

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



А.Е. Колонин

« 16 » // 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Уровнемеры многофазные Insol-90X

Методика поверки
МП 208-037-2021

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения	3
2.	Перечень операций поверки средства измерений.....	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	4
7.	Внешний осмотр средства измерений.....	5
8.	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
9.	Проверка программного обеспечения средства измерений.....	6
10.	Определение метрологических характеристик средства измерений	6
11.	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.	9
12.	Оформление результатов поверки.....	9
	Приложение А (рекомендуемое) Протокол поверки	10

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на уровнемеры многофазные Insol-90X (далее – уровнемеры) изготавливаемые обществом с ограниченной ответственностью «Инсол», Россия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

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 средства измерений

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений:			
- в лабораторных условиях	10.1	да	да
- в условиях эксплуатации	10.2	да	да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
6 Оформление результатов поверки	12	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

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

- температура окружающего воздуха и измеряемой (контролируемой) среды:
- (20 ± 5) °С при поверке в лабораторных условиях;
- (20 ± 10) °С при поверке в условиях эксплуатации;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);

3.2 Поверку допускается проводить в условиях эксплуатации на объекте, на мере вместимости (резервуаре), где установлен уровнемер методами, указанными в соответствующих пунктах настоящей методики, если контролируемая среда соответствует требованиям эксплуатационной документации уровнемера и позволяет осуществлять разгерметизацию резервуара (контролируемая среда не является токсичной, опасной, в резервуаре отсутствует избыточное давление и т.п.).

3.3 Схема подключения уровнемера при проведении поверки приведена в разделе 1 «Руководства по эксплуатации» INSOL90X.01.00.000 РЭ.

3.4 При поверке электрическое питание уровнемера осуществлять напряжением, соответствующим диапазону напряжений питаний, указанному в его эксплуатационной документации. Рекомендуемое напряжение питания 24 или 48 В.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие эксплуатационную документацию на уровнемер, на средства поверки и оборудование, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 – Применяемые средства поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
3	Диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С, погрешность $\pm 0,3$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, погрешность ± 2 %, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, погрешность $\pm 2,5$ гПа	Термогигрометр ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д (Регистрационный № 46434-11)
10	Установка поверочная уровнемерная, соответствующая рабочему эталону 1-го или 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459, с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого уровнемера	Стенды для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ (рег. № 56506-14)
10	Рулетка измерительная с грузом/без груза 2-го или 3-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера	Рулетка измерительная металлическая РНГ, поверенная в качестве эталона (рег. № 60606-15)
8, 9, 10	Диапазон измерений силы тока от 4 до 20 мА, погрешность ± 3 мкА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6-Ех (рег. № 52489-13)
8, 9, 10	Генерируемое напряжение постоянного тока не менее 18 В, не более 56 В	Источник питания постоянного тока PSS-3203 (рег. № 46658-11)
8, 9, 10	Коммуникатор проводной связи с интерфейсом Ethernet TCP/IP и (или) RS-485	Модем Insol

5.2 Допускается применение аналогичных 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 При проведении поверки необходимо выполнять требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на уровнемер.

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.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 Перед началом поверки уровнемер должен быть осмотрен.

7.2 Необходимо проконтролировать:

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

Примечание – При периодической поверке допускается отсутствие комплекта монтажных частей уровнемера.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед выполнением операций поверки необходимо:

- выдержать уровнемер в условиях поверки не менее 4 часов;

Примечание – Допускается сокращение времени выдержки до 30 минут, если уровнемер до начала поверки находился с эталонами в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

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

8.2 Перед определением метрологических характеристик необходима выдержка уровнемера не менее 5 мин при включенном напряжении питания.

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

8.4 Перед проведением первичной поверки выполняют следующие подготовительные работы:

Если уровнемер поверяется на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости (рис. 1) или на поверочной установке с имитатором уровня (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 так, чтобы имелась возможность беспрепятственно растянуть полностью гибкий волновод, либо установить ровно жесткий волновод. Для гибких волноводов обеспечивают их натяжение без провисания. Устанавливают на волноводе отражательный диск или контактный замыкатель, имитирующий измеряемый уровень.

Перед проведением работ по поверке выдержать уровнемер во включенном состоянии при номинальном напряжении в течение 1 часа. Проверить установленные параметры согласно эксплуатационной документации.

