



## **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

«14» декабря 2023 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Комплекс измерительно-вычислительный со стандартным сужающим  
устройством на базе контроллера измерительного ROC 809**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 1412/1-311229-2023**

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплекс измерительно-вычислительный со стандартным сужающим устройством на базе контроллера измерительного ROC 809, заводской № 332 (далее – ИВК), и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Настоящая методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемых средств измерений (далее – СИ), входящих в состав ИВК, к следующим государственным первичным эталонам:

– Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-2023), утвержденному Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

– Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91), утвержденному Приказом Росстандарта от 01 октября 2018 года № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А».

1.3 Метрологические характеристики СИ, входящих в состав ИВК, подтверждаются положительными результатами поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Метрологические характеристики ИВК определяются на месте эксплуатации по пунктам 9.2, 9.3 методом прямых измерений с помощью средств поверки и расчетным методом по пунктам 9.4, 9.5.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений объемного расхода воздуха, приведенного к стандартным условиям, м <sup>3</sup> /ч	от 14,247 до 76,127
Пределы допускаемой приведенной погрешности ИВК при преобразовании контроллером измерительным ROC модификации ROC 809 входного токового сигнала (от 4 до 20 мА) в цифровое значение измеряемого параметра, %	±0,15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИВК при измерении сигналов термопары ХК (L) по ГОСТ Р 8.585–2001 (в диапазоне измерений температур от минус 40 до 35 °С), °С	±1,03
Пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при вычислении контроллером измерительным ROC модификации ROC 809 объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям, %	±0,5
Пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при измерении объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям, %	±2,4

## 2 Перечень операций поверки СИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр СИ	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование СИ	7	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Проверка программного обеспечения СИ	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	9	Да	Да
Проверка результатов поверки СИ, входящих в состав ИВК	9.1	Да	Да
Определение приведенной погрешности ИВК при преобразовании ROC 809 входного токового сигнала (от 4 до 20 мА) в цифровое значение измеряемого параметра	9.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности ИВК при измерении сигналов термопары ХК (L) по ГОСТ Р 8.585–2001 (в диапазоне измерений температур от минус 40 до 35 °С)	9.3	Да	Да
Определение относительной погрешности ИВК при вычислении ROC 809 объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям	9.4	Да	Да
Определение относительной погрешности ИВК при измерении объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям	9.5	Да	Да
Оформление результатов поверки	10	Да	Да
Примечание – 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 окружающего воздуха в месте установки контроллером измерительным ROC модификации ROC 809 (далее – ROC 809), преобразователя измерительного тока и напряжения с гальванической развязкой (барьера искрозащиты) серии К модуль KFD2-STC4-Ex2 (далее – KFD2-STC4-Ex2) и преобразователя измерительного для термопар и термопреобразователей сопротивления с гальванической развязкой (барьера искрозащиты) серии К модуль KFD2-UT-Ex1 (далее – KFD2-UT-Ex1), °С

- относительная влажность, %
- атмосферное давление, кПа

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

### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки ИВК применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Таблица 5 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	СИ температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±0,5 °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – регистрационный номер) 46434-11)
	СИ относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±5 %	
	СИ атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,5 кПа	
9	Средство воспроизведения сигнала силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±8 мкА	Калибратор многофункциональный МСх-Р, модификация МС5-Р-IS (регистрационный номер 22237-08) (далее – калибратор)
	Средство воспроизведения сигналов термопар типа «L» по ГОСТ Р 8.585–2001: воспроизведение сигналов термоэлектрических преобразователей типа ХК(L) в диапазоне температур от минус 40 до 50 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ±0,36 °С	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, СИ утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанные в таблице		

4.2 Применяемые СИ должны быть утвержденного типа, а также поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

## 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, действующих на объекте, 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 СИ

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ и комплектность ИВК;
- отсутствие механических повреждений ИВК, препятствующих его применению;
- четкость надписей и обозначений;
- наличие и целостность пломб;
- наличие протокола контроля (паспорта) сужающего устройства – диафрагмы (далее – СУ);
- наличие акта измерений внутреннего диаметра измерительного трубопровода (далее – ИТ).

6.2 Результаты поверки по пункту 6 считают положительными, если:

- состав СИ и комплектность ИВК соответствуют описанию типа и паспорту ИВК;
- отсутствуют механические повреждения ИВК, препятствующие его применению;
- надписи и обозначения четкие;
- СИ, входящие в состав ИВК, опломбированы в соответствии с описаниями типа и (или) эксплуатационными документами данных СИ.

## **7 Подготовка к поверке и опробование СИ**

7.1 Проводят проверку ROC 809 и отсутствие сообщений об ошибках на мониторе рабочей станции оператора.

7.2 Средства поверки и ИВК выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов.

7.3 Средства поверки и ИВК подготавливают к работе в соответствии с их эксплуатационными документами. Приводят ИВК в рабочее состояние в соответствии с эксплуатационными документами.

7.4 При опробовании проверяют функционирование задействованных измерительных каналов перепада давления и избыточного давления, температуры.

