

УТВЕРЖДАЮ

Директор Центра бизнес услуг  
АО «ПГ «Метран»

И.М. Малахова



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИМС»

Н.В. Иванникова



## Датчики температуры Rosemount 648

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 4211-025-2015

н.р. 63890-16

2015 г.

Настоящая методика распространяется на датчики температуры Rosemount 648 (далее – датчики), изготовленные фирмой «Rosemount, Inc.», США, фирмой «Emerson Process Management GmbH&Co. OHG», Германия, фирмой «Emerson Process Management Asia Pacific Pte Ltd», Сингапур и ЗАО «Промышленная группа «Метран», г. Челябинск, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками:

- 5 лет (для датчиков температуры с сенсорами Pt100 (классов А, В с диапазоном измерений от минус 50 до плюс 300 °С); с сенсором К-типа (класса допуска 2 и диапазоном измерений от минус 40 до плюс 600 °С));

- 4 года (для датчиков температуры с сенсорами Pt100 классов А, В с диапазоном измерений от минус 196 до плюс 600 °С), с сенсорами К-типа класса допуска 1, 2 и диапазоном измерений от минус 40 до плюс 1200 °С, с сенсорами J- и N-типа);

- 2 года (для датчиков температуры с сенсорами Pt100 класса АА).

Основные метрологические характеристики датчиков приведены в Приложении Б настоящей методики.

## **1 Операции поверки**

1.1 При проведении поверки датчиков должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр (п.5.1);
- опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО) (п.5.2)
- определение основной погрешности (п.5.3);
- определение основной погрешности измерительного преобразователя (п.5.4);
- определение отклонения от НСХ первичного преобразователя (п.5.5).

## **2 Средства поверки**

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

- термометр сопротивления типа ПТС-10, ЭТС-25 эталонный 2 разряда в диапазоне температур от минус 196 до плюс 660 °С;

- термометр сопротивления ЭТС-100 эталонный 3 разряда в диапазоне температур от минус 196 до плюс 660 °С;

- эталонные 1, 2, 3-го разрядов ТП типа ППО в диапазоне температур от плюс 300 до плюс 1200 °С;

- термостаты жидкостные прецизионные переливного типа моделей ТПП-1.0, ТПП-1.2, ТПП-1.3 с диапазоном воспроизводимых температур от минус 75 до плюс 300 °С и нестабильностью поддержания заданной температуры  $\pm(0,004...0,02)$  °С;

- калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R с общим диапазоном воспроизводимых температур от минус 48 до плюс 700 °С и нестабильностью поддержания заданной температуры  $\pm(0,005...0,02)$  °С;

- термостат с флюидизированной средой FB-08, рабочий диапазон температур от плюс 50 до плюс 700 °С;

- калибратор температуры ЭЛЕМЕР-КТ-500, диапазон температуры в диапазоне от +50 до +500 °С, нестабильность поддержания температуры за 30 мин — от  $\pm 0,01$  °С; криостат К-80, диапазон температур от - 50 до 80 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизводимых температур  $\pm 0,03$  °С; нестабильность поддержания температуры не более  $\pm 0,03$  °С; градиент температур не более  $\pm 0,008$  °С/см;

- сосуд Дьюара с азотом;

- горизонтальная трубчатая печь сопротивления типа МТП-2М с диапазоном температур от плюс 300 до плюс 1100 °С;

- мультиметр многоканальный прецизионный Метран-514-ММП, диапазон измерения напряжения постоянного тока от 0 до 1,1 В, от 0 до 200 мВ, пределы допускаемой основной погрешности 0,005 % ИВ\* + 2 мкВ;
- преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный Теркон;
- термометр электронный лабораторный «ЛТ-300», ПГ ±0,05 °С в диапазоне от минус 50 до плюс 199,99 °С;
- коммуникатор модели 475 или иной программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов Wireless HART, позволяющий визуализировать измеренную датчиком температуру;
- калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-Б;
- многофункциональный калибратор электрических сигналов Martel 3001;
- прецизионный программируемый магазин сопротивлений М-622, диапазон сопротивления от 1 Ом до 1,2 МОм, погрешность 0,005%.
- источник питания постоянного тока.