8.5 Перед проведением периодической поверки выполняют следующие подготовительные работы:

При поверке с полным демонтажем необходимо:

- демонтировать уровнемер уровня с волноводом и монтажной частью с резервуара;
- провести поверку руководствуясь п. 7 данной методики.

При поверке без демонтажа в условиях эксплуатации необходимо:

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

8.6.1 Опробование в лабораторных условиях осуществляют следующим образом:

а) Подключить уровнемер к средствам измерений и оборудованию в соответствии со схемой подключения, указанной в «Руководстве по эксплуатации» INSOL90X.01.00.000 РЭ. Подать на уровнемер электропитание.

б) Переместить имитатор уровня вдоль волновода уровнемера в одну или другую сторону. Контролировать соответствующее изменение показаний уровня на показывающем устройстве и (или) выходного унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА и (или) цифровом кодированном сигнале и (или) WEB-Servera;

в) Для вариантов исполнения уровнемера, оснащённых устройством для определения коэффициента нефти, воды и эмульсии, переместить имитатор уровня раздела сред вдоль волновода уровнемера в одну или другую сторону, контролировать соответствующее изменение показаний уровня раздела сред.

8.6.2 Опробование в условиях эксплуатации осуществляют следующим образом:

а) Подключить уровнемер к средствам измерений и оборудованию в соответствии со схемой подключения, указанной в «Руководстве по эксплуатации» INSOL90X.01.00.000 РЭ. Подать на уровнемер электропитание.

б) Изменить уровень контролируемой среды в резервуаре, на котором установлен уровнемер. Контролировать соответствующее изменение показаний уровня на показывающем устройстве и (или) выходного унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА и (или) цифровом кодированном сигнале и (или) WEB-Servera;

в) Для вариантов исполнения уровнемеров, оснащённых устройством для определения коэффициента нефти, воды и эмульсии, проконтролировать наличие показаний уровня раздела сред, измеренный уровнемером уровень раздела сред должен быть в пределах диапазона измерений уровнемера.

8.4.3 Результат опробования считать положительным, если при перемещении имитатора уровня (уровня раздела сред) вдоль волновода уровнемера в одну или другую сторону, или при изменении уровня контролируемой жидкости в резервуаре, показания уровнемера и выходной унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА изменялись соответствующим образом.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверить в соответствии с эксплуатационной документацией идентификационный номер (номер версии) программного обеспечения и сравнить его с приведённым в паспорте.

Результат проверки считать положительным, если номера версий идентичны и не ниже 0.6.11, идентификационное наименование ПО «Insol Web».

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение метрологических характеристик в лабораторных условиях

10.1.1 При первичной поверке и при периодической поверке с полным демонтажем определение метрологических характеристик выполняют следующим образом

Задается пять поверяемых отметок, равномерно распределенных по всему диапазону измеряемых значений уровня. Основная абсолютная/относительная погрешность определяется при повышении и понижении уровня жидкости (или путем перемещения имитатора/контактного замыкателя вдоль волновода) в последовательности, приведенной ниже:

- сперва повышается, а затем понижается уровень измеряемой среды в уровнемерной установке (либо перемещается отражатель/контактный замыкатель) до каждой поверяемой отметки, одновременно записывают значение уровня измеренное эталонным средством измерений в этой точке и снимаются показания уровня поверяемого уровнемера (цифровые с ЖК-дисплея или значения передаваемые по цифровому протоколу, либо аналоговые в виде токового сигнала 4-20 мА, измеряемые миллиамперметром);

- записывают результаты показаний уровнемера и эталонного средства измерений.

При использовании миллиамперметра для измерения выходного токового сигнала уровнемера (4-20 мА), значение измеряемого уровня вычисляют по формуле:

$$H_y = \frac{D \cdot (I_y - 4)}{16}, \quad (1)$$

где D – диапазон измерений уровня уровнемером, мм;

I_y – значение токового выходного сигнала с уровнемера измеренного миллиамперметром, в мА.

Далее значение основной абсолютной/относительной погрешности в каждой точке определяется по формуле 2.

