



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.



«26» 02 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры радарные ЭЛЕМЕР-УР-32

Методика поверки

РТ-МП-192-208-2026

г. Москва
2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
6 Внешний осмотр средства измерений	6
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
8 Проверка программного обеспечения средства измерений	8
9 Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	8
10 Оформление результатов поверки	11

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на уровнемеры радарные ЭЛЕМЕР-УР-32 (далее – уровнемеры или УР-32), изготавливаемые ООО НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва, г. Зеленоград, и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. При проведении поверки прослеживаемость поверяемых СИ к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459.

1.3. При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются методы непосредственного сличения и прямые измерения.

1.4. Поверка СИ в части отдельных измерительных каналов проводится на основании письменного заявления владельца СИ или лица, представившего СИ на поверку, оформленного в произвольной форме, с указанием по какому каналу проводится поверка: цифровой сигнал HART-протокола, унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока.

1.5. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведённые в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу Δ , мм ¹⁾ : – для индекса заказа А – для индекса заказа В	± 2 ; ± 3 ²⁾ ± 3
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока Δ_I , мА	$\pm 0,008$
Выходные сигналы: - силы постоянного тока, мА - цифровой сигнал	от 4 до 20 HART
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразований цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальной до любой температуры в пределах рабочих температур на каждые 10 °С, мА	$\pm 0,008$
¹⁾ В соответствии с заказом. ²⁾ При периодической поверке на месте эксплуатации.	

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
3. Проверка электрической прочности изоляции	7.5	да	нет
4. Проверка электрического сопротивления изоляции	7.6	да	нет
5. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
6. Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	9	да	да
7. Оформление результатов поверки	10	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 25 °С.

3.2. При проведении периодической поверки в условиях эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от минус 10 °С до плюс 40 °С;
- измеряемая среда соответствует требованиям эксплуатационной документации на уровнемеры;
- измеряемая среда допускает разгерметизацию меры вместимости (далее – резервуар) (продукт не является токсичным, кипящим или воспламеняющимся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в резервуаре отсутствует избыточное давление);
- перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено;
- поверхность измеряемой среды должна быть спокойной.

3.3. Условия поверки не должны противоречить условиям эксплуатации средств поверки.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
9.1, 9.4	Рабочий эталон 2-го разряда по ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3459	Установка для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 89465-23
9.2.1, 9.4	Рабочий эталон 2-го разряда по ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3459	Уровнемер радарный ЭЛМЕТРО-РПУ, рег. № 84697-22; уровнемер радиоволновой УЛМ рег. № 16861-08
9.2.2, 9.4	Рабочий эталон 2-го или 3-го разряда по ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3459	Рулетка измерительная металлическая Р50УЗК, рег. № 60606-15
9	Рабочий эталон 1-го или 2-го разряда по ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000», рег. № 85582-22
Вспомогательное оборудование		
7, 9	СИ атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, ПГ $\pm 0,5$ %	Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н модель 030, рег. № 63044-16
7, 9	СИ относительной влажности окружающего воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 %, ПГ ± 3 %. СИ температуры в диапазоне измерений от -10 °С до +40 °С, ПГ ± 1 °С	Преобразователь температуры и влажности измерительный РОСА-10, рег. № 27728-09
7 – 9	Источник питания постоянного тока: номинальное выходное напряжение 24 В, допустимое отклонение напряжения от номинального ± 2 %; или номинальное выходное напряжение 11,6 В, допустимое отклонение напряжения от номинального $\pm 0,2$ В	Источник питания постоянного тока БП 906/24-1 Источник питания постоянного тока БП 926Ех
7.5	Установка для проверки электрической безопасности, напряжение 500 В	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79603, рег. № 58755-14
7.6	Мегаомметр, диапазон измерений 20 МОм, напряжение 100 В	Мегаомметр Е6-24/1 рег. № 47135-11
7 – 9	Персональный компьютер	Объём оперативной памяти не менее 1 Гбайт; объём жёсткого диска не менее 10 Гбайт; операционная система с установленным программным обеспечением «HART MultiConfig»

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8, 9	Преобразователь интерфейсов USB-HART	HART-модем НМ-20/U1
<p>Примечания:</p> <p>1. Допускается использовать при поверке другие аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа, поверенные и удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p> <p>2. Соотношения погрешностей СИ и эталонов должны соответствовать требованиям ГПС.</p>		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1. При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- требования безопасности, приведённые в руководстве по эксплуатации уровнемеров.

5.2. Вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена.

5.3. Все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны.

5.4. При поверке уровнемеров на месте их эксплуатации дополнительно контролируют выполнение следующих требований:

- содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций, установленных ГОСТ 12.1.005-88;
- поверка взрывозащищённых уровнемеров должна производиться с помощью эталонных уровнемеров, изготовленных во взрывозащищённом исполнении для взрывоопасных сред по ГОСТ ИЕС 60079-10-1-2013 и предназначенных для эксплуатации на открытом воздухе;
- при поверке взрывозащищённых уровнемеров в условиях эксплуатации необходимо изучить правила техники безопасности проведения работ во взрывоопасной зоне резервуарохранилищ, относящихся к взрывоопасным категориям объектов, и выполнять их в процессе проведения поверочных работ;
- поверка уровнемеров во время грозы категорически запрещена.

6. Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют комплектность, устанавливают правильность маркировки, отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу уровнемера, безопасность и на качество поверки.

6.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- соответствие внешнего вида описанию типа и изображению, приведённому в описании типа;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;
- наличие заводских номеров и маркировки.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Проверить соответствие условий поверки по п. 3.

7.2. Подготовить СИ, эталоны и вспомогательное оборудование к проведению измерений в соответствии с руководствами по эксплуатации и выдержать их во включённом состоянии не менее 1 часа в условиях, приведённых в п. 3.

7.3. Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.

Результаты считают положительными, если при изменении уровня происходит пропорциональное изменение выходного сигнала (при поверке на уровнемерной установке), измеренное значение уровня соответствует уровню в резервуаре (при поверке на месте эксплуатации).

7.4. При поверке на месте эксплуатации с помощью рулетки наносят слой бензочувствительной или водочувствительной пасты (при необходимости) на участок шкалы рулетки, в пределах которого будет находиться контрольная точка.

7.5. Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводят с помощью установки для проверки электрической безопасности GPT-79603 (далее – установка), позволяющей изменять напряжение равномерно ступенями, не превышающими 10 % значения испытательного напряжения, в следующей последовательности:

- 1) Подключают установку к уровнемеру согласно руководству по эксплуатации.
- 2) Заземляют используемые приборы.
- 3) Подготавливают уровнемер и установку в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Включают установку.
- 4) Подают испытательное напряжение 500 В практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц между цепью питания, цепью унифицированного выходного сигнала, цепью интерфейса и корпусом при температуре окружающего воздуха плюс (20 ± 5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %.

Испытательное напряжение следует повышать, начиная с нуля или со значения, не превышающего номинальное напряжение цепи, до испытательного в течение не более 30 с.

Погрешность измерения испытательного напряжения не должна превышать ± 5 %.

5) Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин.

6) Затем напряжение снижают до нуля или значения, не превышающего номинальное, после чего установку отключают.

Результаты проверки по данному пункту считаются положительными, если не произошло пробоев и поверхностного перекрытия изоляции.

7.6. Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводят с помощью мегаомметра Е6-24/1 в следующей последовательности:

- 1) Подключают мегаомметр к уровнемеру согласно их руководствам по эксплуатации.
- 2) Заземляют используемые приборы.
- 3) Подготавливают уровнемер и мегаомметр в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Включают мегаомметр.
- 4) Подают испытательное напряжение 100 В между цепью питания, цепью унифицированного выходного сигнала, цепью интерфейса и корпусом при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %.

Результаты проверки по данному пункту считаются положительными, если электрическое сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку программного обеспечения (далее – ПО) проводят в следующей последовательности:

- 1) Подключают уровнемер к персональному компьютеру.
- 2) Включают персональный компьютер и загружают программное обеспечение.
- 3) В появившемся окне фиксируют номер версии и идентификационное наименование внешнего и встроенного ПО.

Результаты считают положительными, если наименование и номер версии ПО совпадают с данными, представленными в разделе «Программное обеспечение» описания типа уровнемеров радарных ЭЛЕМЕР-УР-32.

9. Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

Определение погрешности измерений уровня допускается проводить при первичной поверке по п. 9.1, при периодической поверке по п. 9.1 или 9.2.

9.1. Определение погрешности измерений уровня в лабораторных условиях

Определение погрешности проводится на уровнемерной установке на пяти проверяемых точках, равномерно распределённых по диапазону измерений уровня при прямом и обратном ходах, т.е. при условном повышении и понижении уровня жидкости.

Проверяют и, при необходимости, проводят подстройку «нуля» в соответствии с руководством по эксплуатации СИ и эталона.

Абсолютную погрешность измерений уровня Δ_H , мм, в каждой точке определяют по формуле

$$\Delta_H = H_i - H_э, \quad (1)$$

где H_i – уровень, измеренный уровнемером, мм;
 $H_э$ – уровень, измеренный эталоном, мм.

Примечание – При считывании информации об измеренном уровне по токовому выходу уровень H_i , мм, рассчитывают по формуле

$$H_i = \frac{(I_i - I_H)}{(I_B - I_H)} \cdot (H_{max} - H_{min}) + H_{min}, \quad (2)$$

где I_i – измеренное значение тока, соответствующее измеряемому уровню H_i , мА;
 I_H, I_B – нижний и верхний пределы унифицированного выходного сигнала, мА;
 H_{min}, H_{max} – минимальное и максимальное значение уровня, соответствующие пределам выходного сигнала, мм.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если погрешность в каждой точке при каждом измерении не превышает:

– пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня при считывании результатов по цифровому сигналу;

– суммы пределов допускаемых погрешностей по цифровому сигналу и преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока при считывании результатов по измерений по унифицированному выходному сигналу.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

Примечания:

1. Пределы допускаемой абсолютной погрешности указаны в таблице 1.
2. Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока, мА, рассчитывают по формуле

$$\Delta_{HI} = \Delta_I \cdot \frac{(H_{max} - H_{min})}{(I_B - I_H)}, \quad (3)$$

где I_i – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока, мА.

