



ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям
ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов



2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Комплексы измерительно-вычислительные расхода и количества жидкостей
и газов «АБАК+»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
(с изменением № 1)

МП 1802/1-311229-2022

г. Казань
2023

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы измерительно-вычислительные расхода и количества жидкостей и газов «АБАК+» (далее – ИВК) модификации ИнКС.425210.003, выпускаемые в соответствии с техническими условиями ИнКС.425210.003 ТУ, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 (Исключен, Изм. № 1)

1.3 ИВК соответствуют требованиям к средству измерений в соответствии с: Государственной поверочной схемой (далее – ГПС) для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520; ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Росстандарта от 01 октября 2018 года № 2091; ГПС для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456; ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2360.

1.3 (Измененная редакция, Изм. № 1)

1.4 ИВК прослеживаются к: Государственному первичному эталону (далее – ГПЭ) единицы электрического напряжения ГЭТ 13–2023; ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4–91; ГПЭ единицы электрического сопротивления ГЭТ 14–2014; ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1–2022.

1.4 (Измененная редакция, Изм. № 1)

1.5 Метрологические характеристики ИВК определяются методом прямых измерений и методом непосредственного сличения.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А настоящей методики поверки.

1.7 Допускается проведение поверки ИВК в части отдельных измерительных каналов, для меньшего числа измеряемых величин.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение основной приведенной погрешности при преобразовании входного аналогового сигнала напряжения в значение физической величины	9.1	Да	Да
Определение основной приведенной погрешности при преобразовании входного аналогового сигнала силы постоянного тока в значение физической величины	9.2	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Определение основной относительной погрешности при преобразовании входного частотного сигнала	9.3	Да	Да
Определение погрешности при преобразовании входного импульсного сигнала	9.4	Да	Да
Определение основной приведенной погрешности при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал напряжения	9.5	Да	Да
Определение основной приведенной погрешности при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока	9.6	Да	Да
Определение основной относительной погрешности воспроизведения частотного сигнала	9.7	Да	Да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного сигнала	9.8	Да	Да
Определение относительной погрешности при измерении интервала времени	9.9	Да	Да
Определение относительной погрешности при формировании сигналов «Старт» и «Стоп» детекторов трубопоршневой установки за заданный интервал времени (от 100 до 100000 мс)	9.10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

2.2 Определение метрологических характеристик ИВК проводят в части измерительных каналов и функций, реализованных в конкретном экземпляре ИВК.

2.3 При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки поверку ИВК прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от плюс 21 до плюс 25
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
6, 7, 8, 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ))
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
9.1	Средство воспроизведения сигнала напряжения: диапазон измерений от 1 до 5 В, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,025$ % диапазона воспроизведения	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), модификация BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
9.2	Средство воспроизведения сигнала силы постоянного тока: диапазон измерений от 4 до 20 мА, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,025$ % диапазона воспроизведения	
9.3	Средство воспроизведения частотного сигнала от 0,2 до 10000 Гц	Калибратор
	Средство измерений частотного сигнала: диапазон измерений от 0,2 до 10000 Гц, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,005$ % измеряемой величины ($\pm 0,0005$ % измеряемой величины при поверке ИВК, изготовленного по спецзаказу)	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/5 (регистрационный номер 75631-19 в ФИФОЕИ) (далее – частотомер)
9.4	Средство воспроизведения импульсного сигнала	Калибратор
9.5	Средство измерений сигнала напряжения: диапазон измерений от 1 до 5 В, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,05$ % диапазона измерений	Калибратор
9.6	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазон измерений от 4 до 20 мА, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,05$ % диапазона измерений	Калибратор
9.7	Средство измерений частотного сигнала: диапазон измерений от 40 до 10000 Гц, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,005$ % измеряемой величины	Частотомер
9.8	Средство измерений импульсного сигнала	Калибратор
9.9	Средство воспроизведения сигнала напряжения	Калибратор

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
9.9, 9.10	Средство измерений интервала времени: диапазон измерений от 100 мс до 10000 с, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,005$ % измеряемой величины	Частотомер

4.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик ИВК с требуемой точностью.

