

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГУП «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАННО

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИМС»

по производственной метрологии



А.Е. Коломин

«25» октября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КОНТРОЛЛЕРЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ФВ

Методика поверки

МП 208-013-2021

г. Москва
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

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

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на контроллеры измерительные ФВ (далее – контроллеры) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки контроллеров.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость контроллеров к государственным первичным эталонам:

ГЭТ 4-91. Приказ Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»

ГЭТ 1-2018. Приказ Росстандарта от 31.07.2018 г. № 1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»

ГЭТ 13-2001 Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»

ГЭТ 14-2014 Приказ Росстандарта от 15.02.2016 г. № 146 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления»

ГЭТ 101-2011 Приказ Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па»

ГЭТ 23-2010 Приказ Росстандарта от 29.06.2018 г. № 1339 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»
Техническая документация фирмы-изготовителя.

ГЭТ95-2020 ГОСТ 8.187-76 «ГСИ. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений разности давлений до 4×10^4 Па»

1.3 Интервал между поверками – пять лет.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Пункт методики	Проведение операций при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7	+	+
Опробование	8	+	+
Проверка программного обеспечения	9	+	+
Определение основной приведенной погрешности при измерении входных аналоговых сигналов	10.1	+	+
Определение основной приведенной погрешности выходных аналоговых сигналов	10.2	+	+
Определение основной приведенной погрешности при измерении избыточного, абсолютного давления и разности давлений	10.3	+	+
Определение основной абсолютной погрешности при измерении сопротивления и преобразовании в температуру	10.4	+	+
Определение абсолютной погрешности при измерении количества импульсов	10.5	+	+

Определение погрешности вычисления	10.6	+	+
Примечание. Знак «+» обозначает, что соответствующую операцию поверки проводят.			
Примечания: 1. Поверка проводится только для тех каналов и алгоритмов вычислений, которые предусмотрены конфигурацией контроллера. 2. На основании письменного заявления владельца контроллера допускается выполнять операции по п.п. 10.1 - 10.6 только для используемых при эксплуатации контроллера измерительных и вычислительных каналов в рабочих диапазонах измерений. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке контроллера или паспорте. 3. После ремонта или замены любого измерительного компонента контроллера поверку канала проводят по пунктам первичной поверки.			

2.2 При получении отрицательных результатов на любой из операций, указанных в таблице 1, поверку приостанавливают, а далее выясняют и устраняют причины несоответствий и повторяют поверку по пунктам несоответствий.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки контроллеров должны быть соблюдены следующие условия:
– температура окружающего воздуха: $20 \pm 5^\circ\text{C}$;
– относительная влажность воздуха: не более 80 %;
– атмосферное давление: не более 106,7 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К поверке допускают лиц, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на контроллеры и средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют следующие средства измерений и вспомогательное оборудование:

Таблица 2

Наименование и тип средства поверки	Основные характеристики
Мультиметр 3458А	Погрешность измерений напряжения постоянного тока $\pm(0,5 \cdot 10^{-6}\text{ИВ} + 0,05 \cdot 10^{-6}\text{ВПИ})$ в диапазоне (0-10) В, погрешность измерений силы постоянного тока $\pm(25 \cdot 10^{-6}\text{ИВ} + 4 \cdot 10^{-6}\text{ВПИ})$ в диапазоне (0-100) мА
Мультиметр 34461А	Основная относительная погрешность измерения постоянного напряжения 0,0035%, переменного напряжения 0,06% Максимальное входное напряжение 1000 В, максимальный входной ток 10 А
Мера сопротивления МС3050М-1	Диапазон сопротивления 1... 10000 Ом, класс точности 0,002