9.2. Определение погрешности измерений уровня на месте эксплуатации при периодической поверке

Если имеется возможность повышения/понижения уровня жидкости в резервуаре до определённых уровней, значение которых однозначно определены, например, конструкцией резервуара, проходящих трубопроводов или технологическим процессом, то поверка может производиться по данным уровням.

Количество проверяемых точек должно быть не менее двух.

9.2.1 Определение погрешности измерений уровня эталонным уровнемером

На резервуаре с установленным поверяемым уровнемером параллельно устанавливают эталонный уровнемер с соблюдением рекомендаций руководств по эксплуатации обоих уровнемеров.

Проверяют и при необходимости производят подстройку «нуля» в соответствии с руководством по эксплуатации.

Считывают выходной сигнал поверяемого уровнемера с помощью ИКСУ и (или) считывают результат измерений с помощью программного обеспечения «HART MultiConfig».

Определение погрешности измерений уровня проводят по формуле (1).

9.2.2 Определение погрешности измерений уровня рулеткой измерительной

Зафиксировать на поверяемом уровнемере контрольную отметку при текущем уровне жидкости. Опустить рулетку через измерительный люк резервуара и по её шкале зафиксировать высоту поверхности раздела «жидкость – газовое пространство» (далее – высота газового пространства).

Уровень жидкости в контрольной отметке определяют вычитанием из значения базовой высоты резервуара значения высоты газового пространства.

Поправку на несоответствие показаний поверяемого уровнемера и эталонного средства измерений ΔH_0 , мм, определяют по формуле

$$\Delta H_0 = H_0^n - H_0^3, \quad (4)$$

где H_0^n – значение уровня, измеренное уровнемером, мм;
 H_0^3 – значение уровня, измеренное эталоном, мм.

Примечание – За значение H_0^3 , мм, принять значение результата измерений уровня, вычисляемое по формуле

$$H_0^3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^\Gamma - T_B^\Pi)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_0^\Gamma}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Gamma)], \quad (5)$$

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

$\alpha_{ст}$ – температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара;

α_s – температурный коэффициент линейного расширения материала эталонной измерительной ленты;

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

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

H_0^{Γ} – высота газового пространства, мм;

m – число измерений высоты газового пространства, $m \geq 5$.

Повышают (понижают) уровень жидкости до каждой поверяемой точки, снимают показания средства измерений и результаты, полученные с эталона.

Уровень жидкости H_i , мм, измеренный уровнемером с учётом поправки, определяют по формуле

$$H_i = H_{\text{ПУ}} - \Delta H_0, \quad (6)$$

где $H_{\text{ПУ}}$ – показание поверяемого уровнемера, мм.

Уровень жидкости в контрольной отметке определяют вычитанием из значения базовой высоты резервуара значения высоты газового пространства.

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

Уровень жидкости в каждой поверяемой точке H_3 , мм, вычислить по формуле

$$H_3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_j^{\Gamma})_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})], \quad (7)$$

где $(H_j^{\Gamma})_i$ – высота газового пространства в j -й контрольной точке при i -м измерении при помощи рулетки, мм;

j – номер контрольной отметки.

Определение погрешности измерений уровня проводят по формуле (1).

9.2.3 Результат поверки по пунктам 9.2.1 или 9.2.2 считают положительным, если погрешность в каждой точке при каждом измерении не превышает:

– пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня при считывании результатов по цифровому сигналу;

– суммы пределов допускаемых погрешностей по цифровому сигналу и преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока токовому выходу при считывании результатов по измерений по унифицированному выходному сигналу.

Примечания:

1. Пределы допускаемой погрешности указаны в таблице 1.

2. Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока, мм, рассчитывают по формуле (3).

9.3. Определение погрешности преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока

Подключить к уровнемеру эталон силы постоянного электрического тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

Последовательно с помощью программы «HART MultiConfig» задать на выходе уровнемера значения токового сигнала 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА, фиксируя при этом значения, измеренные эталоном.

Абсолютную погрешность Δ_j , мА, в каждой точке определяют по формуле

$$\Delta_I = I_i - I_0, \quad (8)$$

где I_i – значение тока, заданное уровнемером, мА;
 I_0 – значение тока, измеренное эталоном, мА.

Результат по данному пункту считают положительными, если погрешность в каждой точке не превышает пределов, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

10.2. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3. При положительных результатах поверки по заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, выдаётся свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений, и (или) в паспорте СИ вносится запись о проведённой поверке.

10.4. При проведении поверки в части отдельных измерительных каналов в сведениях о результатах поверки СИ в разделе «Дополнительные сведения» указать сведения об объёме проведённой поверки.

10.5. Знак поверки на СИ не наносится.

10.6. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и дополнительно по заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, выдаётся извещение о непригодности к применению СИ, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

Разработали:

Начальник отдела 208

Ведущий инженер отдела 208

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин