

УТВЕРЖДАЮ

Директор центра-бизнес услуг  
АО «ИТ «Метран»

  
И.М. Малахова  
2015 г.



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИМС»

  
Н.В. Иванникова  
2015 г.



## Датчики температуры Rosemount 644, Rosemount 3144P

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 4211-024-2015

н.р. 03889-16

2015 г.

Настоящая методика распространяется на датчики температуры Rosemount 644, Rosemount 3144P (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 с сенсорами Pt100 (классов А, В с диапазоном измерений температуры от минус 50 до плюс 300 °С); с сенсором К-типа (класса допуска 2 и с диапазоном измерений температуры от минус 40 до плюс 600 °С);

- 4 года (для датчиков с сенсорами Pt100 классов А, В с диапазоном измерений температуры от минус 196 до плюс 600 °С), с сенсорами К-типа класса допуска 1, 2 и с диапазоном измерений температуры от минус 40 до плюс 1000 °С, с сенсорами J- и N-типа);

- 2 года (для датчиков с сенсорами Pt100 класса АА и с ИСХ функции КВД, с сенсорами Т-, Е-, В-, R-, S-типа).

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;
- эталонные 2, 3-го разрядов ТП типа ПРО в диапазоне температур от плюс 600 до плюс 1800 °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;
- 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;
- термостат с флюидизированной средой FB-08, рабочий диапазон температур от плюс 50 до плюс 700 °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;
- вертикальная трубчатая печь сопротивления с максимальной рабочей температурой не менее 1800 °С;
- многоканальный прецизионный измеритель температуры МИТ 8.10(М)/8.15(М) (Госреестр № 19736-11);
- 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;- калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (Госреестр № 52489-13);
- термометр электронный лабораторный «ЛТ-300», ПГ ±0,05 °С в диапазоне от минус 50 до плюс 199,99 °С;
- компаратор напряжений Р3003, класс точности 0,0005;
- мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная МС3070-1 (-2), классов точности 0,001; 0,002 (Госреестр № 50281-12).
- 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%.
- коммуникатор модели 375 или иной программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, FOUNDATION Fieldbus и Profibus PA, позволяющий визуализировать измеренную датчиком температуру;
- магазин сопротивлений типа Р4831 с классом точности 0,02 (для нагрузки);
- 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:  $\Delta_{\text{з}}/\Delta_{\text{п}} \leq 1/3$ , где:  $\Delta_{\text{з}}$  – 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

Подают 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 протоколов HART, FOUNDATION Fieldbus и Profibus PA, 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.

Таблица 1 Данные ПО «644 HART»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	644 rel.d90
Номер версии (идентификационный номер) ПО	7.01.006 и более поздние версии

Таблица 2 Данные ПО «644 Fieldbus»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	644FF HORNET.BIN
Номер версии (идентификационный номер) ПО (*)	2.01.011 и более поздние версии

Таблица 3 Данные ПО «644 Profibus PA»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	644PA HORNET.BIN
Номер версии (идентификационный номер) ПО (*)	1.1.016 и более поздние версии

Таблица 4 Данные ПО «3144 HART»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	3144 rel.d90
Номер версии (идентификационный номер) ПО (*)	6.02.003 и более поздние версии

Таблица 5 Данные ПО «3144 Fieldbus»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	3144FF HOR-
Номер версии (идентификационный номер) ПО (*)	2.03.002 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 четырех 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, цифрового выходного сигнала ( $t_{iц}$ ) с дисплея коммуникатора, ПК или со встроенного индикатора датчика температуры, аналогового сигнала ( $I_{вых.i}$ ) поверяемого датчика при помощи прецизионного измерителя постоянного тока.

Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу  $I_{вых.i}$  рассчитывают по формуле:

$$t_{ia} = \frac{I_{вых.i} - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \times (t_{max} - t_{min}) + t_{min}, \quad (1)$$

где  $I_{вых.i}$  – значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;

$I_{min}$ ,  $I_{max}$  – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА;

$t_{min}$ ,  $t_{max}$  – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений, согласно заказу, °С.

