

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии

ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 04 » июня 2024 г.

«ГСИ. Преобразователи уровня радиоволновые волноводные Тэкфлекс»

Методика поверки
МП 208-072-2024

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи уровня радиоволновые волноводные Тэкфлекс (далее – преобразователи), изготавливаемые ООО «Инвард» г. Рязань, и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверки.

Преобразователи до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня в зависимости от исполнения чувствительного элемента ¹⁾ , мм - коаксиальный - стержневой - тросовый	от 150 до 15000 от 150 до 15000 от 150 до 24000
Диапазон измерений уровня раздела сред жидкости в зависимости от исполнения чувствительного элемента ¹⁾ , мм - коаксиальный - стержневой - тросовый	от 150 до 15000 от 150 до 15000 от 150 до 24000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня и раздела сред ²⁾ , Δ, мм	±3,0 ±3,5 ±5,0 ±10,0
Вариация измерений уровня и раздела сред, мм	≤ Δ
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала от диапазона его воспроизведения, не более, %	± 0,1
¹⁾ Указан максимальный диапазон измерений. Фактический диапазон измерений преобразователя указывается в паспорте ²⁾ Фактическое значение указывается в паспорте	

Метрологические характеристики поверяемых преобразователей подтверждаются методом непосредственного сличения уровня (длины) и бездемонтажным методом.

Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость преобразователей 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 средств измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки	Да	Да	8.1

Продолжение таблицы 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня (раздела сред) по цифровому выходному сигналу	Да	Да	10.1
Определение вариации измерений уровня (раздела сред)	Да	Да	10.1
Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала	Да	Да	10.2
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха..... от 15 °С до 25 °С
- относительная влажность окружающего воздуха..... до 80 %
- атмосферное давление..... от 84 до 106,7 кПа

Примечание - При периодической поверке преобразователей без демонтажа чувствительного элемента (далее – ЧЭ) допускается определение метрологических характеристик при условиях эксплуатации СИ, применяемых при поверке.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на преобразователи и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2 Поверители обязаны иметь профессиональную подготовку и опыт работы с преобразователями, а также обязаны знать требования настоящей методики.

4.3 Для проведения поверки преобразователя достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 35 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 45 % до 75 % с погрешностью не более 2%; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от $8,4 \cdot 10^4$ до $10,7 \cdot 10^4$ Па, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Термогигрометр автономный мод. ИВА-6А-Д зав. № 22936 Рег. № 82393-21
п. 8.2 Опробование	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 – уровнемерная установка, диапазон измерений от 150 до 24000 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ-А-30 (рег.№ 56506-14)
	Рабочий эталон 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от «29» декабря 2018 г. – лента измерительная	Ленты измерительные эталонные 3-го разряда (рег. № 36469-07)
	Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98: диапазон измерений не менее диапазона измерений поверяемого преобразователя, класс точности 2	Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г (рег. № 60606-15)
	Дальномер 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого преобразователя	Дальномер лазерный LDM51; Рег. № 60607-15
	Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В	Источник питания постоянного тока GPR-30H10D (рег.№ 20188-07)
	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 7,5$ мкА	Калибратор тока UPS-III (рег. № 60810-15)
	Комплект замыкателей	Приспособление для поверки преобразователей с коаксиальным чувствительным элементом ГРВТ.7873-4617

Продолжение таблицы 3 - Средства измерений и вспомогательное оборудование

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня (раздела сред) по цифровому выходному сигналу	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 – уровнемерная установка, диапазон измерений от 150 до 24000 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ-А-30 (рег. № 56506-14)
	Рабочий эталон 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от «29» декабря 2018 г. – лента измерительная	Ленты измерительные эталонные 3-го разряда (рег. № 36469-07)
	Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98: диапазон измерений не менее диапазона измерений поверяемого преобразователя, класс точности 2	Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г (рег. № 60606-15)
	Дальномер 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого преобразователя	Дальномер лазерный LDM51; Рег. № 60607-15
	Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В	Источник питания постоянного тока GPR-30H10D (рег. № 20188-07)
	Комплект замыкателей	Приспособление для поверки преобразователей с коаксиальным чувствительным элементом ГРВТ.7873-4617
п. 10.2 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 7,5$ мкА	Калибратор тока UPS-III (рег. № 60810-15)
	Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В	Источник питания постоянного тока GPR-30H10D (рег. № 20188-07)
Примечания: - при поверке с использованием дальномера лазерного, либо рулетки измерительной необходимо использовать вспомогательную пластину-отражатель радиоволнового сигнала, перемещаемую вдоль волновода чувствительного элемента преобразователя; - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- к отсутствию механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектности, необходимой для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 3 часов, в условиях, приведенных в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

Опробование проводить на уровнемерной установке или на объекте эксплуатации проверкой соответствия выходных сигналов измеренному значению уровня при его повышении и понижении в максимально возможных условиях эксплуатации диапазонах. При увеличении уровня выходной сигнал должен увеличиваться, при уменьшении должен уменьшаться.

