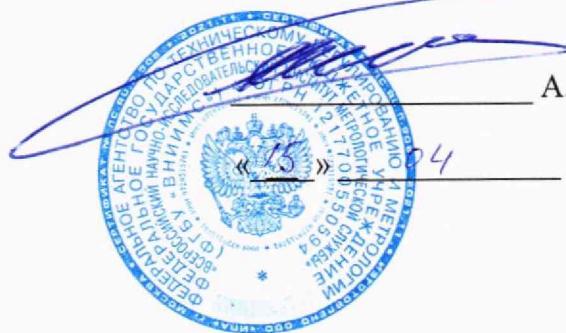


ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной
метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

24 2024 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Уровнемеры 954 SmartServo Flexline**

**Методика поверки
МП 208-043-2024**

**г. Москва
2024**

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения	3
2.	Перечень операций поверки	3
3.	Требования к условиям проведения поверки	3
4.	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	3
5.	Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6.	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7.	Внешний осмотр средства измерений	5
8.	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
9.	Проверка программного обеспечения	7
10.	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11.	Оформление результатов поверки	13
	Приложение А (рекомендуемое) Протокол поверки уровнемера	14

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры 954 SmartServo Flexline (далее - уровнемеры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической 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

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

Таблица 1 – Операции, выполняемые при поверке

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Опробование	8.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10		
- поверка в лабораторных условиях	10.1	Да	Да
(полный демонтаж)	10.2	Нет	Да
- поверка на месте эксплуатации			

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Потребитель, предъявляющий уровнемер на поверку, представляет (по требованию организации, проводящей поверку) следующие документы и вспомогательное оборудование:

- паспорт;
- руководство по эксплуатации;
- методику поверки;
- портативный терминал «Honeywell-Enraf», модель 948 HART SmartView.

3.2 Условия поверки:

При проведении поверки в лабораторных условиях (при полном демонтаже) уровнемера должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), °C от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7
- разность температур окружающего воздуха и поверочной среды, не более, °C 5

При проведении поверки на месте эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды, °C 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 преобразователей уровня, отсутствуют.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие эксплуатационную документацию на

поверяемое средство измерений, 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
8.2 10.1.1 10.1.2 10.1.3 10.2.2 10.2.3 10.2.4	<p>Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. №3459, с диапазоном измерений уровня равным диапазону измерений поверяемого уровнемера, либо меньшим диапазоном</p> <p>Или для пп. 8.2, 10.1.1, 10.1.2</p> <p>Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. №3459, с диапазоном измерений уровня равным диапазону измерений поверяемого уровнемера, либо меньшим диапазоном</p> <p>Или для пп. 8.2, 10.1.1, 10.1.2</p> <p>Измерители линейных перемещений лазерные 2 разряда от 0 до 80000 мм $\delta=(0,02+0,5 \cdot L)$ мкм в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2840</p>	<p>Рулетка измерительная металлическая РНГ 2КТ (регистрационный номер 60606-15 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)</p> <p>Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭлМетро-СПУ-И-В (регистрационный номер 81895-21 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)</p> <p>Система лазерная измерительная XL-80 (регистрационный номер 35362-07 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)</p>
8.2 10.1.1 10.1.2 10.1.3	Рабочее СИ в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 г. №2482, с пределом допускаемой погрешности измерений плоского угла не более 10"	Уровень брусковый УБ-200/0,05 (регистрационный номер 74852-19 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
3	Измерители параметров окружающей среды: диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа; ПГ $\pm 2,5$ гПа; диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, ПГ ± 3 %; диапазон измерений температуры от -20 °С до 60 °С, ПГ $\pm 0,3$ °С	Термогигрометр ИВА-6А (регистрационный номер 82393-21 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
Раздел 8 Раздел 9 Раздел 10	<p>Вспомогательное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - персональный компьютер с возможностью подключения к уровнемеру по цифровым протоколам (IP-BPM, TRL/2, HART, Modbus RTU RS-232/RS-485); - металлическая герметичная прямоугольная ванна; - жесткая высотная металлоконструкция. 	

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 поверяемое средство измерений.

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.