Определение основной абсолютной погрешности измерений уровня производится по формуле 2:

$$\Delta_y = N_y - N_э \quad (2)$$

где N_y – значение уровня, измеренное поверяемым уровнемером в точке, мм;

$N_э$ – значение уровня, измеренное уровнемерной установкой или рулеткой в точке, мм.

Определяют значение абсолютной погрешности уровнемера по формуле (2).

При использовании миллиамперметра для измерения выходного токового сигнала уровнемера (4-20 мА), значение измеряемого уровня вычисляют по формуле (1).

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная/приведенная погрешность измерений в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в таблице 3 данной методики.

Таблица 3 - Пределы допускаемой основной абсолютной/относительной погрешности

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня жидких сред: - цифровой кодированный сигнал на базе протокола HART - унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА	± 3 мм ± 3 мм или $\pm 0,05$ % от диапазона измерений (принимается большее значение)
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня раздела сред по цифровому сигналу на, мм	± 15

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

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 уровнемеры уровня). При этом поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной, перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено.

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

Порядок поверки следующий.

Уровнемеры подготавливаются к поверке согласно п. 8 настоящей методики.

Включить поверяемый уровнемер и зафиксировать на нем нулевую контрольную точку, 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:

$$\Delta H_0 = H_0^{\text{П}} - H_0^{\text{Э}} \quad (3)$$

где $H_0^{\text{П}}$ – показания проверяемого уровнемера, мм,

$H_0^{\text{Э}}$ – показание эталонного средства измерений уровня, мм.

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

$$H_0^{\text{Э}} = H_0 \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\text{Г}} - T_B^{\text{П}})] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^{\text{Г}})_i}{m} \cdot [1 + \alpha_s (20 - T_B^{\text{Г}})] \quad (4)$$

где H_0 – 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 $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для стали и $10 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для бетона;

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

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

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

$(H_0^{\text{Г}})_i$ – 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 $H_{\text{У}}$, мм, измеренный уровнемером в j -той контрольной отметке, с учетом поправки, определяется по формуле:

$$H_{\text{У}} = H_{\text{ПУ}j} - \Delta H_0 \quad (5)$$

где $H_{\text{ПУ}j}$ – показание проверяемого уровнемера, мм

ΔH_0 – поправка на несоответствие показаний проверяемого 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 $H_{\text{Э}}$, мм, вычислить по формуле:

$$H_{\Sigma} = H_{\delta} \cdot \left[1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^r - T_B^n) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{J_i}^r}{m} \cdot \left[1 + \alpha_s (20 - T_B^r) \right] \quad (6)$$

Определяют значение абсолютной погрешности уровнемера по формуле (2).

При использовании миллиамперметра для измерения выходного токового сигнала уровнемера (4-20 мА), значение измеряемого уровня вычисляют по формуле (1).

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения погрешностей и вариации показаний измерений не превышают значений, указанных в описании типа.

12. Оформление результатов поверки

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

8.2 Положительные результаты поверок оформляются записью в паспорте на уровнемер. Знак поверки наносится в паспорт уровнемера. Сведения о результатах поверки уровнемера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

8.3 При отрицательных результатах периодической поверки уровнемер считают непригодным к применению. Сведения о результатах поверки уровнемера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Б. А. Иполитов

Научный сотрудник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Д. Ю. Семенюк

**Приложение А
(рекомендуемое)
Протокол поверки
поверки Уровнемера многофазного Insol-90X № _____**

Модификация уровнемера: _____

Вид волновода: _____

Диапазон измерений уровня, мм: _____

Результаты поверки

1 Внешний осмотр: _____

2 Опробование:

2.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Получены идентификационные данные ПО уровнемера (см. таблицу 1).

Таблица 1.

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

2.2 Проверка функционирования уровнемера _____

3 Определение основной абсолютной погрешности измерения уровня

№ Точки диапазона	$H_{эм},$ мм	Прямой ход				Обратный ход			
		$I_y, \text{мА}$	$H_y, \text{мм}$	$\Delta_y, \text{мм}$	$\delta_y, \text{мм}$	$I_y, \text{мА}$	$H_y, \text{мм}$	$\Delta_y, \text{мм}$	$\delta_y, \text{мм}$
1									
2									
3									
4									
5									

Результат поверки: _____

Поверитель _____ / _____ /
(подпись)