня:

- при прямом ходе

$$\begin{aligned} N1 &= H_0; \\ N2 &= (H_{\max} - H_0) \times 0,25; \\ N3 &= (H_{\max} - H_0) \times 0,5; \\ N4 &= (H_{\max} - H_0) \times 0,75; \\ N5 &= H_{\max} - 3h \end{aligned} \quad (3)$$

- при обратном ходе

$$\begin{aligned} N1 &= H_{\max} \\ N2 &= (H_{\max} - H_0) \times 0,75; \\ N3 &= (H_{\max} - H_0) \times 0,5; \\ N4 &= (H_{\max} - H_0) \times 0,25; \\ N5 &= H_0 + 3h; \end{aligned} \quad (4)$$

где - H_0 – точка соответствующая минимальному измеряемому уровню, определяемая по паспорту на уровнемер;

H_{\max} – точка соответствующая максимальному измеряемому уровню, определяемая по паспорту на уровнемер;

h – шаг герконовой цепи, определяемый по паспорту на уровнемер.

9.3.1.5 Путем повышения уровня жидкости, либо путем перемещения магнита вдоль чувствительного элемента с герконовой цепью, устанавливают уровень равный первой поверяемой отметке $N1$. Фиксируют значение эталонного уровня L_{11} по эталонной рулетке или установке и сопротивления R_{11} от уровнемера в этой отметке. После этого повышают уровень жидкости, либо перемещают магнит вдоль чувствительного элемента с герконовой цепью до момента замыкания следующего геркона, о чем будет свидетельствовать скачкообразная смена значения сопротивления, либо силы тока снимаемых с уровнемера. Скорость повышения уровня жидкости, либо перемещения магнита не должна превышать 1 мм/с. Фиксируют значение

эталонного уровня L_{12} по эталонной рулетке или установке и сопротивления R_{12} от уровнемера в этой отметке. Продолжают повышать уровень жидкости, либо перемещают магнит вдоль чувствительного элемента с герконовой цепью до момента замыкания следующего геркона. Скорость повышения уровня жидкости, либо перемещения магнита не должна превышать 1 мм/с. Фиксируют значение эталонного уровня L_{13} по эталонной рулетке или установке и сопротивления R_{13} от уровнемера в этой отметке. Результаты показаний уровнемера и эталонного средства измерений заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении А настоящей методики.

Абсолютную погрешность измерений уровня в N1 точке находят по формуле:

$$\Delta_{N1} = L_{13} - L_{12} \quad (5)$$

9.3.1.6 Повторяют пункт 9.3.1.5 для всех точек согласно формуле (3) при повышении уровня и для всех точек согласно формуле (4) при понижении уровня. В общем виде абсолютную погрешность измерений уровня находят по формуле:

$$\Delta_{Ni} = L_{i3} - L_{i2} \quad (6)$$

где i – порядковый номер поверяемой точки.

9.3.1.7 Максимальное значение основной абсолютной погрешности измерений уровня определенное по формуле (6) не должно превышать значений пределов допускаемой абсолютной погрешности указанных в таблице 2.

9.3.1.8 После подтверждения значения основной абсолютной погрешности, определяют погрешность преобразования значения уровня в резистивный сигнал. Для этого проводят обработку измерительной информации полученной в процессе выполнения пп 9.3.1.4 и 9.3.1.5. Находят значение сопротивления одного резистора в герконовой цепи n_i по формуле:

$$n_i = \frac{(L_{i2} - L_{12})}{h} \quad (7)$$

где

n_i – количество резисторов на участке от L_{12} до L_{i2} .

Величину n_i необходимо округлять до целого числа.

Находят эталонное значение сопротивления от опорной точки N1 до точки Ni по формуле:

$$R_{эi} = n_i \times R_{ном} \quad (8)$$

где

$R_{эi}$ – эталонное значение сопротивления от опорной точки N1 до точки Ni;

$R_{ном}$ – номинальное значение сопротивления резисторов, используемых в уровнемере.

Находят значение дополнительной относительной погрешности преобразования значения уровня в резистивный выходной сигнал по формуле:

$$\delta_R = \frac{(R_{i2} - R_{эi})}{R_{эi} + R_{12}} \times 100\% \quad (9)$$

9.3.1.9 Максимальное значение относительной погрешности преобразования значения уровня в резистивный выходной сигнал определенное по формуле (9) не должно превышать значений пределов допускаемой относительной погрешности указанных в таблице 2.

9.3.1.10 В том случае, если в комплектность уровнемера входит чувствительный элемент Pt100 (ЧЭ Pt100) для измерений температуры контролируемой среды, при первичной поверке необходимо предоставить свидетельство о первичной поверке или сертификат калибровки для данного (ЧЭ Pt100).