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 формулам:

- для цифрового выходного сигнала

$$\Delta_{0ц} = t_{iц} - t_d, \quad ^\circ\text{C} \quad (2)$$

- для аналогового выходного сигнала

$$\Delta_{0a} = t_{ia} - t_d, \quad ^\circ\text{C} \quad (3)$$

Для расчета основной погрешности используются усредненные значения измеренных выходных сигналов.

Примечание - Если датчик работает только с цифровым выходным сигналом, при проверке допускается определять основную абсолютную погрешность цифрового сигнала по формуле (2). При этом полученная погрешность сравнивается с допускаемой основной погрешностью цифрового сигнала датчика, а в свидетельстве о проверке и (или) в паспорте делается соответствующая запись о проведении проверки только погрешности цифрового сигнала.

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

5.3.9 Датчик считается выдержавшим испытание, 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 первичный преобразователь с индивидуальной статической характеристикой преобразования или термопарный первичный преобразователь с длиной погружаемой части менее 250 мм.

## 5.4 Определение основной погрешности измерительного преобразователя

Погрешность первичный преобразователь 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.

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

5.4.1.2 Повторяют операции по 5.4.1.1 для остальных контрольных точек.

5.4.1.3 Основную погрешность ( $\Delta_t$ ) по аналоговому выходному сигналу ИП вычисляют по формуле 3 с расчетом значения температуры, соответствующего измеренному аналоговому выходному сигналу, по формуле 1. Значения  $\Delta_t$  в контрольных точках не должны превышать значений, указанных в технической документации.

Примечание - Если датчик работает только с цифровым выходным сигналом, то при поверке допускается определять основную погрешность по цифровому выходному сигналу по формуле  $\Delta = \pm(\gamma_x - \gamma_{\text{НСХ}})$ , где  $\gamma_x$  - показание ИП ( $^{\circ}\text{C}$ ), считываемое с экрана дисплея (встроенного, коммуникатора или монитора);  $\gamma_{\text{НСХ}}$  - температура, соответствующая значению сопротивления, подаваемого с МЭС в контрольной точке согласно типу НСХ по МЭК 60751/ГОСТ 6651-2009. При этом полученная погрешность сравнивается с допускаемой основной погрешностью цифрового сигнала ИП, а в свидетельстве о поверке и (или) в паспорте делается соответствующая запись о проведении проверки только погрешности цифрового сигнала.

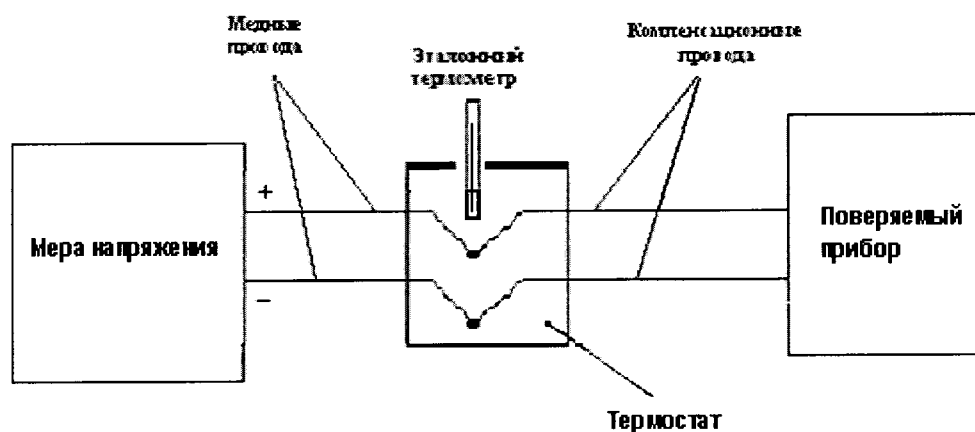
#### 5.4.2 Определение погрешности канала измерения и преобразования сигналов от термоэлектрических преобразователей (ТП)

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 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 спаи их помещают в термостат со стабильной температурой (желательно  $0^{\circ}\text{C}$ ), измеряемой термометром (ЛТ-300) для введения по-



правки 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 ( $\Delta_t$ ) по аналоговому выходному сигналу ИП вычисляют по формуле 3 с расчетом значения температуры, соответствующего измеренному аналоговому выходному сигналу, по формуле 1. Значения  $\Delta_t$  в контрольных точках не должны превышать значений, указанных в технической документации.