4.3 Применяемые средства поверки должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования правил безопасности при эксплуатации средств поверки и ИВК, приведенных в их эксплуатационных документах, инструкций по охране труда, Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации ИВК и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав, комплектность и маркировку ИВК;
- отсутствие механических повреждений ИВК, препятствующих его применению;
- четкость надписей и обозначений.

6.2 Результаты поверки по 6 считают положительными, если:

- состав, комплектность и маркировка ИВК соответствуют описанию типа и паспорту ИВК;
- механические повреждения ИВК, препятствующие его применению, отсутствуют;
- надписи и обозначения четкие.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационные документы ИВК;
- изучают настоящую методику поверки и эксплуатационные документы средств поверки;
- средства поверки и ИВК устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации и выдерживают при температуре, указанной в разделе 3, не менее двух часов.

7.2 Результаты поверки по 7 считают положительными при выполнении требований, изложенных в 7.1.

8 Проверка программного обеспечения средства измерения

8.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) ИВК проводят сравнением идентификационных данных ПО ИВК с идентификационными данными ПО, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа ИВК и отраженными в описании типа ИВК.

8.2 Результаты проверки ПО ИВК считают положительными, если идентификационные данные ПО ИВК совпадают с указанными в описании типа ИВК.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9 (Измененная редакция, Изм. № 1)

9.1 Определение основной приведенной погрешности при преобразовании входного аналогового сигнала напряжения в значение физической величины

К соответствующему каналу подключают калибратор и задают аналоговый сигнал напряжения. В качестве контрольных точек принимают 1; 2; 3; 4; 5 В.

В каждой контрольной точке вычисляют приведенную погрешность γ_U , %, по формуле

$$\gamma_U = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}}}{4} \cdot 100, \quad (1)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения, измеренное ИВК, В;
 $U_{\text{эт}}$ – значение напряжения, заданное калибратором, В.

Результаты поверки по 9.1 считают положительными, если рассчитанная по формуле (1) приведенная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы $\pm 0,05$ %.

9.2 Определение основной приведенной погрешности при преобразовании входного аналогового сигнала силы постоянного тока в значение физической величины

К соответствующему каналу подключают калибратор и задают аналоговый сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают 4; 8; 12; 16; 20 мА.

Примечание – При наличии в составе канала токового ввода ИВК одноканального модуля АБАК-АП1-Р сигнал силы постоянного тока подается на его вход.

В каждой контрольной точке вычисляют приведенную погрешность γ_I , %, по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (2)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное ИВК, мА;
 $I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока, заданное калибратором, мА.

Результаты поверки по 9.2 считают положительными, если рассчитанная по формуле (2) приведенная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы $\pm 0,05$ %.

9.3 Определение основной относительной погрешности при преобразовании входного частотного сигнала

К соответствующему каналу подключают калибратор, параллельно подключают частотомер и задают частотный сигнал. Амплитуда сигнала от 5 до 24 В. В качестве контрольных точек принимают 1; 2500; 5000; 7500; 10000 Гц.

В каждой контрольной точке вычисляют относительную погрешность δ_f , %, по формуле

$$\delta_f = \frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{эт}}}{f_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $f_{\text{изм}}$ – значение частоты, измеренное ИВК, Гц;
 $f_{\text{эт}}$ – значение частоты, измеренное частотомером, Гц.

Результаты поверки по 9.3 считают положительными, если рассчитанная по формуле (3) относительная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы $\pm 0,01$ % ($\pm 0,001$ % для ИВК, изготовленного по спецзаказу).

9.4 Определение погрешности при преобразовании входного импульсного сигнала

К соответствующему каналу подключают калибратор и подают импульсный сигнал (не менее 10000 импульсов, частота следования импульсов 10 кГц), предусмотрев синхронизацию начала счета. Амплитуда сигнала от 5 до 24 В.

Примечание – Если на измерительном канале ИВК включены джамперы «Фильтр канала», «Доп. фильтр гистерезисом», «Отсечка постоянной составляющей», то на время поверки их следует отключить.

Вычисляют абсолютную погрешность Δ_n , импульсы, по формуле

$$\Delta_n = n_{\text{изм}} - n_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где $n_{\text{изм}}$ – количество импульсов, подсчитанное ИВК, импульсы;
 $n_{\text{эт}}$ – количество импульсов, заданное калибратором, импульсы.