2.2 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение других средств измерений с метрологическими характеристиками, удовлетворяющими следующему критерию:  $\Delta_{\text{э}}/\Delta_{\text{п}} \leq 1/3$ , где:  $\Delta_{\text{э}}$  – погрешность эталонных СИ,  $\Delta_{\text{п}}$  – погрешность поверяемого датчика.

### 3 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации измерителей.

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации измерителей и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

### 4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20±1) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- частота питающей сети – (50±0,5) Гц.

4.2 Электрическое питание печей, термостатов должно осуществляться стабилизированным напряжением, изменение напряжения не должно превышать 2%.

4.3 Все приборы, установки должны быть заземлены, сопротивление заземления – не более 0,1 Ом, сечение проводов заземления – не менее 0,75 мм<sup>2</sup>.

4.4 Средства поверки, оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

4.5 При работе печей, термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

4.6 Поверяемые датчики и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

4.7 Операции, проводимые со средствами поверки, с поверяемыми датчиками должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

4.8 В рабочем пространстве горизонтальной трубчатой печи устанавливают выравнивающие никелевые блоки.

4.9 При установке датчиков в калибраторы температуры для обеспечения лучшего теплового контакта используют теплопередающие металлические вставки.

4.10 Для уменьшения погрешности при измерениях вследствие теплопередачи из зоны нагрева по защитной арматуре выступающую из калибратора часть датчики теплоизолируют.

## 5 Проведение поверки

### 5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу датчиков и на качество поверки.

### 5.2 Опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО)

#### 5.2.1 Опробование

Поддают напряжение питания на преобразователь. После включения происходит самотестирование прибора с последовательным отображением этапов тестирования на встроенном ж/к дисплее. В случае индицирования каких-либо кодов ошибки поверку прекращают.

После прохождения процедуры самотестирования преобразователь готов к работе и на его ж/к дисплее, в случае, если ИП настроен на соответствующий диапазон измерений, должна отображаться комнатная температура.

#### 5.2.2 Проверка версии программного обеспечения

Подключают ИП к HART-коммуникатору или иному программно-аппаратному комплексу с поддержкой протокола Wireless HART и после установления соединения находят в коммуникаторе раздел меню с информацией о ПО, в котором должна быть информация об идентификационном номере встроенного программного обеспечения ИП.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	648.a90
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.000.000 и более поздние версии

Значащей частью в идентификационном номере являются все цифры. Если значащая часть идентификационного номера не совпадает, дальнейшую поверку не проводят.

### 5.3 Определение основной погрешности датчиков

5.3.1 Основную погрешность датчиков находят в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом непосредственного сличения с эталонным термометром в криостате, в термостате, в сухоблочном (или жидкостном) калибраторе температуры или в печи.

При первичной и периодической поверке допускается проводить поверку в диапазоне измерений, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений и не менее нормированного минимального интервала измерений. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.

5.3.2 При поверке датчика в криостате (термостате) погружают на одну глубину в криостат (термостат) поверяемый датчик вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки.

5.3.3 При поверке датчика в сухоблочном калибраторе температуры используют двухканальные металлические блоки.

При поверке в калибраторах необходимо не допускать перегрева соединительной головки датчика с трансмиттером.

5.3.3.1 При поверке датчика с термопреобразователем сопротивления в калибраторе опускают эталонный термометр и датчик до упора в дно блока, а при поверке датчика с термоэлектрическим преобразователем его опускают на глубину, соответствующую середине чувствительного элемента эталонного термометра сопротивления (примерно 20 мм от дна).

5.3.4 При поверке датчиков в печах помещают эталонный термоэлектрический преобразователь (ТП) в защитную пробирку из кварцевого стекла, при этом рабочий конец ТП должен касаться дна пробирки. Свободные концы ТП соединяют с медными соединительными проводами. Места соединения (скрутку) свободных концов ТП с медными соединительными проводами помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом, которые погружают в сосуд Дьюара с льдо-водяной смесью. Температуру в сосуде Дьюара контролируют по термометру с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 0,05$  °С.