ВНИМАНИЕ! Поверяемое средство измерений при проведении работ во взрывоопасной зоне резервуаров-хранилищ нефтепродуктов должен быть подключен к схеме поверки через соответствующий барьер (блок) искрозащиты.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают соответствие уровнемера следующим требованиям:

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

Результат внешнего осмотра считают положительным, если при его проведении было установлено соответствие поверяемого средства измерений вышеуказанным требованиям.

Не допускают к дальнейшей поверке уровнемер, если обнаружено неудовлетворительное крепление разъемов, грубые механические повреждения наружных частей и прочие повреждения.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Поверяемый уровнемер и средства поверки в процессе поверки находятся в нормальных условиях согласно технической документации на эти средства измерений.

8.1.2 Перед началом поверки поверитель изучает эксплуатационные и иные документы, указанные в п. 5.1, и правила техники безопасности.

8.1.3 При проведении поверки в лабораторных условиях подготовить вспомогательное оборудование и средства поверки в соответствии с одним из равноценных методов поверки, собрать схему поверки (Рис. 1):

Метод 1. Предполагает использование в качестве эталона вертикальной установки с непосредственным изменением уровня жидкости диапазоном измерений h равным или меньшим, чем диапазон измерений D уровнемера и имеющей неподвижный установочный столик для уровнемера.

Метод 2. В данном методе используется вспомогательная ванна и жесткая многоярусная конструкция для изменения высоты монтажа уровнемера. Высота монтажа уровнемера измеряется при помощи рулетки измерительной, либо другими аналогичными средствами измерений.

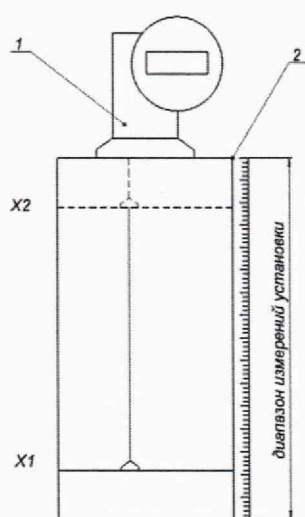
Метод 3. В этом методе используется вспомогательная ванна с жидкостью и жесткая многоуровневая конструкция для изменения высоты установки этой ванны, при этом уровнемер монтируется жестко на фланец на максимальной высоте. Высота установки ванны h равна или меньше диапазона измерений D уровнемера. Высота от уровнемера до поверхности жидкости в ванне измеряется при помощи рулетки измерительной, либо другими аналогичными средствами измерений.

8.1.4 Средства поверки и поверяемый уровнемер должны быть выдержаны в помещении, где проводят поверку, не менее одного часа.

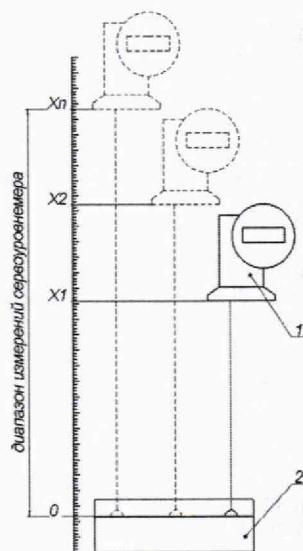
8.1.5 Подключить уровнемер согласно руководству по эксплуатации и установить фланцем на ровную поверхность, угол по горизонтали не должен превышать $\pm 0,5^\circ$. Значение угла контролировать уровнем брусковым, либо другими аналогичными средствами.

8.1.6 При проведении поверки непосредственно на месте эксплуатации, подготовить рулетку измерительную металлическую с грузом согласно ее руководству по эксплуатации, и приступить к поверке после выдержки уровня жидкости в резервуаре на стабильном уровне в течение не менее часа.