7.4.1 Отключают первичный измерительный преобразователь (далее – ПИП) перепада давления и избыточного давления, и к линии связи на вход KFD2-STC4-Ex2 подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов силы постоянного тока. С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока, имитирующий сигналы от ПИП перепада давления и избыточного давления.

7.4.2 Отключают ПИП, и к линии связи на вход KFD2-UT-Ex1 подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопар. С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал термопары, имитирующий сигналы от ПИП температуры.

7.5 Проверяют соответствие значения внутреннего диаметра ИТ при 20 °С, введенного в память ROC 809, со значением, указанным в акте измерений внутреннего диаметра ИТ.

7.6 Проверяют соответствие значения диаметра отверстия СУ при температуре 0 °С, введенного в память ROC 809:

- со значением, указанным в протоколе контроля (паспорта) СУ;
- диапазону, приведенному в описании типа ИВК.

7.7 Результаты опробования считают положительными, если:

- на дисплее рабочего места оператора отсутствуют сообщения об ошибках;
- при увеличении/уменьшении с помощью калибратора значений входного сигнала соответствующим образом изменяется значение температуры, массового расхода;
- значение внутреннего диаметра ИТ при 20 °С, введенное в память ROC 809, соответствует значению, указанному в акте измерений внутреннего диаметра ИТ;
- значение диаметра отверстия СУ при температуре плюс 20 °С, введенное в память ROC 809, соответствует значению, указанному в протоколе контроля (паспорта) СУ, и диапазону, указанному в описании типа ИВК.

## **8 Проверка программного обеспечения СИ**

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 СИ**

## метрологическим требованиям

### 9.1 Проверка результатов поверки СИ, входящих в состав ИВК

9.1.1 Проверяют наличие сведений о поверке СИ в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, входящих в состав ИВК.

9.1.2 Результаты поверки по пункту 9.1 считают положительными, если СИ, входящие в состав ИВК, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

### 9.2 Определение приведенной погрешности ИВК при преобразовании ROC 809 входного токового сигнала (от 4 до 20 мА) в цифровое значение измеряемого параметра

9.2.1 Отключают ПИП измерительного канала и к соответствующему каналу, включая линии связи, подключают калибратор, установленный в режим имитации сигналов силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.2.2 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве реперных точек принимают точки 4; 8; 12; 16; 20 мА.

9.2.3 С монитора автоматизированного рабочего места (далее – АРМ) оператора или дисплея ИВК считывают значение входного сигнала и в каждой реперной точке вычисляют приведенную погрешность  $\gamma_i$ , %, по формуле

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

где  $I_{\text{эт}}$  – показание калибратора в  $i$ -ой реперной точке, мА;

$I_{\text{изм}}$  – значение тока, соответствующее показанию измеряемого параметра ИВК в  $i$ -ой реперной точке, мА, вычисляемое по формуле (при линейной функции преобразования)

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

где  $X_{\text{max}}$ ,  $X_{\text{min}}$  – максимальное и минимальное значения измеряемого параметра, соответствующие максимальному и минимальному значениям границы диапазона входного аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), мА;

$X_{\text{изм}}$  – значение входного сигнала, мА.

9.2.4 Если показания ИВК можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то при линейной функции преобразования значения тока  $I_{\text{изм}}$ , мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{16}{X_{\text{imax}} - X_{\text{imin}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{imin}}) + 4, \quad (3)$$

где  $X_{\text{imax}}$  – максимальное значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{imin}}$  – минимальное значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 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 дисплея ИВК или с монитора АРМ оператора.

9.2.5 Результаты поверки по пункту 9.2 считают положительными, если приведенная погрешность ИВК при преобразовании ROC 809 входного токового сигнала (от 4 до 20 мА) в цифровое значение измеряемого параметра в каждой реперной точке не выходит за пределы  $\pm 0,15$  %.

### 9.3 Определение абсолютной погрешности ИВК при измерении сигналов термопары ХК (L) по ГОСТ Р 8.585–2001 (в диапазоне измерений температур от минус 40 до 35 °С)

9.3.1 Отключают ПИП температуры, на вход KFD2-UT-Ex1 подключают калибратор и задают сигнал термопар по ГОСТ Р 8.585–2001.

Примечание – В случае определения основной абсолютной погрешности измерений сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 с помощью термометра измеряют температуру окружающей среды вблизи барьера искрозащиты и вводят это значение в калибратор как температуру холодного спая термопары.

9.3.2 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал термопар по ГОСТ Р 8.585–2001. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерений.

9.3.3 В каждой контрольной точке рассчитывают абсолютную погрешность  $\Delta_{ТС}$ , °С, по формуле

$$\Delta_{ТС} = T_{изм} - T_{эт}, \quad (4)$$

где  $T_{изм}$  – значение температуры, соответствующее показанию ИВК, °С;

$T_{эт}$  – значение температуры, заданное калибратором, °С.

