



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

 С.А. Денисенко
М.П.
«20» декабря 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры микроволновые Левелтач М

Методика поверки

РТ-МП-41-208-2025

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	7
8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	10
10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	10
11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	14

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на уровнемеры микроволновые Левелтач М, изготавливаемые по ТУ 4214-081-00226253-2013 (далее по тексту – 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 Государственной поверочной схемой 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.

1.3 Допускается проведение поверки в диапазоне измерений, указанном в описании типа, или фактически обеспечивающимся при поверке диапазоне измерений с обязательной передачей сведений об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Операции поверки	Номер пункта методики	Вид поверки	
		первичная	периодическая
1. Внешний осмотр	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 и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: - первичная поверка или периодическая поверка в лаборатории - периодическая поверка на месте эксплуатации (без демонтажа) - определение основной погрешности преобразования цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока	10.1	Да	Да
	10.2	Нет	Да
	10.3	Да	Да
5. Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки уровнемеров в лабораторных условиях должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), °С
- относительная влажность воздуха, %
- атмосферное давление, кПа
- разность температур окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), не более, °С

от +15 до +25
от 30 до 80
от 84,0 до 106,7

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

- | | |
|--|------------------|
| - температура окружающего воздуха и поверочной среды, °С | от -10 до +50 |
| - относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80 |
| - атмосферное давление, кПа | от 84,0 до 106,7 |

3.2 Контроль климатических условий проводится непосредственно перед проведением поверки и в процессе её выполнения. Заносят измеренные значения климатических условий в протокол поверки и проверяют их соответствие условиям, указанным в п.3.1. При обнаружении несоответствий дальнейшие работы приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

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

5.1 При проведении поверки должны использоваться следующие средства поверки, указанные в таблице 5.1.

5.2 Эталоны и средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

Таблица 5.1

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
3. Требования к условиям проведения поверки	Средство измерений параметров окружающей среды: диапазон измерений температуры от -10 до плюс 50 °С, погрешность $\pm 0,5$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	Средство измерений параметров окружающей среды: диапазон измерений давления от 5 до 790 мм рт.ст. (от 6,7 до 1053 гПа), погрешность в диапазоне от 5 до 10 мм рт.ст. $\pm 2,5$ мм рт.ст.; погрешность в диапазоне св. 100 до 790 мм рт.ст. $\pm 1,5$ мм рт.ст.	Барометр-анероид М-110 (рег. № 3745-73)

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3
10.1 Первичная поверка или периодическая поверка в лаборатории	Рабочий эталон 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме (ГПС) (часть 1), утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 (установка поверочная уровнемерная с непосредственным изменением уровня жидкости, либо имитацией уровня жидкости) с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера, либо меньшим диапазоном и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого уровнемера Или Дальномер 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера, либо меньшим диапазоном и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого уровнемера Источник питания постоянного тока Диапазон воспроизведений силы тока $\pm(0,02 I_{\text{макс}} + 0,05) \text{ А}$ Диапазон воспроизведений напряжения $\pm(0,008 U - 0,1) \text{ В}$	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ (рег. № №56506-14) Дальномер лазерный Leica DISTO X310 (рег. № №55021-13) Источник питания постоянного тока Б5-71/4М (рег. № 23580-02)
10.2 Периодическая поверка на месте эксплуатации (без демонтажа)	Рабочий эталон 2-го, или 3-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. №3459 (рулетка измерительная с грузом/без груза), с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера, либо меньшим диапазоном и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого уровнемера	Рулетка измерительная металлическая Р (рег. № 51171-12)

Продолжение Таблицы 5.1

1	2	3
10.3 Определение основной погрешности преобразования цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока	Рабочий эталон единицы постоянного тока, калибратор постоянного тока, 2-ого разряда согласно приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 Средство измерений сигналов силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный МС5-R, ФИФОЕИ (рег. № 22237-02)
	Или	
	Рабочий эталон, по ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023г. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений напряжения U в диапазоне от 0,4 В до 2 В: ± (0,00004 U + 20 мкВ), где U– измеренное значение напряжения, В	Вольтметр универсальный В7-54/3 (рег. № 15250-12)
	Измерительная катушка электрического сопротивления, используется как однозначная мера сопротивления 100 Ом, класс точности 0,01.	Катушка электрического сопротивления измерительная Р331 (рег. № 1162-58)
	Источник питания постоянного тока Диапазон воспроизведений силы тока ±(0,02 I макс+0,05) А Диапазон воспроизведений напряжения ±(0,008U – 0,1) В	Источник питания постоянного тока Б5-71/4М (рег. № 23580-02)
Вспомогательное оборудование		
10.1 Первичная поверка или периодическая поверка в лаборатории	Имитатор уровня, соответствующий конструкции зонда, представляющий собой отражательный диск (либо лист) из металла (дюралюминий, сталь, латунь), имитирующий положение уровня контролируемой среды, диаметром не менее 100 мм (размером не менее 100×100 мм).	
Примечания – При поверке допускается использовать другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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.