5.3.4.1 В рабочем пространстве (в зоне равномерного распределения температуры) печи устанавливают никелевый блок.

5.3.4.2 Помещают поверяемый датчик и эталонный термоэлектрический преобразователь в каналы никелевого блока.

5.3.5 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате, в калибраторе или в печи температурную точку.

5.3.6 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, датчиком и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и датчика) снимают не менее 10 показаний (в течение 10 минут) температуры эталонного термометра  $t_d$ , индицируемой на дисплее измерительного прибора и цифрового выходного сигнала ( $t_{ц}$ ) с дисплея коммуникатора, ПК или со встроенного индикатора датчика температуры.

5.3.7 Операции по 5.3.5, 5.3.6 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого датчика.

5.3.8 Основную абсолютную погрешность датчика вычисляют по формуле:

$$\Delta_{0ц} = t_{ц} - t_d, \text{ °С} \quad (1)$$

Для расчета основной погрешности используются усредненные значения измеренных выходных сигналов.

Результаты измерений заносят в рекомендуемый протокол поверки (приложение А) или в протокол произвольной формы.

5.3.9 Датчик считается выдержавшим поверку, если значение основной погрешности в каждой проверяемой точке не превышает значений, указанных в технической документации на датчики температуры.

Примечание – Допускается поверять первичный преобразователь и измерительный преобразователь (ИП) отдельно друг от друга, в соответствии с п.5.4 и 5.5, если в состав датчика не входит термопарный первичный преобразователь с длиной погружаемой части менее 250 мм.

#### 5.4 Определение основной погрешности измерительного преобразователя

Погрешность ИП определяют при шести значениях, соответствующих 0, 20, 40, 60, 80, 100 % рабочего диапазона измерений температуры датчика. В зависимости от того, что является первичным преобразователем датчика – термопреобразователь сопротивления или термоэлектрический преобразователь, проводят операции по п.5.4.1 или по п.5.4.2.

первичный преобразователь

5.4.1 *Определение погрешности канала измерения и преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления (ТС)*

5.4.1.1 Подключают многозначную меру электрического сопротивления (МЭС) к соответствующим клеммам ИП (в зависимости от схемы подключения) и подают значение сопротивления, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с НСХ по МЭК 60751/ГОСТ 6651-2009).

После установления значения выходного цифрового сигнала, его измеряют при помощи коммуникатора, ПК или снимают показания со встроенного индикатора датчика температуры.

5.4.1.2 Повторяют операции по 5.4.1.1 для остальных контрольных точек.

5.4.1.3 Основную погрешность ( $\Delta$ ) ИП вычисляют по формуле:  $\Delta = \pm(\gamma_x - \gamma_{НСХ})$ , где  $\gamma_x$  - показание ИП (°С), считываемое с экрана дисплея (встроенного, коммуникатора или монитора);

$\gamma_{НСХ}$  - температура, соответствующая значению сопротивления, подаваемого с МЭС в контрольной точке согласно типу НСХ по МЭК 60751/ГОСТ 6651-2009.

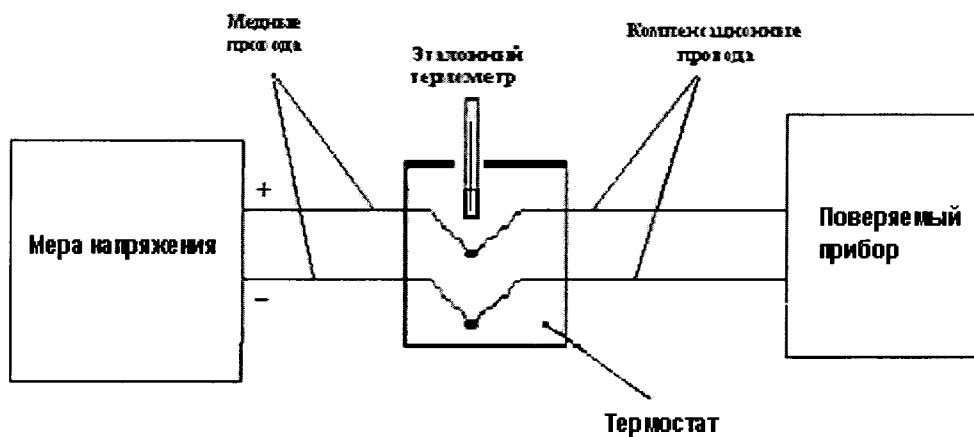
#### 5.4.2 Определение погрешности канала измерения и преобразования сигналов от термоэлектрических преобразователей (ТП)