Продолжение таблицы 2

Наименование и тип средства поверки	Основные характеристики
Калибратор Метран-520 с модулями Метран-518	Диапазоны измерений: избыточное давление от 0...0,4 кПа до 0...160 МПа абсолютное давление от 0...25 кПа до 0...6 МПа давление-разрежение от $\pm 0,63$ кПа до -0,1...2,5 МПа разрежение от 25...0 кПа до 100...0 кПа. Погрешность измерений: давления, разрежения, давления-разрежения $\pm 0,02$; $\pm 0,025$; $\pm 0,03$; $\pm 0,04$; $\pm 0,05$; $\pm 0,06$; $\pm 0,1$ % ВПИ; тока 0...22 мА $\pm (0,0075\% \text{ ИВ} + 0,0005 \text{ мА})$; напряжения 0-1 В $\pm (0,02\% \text{ ИВ} + 0,0001 \text{ В})$; напряжения 0-50 В $\pm (0,04\% \text{ ИВ} + 0,002 \text{ В})$. Погрешность воспроизведений: ток 0...22 мА, $\pm (0,02\% \text{ ИВ} + 0,001 \text{ мА})$; напряжения 0-1 В $\pm (0,02\% \text{ ИВ} + 0,0002 \text{ В})$
Магазин электрического сопротивления Р 4831	Диапазон (0,001-11111,110) Ом, класс точности 0,02
Генератор сигналов ГСС-10	Диапазон воспроизведения частоты от 1 мкГц до 120 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ %
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-57	Диапазон измерений частоты от 0,1 Гц до 100 МГц, относительная погрешность $\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$
Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух-I	Диапазон измерений от 0,005 до 40 кПа, класс точности 0,02
Калибратор давления пневматический Метран-504 Воздух-III	Диапазон измерений от 0,6 до 1000 кПа, класс точности 0,02
Манометр грузопоршневой МП-60	Диапазон измерений от 0,6 до 6 МПа, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,02$ %
Манометр грузопоршневой МП-600	Диапазон измерений от 6 до 60 МПа, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,02$ %

5.2 Допускается применение других средств поверки, отличающихся от указанных в таблице 2, обеспечивающих определение метрологических характеристик контроллеров согласно Государственной поверочной схеме.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда, действующими в поверочной лаборатории;
- правилами пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации контроллеров и используемых средств поверки, приведенными в их эксплуатационной документации.

7 Внешний осмотр

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- соответствие маркировки требованиям, предусмотренным эксплуатационной

документацией;

- отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушения покрытий, надписей и отсутствие других дефектов, влияющих на работоспособность контроллеров и препятствующих проведению поверки.

- наличие заводских номеров.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 При опробовании проводится проверка функционирования контроллера. Проверку функционирования контроллеров проводят согласно руководству по эксплуатации. Контроллер считается прошедшим опробование, если в журнале аварий отсутствуют сообщения о системных сбоях.

8.2 Допускается совмещать опробование с определением метрологических характеристик.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения контроллеров проводят сравнением идентификационных данных программного обеспечения на ЖК-дисплее контроллеров, в ПО FВхConnect на ПК или с помощью других доступных средств с идентификационными данными, указанными в описании типа на контроллеры.

9.2 Результаты опробования считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения контроллеров соответствуют приведенным в описании типа на контроллеры.

10 Определение метрологических характеристик

10.1 Определение основной приведенной погрешности при измерении входных аналоговых сигналов.

Определение погрешности проводят не менее чем в трех точках, соответствующих 0-5%, 50±5%, 95-100% диапазона измерений.

10.1.1 На вход измерительного канала подают значение входного сигнала X_o , соответствующее значению измеряемой величины Y_o , и считывают значение измеряемой величины Y с дисплея контроллера или с экрана подключенного ПК с ПО FВхConnect.

Значение входного сигнала X_o рассчитывают по формуле

$$X_o = X_{MIN} + \frac{X_{MAX} - X_{MIN}}{Y_{MAX} - Y_{MIN}} \cdot (Y_o - Y_{MIN}), \quad (1)$$

где Y_{MAX} , Y_{MIN} - верхний и нижний пределы диапазона измерений (в единицах измеряемой величины);

X_{MAX} , X_{MIN} - максимальное и минимальное значение диапазона аналогового сигнала (В, мА), соответствующее верхнему и нижнему пределам диапазона измерений (Y_{MAX} , Y_{MIN}).