Определение абсолютной погрешности при преобразовании входного импульсного сигнала проводят не менее трех раз.

Результаты поверки по 9.4 считают положительными, если рассчитанная по формуле (4) абсолютная погрешность для каждого измерения не выходит за пределы ± 1 импульс.

9.5 Определение основной приведенной погрешности при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал напряжения

К соответствующему каналу подключают калибратор. С помощью конфигурационного ПО ИВК задают значение управляемого параметра. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 1; 2; 3; 4; 5 В.

В каждой контрольной точке вычисляют приведенную погрешность γ'_U , %, по формуле

$$\gamma'_U = \frac{U_{\text{зад}} - U_{\text{эт}}}{4} \cdot 100, \quad (5)$$

где $U_{\text{зад}}$ – значение напряжения, соответствующее задаваемому ИВК значению управляемого параметра, В;

$U_{\text{эт}}$ – значение напряжения, измеренное калибратором, В.

Результаты поверки по 9.5 считают положительными, если рассчитанная по формуле (5) приведенная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы $\pm 0,1$ %.

9.6 Определение основной приведенной погрешности при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока

К соответствующему каналу подключают калибратор. С помощью конфигурационного ПО ИВК задают значение управляемого параметра. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 4; 8; 12; 16; 20 мА.

В каждой контрольной точке вычисляют приведенную погрешность γ'_I , %, по формуле

$$\gamma'_I = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (6)$$

где $I_{\text{зад}}$ – значение сигнала силы постоянного тока, соответствующее задаваемому ИВК значению управляемого параметра, мА;

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

Результаты поверки по 9.6 считают положительными, если рассчитанная по формуле (6) приведенная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы $\pm 0,1$ %.

9.7 Определение основной относительной погрешности воспроизведения частотного сигнала

К соответствующему каналу в соответствии с руководством по эксплуатации ИВК подключают частотомер. С помощью конфигурационного ПО ИВК задают выходной частотный сигнал. В качестве контрольных точек принимают 40; 2500; 5000; 7500; 10000 Гц.

В каждой контрольной точке вычисляют относительную погрешность δ'_f , %, по формуле

$$\delta'_f = \frac{f_{\text{зад}} - f_{\text{эт}}}{f_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $f_{\text{зад}}$ – значение частоты, заданное ИВК, Гц;
 $f_{\text{эт}}$ – значение частоты, измеренное частотомером, Гц.

Результаты поверки по 9.7 считают положительными, если рассчитанная по формуле (7) относительная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы $\pm 0,01$ %.

9.8 Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного сигнала

К соответствующему каналу подключают калибратор. С помощью конфигурационного ПО ИВК задают выходной импульсный сигнал (не менее 10000 импульсов, частота следования импульсов 10 кГц).

Вычисляют абсолютную погрешность Δ_n' , импульсы, по формуле

$$\Delta_n' = n_{\text{зад}} - n_{\text{эт}}, \quad (8)$$

где $n_{\text{зад}}$ – количество импульсов, заданное ИВК, импульсы;
 $n_{\text{эт}}$ – количество импульсов, измеренное калибратором, импульсы.

Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного сигнала проводят не менее трех раз.

Результаты поверки по 9.8 считают положительными, если рассчитанная по формуле (8) абсолютная погрешность для каждого измерения не выходит за пределы ± 1 импульс.

9.9 Определение относительной погрешности при измерении интервала времени

9.9.1 При поверке ИВК исполнений К4 и К6 или при наличии в составе ИВК каналов частотного ввода (наличие в коде заказа ИВК индекса «FI») определение относительной погрешности при измерении интервала времени проводят по следующему алгоритму:

- ИВК устанавливают в режим измерения сигналов «Старт» и «Стоп» детекторов трубопоршневой установки, подключают к калибратору;
- параллельно калибратору подключают частотомер, установленный в режим измерений периода сигналов;
- с калибратора задают стартовый и стоповый импульсы с интервалом не более 10 с;
- вычисляют относительную погрешность δ_τ , %, по формуле

$$\delta_\tau = \frac{\tau_{\text{ИВК}} - \tau_{\text{ч}}}{\tau_{\text{ч}}} \cdot 100, \quad (9)$$

где $\tau_{\text{ИВК}}$ – значение периода времени, измеренное ИВК, с;
 $\tau_{\text{ч}}$ – значение периода времени, измеренное частотомером, с.

