

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительная АСУТП нефтебазы Новосёлки
ООО «ЛУКОЙЛ-Транс»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-374-2024

Москва
2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную АСУТП нефтебазы Новосёлки ООО «ЛУКОЙЛ-Транс» (далее – ИС) и устанавливает методы ее первичной и периодической поверки.

1.2 При определении метрологических характеристик ИС в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц:

- силы постоянного электрического тока в соответствии с Государственной поверочной схемой (далее – ГПС) для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 г., подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91;

- объемной доли компонентов в газовых средах в соответствии с ГПС для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2315 от 31 декабря 2020 г., подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019;

- длины – метра в соответствии с ГПС для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3459 от 30 декабря 2019 г., подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021.

1.3 Для ИС установлен позлементный способ поверки. Метрологические характеристики СИ, применяемых в качестве первичных измерительных преобразователей (далее – ИП) измерительного канала (далее – ИК) ИС, подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Метрологические характеристики вторичной части ИК подтверждаются методом непосредственного сличения с основными средствами поверки.

1.4 Если очередной срок поверки первичного ИП ИК ИС, наступает до очередного срока поверки ИС, то поверяется только этот первичный ИП ИК ИС, а поверка всей ИС не проводится. После поверки первичного ИП ИК ИС, и восстановления ИК, выполняется проверка работоспособности ИК в той его части и в том объёме, который необходим для того, чтобы убедиться, что действия, связанные с поверкой первичного ИП, не нарушили функционирование ИК в ИС.

1.5 После ремонта измерительного компонента ИК ИС, если это могло повлиять на метрологические характеристики ИК ИС, то поверяется только этот измерительный компонент ИС.

1.6 Допускается проведение поверки ИС в части отдельных ИК, на меньшем числе поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением владельца ИС или лица, представившего ИС на поверку, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.7 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложение А.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	при первичной поверке	при периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.2
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	8
Проверка результатов поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК	Да	Да	8.1
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений входного аналогового сигнала силы постоянного тока	Да	Да	8.2
Определение основной погрешности ИК силы постоянного тока	Да	Да	8.3
Определение основной погрешности ИК ИС, включающих в свой состав первичные ИП	Да	Да	8.4

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха в месте установки вторичной части ИК ИС, °C от +15 до +25
- относительная влажность в месте установки вторичной части ИК ИС, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки ИС применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
7 – 8	Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-разряда согласно ГПС, утвержденной приказом № 2091 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6(-R), рег. № 52489-13 (далее – калибратор)
Средства измерений для контроля условий поверки		
6 – 8	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 °C до 25 °C, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±0,5 °C	
6 – 8	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 % до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±5 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18
6 – 8	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84,0 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,5 кПа	
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p>		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и ИС, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки средства измерений, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы ИС и средство поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра ИС устанавливают:

- соответствие комплектности ИС паспорту и описанию типа;
- отсутствие внешних повреждений, а также узлов и деталей с ослабленным или неисправным креплением;
- наличие маркировки и надписей, относящиеся к местам присоединения и управления;
- исправность устройств для присоединения внешних электрических цепей.

6.2 Результаты поверки по пункту 6 считают положительными, если:

- комплектность ИС соответствует паспорту и описанию типа;
- отсутствуют внешние повреждения, а также узлы и детали с ослабленным или неисправным креплением;
- имеются маркировка и надписи, относящиеся к местам присоединения и управления.

6.3 При получении отрицательных результатов внешнего осмотра СИ поверку ИС прекращают.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки.

7.1.1 ИС и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов, если они находились в условия, отличных от указанных в разделе 3;

7.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;

7.2 Опробование.

7.3 При опробовании выполняют следующие работы:

- ИС включают в сеть в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации;

- проверяют отсутствие сообщений об ошибках;

- проверяют прохождение сигналов калибратора, имитирующих входные сигналы силы постоянного тока.

7.4 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении и уменьшении значения входного сигнала калибратора соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины ИС. При получении отрицательных результатов опробования поверку ИС прекращают.

Примечание – Допускается проводить проверку работоспособности ИС одновременно с определением метрологических характеристик по 8.2 – 8.3 данной методики поверки.

8 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Проверка результатов поверки СИ, применяемых в качестве первичных ИП ИК

8.1.1 Проверяют сведения о результатах поверки СИ, применяемых в качестве первичных ИП ИК.

8.1.2 Результаты поверки по пункту 8.1 считают положительными, если СИ, применяемые в качестве первичных ИП ИК, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и признаны пригодными к применению. При получении отрицательных результатов поверки по пункту 8.1 поверку ИС прекращают.

8.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений входного аналогового сигнала силы постоянного тока

8.2.1 К соответствующему ИК ИС, на вход модуля SM 431, подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения электрического сигнала силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2.2 С помощью калибратора задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают не менее пяти точек, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений системы (включая крайние точки).

8.2.3 В каждой контрольной точке рассчитывают приведенную погрешность γ_1 , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (1)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, отображаемое на мониторе операторской станции управления, мА;

$I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока, заданное калибратором, мА.