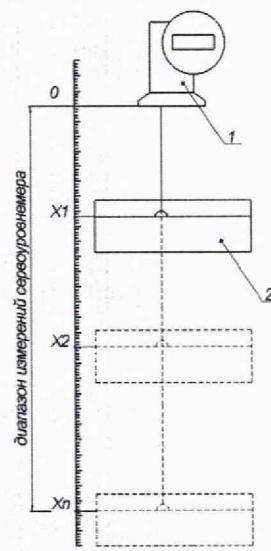
8.1.7 В меню уровнемера выбрать команду «Test gauge». При этом буюк поднимается прикл. на 60 мм и затем возвращается на уровень поверхности продукта. Во время испытания значения уровня и типа уровня заменяются на дисплее восклицательными знаками (!!!!!), а в поле состояния (I1) отображается [TG] (Испытание уровнемера). По завершении данной операции отображаются выбранные единицы уровня и тип уровня, а значение [TG] (Испытание уровнемера) заменяется значением I1.



Метод 1



Метод 2



Метод 3

Рис. 1 – Схематическое изображение методов определения основной погрешности уровнемеров в лабораторных условиях

1 – уровнемер; 2 – уровнемерная установка с диапазоном измерений равным, либо меньшим диапазона уровнемера, либо вспомогательная ванна с жидкостью

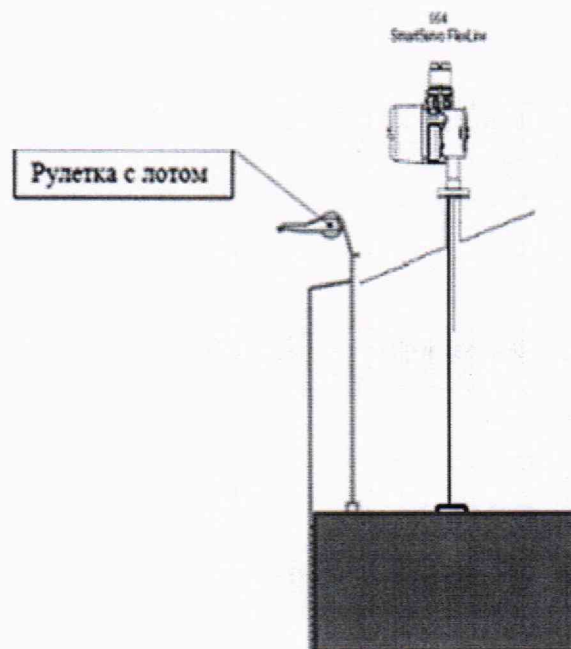


Рис. 2 – Схематическое изображение определения основной погрешности уровнемеров на месте эксплуатации

8.2 Опробование

При опробовании уровнемеров проводят проверку их функционирования и убеждаются, что показания уровнемера изменяются при изменении уровня в соответствии с выбранным методом, при проведении поверки согласно рисунку 1. При этом показания уровнемера, выводимые на экран монитора компьютера, подключенного к нему, или значения напрямую снимаемых с его электронного экрана, должны равномерно увеличиваться и уменьшаться в зависимости от направления перемещения жидкости. Данную операцию проводят на всем воспроизводимом диапазоне выбранного метода измерений.

Уровнемер считает прошедшим опробование, если измеряемые значения уровня уровнемера изменялись в соответствии с воспроизводимым уровнем.

9. Проверка программного обеспечения

Проверка программного обеспечения проводится путем подтверждения соответствия программного обеспечения, и включает следующие мероприятия:

- 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 к уровнемеру по одному из цифровых протоколов (IP-BPM, TRL/2, HART, Modbus RTU RS-232/RS-485), либо на экране портативного терминала «Honeywell-Enraf», модель 948 HART SmartView, либо непосредственно на экране дисплея уровнемера идентификация соответствует указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение				
Идентификационное наименование ПО	CAN-SERVO / TII-SRV	CAN-LCD / TII-LCD	CAN-BPM / HCI-BPM	CAN-TRL2 / HCI-TRL	CAN-HART / FCI-HRT
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже A1012	Не ниже A1009	Не ниже A2004	Не ниже A2001	Не ниже A1011
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	-	-	-	-	-
* - последний индекс значения номера версии ПО отвечает за метрологически незначимую часть ПО и допускает смены значений в пределах цифрового ряда от 0 до 9					

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

Первичная и периодическая поверка уровнемеров может проводится одним из выбранных по пункту 8 методов.