9.9.2 При отсутствии в составе ИВК каналов частотного ввода определение относительной погрешности при измерении интервала времени проводят по следующему алгоритму:

- устанавливают частотомер в режим измерений интервала времени между импульсами;
- при смене значения времени на дисплее или в конфигурационном ПО ИВК одновременно фиксируют начальное значение времени и на вход 1 частотомера с помощью калибратора подают стартовый импульс;
- через интервал времени не менее 9900 с одновременно фиксируют конечное значение времени на дисплее или в конфигурационном ПО ИВК и на вход 2 частотомера с помощью калибратора подают стоповый импульс;
- вычисляют относительную погрешность δ_τ , %, по формуле

$$\delta_\tau = \frac{(\tau_{\text{к}} - \tau_{\text{н}}) - \tau_{\text{ч}}}{\tau_{\text{ч}}} \cdot 100, \quad (10)$$

где $\tau_{\text{к}}$ – конечное значение времени, отображаемое на экране ИВК, пересчитанное в секунды, с;
 $\tau_{\text{н}}$ – начальное значение времени, отображаемое на экране ИВК, пересчитанное в секунды, с.

9.9.3 Результаты поверки по 9.9 считают положительными, если рассчитанная по

формуле (9) или (10) относительная погрешность не выходит за пределы $\pm 0,01$ %.

9.10 Определение относительной погрешности при формировании сигналов «Старт» и «Стоп» детекторов трубопоршневой установки за заданный интервал времени (от 100 до 100000 мс)

ИВК устанавливают в режим формирования сигналов «Старт» и «Стоп» детекторов трубопоршневой установки, подключают к частотомеру, установленному в режим измерений периода.

С помощью конфигурационного ПО ИВК задают интервал времени между сигналами «Старт» и «Стоп» 100 мс и воспроизводят сигналы.

Вычисляют относительную погрешность δ_τ , %, по формуле

$$\delta_\tau = \frac{t_{\text{ИВК}} - t_\tau}{t_\tau} \cdot 100, \quad (11)$$

где $t_{\text{ИВК}}$ – интервал времени между сигналами «Старт» и «Стоп», заданный в ИВК, с;

t_τ – значение периода времени, измеренное частотомером, с.

Результаты поверки по 9.10 считают положительными, если рассчитанная по формуле (11) относительная погрешность не выходит за пределы $\pm 0,01$ %.

Раздел 10 (Исключен, Изм. № 1)

11 Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

По заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке ИВК (знак поверки наносится на свидетельство о поверке ИВК), при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению ИВК.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИВК

Таблица А.1 – Метрологические требования к ИВК

Наименование	Значение
Диапазоны измерений входных сигналов: – напряжения, В – силы постоянного тока, мА – импульсный, Гц – частотный, Гц	от 1 до 5 от 4 до 20 от 0,2 до 10000 от 1 до 10000
Диапазоны воспроизведения выходных сигналов: – напряжения, В – силы постоянного тока, мА – частотный, Гц – импульсный, импульсы	от 1 до 5 от 4 до 20 от 40 до 10000 от 1 до 10^7
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при преобразовании входного аналогового сигнала напряжения, % от диапазона преобразований	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при преобразовании входного аналогового сигнала силы постоянного тока, % от диапазона преобразований	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой относительной погрешности при преобразовании входного частотного сигнала, %: – основной – основной (по спецзаказу)	$\pm 0,01$ $\pm 0,001$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при преобразовании входного импульсного сигнала, количество импульсов на 10000 импульсов	± 1
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при преобразовании значения физической величины в выходные аналоговые сигналы напряжения и силы постоянного тока, % от диапазона преобразований	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения частотного сигнала (при наличии в заказе), %	$\pm 0,01$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения импульсного сигнала, импульсы	± 1
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении интервала времени, %	$\pm 0,01$
Пределы допускаемой относительной погрешности при формировании сигналов «Старт» и «Стоп» детекторов трубопоршневой установки за заданный интервал времени (от 100 до 100000 мс) (при наличии в заказе), %	$\pm 0,01$

Таблица А.1 (Измененная редакция, Изм. № 1)