8.2.4 Если показания ИС можно просмотреть только в единицах технологического параметра (например, уровня, % НКПР), то при линейной функции преобразования значение тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{16}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + 4, \quad (2)$$

где X_{max} – настроенный верхний предел измерений ИК, соответствующий значению силы тока 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

X_{min} – настроенный нижний предел измерений ИК, соответствующий значению силы тока 4 мА, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в абсолютных единицах измерений. Считывают с монитора операторской станции управления.

8.2.5 Результаты поверки по пункту 8.2 считают положительными, если рассчитанная по формуле (1) погрешность вторичной части ИК ИС в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

8.2.6 При получении отрицательных результатов поверки по пункту 8.2 поверку ИС прекращают.

8.3 Определение основной погрешности ИК силы постоянного тока

8.3.1 При положительных результатах поверки по пунктам 8.2 для ИК силы тока, основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в описании типа ИС.

8.3.2 Результаты поверки по пункту 8.3 считают положительными, если результаты поверки по пункту 8.2 положительные.

8.3.3 При получении отрицательных результатов поверки по пункту 8.3 поверку ИС прекращают.

8.4 Определение основной погрешности ИК ИС, включающих в свой состав первичные ИП

8.4.1 При наличии сведений о поверке, подтверждающих пригодность первичного ИП ИК¹, входящего в состав ИК ИС, и положительных результатах поверки по пунктам 8.2 (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА), основная погрешность ИК ИС не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 Приложения А настоящей методики поверки.

¹ Погрешность первичного ИП не должна превышать значений, указанных в описании типа ИС.

8.4.2 Результаты поверки по пункту 8.4 считаются положительными, если:

- есть сведения о поверке, подтверждающие пригодность первичного ИП ИК, входящего в состав ИК ИС, и погрешность первичного ИП ИК не превышает значений, указанных в описании типа ИС;

- результаты поверки по пунктам 8.2 и 8.3 положительные.

8.4.3 При получении отрицательных результатов поверки по пункту 8.4 поверку ИС прекращают.

9 Оформление результатов поверки

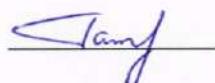
9.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием объема проведенной поверки, даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки.

9.2 При положительных результатах поверки ИС признается пригодной к применению. Сведения о положительных результатах поверки и объеме поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносится знак поверки, а также указывается объем поверки.

9.3 При отрицательных результатах поверки ИС признается непригодной к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

9.4 Пломбирование ИС не предусмотрено.

Руководитель лаборатории



И.Р. Гатиятуллин

**Приложение А
(обязательное)**

Метрологические характеристики ИС

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК			
Наимено-вание ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Первичный ИП		Вторичная часть	
			Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной ²⁾ погрешности	Тип модуля ввода	Пределы допускаемой основной ³⁾ погрешности
1	2	3	4	5	6	7
ИК уровня	от 50 до 2050 мм (шкала от 0 до 2000 мм)	Δ: ±14,44 мм (в диапазоне от 0,05 до 0,3 м включ.); Δ: ±7,49 мм (в диапазоне от 0,3 до 2,05 м включ.).	Уровнемеры радарные Sitrans LR250 (от 4 до 20 mA)	Δ: ±10 мм (в диапазоне от 0,05 до 0,3 м включ.); Δ: ±3 мм (в диапазоне от 0,3 до 10,0 м включ.); δ: ±0,03 % (свыше 10,0 м). Абсолютная погрешность токового выхода ±0,02 mA.	6ES7 331-7HF01-0AB0	γ: ±0,2 %.
	от 50 до 3250 мм (шкала от 0 до 3200 мм)	Δ: ±16,94 мм (в диапазоне от 0,05 до 0,3 м включ.); Δ: ±10,44 мм (в диапазоне от 0,3 до 2,05 м включ.).				
	от 50 до 10000 мм ¹⁾	см. примечание 3	Уровнемеры FMR52 (от 4 до 20 mA)	Δ: ±2 мм (в диапазоне от 0 до 40 м); Приведенная к диапазону измерений погрешность токового выхода ±0,25 %.	6ES7 331-7HF01-0AB0	γ: ±0,2 %
	от 0 до 12000 мм	Δ: ±44 мм				
	от 0 до 40000 мм ¹⁾	см. примечание 3				