6.4 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

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

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие заводского номера, комплектности и маркировки поверяемого уровнемера паспортным данным;
- наличие ненарушенной гарантийной наклейки (1.3.7 РЭ) и свидетельств о предыдущих поверках (при периодических поверках);
- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений на уровнемере, препятствующих его применению или нормальной работе (2.5.3 РЭ).

Результат внешнего осмотра считать положительным, если уровнемер соответствует перечисленным требованиям.

7.2 Уровнемер, не прошедший внешний осмотр, к последующей поверке не допускают.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 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 произвести в соответствии с руководством по эксплуатации установки.

Если уровнемер поверяется с помощью лазерного дальномера, то его монтируют на специальной подставке (рис. 3). Для тросовых зондов обеспечивают их натяжение без провисания. Устанавливают на зонде отражательный диск/лист, имитирующий измеряемый уровень.

Перед проведением работ по поверке выдержать уровнемер в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха не менее 1 часа, подключить уровнемер в соответствии со схемой рисунка А1 (см. приложение А). Выдержать уровнемер во включенном состоянии при номинальном напряжении в течение не менее 10 минут. Проверить установленные параметры согласно эксплуатационной документации.

Примечание – при поверке уровнемера с коаксиальным типом зонда на поверочной установке с имитатором уровня (рис. 2), а также при поверке с помощью лазерного дальномера (рис. 3) необходимо обеспечить электрический контакт между защитной гильзой (трубой) и коаксиальным зондом уровнемера.

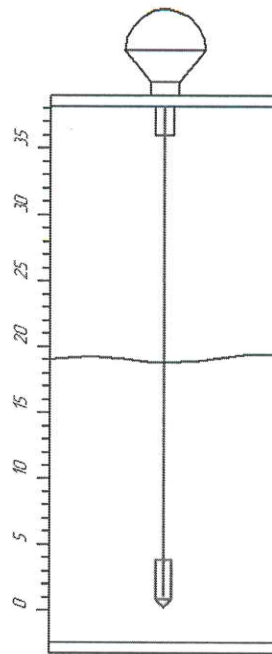


Рисунок 1 – Поверка уровнемера на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости

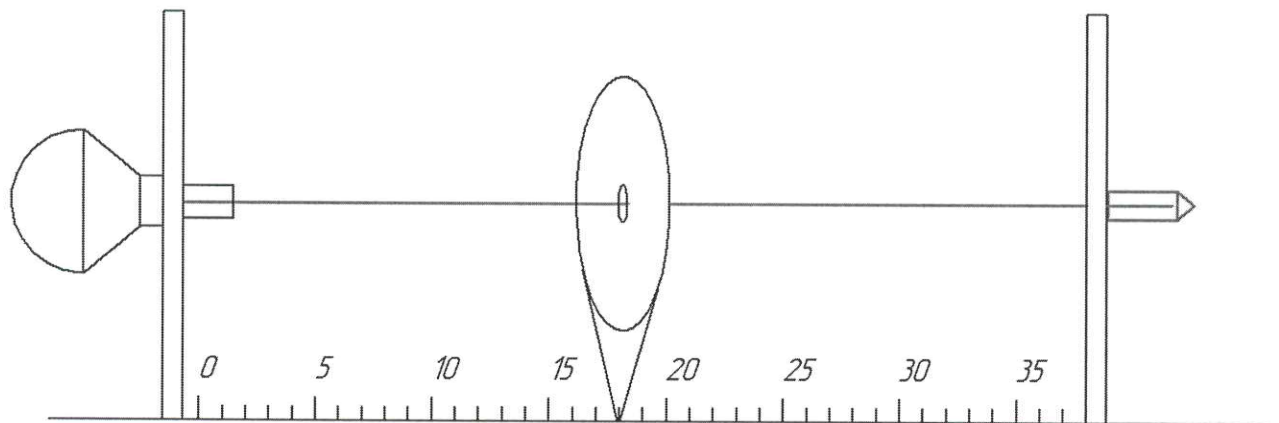


Рисунок 2 – Поверка уровнемера на поверочной установке с имитатором уровня

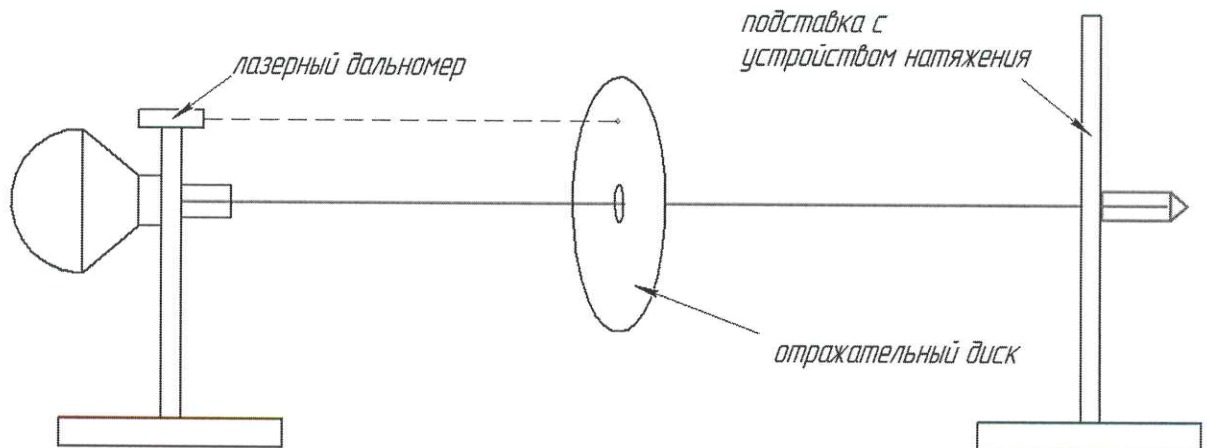


Рисунок 3 – Поверка уровнемера с применением отражательного диска и лазерного дальномера

8.2 Перед проведением периодической поверки выполняют следующие подготовительные работы:

При поверке с полным демонтажем необходимо:

- демонтировать уровнемер с зондом и монтажной частью с резервуара;
- провести поверку руководствуясь п. 8.1 данной методики.

При поверке без демонтажа с помощью измерительной рулетки с грузом в условиях эксплуатации (рис. 4) 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.

8.3 При опробовании уровнемера убеждаются, что показания уровнемера изменяются при изменении уровня жидкости (при поверке на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости), или перемещении имитатора уровня вдоль волновода (при поверке на поверочной установке с имитатором уровня), или перемещении отражательного диска/листа (при поверке с помощью лазерного дальномера). При этом показания уровня на ЖК-дисплее (или значения уровня, передаваемые по цифровому протоколу HART) должны равномерно увеличиваться и уменьшаться в зависимости от направления перемещения жидкости, имитатора, или отражательного диска/листа. Данную операцию проводят на всем диапазоне измерений поверяемого уровнемера.

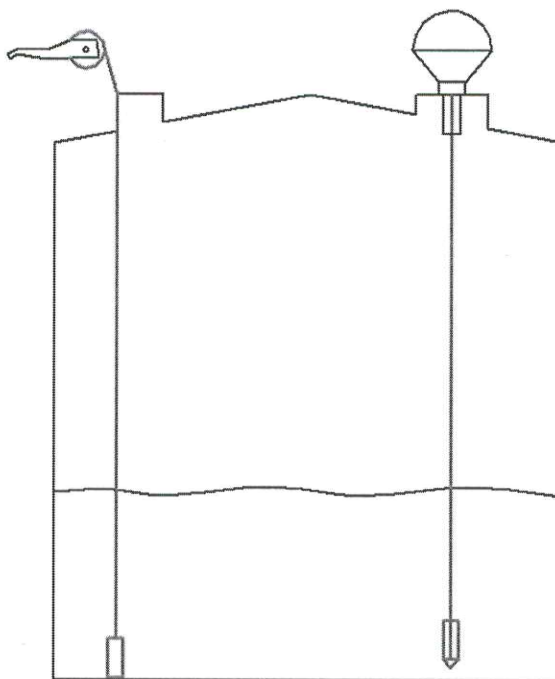


Рисунок 4 – Поверка уровнемера без демонтажа с применением измерительной рулетки с грузом

Результат опробования считается положительным, если показания уровня на ЖК-дисплее (или значения уровня, передаваемые по цифровому протоколу HART) должны равномерно увеличиваться и уменьшаться в зависимости от направления перемещения жидкости, имитатора, или отражательного диска/листа.