Основную приведенную погрешность при измерении аналоговых сигналов рассчитывают по формуле

$$\gamma_Y = \frac{Y - Y_o}{Y_{MAX} - Y_{MIN}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

10.1.2 Операции по 10.1.1 повторяют для каждого аналогового входа.

10.1.3 Результаты проверки считают положительными, если основная приведенная погрешность при измерении аналоговых сигналов для каждого входа контроллера находится в пределах значений, указанных в описании типа.

10.2 Определение основной приведенной погрешности выходных аналоговых сигналов.

Определение погрешности проводят не менее чем в трех точках, соответствующих 0-5%, 50±5%, 95-100% диапазона воспроизведений.

10.2.1 При помощи ПО FBxConnect устанавливают значение сигнала Y_0 , соответствующее проверяемой точке диапазона воспроизведений, и измеряют значение выходного сигнала с контроллера X .

10.2.2 Основную приведенную погрешность выходных аналоговых сигналов рассчитывают по формуле

$$\gamma_X = \frac{X - X_0}{X_{MAX} - X_{MIN}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где значение выходного сигнала X_0 рассчитывают по формуле (4)

$$X_0 = X_{MIN} + \frac{X_{MAX} - X_{MIN}}{Y_{MAX} - Y_{MIN}} \cdot (Y_0 - Y_{MIN}), \quad (4)$$

где Y_{MAX} , Y_{MIN} - верхний и нижний пределы диапазона воспроизведений (в единицах воспроизводимой величины),

X_{MAX} , X_{MIN} - максимальное и минимальное значение аналогового сигнала (В, мА), соответствующее верхнему и нижнему пределам диапазона воспроизведений (Y_{MAX} , Y_{MIN}).

10.2.3 Операции по 10.2.1 – 10.2.2 повторяют для каждого аналогового выхода.

10.2.4 Результаты проверки считают положительными, если основная приведенная погрешность аналоговых сигналов для каждого выхода контроллера находится в пределах значений, указанных в описании типа на контроллеры.

10.3 Определение основной приведенной погрешности при измерении избыточного, абсолютного давления и разности давлений.

Преобразователи многопараметрические удаленного монтажа Rosemount 4088 (62411-15), входящие в состав контроллера, поверяются согласно их утвержденной методике поверки, при этом процедуры по п.п. 10.3.2 – 10.3.3 не проводятся.

10.3.1 Определение погрешности при измерении избыточного и абсолютного давления, разности давлений для встроенных первичных преобразователей давления проводят не менее чем в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений (0-10%, 25±5%, 50±5%, 75±5%, 90-100%).

10.3.2 При поверке канала измерений разности давлений значение измеряемой величины устанавливают, подавая соответствующее значение избыточного давления на вход Н преобразователя, а вход L соединяют либо с опорной камерой датчика давления, либо с атмосферой.

При поверке канала измерений избыточного и абсолютного давления эталонным датчиком подают давление на вход Н преобразователя, при этом вход L также присоединяют к входу Н.

Поверку канала абсолютного давления с верхним пределом до 5 МПа проводят путем подключения к эталону абсолютного давления и подать давление в камеру в точках, предусмотренных п. 10.3.1.

Поверку канала абсолютного давления с верхним пределом свыше 5 МПа проводят в пяти точках равномерно распределенных по диапазону измерений. Первая точка всегда равна 0 избыточного давления, последняя точка должна быть в промежутке от 90 до 100% от верхнего предела измерений.

Эталонное значение каждой точки поверки рассчитывается путем суммирования показаний эталонного барометра и эталона избыточного давления.

10.3.3 Рассчитывают значение основной приведенной погрешности при измерении избыточного, абсолютного давления и разности давлений по формуле

$$\gamma_P = \frac{P - P_o}{P_{MAX}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где P_{MAX} - верхний предел диапазона измерений, кПа;

P_o - эталонное давление, кПа;

P - показание поверяемого контроллера, кПа.