10.1 Поверка в лабораторных условиях (полный демонтаж)

10.1.1 При условии, что диапазон воспроизводимых уровней равен диапазону измерений уровнемера поверка производится в следующем порядке:

Задается пять поверяемых точек, равномерно распределенных по всему диапазону измерений уровня, например:

$$200; 0,25 \cdot H_v; 0,5 \cdot H_v; 0,75 \cdot H_v; H_v, \text{ мм} \quad (1)$$

где H_v – значение верхнего предела измерений уровня поверяемого уровнемера, соответственно, согласно эксплуатационной документации.

По методу 1 Задают первое значение уровня по уровнемерной установке, и считывают измеренное значение уровня по уровнемеру. Задают второе значение уровня по уровнемерной установке, и считывают измеренное значение уровня по уровнемеру и т.д.

По методу 2 Уровнемер устанавливается фланцем на первый ярус жесткой конструкции и приводится в действие. Определив измеренное значение уровня, уровнемер переставляют на вышестоящий ярус, на котором проводят измерение и т.д. На каждой позиции измеряют расстояние высоты каждого яруса над поверхностью измеряемой среды.

По методу 3 Ванна перемещается от низа до верха, при этом на каждой позиции измеряют расстояние высоты каждого яруса над поверхностью измеряемой среды.

Абсолютная погрешность определяется при прямом и обратном ходе, т.е. при разматывании гибкой измерительной проволоки уровнемера.

В процессе поверки поплавков уровнемера устанавливается на требуемое расстояние путем ввода команды меню «Interface1». После этого одновременно снимаются показания поверяемого уровнемера и средства поверки. Результаты измерений заносятся в протокол, форма которого приведена в Приложении А настоящей методики.

При определении погрешности применяется нормальный (Гауссовский) закон распределения результатов измерений. Число измерений на каждой проверяемой отметке должно быть не менее трех.

За результат измерений в каждой поверяемой точке принимается среднее арифметическое значение результатов измерений, определяемое по формуле:

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (2)$$

где H_i - значение уровня по показаниям уровнемера, мм,
 n - число измерений.

Абсолютная погрешность измерения уровня ΔH вычисляется как разность между средним арифметическим значением показаний уровнемера \bar{H} и значениями, полученными с помощью средства поверки $H_{эт}$ в проверяемых точках диапазона, по формуле:

$$\Delta H = \bar{H} - H_{эт} \quad (3)$$

За значение абсолютной погрешности принимают наибольшее значение вычисленной разности.

Результаты поверки по пункту 10.1.1 считаются положительными, если действительная абсолютная погрешность измерений в каждой проверяемой точке не превышает ± 1 мм.

10.1.2 При условии, что диапазон воспроизводимых уровней меньше диапазона измерений уровнемера поверка производится в следующем порядке:

Поверка таким образом допускается при выполнении условия $D/h \geq 4,5$, где D – диапазон измерений проверяемого уровнемера, h – диапазон воспроизводимых эталонных уровней.

По методу 1 Задают первое значение уровня по уровнемерной установке, и считывают измеренное значение уровня по уровнемеру. Задают второе значение уровня по уровнемерной установке, и считывают измеренное значение уровня по уровнемеру и т.д.

По методу 2 Уровнемер устанавливается фланцем на первый ярус жесткой конструкции и приводится в действие. Определив измеренное значение уровня, уровнемер переставляют на вышестоящий ярус, на котором проводят измерение и т.д. На каждой позиции измеряют расстояние высоты каждого яруса над поверхностью измеряемой среды.

По методу 3 Ванна перемещается от низа до верха, при этом на каждой позиции измеряют расстояние высоты каждого яруса над поверхностью измеряемой среды.

Каждое i -тое измеренное значение уровня уровнемером обозначается как Y_i , значение, измеренное эталоном X_i . Точки поверки должны быть выбраны таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$\frac{X_2 - X_1}{h} > 0,75$$

Для двух точек определяют значение основной абсолютной погрешности в первой точке как $\Delta_1 = Y_1 - X_1$; Определяют значение основной абсолютной погрешности во второй точке как $\Delta_2 = Y_2 - X_2$. Изображают на графике первую и вторую точку, обозначив их А и В соответственно. На графике (рис.3) по оси X откладывается значение уровня измеренного установкой, а на оси Y откладывается значение основной абсолютной погрешности измерений. Тогда координаты первой точки А (X_1 ; Δ_1), а координаты второй точки В (X_2 ; Δ_2).

Составляется уравнение прямой проходящей через эти две точки на плоскости:

$$\frac{\Delta - \Delta_1}{\Delta_2 - \Delta_1} = \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \quad (4)$$

Используя прием экстраполяции определяют значение погрешности в крайних точках диапазона измерений уровнемера.

В получившееся уравнение прямой подставляем поочередно вместо X значение X_{\max} равное максимальному значению диапазона измерений уровнемера и определим значение Δ_{\max} , после чего подставим значение X_{\min} равное минимальному значению диапазона измерений уровнемера и определим значение Δ_{\min} .

Значение основной абсолютной погрешности уровнемера определяется как:

$$\Delta = (|\Delta_{\max}| + |\Delta_{\min}|)/2 \quad (5)$$

Результаты поверки по пункту 10.1.2 считаются положительными, если действительная абсолютная погрешность измерений в каждой проверяемой точке не превышает ± 1 мм.

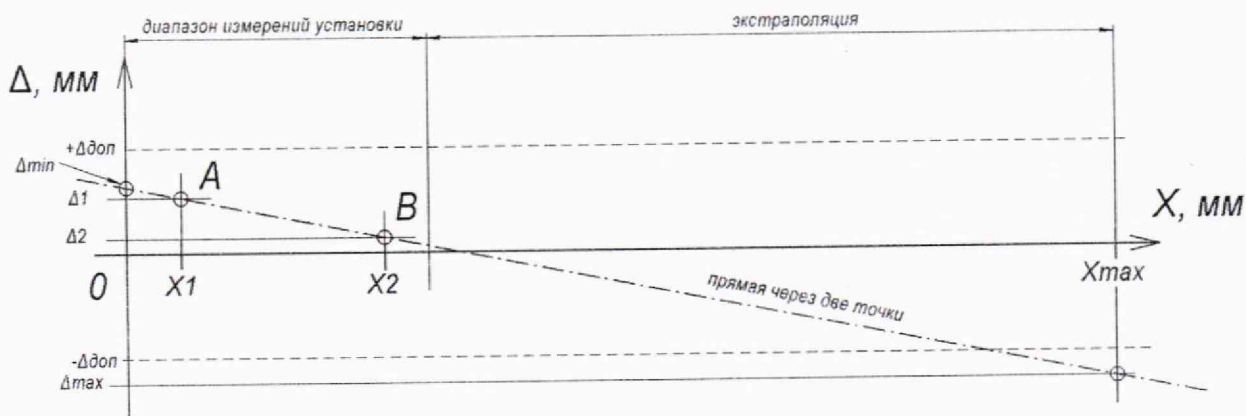


Рис.3 – График зависимости погрешности измерений Δ от уровня измеренного X для уровнемера, с построением участка экстраполяции

10.1.3 Проверку действительной абсолютной погрешности измерений уровня границы раздела жидких сред в лабораторных условиях проводить в следующей последовательности.

Во вспомогательную емкость необходимо налить поочередно две несмешивающиеся жидкости (жидкости, имеющие разные плотности). Сначала налить жидкость большей плотности, после медленно налить жидкость меньшей плотности. Дождаться момента установления четкой границы раздела жидких сред. Установить на вспомогательную емкость поверяемый уровнемер, контролируя горизонтальность монтажа фланца, согласно требованиям пункта 8.1.5 по брусковому уровню. Переключить уровнемер в режим измерения уровня границы раздела жидких сред и начать измерение. Выполнить не менее трёх измерений H_i и по формуле 2 определить среднее арифметическое значение показаний уровнемера \bar{H} . Снять поверяемый уровнемер. Эталонную измерительную рулетку, опустить внутрь вспомогательной емкости до касания дна. Вынуть измерительную рулетку из вспомогательной емкости и визуально определить на ленте место раздела жидких сред. Вытереть ленту измерительной рулетки в месте раздела жидких сред насухо и нанести на это место водочувствительную пасту. Плавно опустить измерительную рулетку внутрь вспомогательной емкости до касания дна. Измерительную рулетку поднять (строго вверх без смещения в стороны) до появления над смоченной части ленты и взять отсчет по шкале ленты (нижний отсчет) с точностью до 1 мм.