Примечание - Если датчик работает только с цифровым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную погрешность по цифровому выходному сигналу по формуле  $\Delta = \pm(\gamma_x - \gamma_{\text{НСХ}})$ , где  $\gamma_x$  - показание ИП ( $^{\circ}\text{C}$ ), считываемое с экрана дисплея (встроенного, коммуникатора или монитора);  $\gamma_{\text{НСХ}}$  - 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. При этом полученная погрешность сравнивается с допускаемой основной погрешностью цифрового сигнала ИП, а в свидетельстве о поверке и (или) в паспорте делается соответствующая запись о проведении проверки только погрешности цифрового сигнала.

## 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.

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 МО термометрии  
ФГУП «ВНИИМС»

  
А.А. Игнатов







## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Метрологические характеристики датчиков температуры Rosemount 644, 3144P приведены в таблицах Б1-Б3.

Таблица Б1

Тип НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Минимальный интервал измерений, °С	Пределы допускаемого отклонения от НСХ первичного преобразователя (ПП), °С	Пределы допускаемой основной погрешности							
				Rosemount 644				Rosemount 3144P			
				по цифровому сигналу, °С		ЦАП, % от диапазона измерений		по цифровому сигналу, °С		ЦАП, % от диапазона измерений	
				Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности
Pt 100 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	от минус 196 до плюс 600	10	$\pm 0,1$ для интервала минус $50 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t \leq 100 \text{ } ^\circ\text{C}$ , (с ИСХ функции КВД) $\pm 0,3$ для интервала $100 \text{ } ^\circ\text{C} < t \leq 600 \text{ } ^\circ\text{C}$ , (с ИСХ функции КВД) $\pm(0,1+0,0017 t )$ для интервала $0 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t \leq 100 \text{ } ^\circ\text{C}$ , класс допуска АА; $\pm(0,15+0,002 t )$ для интервала минус $50 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t \leq 450 \text{ } ^\circ\text{C}$ , класс допуска А; $\pm(0,3+0,005 t )$ для интервала минус $196 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t \leq 600 \text{ } ^\circ\text{C}$ , класс допуска В	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,10$	$\pm 0,08$	$\pm 0,02$	

Тип НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Минимальный интервал измерений, °С	Пределы допускаемого отклонения от НСХ первичного преобразователя (ПП), °С	Пределы допускаемой основной погрешности							
				Rosemount 644				Rosemount 3144P			
				по цифровому сигналу, °С		ЦАП, % от диапазона измерений		по цифровому сигналу, °С		ЦАП, % от диапазона измерений	
				Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное Исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности
В	от 600 до 1800	25	$\pm 0,0025t$ для интервала $600\text{ °С} \leq t \leq 1800\text{ °С}$ , класс допуска 2	$\pm 0,77$	$\pm 0,75$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,75$	-	$\pm 0,02$	
Е	от минус 40 до плюс 800	25	$\pm 1,5$ для интервала минус $40\text{ °С} \leq t \leq 375\text{ °С}$ , класс допуска 1; $\pm 0,004t$ для интервала $375\text{ °С} < t \leq 800\text{ °С}$ , класс допуска 1	$\pm 0,20$	$\pm 0,20$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,20$	-	$\pm 0,02$	
J	от минус 40 до плюс 750	25	$\pm 1,5$ для интервала минус $40\text{ °С} \leq t \leq 375\text{ °С}$ , класс допуска 1; $\pm 0,004t$ для интервала $375\text{ °С} < t \leq 750\text{ °С}$ , класс допуска 1	$\pm 0,35$	$\pm 0,25$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,25$	-	$\pm 0,02$	