10.3.4 Результаты проверки считают положительными, если основная приведенная погрешность при измерении разности давлений, избыточного и абсолютного давления находится в пределах значений, указанных в описании типа на контроллеры.

10.4 Определение основной абсолютной погрешности при измерении сопротивления и преобразовании измеренного значения сопротивления в температуру.

Определение погрешности проводят не менее чем в трех точках, соответствующих 0-5%, 50±5%, 95-100% диапазона измерений.

10.4.1 На магазине сопротивлений, подключенном к входу контроллера, устанавливают значение сопротивления, соответствующее имитируемой температуре T_o .

Значения сопротивлений, устанавливаемых на магазине сопротивлений, рассчитывают по ГОСТ 6651 для термопреобразователя сопротивления Pt100 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$).

В случае, если автокомпенсация влияния сопротивления проводов линии связи не предусмотрена, то необходимо учитывать сопротивление проводов. При наличии автокомпенсации учет сопротивления проводов линии связи не проводится.

10.4.2 Считывают измеренную температуру T с дисплея контроллера или с экрана подключенного ПК с ПО FВхConnect.

10.4.3 Рассчитывают основную абсолютную погрешность при измерении сопротивления и преобразовании измеренного значения сопротивления в температуру по формуле

$$\Delta T = T - T_o, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (6)$$

10.4.4 Операции по 10.4.1-10.4.3 повторяют для каждого входа.

10.4.5 Результаты проверки считают положительными, если основная абсолютная погрешность при измерении сопротивления и преобразовании измеренного значения в температуру находится в пределах значений, указанных в описании типа на контроллеры.

10.5 Определение абсолютной погрешности при измерении количества импульсов.

Измерение проводят не менее чем в трех точках, соответствующих 0-5%, 50±5%, 95-100% диапазона частот.

10.5.1 Генератором сигналов, подключенным к входу контроллера, задают 10000 импульсов и измеряют частотомером в режиме счета импульсов. Частота импульсов входа (0-10500) Гц.

Абсолютную погрешность при измерении количества импульсов для каждого измеренного значения рассчитывают по формуле

$$\Delta N = N_{и} - N_{з}, \quad (7)$$

где $N_{з}$ – значение количества импульсов, измеренное частотомером, имп;

$N_{и}$ - значение количества импульсов, измеренное контроллером, имп.

10.5.2 Операции по 10.5.1 повторяют для каждого входа.

10.5.3 Результаты считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении количества импульсов на каждые 10000 импульсов для каждого входа контроллера находится в пределах значений, указанных в описании типа на контроллеры.

10.6 Определение погрешности алгоритма вычисления

10.6.1 Выбирают требуемый алгоритм расчета (расхода, объема и массы; свойств жидкостей и газов; свойств влажного нефтяного газа; количества теплоты (тепловой энергии)),

настраивают контроллер согласно руководству по эксплуатации и проводят расчет выбранной величины.

10.6.2 Определяют отклонение результата расчета выбранной величины X , полученного с помощью алгоритма расчета, реализованного в контроллере, с результатом X_0 , полученным с помощью аттестованного ПО, реализующего данный алгоритм, или приведенным в контрольном примере в нормативной документации, по формуле

$$\delta = \frac{X - X_0}{X} \cdot 100\% \quad (8)$$

10.6.3 Результаты проверки считают положительными, если отклонение результатов вычислений, полученных с помощью контроллера и аттестованного ПО, находится в пределах значений, указанных в описании типа.

11 Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

При подтверждении соответствия контроллера метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделах 9, 10.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений заносят в протоколы произвольной формы.

12.2 Положительные результаты поверки оформляются в соответствии с действующим законодательством.

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

12.4 При отрицательных результатах поверки контроллер к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами.

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Научный сотрудник
ФГУП «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

М.Е. Чекин