Аналоговый выходной сигнал преобразователя контролировать калибратором тока, измеренное значение уровня по цифровому выходу контролировать с помощью ПО «Конфигуратор Тэкфлекс» (далее – ПО), настроенного в режиме, соответствующему исполнению по выходному сигналу. Измеренные значения уровня отображаются в поле «Уровень».

При увеличении уровня измеренное значение уровня в поле «Уровень» должно увеличиваться, при уменьшении должно уменьшаться.

Опробование проводить при увеличении уровня от 0 % до 100 % диапазона измерений и обратно от 100 % до 0 %. При периодической поверке опробование допускается проводить на объекте эксплуатации без демонтажа ЧЭ в максимально возможном диапазоне.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификация МПО осуществляется при включении преобразователя. Номер версии указывается в строке «vers» стартового сообщения преобразователя.

9.2 Идентификацию МПО преобразователя исполнения без местного индикатора проводить в следующем порядке:

- включить преобразователь;
- подключить преобразователь к ПЭВМ с помощью преобразователя интерфейса;
- запустить ПО «Конфигуратор Тэкфлекс»;
- сконфигурировать порт и включить опрос преобразователя;
- в верхней части окна МПО выбрать меню «Справка»;
- нажать кнопку «О приборе»;
- номер версии должен быть указан в строке «Версия».

Результат проверки программного обеспечения считается положительным, если номер версии МПО, выводимый на показывающее устройство и указанный в паспорте преобразователя идентичны, и не противоречат данным, указанным в описании типа.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня (раздела сред) по цифровому выходному сигналу

10.1.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня (раздела сред) по цифровому выходному сигналу преобразователей со стержневыми и тросовыми ЧЭ проводить на уровнемерной установке, или при помощи дальномера лазерного/рулетки измерительной и вспомогательной пластины-отражателя радиоволнового сигнала.

Значение уровня (раздела сред) задавать с помощью перемещения подвижной части уровнемерной установки с установленным замыкателем ЧЭ, либо с помощью перемещения пластины-отражателя вдоль ЧЭ. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 100 %, 70 %, 40 %, 10 %, 0 % диапазона измерений. Допускаемое отклонение в каждой контрольной точке не более ± 50 мм.

Измеренные значения уровня (раздела сред) фиксировать в поле «Уровень» ПО или непосредственно на дисплее преобразователя.

Измеренные значения уровня фиксировать в каждой точке не менее пяти раз в течение 3 мин.

Измеренное значение уровня в каждой точке $H_{\text{измЦ}}$ определить по формуле (1).

$$H_{\text{измЦ}} = \sum_{i=1}^5 \frac{H_{\text{изм}i}}{5} \quad (1)$$

Проверку проводить при уменьшении и увеличении уровня.

Абсолютная погрешность измерений уровня (раздела сред) по цифровому сигналу ΔH определить по формуле (2).

$$\Delta H = H_{\text{измЦ}} - H_{\text{д}}, \quad (2)$$

где $H_{\text{д}}$ – действительное значение уровня (раздела сред), определенное по эталону, мм;

$H_{\text{измЦ}}$ – измеренное значение уровня (раздела сред), определенное преобразователем, мм

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений.

Результаты поверки считать положительными, если значения диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня (раздела сред) соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

10.1.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня (раздела сред) по цифровому выходному сигналу преобразователей с коаксиальными ЧЭ

Определение действительного значения уровня (раздела сред) проводить непосредственным измерением расстояния между уплотнительной поверхностью присоединительного элемента преобразователя и осью замыкателя, устанавливаемого в отверстия наружной трубы ЧЭ. Для фокусирования луча дальномера лазерного над осью замыкателя может быть использован отражающий элемент, закрепленный на нём. Для замыкателя следует выбирать ближайшие отверстия к значениям уровня, соответствующим 100 %, 70 %, 40 %, 10 %, 0 % диапазона измерений. Для преобразователей, длина чувствительного элемента которых не позволяет провести проверку в точках контроля 70 %, 40 % и 10 %, проверку проводить во всех возможных промежуточных точках диапазона измерений.