Выполнить не менее трёх повторных измерений и за конечный результат измерений $H_{эт}$ принять одинаковый полученный как минимум в двух повторях.

Абсолютная погрешность измерения уровня границы раздела жидких сред $\Delta H_{гр}$ вычисляется как разность между средним арифметическим значением показаний уровнемера \bar{H} и значениями, полученными с помощью средства поверки $H_{эт}$, по формуле 3.

Результаты поверки по пункту 10.2.4 считаются положительными, если действительная абсолютная погрешность измерений уровня границы раздела жидких сред не превышает ± 2 мм.

10.2 Поверка на месте эксплуатации

10.2.1 Допускается проводить периодическую поверку уровнемеров без демонтажа на месте эксплуатации в случае выполнения следующих условий.

Если среда, где установлены уровнемеры, соответствует требованиям эксплуатационной документации на уровнемеры, 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 уровнемера). 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.

10.2.2 В случае, если существует возможность задания не менее пяти равномерно распределенных уровней жидкости в резервуаре, то порядок поверки следующий:

Включить поверяемый уровнемер, опустить эталонную измерительную рулетку через измерительный люк меры вместимости и по ее шкале зафиксировать высоту поверхности раздела «жидкость – газовое пространство» (далее – высота газового пространства).

Поправка ΔH_0 , мм, определяется по формуле:

$$\Delta H_0 = H_0^{\Pi} - H_0^{\Xi} \quad (6)$$

где H_0^{Π} – показания поверяемого уровнемера, мм,

H_0^{Ξ} – показание эталонного средства измерений уровня, мм.

Примечание – При применении эталонной измерительной рулетки за значение H_0^{Ξ} , мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_0^{\Xi} = H_6 \cdot \left[1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi}) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^{\Gamma})_i}{m} \cdot \left[1 + \alpha_s (20 - T_B^{\Gamma}) \right] \quad (7)$$

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

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

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

T_B^{Π} – температура воздуха при поверке резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, °C;

T_B^{Γ} – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, °C;

$(H_0^{\Gamma})_i$ – высота газового пространства при i -том измерении, мм;

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

Повышают уровень жидкости до контрольной отметки, устанавливаемой по эталонной измерительной ленте, затем уровень жидкости понижают до каждой контрольной отметки, снимают показания средств измерений и результаты, полученные с эталонной измерительной ленты вносят в протокол поверки уровнемера.

Уровень жидкости H_j , мм, измеренный уровнемером в j -той контрольной отметке, с учетом поправки, определяется по формуле:

$$H_j = H_{\text{пу}j} - \Delta H_0 \quad (8)$$

где $H_{\text{пу}j}$ – показание поверяемого уровнемера, мм

ΔH_0 – поправка на несоответствие показаний поверяемого уровнемера и эталонной измерительной рулетки, найденная по формуле (4).

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. Уровень жидкости в каждой контрольной точке H_j^3 , мм, вычислить по формуле:

$$H_j^3 = H_6 \cdot \left[1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^r - T_B^п) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^r}{m} \cdot \left[1 + \alpha_s (20 - T_B^r) \right] \quad (9)$$

Расхождение между показанием уровнемера и результатом ручных измерений Δ_j , мм, вычислить по формуле:

$$\Delta_j = H_j^3 - H_j \quad (10)$$

Результаты поверки по пункту 10.2.2 считаются положительными, если действительная абсолютная погрешность измерений в каждой поверяемой точке не превышает ± 3 мм.

10.2.3 В случае, если отсутствует возможность задания не менее пяти равномерно распределенных уровней жидкости в резервуаре, то необходимо провести поверку по двум точкам в следующем порядке:

Каждое i -тое измеренное значение уровня уровнемером обозначается как Y_i , значение, измеренное эталоном X_i . Точки поверки должны быть выбраны таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$X_2 / X_1 \geq 2$$

Обозначения Y_i соответствуют обозначениям H_j , обозначения X_i соответствуют обозначениям H_j^3 согласно п. 10.2.2 и численно определяются в соответствии с формулами 8 и 9 настоящей методики, в порядке, предусмотренном пунктом 10.2.2.