В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» включает:

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

Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если при включении уровнемера отображаемые на дисплее идентификационные данные ПО уровнемера (идентификационное наименование, номер версии (идентификационный номер) и цифровой идентификатор соответствуют идентификационным данным, указанным в таблице 9.1. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

Таблица 9.1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Guided Microwave Transmitter
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V0:1.01 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Нет доступа для отображения

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Первичная поверка или периодическая поверка в лаборатории

При первичной поверке или периодической поверке в лаборатории определение метрологических характеристик выполняют следующим образом.

Уровнемеры подготавливаются к поверке согласно п. 8 настоящей методики.

Задается пять проверяемых точек, равномерно распределенных по всему диапазону измеряемых значений уровня.

Основная абсолютная и приведенная погрешности по цифровому сигналу определяются при повышении и понижении уровня жидкости (или путем перемещения имитатора/отражающего диска/листа вдоль зонда) в последовательности, приведенной ниже:

- сначала повышается, а затем понижается уровень измеряемой среды в уровнемерной установке (либо перемещается имитатор/отражающий диск/лист) до каждой проверяемой точки. Одновременно записывают значение уровня, измеренного эталонным средством измерений в этой точке и снимаются показания уровня поверяемого уровнемера (с ЖК-дисплея или значения, передаваемого по цифровому протоколу HART);

- результаты показаний уровнемера и эталонного средства измерений заносятся в протокол поверки.

Определение основной абсолютной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу производится для уровнемеров с зондами длиной L меньше или равно 10000 мм. Для этого значения уровня, измеренные поверяемым уровнемером в каждой проверяемой точке, сравниваются со значениями, измеренными эталонным средством измерений.

Определяют значение основной абсолютной погрешности измерений уровня Δ_{yj} по цифровому сигналу в каждой j -той проверяемой точке по формуле

$$\Delta_{yj} = H_{yj} - H_{эj}, \quad (1)$$

где H_{yj} – i -тое значение уровня, измеренное поверяемым уровнемером в j -ой проверяемой точке, мм;

$H_{эj}$ – i -тое измеренное значение уровня, измеренное средством поверки в j -ой проверяемой точке, мм.

Значение уровня, измеренное поверяемым уровнем в каждой j -той точке, следует определять, как среднее арифметическое из не менее трех измерений по формуле

$$H_{yj} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{yi}}{n}, \quad (2)$$

где H_{yi} – i -тое значение уровня, измеренное поверяемым уровнем в j -ой поверяемой точке, мм;

n – количество повторных измерений в j -той поверяемой точке.

Примечание – перед считыванием результата измерений уровня необходимо дождаться стабилизации показаний поверяемого уровня в течение не менее 1 минуты.

Значение уровня, измеряемое средством поверки, следует определять путем многократных измерений по формуле

$$H_{эj} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{эi}}{n}, \quad (3)$$

где $H_{эi}$ – i -тое измеренное значение уровня средством поверки в j -ой поверяемой точке, мм;

n – количество повторных измерений в j -той поверяемой точке.

Примечание – при использовании уровнемерных установок рекомендуется принимать n равным 3, при измерениях с помощью лазерного дальномера рекомендуется n принимать равным 10.

Определение основной приведенной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу производится для уровнемеров с волноводами длиной L больше 10000 мм по формуле

$$\gamma_{yj} = \frac{(H_{yj} - H_{эj})}{D} \cdot 100\% \quad (4)$$

где D – диапазон измерений уровня уровнем, мм.

H_{yj} – значение уровня, измеренное поверяемым уровнем в j -ой поверяемой точке (определяемое по формуле 2), мм;

$H_{эj}$ – значение уровня, измеренное средством поверки в j -ой поверяемой точке (определяемое по формуле 3), мм.