5.4.2.1 Подключают эталонные средства измерений (по 5.3.1.1) и компаратор напряжений Р3003 к соответствующим клеммам ИП с помощью медных проводов.

5.4.2.2 Эталонными средствами измеряют температуру вблизи клемм подключения медных проводов к ИП.

5.4.2.3 С компаратора напряжений Р3003 подают на измерительный преобразователь значение ТЭДС, равное разнице между значением ТЭДС, соответствующей первой контрольной точке, и ТЭДС, соответствующей измеренной температуре вблизи клемм ИП (в соответствии с типами НСХ по МЭК 60584-1/ГОСТ Р 8.585-2001).

Также при поверке можно использовать аттестованные на соответствие требованиям, приведенным в ГОСТ 8.338-2002, термоэлектродные компенсационные провода соответствующего типа НСХ первичного преобразователя датчика, руководствуясь при этом следующей схемой подключения:



К входу поверяемого ИП датчика подключают термоэлектродные (компенсационные) провода, концы проводов соединяют с медными проводами и спай их помещают в термостат со стабильной температурой (желательно 0 °С), измеряемой термометром (ЛТ-300) для введения поправки по ТЭДС на температуру термостата.

После установления значения выходного сигнала, измеряют при помощи прецизионного измерителя постоянного тока значение выходного аналогового сигнала поверяемого ИП ( $I_{\text{вых } i}$ ).

5.4.2.5 Операции по п.п.5.4.2.3, 5.4.2.4 повторяют в остальных контрольных точках.

5.4.2.6 Основную погрешность ( $\Delta$ ) ИП вычисляют по формуле  $\Delta = \pm(\gamma_x - \gamma_{НСХ})$ , где  $\gamma_x$  - показание ИП (°С), считываемое с экрана дисплея (встроенного, коммуникатора или монитора);  $\gamma_{НСХ}$  - температура, соответствующая значению милливольтового сигнала подаваемого с компаратора напряжений (в температурном эквиваленте) в контрольной точке согласно типу НСХ по МЭК 60584-1/ГОСТ Р 8.585-2001.

### 5.5 Определение отклонения от НСХ первичного преобразователя

5.5.1 Поверка преобразователей термоэлектрических проводится по ГОСТ 8.338-2002 «ГСИ. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки».

5.5.2 Поверка термопреобразователей сопротивления проводится по ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».

## **6 Оформление результатов поверки**

6.1 При положительных результатах поверки на датчик выдают свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга от 02.07.2015г. № 1815 и (или) делают соответствующую запись и ставят знак поверки в паспорт датчика.

6.2 В случае оформления свидетельства о поверке на его оборотной стороне указывают метрологические характеристики датчика.

6.3 Протокол поверки оформляется по форме, приведенной в Приложении А или в произвольной форме, в т.ч., в форме, принятой на местах проведения работ.

6.4 При отрицательных результатах поверки датчики к применению не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга от 02.07.2015г. № 1815.