1	2	3	4	5	6	7
ИК уровня	от 100 до 12870 мм (шкала от 0 до 12770 мм)	$\gamma: \pm 0,25 \%$	Уровнемеры Вектор (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,1 \%$ от диапазона измерений;	6ES7 331-7HF01-0AB0	$\gamma: \pm 0,2 \%$
	от 100 до 20000 мм ¹⁾		Уровнемеры 5300 (от 4 до 20 мА)	$\Delta: \pm 3 \text{ мм}$ (в диапазоне от 0,04 до 10 м включ.); $\delta: \pm 0,03 \%$ (в диапазоне от 10,0 до 50,0 м включ.).		
	от 0 до 2000 мм	$\Delta: \pm 5,5 \text{ мм}$		6ES7 331-7HF01-0AB0	$\gamma: \pm 0,2 \%$	
	от 0 до 2400 мм	$\Delta: \pm 6,23 \text{ мм}$				
	от 0 до 50000 мм ¹⁾	см. примечание 3				
ИК НКПР	от 0 до 100 % НКПР	$\Delta: \pm 5,51 \%$ НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР); $\delta: \pm 11,02 \%$ (в диапазоне от 50 до 100 % НКПР)	ГСО-Р1 (от 4 до 20 мА)	$\Delta: \pm 5 \%$ НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР); $\delta: \pm 10 \%$ (в диапазоне от 50 до 100 % НКПР).	6ES7 331-7HF01-0AB0	$\gamma: \pm 0,2 \%$
	от 0 до 100 % НКПР	$\Delta: \pm 5,51 \%$ НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР); $\delta: \pm 11,02 \%$ (в диапазоне от 50 до 100 % НКПР)	Газоанализаторы ПГП (от 4 до 20 мА)	$\Delta: \pm 5 \%$ НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР); $\delta: \pm 10 \%$ (в диапазоне от 50 до 100 % НКПР).		
	от 0 до 100 % НКПР	$\Delta: \pm 5,51 \%$ НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР); $\Delta: \pm 6,61 \%$ НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР);	ДГС (от 4 до 20 мА)	Определение пропана: $\Delta: \pm 5 \%$ НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР); $\Delta: \pm (0,02 \cdot X + 4) \%$ НКПР (в диапазоне от 50 до 100 % НКПР).	6ES7 331-7HF01-0AB0	$\gamma: \pm 0,2 \%$

1	2	3	4	5	6	7
ИК силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,2\%$	—	—	6ES7 331-7HF01-0AB0	$\gamma: \pm 0,2\%$

1) Указан максимальный диапазон измерений (диапазон измерений может быть настроен на меньший диапазон в соответствии с эксплуатационной документацией на первичный ИП ИК).

2) Нормальные условия измерений первичного ИП, входящего в состав ИК ИС, при которых рассчитаны пределы допускаемой основной погрешности измерений, приведены в описании типа первичного ИП.

3) Нормальные условия измерений от +15 °C до +25 °C

Примечания:

1 Приняты следующие обозначения:

Δ – абсолютная погрешность, в единицах измеряемой величины;

γ – приведенная к диапазону измерений погрешность, %;

δ – относительная погрешность, %;

X – измеренное значение определяемого компонента, % НКПР.

2 Погрешность токового выхода уровнемера и погрешность измерений уровня суммируются арифметически.

3 Пределы допускаемой основной погрешности ИК рассчитывают по формулам:

– абсолютная Δ_{IK} , в единицах измеряемой величины:

$$\Delta_{IK} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{pp}^2 + \left(\gamma_{BP} \cdot \frac{X_{max} - X_{min}}{100} \right)^2},$$

$$\Delta_{IK} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{pp}^2 + \Delta_{BP}^2},$$

где Δ_{pp} – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности первичного ИП ИК, в единицах измеряемой величины;

γ_{BP} – пределы допускаемой основной приведенной погрешности вторичной части ИК, %;

X_{max} – значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению диапазона аналогового сигнала, в единицах измеряемой величины;

X_{min} – значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала, в единицах измеряемой величины;

Δ_{BP} – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности вторичной части ИК, в единицах измеряемой величины;

– относительная $\delta_{ИК}$, %:

$$\delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{пп}^2 + \left(\gamma_{пп} \cdot \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_{изм}} \right)^2},$$

где $\delta_{пп}$ – пределы допускаемой основной относительной погрешности первичного ИП ИК, %;
 $X_{изм}$ – измеренное значение, в единицах измеряемой величины;

– приведенная $\gamma_{ИК}$, %:

$$\gamma_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{пп}^2 + \gamma_{вп}^2},$$

где $\gamma_{пп}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности первичного ИП ИК, %.

4 Для расчета погрешности ИК в условиях эксплуатации:

– приводят форму представления основных и дополнительных погрешностей измерительных компонентов ИК к единому виду (приведенная, относительная, абсолютная);

– для каждого измерительного компонента ИК рассчитывают пределы допускаемых значений погрешности в условиях эксплуатации путем учета основной и дополнительных погрешностей от влияющих факторов.

Пределы допускаемых значений погрешности измерительного компонента ИК в условиях эксплуатации $\Delta_{СИ}$ рассчитывают по формуле

$$\Delta_{СИ} = \pm \sqrt{\Delta_0^2 + \sum_{i=0}^n \Delta_i^2},$$

где Δ_0 – пределы допускаемой основной погрешности измерительного компонента;

Δ_i – погрешности измерительного компонента от i-го влияющего фактора в условиях эксплуатации при общем числе n учитываемых влияющих факторов.

Для каждого ИК рассчитывают границы, в которых с вероятностью, равной 0,95, должна находиться его погрешность в условиях эксплуатации, $\Delta_{ИК}$ по формуле

$$\Delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\sum_{j=0}^k (\Delta_{СИj})^2},$$

где $\Delta_{СИj}$ – пределы допускаемых значений погрешности $\Delta_{СИ}$ j-го измерительного компонента ИК в условиях эксплуатации.