При периодической поверке проводится определение абсолютной погрешности измерений температуры. Для этого на один уровень с ЧЭ Pt100 помещается щуп эталонного термометра. После чего необходимо произвести сличение показаний ЧЭ Pt100 и эталонного термометра.

9.3.1.11 Значение абсолютной погрешности измерений температуры ЧЭ Pt100 определяют по формуле:

$$\Delta_{ti} = t_i - t_{эi} \quad (10)$$

где

t_i – температура измеренная ЧЭ Pt100 уровнемера;

$t_{эi}$ – температура измеренная эталонным термометром.

9.3.1.12 Максимальное значение абсолютной погрешности измерений температуры определенное по формуле (10) не должно превышать значений пределов допускаемой абсолютной основной погрешности указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Пределы допускаемых погрешностей уровнемеров ALM

Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений уровня, мм*	±16
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности преобразования значения уровня в резистивный выходной сигнал, %	±1
Пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования резистивного сигнала в унифицированный выходной сигнал силы тока/напряжения, выраженной по отношению к диапазону соответствующего выходного сигнала, %	±0,3
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений температуры чувствительным элементом Pt100, °С	±(0,3 + 0,005 · t _i)

* - номинальное значение данной характеристики равно шагу герконовой цепи (RSU)

Результат первичной поверки считают положительным, если условия по пунктам 9.3.1.3, 9.3.1.7, 9.3.1.9, 9.3.1.12 выполнены.

9.3.2 При периодической поверке определение метрологических характеристик выполняют следующим образом.

Уровнемер готовят согласно п. 8.2 данной методики.

Периодическую поверку с демонтажем проводят в порядке, описанном в пункте 9.3.1.

Результат периодической поверки считают положительным, если условия по пунктам 9.3.1.3, 9.3.1.7, 9.3.1.9, 9.3.1.12 выполнены.

Допускается проводить периодическую поверку с демонтажем и без демонтажа только в объеме определения приведенной погрешности преобразования резистивного сигнала в унифицированный выходной сигнал в порядке, описанном в пунктах 9.3.1.1-9.3.1.3. И в том случае, если в комплектность уровнемера входит чувствительный элемент Pt100 (ЧЭ Pt100) для изме-

рений температуры контролируемой среды, проводится определение абсолютной погрешности измерений температуры по п. 9.3.1.10.

В данном случае, результат периодической поверки считают положительным, если условия по пунктам 9.3.1.3 и 9.3.1.12 выполнены.

10. Оформление результатов поверки

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

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

10.3. 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.

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»



Б.А. Иполитов

Инженер отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»



Д.Ю. Семенюк

**Приложение А
(рекомендуемое)**

Протокол поверки уровнемера поплавкового АЛМ _____

Модификация уровнемера: _____

Диапазон измерений уровня, мм: _____

Наличие ЧЭ Pt100 да/нет _____

Шаг герконовой цепи h , мм _____

Номинальное сопротивление 1-го резистора $R_{ном}$, Ом _____

Результаты поверки

- 1 Внешний осмотр: _____
- 2 Опробование: _____
- 2.1 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	

2.2 Проверка функционирования _____

3 Определение метрологических характеристик

3.1 Определение приведенной погрешности преобразования резистивного сигнала в унифицированный выходной сигнал

Точка	Опорное значение выходного сигнала	Измеренное значение выходного сигнала уровнемером	$\Delta_{вых}$	$\gamma_{вых}, \%$
1				
2				
3				
4				
5				

3.2 Определение абсолютной основной погрешности измерений уровня и относительной погрешности преобразования значения уровня в резистивный выходной сигнал

Прямой ход									
Точка	Значение уровня	L_1 , мм	L_2 , мм	L_3 , мм	Δ_N , мм	R_2 , Ом	ρ_i	R_3 , Ом	$\delta_R, \%$
1	H_0								
2	$(H_{max} - H_0) \times 0,25$								
3	$(H_{max} - H_0) \times 0,5$								
4	$(H_{max} - H_0) \times 0,75$								
5	$H_{max} - 3h$								
Обратный ход									
Точка	Значение уровня	L_1 , мм	L_2 , мм	L_3 , мм	Δ_N , мм	R_2 , Ом	ρ_i	R_3 , Ом	$\delta_R, \%$
1	H_{max}								
2	$(H_{max} - H_0) \times 0,75$								
3	$(H_{max} - H_0) \times 0,5$								
4	$(H_{max} - H_0) \times 0,25$								
5	$H_0 + 3h$								

3.3 Определение абсолютной основной погрешности измерений температуры ЧЭ Pt100

Наименование параметра	t	Св-во о поверке или сертиф. калибровки
Измеренное значение температуры, °C		
Эталонное значение температуры, °C		
Абсолютная погрешность измерений температуры, °C		

Результат поверки: _____

Поверитель _____ / _____ /

(подпись)