

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной
метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 23 » мая 2024 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Серво-уровнемеры BJLM-80H**

**Методика поверки
МП 208-059-2024**

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.....	4
5.	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6.	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7.	Внешний осмотр средства измерений.....	6
8.	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9.	Проверка программного обеспечения.....	8
10.	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9
11.	Оформление результатов поверки.....	15
	Приложение А (рекомендуемое) Протокол поверки уровнемера	16

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры Серво-уровнемеры BJLM-80H (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.

Для уровнемеров, имеющих в комплектности многофункциональный буйек для измерения плотности и температуры продукта реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К ГЭТ 35-2021 и к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3200 °С ГЭТ 34-2020 в соответствии с ГПС для средств измерений температуры, согласно Приказу Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 и к Государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ 18-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плотности, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019 г. №2603.

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 (полный демонтаж)	10.1	Да	Да
- поверка на месте эксплуатации	10.2	Нет	Да

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;
- портативный терминал с беспроводной коммуникацией для многофункциональных буйков.

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 от 15 до 25 жидкости), °С
- 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, °С 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
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 °C до 60 °C, ПГ $\pm 0,3$ °C	Термогигрометр ИВА-6А (регистрационный номер 82393-21 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
8.2 10.1.1 10.1.2 10.2.2 10.2.3 10.2.4	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 и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной абсолютной погрешности поверяемого уровнемера Или для пп. 8.2, 10.1.1, 10.1.2 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 и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной абсолютной погрешности поверяемого уровнемера	Рулетка измерительная металлическая РНГ 2КТ (регистрационный номер 60606-15 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений) Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭлМетро-СПУ-И-В (регистрационный номер 81895-21 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)

Таблица 2 продолжение

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 10.2.2 10.2.3 10.2.4	Или для пп. 8.2, 10.1.1, 10.1.2 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	Система лазерная измерительная XL-80 (регистрационный номер 35362-07 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
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)
10.1.3 10.2.3	Термометр с ценой деления 0,1 °С и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/2,5 от основной абсолютной погрешности измерений температуры поверяемого уровнемера	Плотномер ПЛОТ-3 с функцией измерений температуры (рег. № 20270-12) или Термометр ЛТ300 (рег. № 61806-15) и пробоотборник по ГОСТ 2517-2012
10.1.4 10.2.4	Плотномер с ценой деления 0,1 кг/м ³ . и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/2 от основной абсолютной погрешности измерений плотности поверяемого уровнемера	Плотномер ПЛОТ-3 (рег. № 20270-12) или Измеритель плотности жидкости вибрационный ВИП-2МР, зав. №851069, (рег. № 27163-09) и пробоотборник по ГОСТ 2517-2012
Раздел 8 Раздел 9 Раздел 10	Вспомогательное оборудование: - персональный компьютер с сервисным ПО TCS (JOYO) и возможностью подключения к уровнемеру по цифровому протоколу 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 проверки 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 внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- 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 разъёмов, 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 Включить уровнемер. На экране последовательно отобразятся версия ПО уровнемера и его адрес. Букв уровнемера опустится до уровня жидкости, и затем уровнемер автоматически начнет выполнять команду [TG] (Проверка уровнемера). При этом букв поднимается прилб. на 60 мм и затем возвращается на уровень жидкости. Во время выполнения команды значения типа уровня заменяются на дисплее восклицательными знаками (!! !!!), а в поле состояния [П1] (Интерфейс 1) отображается [TG]. По завершении данной операции отображаются выбранные единицы уровня и тип уровня, а значение [TG] заменяется значением [П1].

8.1.7 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.