Тип НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Минимальный интервал измерений, °С	Пределы допускаемого отклонения от НСХ первичного преобразователя (ПП), °С	Пределы допускаемой основной погрешности							
				Rosemount 644				Rosemount 3144P			
				по цифровому сигналу, °С		ЦАП, % от диапазона измерений		по цифровому сигналу, °С		ЦАП, % от диапазона измерений	
				Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности
К	от минус 40 до плюс 1200	25	$\pm 1,5$ для интервала минус 40 °С <math>t<375 °С, класс допуска 1; $\pm 0,004t$ для интервала 375 °С <math>t\leq 1000 °С, класс допуска 1 $\pm 2,5$ для интервала минус 40 °С <math>t\leq 333 °С, класс допуска 2 $\pm 0,0075t$ для интервала 333 °С <math>t\leq 1200 °С, класс допуска 2	$\pm 0,50$	$\pm 0,25$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,25$	-	$\pm 0,02$	
N	от минус 40 до плюс 1000	25	$\pm 1,5$ для интервала минус 40 °С <math>t\leq 375 °С, класс допуска 1 $\pm 0,004t$ для интервала 375 °С <math>t\leq 1000 °С, класс допуска 1	$\pm 0,50$	$\pm 0,40$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,40$	-	$\pm 0,02$	

Тип НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Минимальный интервал измерений, °С	Пределы допускаемого отклонения от НСХ первичного преобразователя (ПП), °С	Пределы допускаемой основной погрешности							
				Rosemount 644				Rosemount 3144P			
				по цифровому сигналу, °С		ЦАП, % от диапазона измерений		по цифровому сигналу, °С		ЦАП, % от диапазона измерений	
				Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное Исполнение	Исполнение повышенной точности	Стандартное исполнение	Исполнение повышенной точности
R	от 0 до 1600	25	$\pm 1,0$ для интервала $0\text{ }^{\circ}\text{C} \leq t \leq 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , класс допуска 1 $\pm(1+0,003-(t-1000))$ для интервала $1100\text{ }^{\circ}\text{C} < t \leq 1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , класс допуска 1	$\pm 0,75$	$\pm 0,60$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,60$	-	$\pm 0,02$	
S	от 0 до 1600	25	$\pm 1,5$ для интервала $0\text{ }^{\circ}\text{C} \leq t \leq 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , класс допуска 2 $\pm 0,0025t$ для интервала $600\text{ }^{\circ}\text{C} < t \leq 1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , класс допуска 2	$\pm 0,70$	$\pm 0,50$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,50$	-	$\pm 0,02$	
T	от минус 40 до плюс 350	25	$\pm 0,5$ для интервала минус $40\text{ }^{\circ}\text{C} \leq t \leq 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , класс допуска 1 $\pm 0,004t$ для интервала $125\text{ }^{\circ}\text{C} < t \leq 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ , класс допуска 1	$\pm 0,35$	$\pm 0,25$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,25$	-	$\pm 0,02$	

Примечания к таблице Б1

1. Пределы допускаемой основной погрешности датчиков температуры ( $\Delta_0$ ) с термопреобразователями сопротивления, °С, вычисляются по формуле:

Цифровой сигнал:  $\Delta_0 = \pm \sqrt{\Delta_{тц}^2 + \Delta_{пп}^2}$

аналоговый сигнал:  $\Delta_0 = \pm \sqrt{(\Delta_{тц} + \Delta_{цап})^2 + \Delta_{пп}^2}$

2. Пределы допускаемой основной погрешности датчиков температуры ( $\Delta_0$ ) с преобразователями термоэлектрическими, °С, вычисляются по формуле:

Цифровой сигнал:  $\Delta_0 = \pm \sqrt{(\Delta_{тц} + \Delta_x)^2 + \Delta_{пп}^2}$