Начальник лаборатории термометрии  
ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное, рекомендуемое)

**Протокол поверки датчиков температуры Rosemount 648**

Датчик \_\_\_\_\_

Эталонные средства измерений \_\_\_\_\_

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ И ИХ ОБРАБОТКИ**

Внешний осмотр \_\_\_\_\_

Контроль основной погрешности

Таблица А.1 - Проверка основной погрешности датчиков Rosemount 648 с НСХ типа К, N, J

Поверяемые точки, °С	Температура вблизи клемм ИП, °С	Эталон		Цифровой выход	
		ТЭДС, мВ	$t_d$ , °С	$t_{иц}$ , °С	$\Delta_{0иц}$ , °С

Наибольшее значение погрешности \_\_\_\_\_  
 Поверитель \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.  
 Заключение: годен/не годен к эксплуатации





## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон измеряемых температур, пределы допускаемой основной и дополнительной погрешности датчиков температуры Rosemount 648 от изменения температуры окружающей среды от нормальной (от 20 °С) в диапазоне температур от минус 40 (от минус 20) до плюс 85 °С в зависимости от типа НСХ первичного преобразователя температуры приведены в таблице Б1.

Таблица Б1

Тип НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемого отклонения от НСХ первичного преобразователя, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности WirelessHART, °С	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности WirelessHART, °С / 1°С
Pt 100 ( $\alpha = 0,00385$ °С <sup>-1</sup> )	от минус 196 до плюс 600	$\pm(0,1+0,0017 t )$ для интервала 0 °С $\leq t \leq 100$ °С, класс допуска АА; $\pm(0,15+0,002 t )$ для интервала минус 50 °С $\leq t < 450$ °С, класс допуска А; $\pm(0,3+0,005 t )$ для интервала минус 196 °С $\leq t \leq 600$ °С, класс допуска В	$\pm 0,225$	$\pm 0,0045$
J	от минус 40 до плюс 750	$\pm 1,5$ для интервала минус 40 °С $\leq t \leq 375$ °С, класс допуска 1; $\pm 0,004 \cdot t$ для интервала 375 °С $< t \leq 750$ °С, класс допуска 1	$\pm 0,525$	$\pm(0,0081+0,000435\%)$ (от измеряемой температуры)), при $t \geq 0$ °С $\pm(0,0081+0,00375\%)$ (от абсолютного значения измеряемой температуры)), при $t < 0$ °С
K	от минус 40 до плюс 1200	$\pm 1,5$ для интервала минус 40 °С $\leq t \leq 375$ °С, класс допуска 1; $\pm 0,004 \cdot t$ для интервала 375 °С $< t \leq 1000$ °С, класс допуска 1 $\pm 2,5$ для интервала минус 40 °С $\leq t \leq 333$ °С, класс допуска 2 $\pm 0,00754$ для интервала 333 °С $< t \leq 1200$ °С, класс допуска 2	$\pm 0,750$	$\pm(0,0092+0,00081\%)$ (от измеряемой температуры)), при $t \geq 0$ °С $\pm(0,0092+0,00375\%)$ (от абсолютного значения измеряемой температуры)), при $t < 0$ °С

Тип НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемого отклонения от НСХ первичного преобразователя, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности WirelessHART, °С	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности WirelessHART, °С / 1°С
N	от минус 40 до плюс 1000	±1,5 для интервала минус 40 °С ≤ t ≤ 375 °С, класс допуска 1 ±0,004t для интервала 375 °С < t ≤ 1000 °С, класс допуска 1	±0,750	±(0,0102 + 0,00054 % (от измеряемой температуры))

Примечания к таблице Б1

1. Пределы допускаемой основной погрешности датчиков температуры ( $\Delta_{дт}$ , °С), с ЧЭ на базе термопреобразователя сопротивления вычисляются по формуле:

$$\Delta_{дт} = \pm \sqrt{\Delta_{пп}^2 + \Delta_{ип}^2}$$

2. Пределы допускаемой основной погрешности датчиков температуры ( $\Delta_{дт}$ , °С), с ЧЭ на базе термоэлектрических преобразователей вычисляются по формуле:

$$\Delta_{дт} = \pm \sqrt{\Delta_{пп}^2 + (\Delta_{ип} + \Delta_{х})^2}$$

где:  $\Delta_{пп}$  - предел допускаемого отклонения от НСХ (в температурном эквиваленте) первичного преобразователя, °С

$\Delta_{ип}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности WirelessHART, °С

$\Delta_{х}$  - абсолютная погрешность автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов преобразователей термоэлектрических ±0,8 °С.

3. Типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751) и ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1) соответственно.