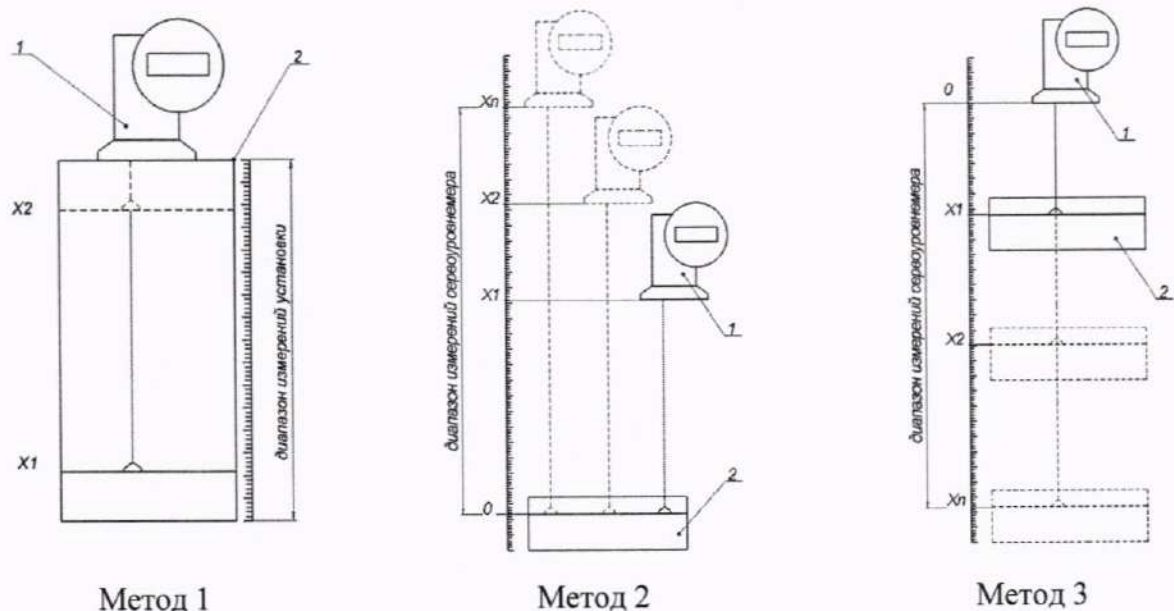


Рис. 1 – Схематическое изображение методов определения основной погрешности уровнемеров в лабораторных условиях

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

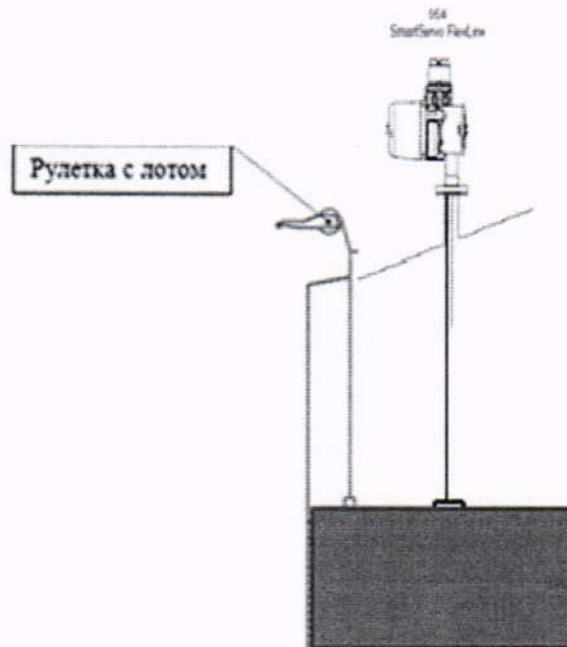


Рис. 2 – Схематическое изображение определения основной погрешности уровнемеров на месте эксплуатации

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), на экране монитора компьютера с сервисным ПО TCS (JOYO), подключенного к уровнемеру по Modbus RTU RS-232/RS-485, либо непосредственно на экране дисплея уровнемера идентификация соответствует указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	BJLM-80H
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	не ниже 11.x
x – принимает значение от 1 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 Поверка действительной погрешности измерений уровня

Поверка действительной погрешности измерений уровня уровнемерами может проводится одним из выбранных по пункту 8 методов.

10.1.1.1 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 измерительной проволоки уровнемера.