9.3.4 Результаты поверки по пункту 9.3 считают положительными, если рассчитанная по формуле (4) абсолютная погрешность ИВК при измерении сигналов термопары ХК (L) по ГОСТ Р 8.585–2001 в каждой контрольной точке не выходит за пределы  $\pm 1,03$  °С.

#### 9.4 Определение относительной погрешности ИВК при вычислении ROC 809 объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям

9.4.1 При помощи ПО приводят ROC 809 в режим установки значений постоянных параметров в соответствии с технической документацией фирмы и вводят значения:

- начальный радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм;
- межконтрольный интервал радиуса входной кромки, год;
- внутренний диаметр диафрагмы при 20 °С, мм;
- температурный коэффициент линейного расширения материала СУ, °С<sup>-1</sup>;
- код стали диафрагмы;
- внутренний диаметр ИТ при 20 °С, мм;
- эквивалентная шероховатость стенок ИТ, мм;
- код стали ИТ;
- температурный коэффициент линейного расширения материала ИТ, °С<sup>-1</sup>;
- вид отбора перепада давления.

9.4.2 Определение относительной погрешности ИВК при вычислении ROC 809 объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям, производят с помощью ПО при сочетании параметров, приведенных в таблице 4, при этом максимальные и минимальные значения абсолютного давления и температуры воздуха выбирают в зависимости от условий измерений.

Таблица 4 – Сочетания входных параметров избыточного давления, перепада давления и температуры при проведении поверки

Значения перепада давления, в % от верхнего предела измерений	Значение избыточного давления, МПа	Значение температуры, °С
7; 20; 25; 50; 70; 100	0,35	35
	0,6	-40
	0,35	-40
	0,6	35

9.4.3 При каждом из шести значений перепада давления и определенном сочетании избыточного давления и температуры, приведенных в таблице 4, по показаниям ROC 809 фиксируют объемный расход (объем) воздуха, приведенный к стандартным условиям.

9.4.4 Относительную погрешность ИВК при вычислении ROC 809 объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям,  $\delta_v$ , %, определяют по формуле

$$\delta_B = \frac{QV_{\text{изм}} - QV_{\text{расч}}}{QV_{\text{расч}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $QV_{\text{изм}}$  – объемный расход воздуха, приведенный к стандартным условиям, по показаниям ROC 809, м<sup>3</sup>/ч;

$QV_{\text{расч}}$  – объемный расход воздуха, приведенный к стандартным условиям, рассчитанный в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005 (расчет физических свойств воздуха проводится согласно ГСССД 8–79 и ГСССД 109–87), м<sup>3</sup>/ч, ручным способом или с применением программного комплекса «Расходомер-ИСО» по ГОСТ 8.586.5–2005, м<sup>3</sup>/ч.

9.4.5 Результаты поверки по пункту 9.4 считают положительными, если рассчитанная относительная погрешность ИВК при вычислении ROC 809 объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям, не превышает  $\pm 0,5$  %.

#### **9.5 Определение относительной погрешности ИВК при измерении объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям**

9.5.1 Проводят расчет относительной расширенной неопределенности ИВК при измерении (при коэффициенте охвата 2) объемного расхода и объема воздуха, приведенных к стандартным условиям, в диапазоне измерений объемного расхода воздуха, приведенного к стандартным условиям, от 14,247 до 76,127 м<sup>3</sup>/ч в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005 ручным способом или при помощи программного комплекса «Расходомер ИСО» по ГОСТ 8.586.5–2005.

9.5.2 Расчет относительной расширенной неопределенности ИВК при измерении объемного расхода и объема воздуха, приведенных к стандартным условиям, производится с использованием данных о физических свойствах воздуха и при сочетании входных параметров избыточного давления (от 0,35 до 0,60 МПа), перепада давления (7; 20; 40; 60; 80; 100 %) и температуры (от минус 40 до 35 °С).

9.5.3 Расчет относительной расширенной неопределенности ИВК при измерении объемного расхода и объема воздуха, приведенных к стандартным условиям, проводят с учетом составляющих неопределенности измерений, обусловленных методом измерений, условиями соответствия монтажа диафрагмы на трубопроводе по ГОСТ 8.586.2–2005; неопределенности внутреннего диаметра ИТ; неопределенности диаметра отверстия СУ; неопределенности измерений плотности среды при стандартных условиях; неопределенности результата измерений перепада давления, давления, температуры, неопределенности вычисления расхода.

9.5.4 Относительную расширенную неопределенность измерений (при коэффициенте охвата 2) объема воздуха, приведенного к стандартным условиям, принимают равной относительной расширенной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) объемного расхода воздуха, приведенного к стандартным условиям.

9.5.5 Численное значение относительной расширенной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) соответствует границам относительной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95.

9.5.6 Результаты поверки по пункту 9.5 считают положительными, если относительная погрешность ИВК при измерении объема и объемного расхода воздуха, приведенных к стандартным условиям, в диапазоне от 14,247 до 76,127 м<sup>3</sup>/ч не выходит за пределы  $\pm 2,4$  %.

### **10 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, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению ИВК.

Пломбирование ИВК не предусмотрено.