Далее для двух точек определяют значение основной абсолютной погрешности в первой точке как $\Delta_1 = Y_1 - X_1$; Определяют значение основной абсолютной погрешности во второй точке как $\Delta_2 = Y_2 - X_2$. Изображают на графике первую и вторую точку, обозначив их А и В соответственно. На графике (рис.3) по оси Х откладывается значение уровня, измеренного установкой, а на оси Y откладывается значение основной абсолютной погрешности измерений. Тогда координаты первой точки А ($X_1; \Delta_1$), а координаты второй точки В ($X_2; \Delta_2$).

Составляется уравнение прямой проходящей через эти две точки на плоскости по формуле 4 настоящей методики.

Используя прием экстраполяции определяют значение погрешности в крайних точках диапазона измерений уровнемера.

В получившееся уравнение прямой подставляем поочередно вместо X значение X_{max} равное максимальному значению диапазона измерений уровнемера и определим значение Δ_{max} , после чего подставим значение X_{min} равное минимальному значению диапазона измерений уровнемера и определим значение Δ_{min} .

Значение основной абсолютной погрешности уровнемера определяется по формуле 5 настоящей методики.

Результаты поверки по пункту 10.2.3 считаются положительными, если действительная абсолютная погрешность измерений в каждой поверяемой точке не превышает ± 3 мм.

10.2.4 Проверку действительной абсолютной погрешности измерений уровня границы раздела жидких сред в резервуаре проводить в следующей последовательности:

- эталонную измерительную рулетку, опустить через измерительный люк меры вместимости до касания дна меры вместимости;
- вынуть измерительную рулетку из меры вместимости и визуально определить на ленте место раздела жидких сред (тяжелой воды и легкого нефтепродукта);
- вытереть ленту измерительной рулетки в месте раздела жидких сред насухо и нанести на это место водочувствительную пасту;
- плавно опустить измерительную рулетку через измерительный люк меры вместимости до касания дна меры вместимости;
- 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.

Выполнить не менее трёх повторных измерений и за конечный результат измерений $H_{эт}$ принять одинаковый полученный как минимум в двух повторях.

Абсолютная погрешность измерения уровня границы раздела жидких сред $\Delta H_{гр}$ вычисляется как разность между средним арифметическим значением показаний уровнемера \bar{H} и значениями, полученными с помощью средства поверки $H_{эт}$, по формуле 2.

Результаты поверки по пункту 10.2.4 считаются положительными, если действительная абсолютная погрешность измерений уровня границы раздела жидких сред не превышает ± 3 мм.

11. Оформление результатов поверки

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

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки уровнемера по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

11.4 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 по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Начальник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Научный сотрудник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Д.Ю. Семенюк

Приложение А
(рекомендуемое)
Протокол поверки уровнемера
№ _____

Уровнемер № _____, тип _____
 Изготовитель _____
 Дата поверки _____
 Прибор принадлежит _____
 Пределы измерений _____
 Погрешность _____

СРЕДСТВО ПОВЕРКИ

Наименование средства поверки _____
 № средства поверки _____
 Верхний предел измерений _____
 Погрешность _____

1. Внешний осмотр: _____
2. Опробование:
 - 2.1 Получены идентификационные данные ПО уровнемеров (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 абсолютной погрешности измерений уровня
Таблица 2

Уровень	$H_{эт}, \text{м}$	Прямой ход				Обратный ход			
		$H, \text{м}$	$\overline{H}, \text{м}$	$\Delta H, \text{мм}$	$\Delta H_{\text{доп}}, \text{мм}$	$H, \text{м}$	$\overline{H}, \text{м}$	$\Delta H, \text{мм}$	$\Delta H_{\text{доп}}, \text{мм}$
H_n									
$0,25H_n$									
$0,5H_n$									
$0,75H_n$									
H_n									

Результат поверки: _____

Поверитель _____ / _____ /
 (подпись)