Результаты поверки считать положительными, если абсолютная/приведенная погрешность измерений в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в таблице 10.1. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

Таблица 10.1 – Метрологические характеристики

Наименование параметра	Значение
Длина измерительной части волновода, м	до 24*
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу при длине измерительной части до 10 м, мм -для жидкостей -для сыпучих сред в точке контакта с волноводом (для сред с $\epsilon_r > 2,1$)	$\pm 5; (\pm 3)^{**}$ ± 20
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу при длине измерительной части волновода свыше 10 и до 24 м, выраженной по отношению к длине измерительной части, % -для жидкостей -для сыпучих сред в точке контакта с волноводом (для сред с $\epsilon_r > 2,1$)	$\pm 0,1; (\pm 0,05)^{**}$ $\pm 0,2$
* - указанное значение является максимальным и зависит от конструкции волновода	
** - по специальному заказу	
ϵ_r - диэлектрическая проницаемость измеряемой среды	

10.2 Периодическая поверка на месте эксплуатации (без демонтажа)

При периодической поверке на месте эксплуатации (без демонтажа) определение метрологических характеристик выполняют следующим образом.

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, измеряемый продукт является жидкостью и 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 жидкого 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.

Уровеньмеры 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

$$\Delta H_0 = H_0^{\Pi} - H_0^{\exists} \quad (5)$$

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

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

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

$$H_0^{\exists} = H_6 \cdot \left[1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi}) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^{\Gamma})_i}{m} \cdot \left[1 + \alpha_s (20 - T_B^{\Gamma}) \right] \quad (6)$$

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

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

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

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

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

$(H_0^{\Gamma})_i$ – высота газового пространства при i -том измерении в «нулевой» точке, 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_{yj} , мм, измеренный уровнемером в j -той контрольной точке, с учетом поправки, определяется по формуле

$$H_{yj} = H_{пуj} - \Delta H_0 \quad (7)$$

где $H_{пуj}$ – показание поверяемого уровнемера, мм

ΔH_0 – поправка на несоответствие показаний поверяемого уровнемера и эталонной измерительной рулетки, найденная по формуле (5).

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, чувствительной к измеряемой жидкости.

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

Уровень жидкости в каждой контрольной точке H_{Σ} , мм, вычислить по формуле

$$H_{\Sigma} = H_6 \cdot \left[1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^r - T_B^п) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^r}{m} \cdot \left[1 + \alpha_s (20 - T_B^r) \right] \quad (8)$$

Определение основной абсолютной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу производится для уровнемеров с зондами длиной L меньше или равно 10000 мм по формуле (1).

Определение основной приведенной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу производится для уровнемеров с зондами длиной L больше 10000 мм по формуле (4).

Примечание – при отклонении температуры окружающей среды от 20°C необходимо учитывать пределы допускаемой дополнительной погрешности на каждые 10°C, которая арифметически суммируется с основной погрешностью увеличивая пределы допускаемой погрешности на значения, указанные в таблице 10.2

Таблица 10.2 – Метрологические характеристики

Наименование параметра	Значение
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу, при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий измерений на каждые 10°C, мм	$\pm 0,4$

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная/приведенная погрешность измерений в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в таблице 10.1 с учётом дополнительной погрешности, указанной в таблице 10.2.

В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

10.3 Определение основной погрешности преобразования цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока

Определение основной приведенной погрешности проводят в 5 точках, равномерно распределенных в пределах диапазона преобразования: 4, 8, 12, 16, 20 мА.

Порядок работ:

- к выходным клеммам аналогового сигнала силы постоянного тока уровнемера подключить калибратор в режиме измерения сигналов силы постоянного тока согласно рисунку А2 (см. приложение А);
- на дисплее уровнемера или HART-модем задать значения выходных сигналов уровнемера в проверяемой точке;
- по показаниям калибратора зафиксировать установившееся значение выходного сигнала;
- определить приведенную погрешность преобразования (γ_i), в процентах по формуле 9.

Основная приведенная погрешность:

$$\gamma_i = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{ном}}}{16} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где:

- γ_i – основная приведенная погрешность в % от диапазона преобразования сигнала;
- $I_{\text{изм}}$ – измеренное калибратором значение силы постоянного тока, мА;
- $I_{\text{ном}}$ – номинальное значение выходного сигнала силы постоянного тока от уровнемера, мА.

Примечание – допускается использовать вместо калибратора схему подключения вольтметра и эталонного сопротивления согласно рисунку А1 (см. приложение А).