Замыкатели входят в комплект поставки преобразователя и представляют собой два стальных конуса, размещенных на обойме, перемещающейся снаружи по ЧЭ. При достижении точки измерений подпружиненные конусы погружаются в отверстия ЧЭ и фиксируются на ЧЭ. Надежность замыкания центрального электрода контролируется поворотом винта контакта кону-

са до упора его в центральный электрод.

Измеренные значения уровня (раздела сред) фиксировать в поле «Уровень» ПО или непосредственно на дисплее преобразователя.

Измеренные значения уровня в поле «Уровень» фиксировать в каждой точке не менее пяти раз в течение 3 мин.

Измеренное значение уровня в каждой точке $H_{измц}$ определить по формуле (1).

Абсолютную погрешность измерений уровня (раздела сред) по цифровому сигналу ΔH определить по формуле (2).

Проверку проводить при уменьшении и при увеличении уровня.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений.

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений уровня (раздела сред) по цифровому сигналу не превысили ± 3 ; $\pm 3,5$; ± 5 или ± 10 мм в соответствии с исполнением преобразователя.

10.1.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа ЧЭ с объекта эксплуатации при периодической поверке

Проверку проводить в два этапа:

- проверка метрологической исправности ЧЭ;
- проверка метрологической исправности блока электронного.

Проверку метрологической исправности чувствительного элемента проводить на месте эксплуатации измерением уровня в характеристических точках чувствительного элемента. При наличии возможности полного осушения резервуара проверку проводить на полностью осушенном преобразователе, принимая в качестве действительного значения уровня полную длину погружаемой части чувствительного элемента. При невозможности полного осушения резервуара проверку проводить контролем длины опорного участка. Действительное значение длины опорного участка фиксировать в поле «Длина кабеля» ПО, измеренное значение фиксировать в поле «Уровень» ПО. Для вывода в поле «Уровень» длины опорного участка следует поля «Порог 1», «Порог 2» и «Порог 3» установить равными нулю.

Вычислить погрешность измерений длины опорного участка или длины чувствительного элемента по формуле (2).

Результаты проверки метрологической исправности чувствительного элемента считать положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня в режиме измерения длины опорного участка или длины чувствительного элемента соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

Проверка метрологической исправности блока электронного. Блок электронный демонтировать с чувствительного элемента. Подключить блок электронный к технологическому чувствительному элементу и провести определение абсолютной погрешности измерений уровня в порядке, приведенном в п. 10.1.1 при использовании стержневого или тросового чувствительного элемента и по п. 10.1.2 при использовании коаксиального чувствительного элемента.

Длина технологического чувствительного элемента должна быть не менее длины поверяемого преобразователя.

Результаты поверки считать положительными, если значения диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня (раздела сред) соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

10.1.4 Определение вариации измерений уровня (раздела сред)

Вариацию измерений уровня (раздела сред) определить в точках контроля допускаемой абсолютной погрешности вычитанием значений допускаемой абсолютной погрешности в точках контроля 70%, 40% и 10% при подходе к измеряемой величине со стороны больших и меньших значений. При периодической поверке без демонтажа ЧЭ с объекта эксплуатации определение вариации проводить при проверке метрологической исправности ЧЭ.

Значение вариации измерений уровня (раздела сред) βH_a определить по формуле (3)

$$\beta H_a = |\Delta H^+ - \Delta H^-| \quad (3)$$

где ΔH^+ – значение допускаемой абсолютной погрешности в точке контроля при подходе к измеряемой величине со стороны больших значений;

ΔH^- – значение допускаемой абсолютной погрешности в точке контроля при подходе к измеряемой величине со стороны меньших значений.

Результаты поверки считать положительными, если значение вариации измерений уровня соответствует значению, приведенному в таблице 1.

10.2 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала

Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала от 4 до 20 мА проводят в пяти контрольных точках, соответствующих 4, 8, 12, 16, 20 мА.

Выходной сигнал преобразователя контролировать калибратором процессов в режиме измерений силы постоянного электрического тока.

В каждой контрольной точке с помощью ПО, в окне «Настройки прибора» на выходном аналоговом канале преобразователя установить требуемое значение выходного сигнала и вычислить приведенную погрешность γ_{I_j} , %, по формуле (4)

$$\gamma_{I_j} = \frac{I_{\text{изм}_j} - I_{\text{зад}_j}}{16} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где $I_{\text{изм}_j}$ – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором, мА;

$I_{\text{зад}_j}$ – значение силы постоянного тока на выходном токовом канале преобразователя, установленное с помощью ПО, мА.

Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной погрешности преобразования уровня в аналоговый выходной сигнал преобразователем соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

11. Оформление результатов поверки

Сведения о результате и объеме поверки средств измерений должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается годным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Начальник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Научный сотрудник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Д. Ю. Семенюк