В процессе поверки поплавков уровнемера устанавливается на требуемое расстояние путем ввода команды меню [11]. 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 поверяемой точке не превышает ± 1 мм.

10.1.1.2 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 поверяемого 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 поверяемой точке не превышает ± 1 мм.

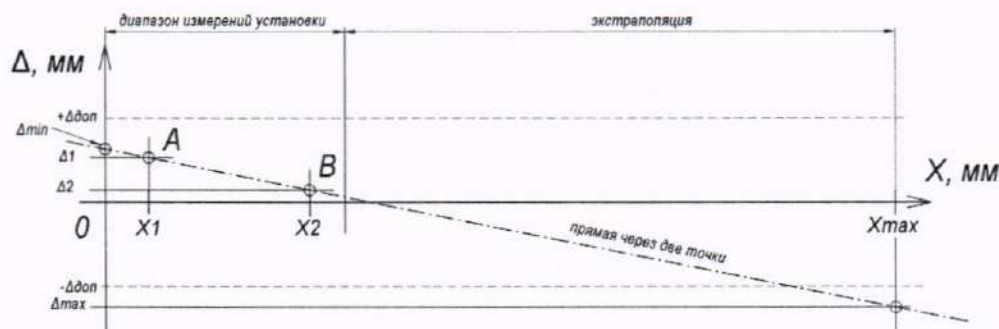


Рис.3 – График зависимости погрешности измерений Δ от уровня измеренного X для уровнемера, с построением участка экстраполяции

10.1.2 Поверка действительной погрешности измерений уровня границы раздела жидких сред

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. Плавным опустить измерительную рулетку внутрь вспомогательной емкости до касания дна. Измерительную рулетку поднять (строго вверх без смещения в стороны) до появления над смоченной частью 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 ± 3 мм.

10.1.3 Проверка погрешности измерений температуры (для уровнемеров, оснащенных многофункциональным буйком с функцией измерений температуры)

Проверка погрешности измерений температуры производится путем сличения показаний эталонного термометра с показаниями многофункционального буйка уровнемера. Для этого эталонный термометр вместе с многофункциональным буйком помещают в климатическую камеру и задают последовательно температуру плюс 20 °С, плюс 70 °С, минус 40 °С. Время выдержки эталонного термометра и многофункционального буйка на каждой заданной температуре в климатической камере должно составлять не менее 30 минут для стабилизации теплового режима.

Результат поверки погрешности измерений температуры считается положительным, если расхождение результатов измерений температуры уровнемером и средством проверки в каждой температурной точке диапазона измерений находится в пределах $\pm 0,5$ °С.

10.1.4 Проверка погрешности измерений плотности (для уровнемеров, оснащенных многофункциональным буйком с функцией измерений плотности)

Проверка погрешности измерений плотности производится путем сличения показаний эталонного плотномера/образцов плотности с показаниями многофункционального буйка уровнемера. Определение погрешности измерений плотности производится путем сличения показаний измеренного значения плотности многофункциональным буйком уровнемера при стандартной температуре (20 °С или 15 °С) и плотности, которая измеряется эталоном (средством поверки) при стандартной температуре (20 °С или 15 °С).

Для этого эталонным плотномером и многофункциональным буйком измеряют плотность не менее трех образцов жидкости с различными плотностями в пределах диапазона от 600 до 1400 кг/м³.

Результат поверки погрешности измерений плотности считается положительным, если расхождение результатов измерений плотности продукта уровнемером и средством проверки на каждом образце жидкости находится в пределах $\pm 0,5$ кг/м³.

10.2 Поверка на месте эксплуатации

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.

10.2.1 Поверка действительной погрешности измерений уровня

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.

10.2.1.1 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» (высоту газового пространства (пустоты)).

Поправка ΔH_0 , мм, определяется по формуле:

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

где H_0^{Π} – показания проверяемого 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:

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

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/°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 (6).

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 $H_j^{\text{э}}$, мм, вычислить по формуле:

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

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

$$\Delta_j = H_j^{\text{э}} - H_j \quad (10)$$

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

10.2.1.2 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 $H_j^{\text{э}}$ 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 ; Δ_1), а координаты второй точки В (X_2 ; Δ_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.

10.2.2 Поверка действительной погрешности измерений уровня границы раздела жидких сред

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 $H_{\text{эт}}$ принять одинаковый полученный как минимум в двух повторях.

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

10.2.3 Проверка погрешности измерений температуры (для уровнемеров, оснащенных многофункциональным буйком с функцией измерений температуры)

Проверка погрешности измерений температуры производится путем сличения показаний эталонного термометра с показаниями многофункционального буйка уровнемера не менее чем в 5 точках.

Для этого эталонный термометр, помещают непосредственно в резервуаре, либо внутри пробоотборника последовательно на уровнях установки многофункционального буйка уровнемера, соответствующих каждому точечному измерению температуры продукта в резервуаре. Время выдержки эталонного термометра на каждом заданном уровне в резервуаре должна составлять не менее 10 минут для стабилизации теплового режима.

Результат поверки погрешности измерений температуры считается положительным, если расхождение результатов измерений температуры уровнемером и средством проверки на каждом уровне установки многофункционального буйка уровнемер находится в пределах $\pm 0,5$ °С.

10.2.4 Проверка погрешности измерений плотности (для уровнемеров, оснащенных многофункциональным буйком с функцией измерений плотности)

Определение погрешности измерений плотности производится путем сличения показаний измеренного значения плотности продукта, находящегося в резервуаре многофункциональным буйком уровнемера при стандартной температуре (20 °С или 15 °С) и плотности продукта, находящегося в резервуаре, которая измеряется эталоном (средством поверки) при стандартной температуре (20 °С или 15 °С).

Измерение плотности продукта, находящегося в резервуаре, проводится лабораторными, либо другими методами при помощи средств поверки с погрешностью, находящейся в пределах $\pm 0,5 \text{ кг/м}^3$.

Результат поверки погрешности измерений плотности считается положительным, если расхождение результатов измерений плотности продукта уровнемером и средством поверки находится в пределах $\pm 1,0 \text{ кг/м}^3$.

11. Оформление результатов поверки

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

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

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

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

11.4 При отрицательных результатах поверки уровнемер к применению не допускается.

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

Начальник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Научный сотрудник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Д.Ю. Семенюк

Приложение А
(рекомендуемое)
Протокол поверки уровнемера
№ _____

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

СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

А.1 Внешний осмотр: _____

А.2 Опробование:

А.2.1 Получены идентификационные данные ПО уровнемеров (см. таблицу А.1).

Таблица А.1

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

А.2.2 Проверка функционирования: _____

А.3. Определение абсолютной погрешности измерений уровня и уровня раздела жидких сред (см. таблицу А.2).

Таблица А.2

По цифровому выходу/ показывающему устройству							
		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

Аналоговый токовый выход 4-20 мА											
		Прямой ход					Обратный ход				
Точка	$H_{эт},$ мм	$I_i,$ мА	$\bar{I}_y,$ мА	$I_p,$ мм	$\gamma_y,$ %	$\gamma_{y доп},$ %	$I_i,$ мА	$\bar{I}_y,$ мА	$I_p,$ мм	$\gamma_y,$ %	$\gamma_{y доп},$ %
1											
...											
5											

A.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Задаваемая точка температуры, °C	Действительное значение температуры по эталонному термометру, °C	Измеренное значение температуры по многофункциональному буйку, °C	Δt , °C	$\Delta_{\text{доп}}$, °C

A.5 Определение абсолютной погрешности измерений плотности

Жидкий продукт	Действительное значение плотности по эталонному плотномеру, кг/м ³	Измеренное значение плотности по многофункциональному буйку, кг/м ³	$\Delta \rho$, кг/м ³	$\Delta_{\text{доп}}$, кг/м ³

Результат поверки: _____

Поверитель _____ / _____ /
(подпись)