Результаты поверки считаются положительными, если приведенная погрешность измерений в каждой поверяемой точке не превышает $\pm 0,1\%$.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Протокол поверки оформляется в произвольной форме.

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.

11.3. При положительных результатах поверки уровнемер признается годным к эксплуатации, оформляются результаты поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России. В соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется свидетельство о поверке, и/или в паспорт средства измерений вносится запись о приведенной поверке, наносится знак поверки. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

11.4 При отрицательных результатах поверки уровнемер признается непригодным к эксплуатации, оформляются результаты поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России. В соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

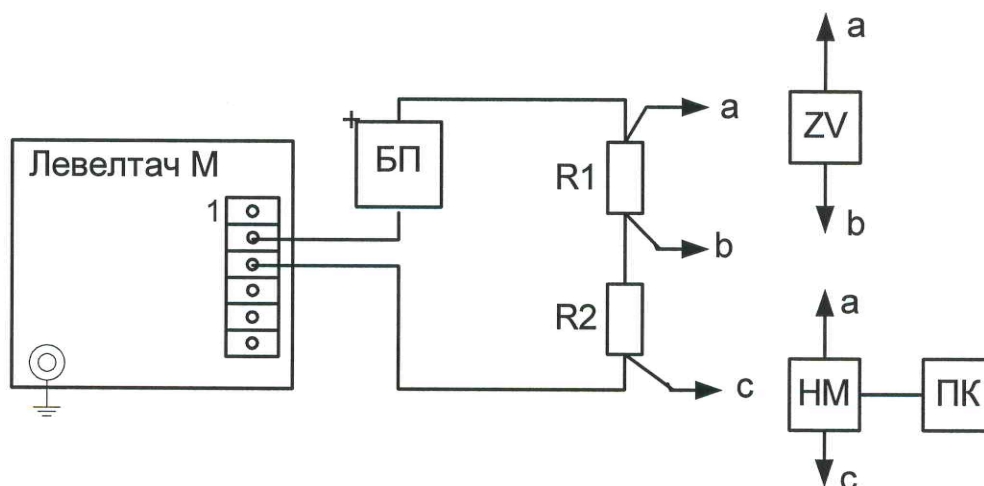
Инженер отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Б.А. Иполитов

А.И. Оснач

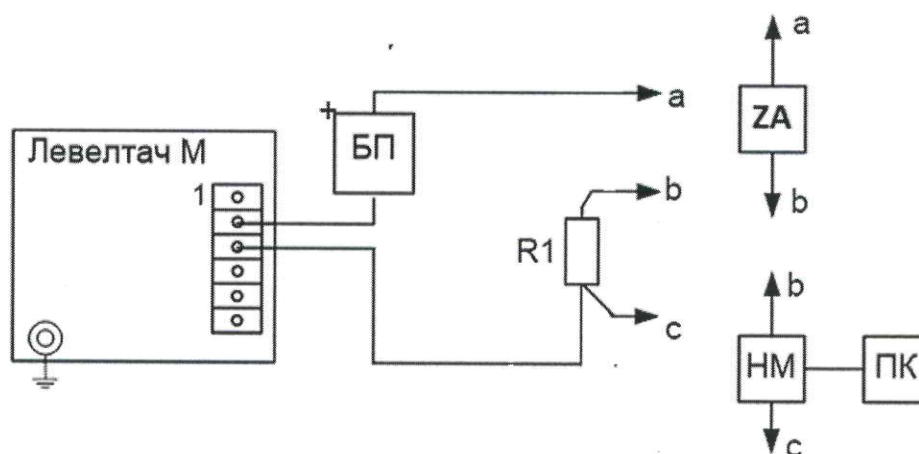
ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Схема подключения уровнемера при поверке



БП	Блок питания (24 ± 3) В
R1	Эталонная мера сопротивления 100 Ом
R2	Резистор (150 ± 15) Ом 0,25 Вт
ZV	Цифровой вольтметр
НМ	Hart - модем
ПК	Персональный компьютер

Рисунок А1 – Схема подключения уровнемера при поверке
при помощи вольтметра и эталонного сопротивления



БП	Блок питания (24 ± 3) В
R1	Резистор (250 ± 15) Ом 0,25 Вт
ZA	Цифровой амперметр (калибратор)
НМ	Hart - модем
ПК	Персональный компьютер

Рисунок А2 – Схема подключения уровнемера при поверке
при помощи цифрового амперметра (калибратора)