аналоговый сигнал:  $\Delta_0 = \pm \sqrt{(\Delta_{тц} + \Delta_{цап} + \Delta_x)^2 + \Delta_{пп}^2}$

где:

$\Delta_x$  - абсолютная погрешность автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов преобразователей термоэлектрических:  $\pm 0,5$  °С (для Rosemount 644),  $\pm 0,25$  °С (для Rosemount 3144P);

$\Delta_{тц}$  - максимальный предел допускаемой основной погрешности преобразователя измерительного по цифровому сигналу;

$\Delta_{пп}$  - максимальный предел допускаемого отклонения от НСХ первичного преобразователя;

$\Delta_{цап}$  - максимальный предел допускаемой основной погрешности цифро-аналогового преобразования.

Таблица Б2

Тип НСХ / входной сигнал	Диапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды ИП 644	
		Цифрового сигнала, °С/ 1 °С	ЦАП, % (от диапазона из- мерений)/ 1 °С*
Pt100 ( $\alpha=0,00385$ )	от минус 196 до плюс 600	$\pm 0,003$	$\pm 0,001$
B	от 600 до 1800	$\pm 0,014$ ( $t \geq 1000$ °С) $\pm(0,032 - (0,0025 \% \text{ от } (t - 300)))$ ( $300$ °С $\leq t < 1000$ °С) $\pm(0,054 - (0,011 \% \text{ от } (t - 100)))$ ( $100$ °С $\leq t < 300$ °С)	$\pm 0,001$
E	от минус 40 до плюс 800	$\pm(0,005 + (0,0043 \% \text{ от } t))$	$\pm 0,001$
J	от минус 40 до плюс 750	$\pm(0,0054 + (0,00029 \% \text{ от } t))$ ( $t \geq 0$ °С) $\pm(0,0054 + (0,0025 \% \text{ от }  t ))$ ( $t < 0$ °С)	$\pm 0,001$
K	от минус 40 до плюс 1200	$\pm(0,0061 + (0,0054 \% \text{ от } t))$ ( $t \geq 0$ °С) $\pm(0,0061 + (0,0025 \% \text{ от }  t ))$ ( $t < 0$ °С)	$\pm 0,001$
N	от минус 40 до плюс 1000	$\pm(0,0068 + (0,00036 \% \text{ от } t))$	$\pm 0,001$
R	от 0 до 1600	$\pm 0,016$ ( $t \geq 200$ °С) $\pm(0,023 - (0,0036 \% \text{ от } t))$ ( $t < 200$ °С)	$\pm 0,001$
S	от 0 до 1600	$\pm 0,016$ ( $t \geq 200$ °С) $\pm(0,023 - (0,0036 \% \text{ от } t))$ ( $t < 200$ °С)	$\pm 0,001$
T	от минус 40 до плюс 350	$\pm 0,0064$ ( $t \geq 0$ °С) $\pm(0,0064 + (0,0043 \% \text{ от }  t ))$ ( $t < 0$ °С)	$\pm 0,001$

Примечания к таблице Б2:  
1 t - значение измеряемой температуры, °С.



2 При отклонении температуры окружающей среды от 20 °С. Для диапазона температур окружающей среды от минус 40 °С до плюс 85 °С.

3 Пределы допускаемой дополнительной погрешности датчиков для обмена данными по протоколу HART или по шине FOUNDATION Fieldbus равны пределам погрешности цифрового сигнала.

4 Дополнительная погрешность датчиков с аналоговым выходным сигналом 4-20мА равна сумме погрешностей цифрового сигнала и ЦАП.

\* Не относится к FOUNDATION Fieldbus.

Таблица Б3

Тип НСХ / входной сигнал	Диапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды ИП 3144Р	
		Цифрового сигнала, °С/1 °С	ЦАП, % (от диа- пазона измере- ний)/ 1 °С*
Pt100 ( $\alpha=0,00385$ )	от минус 196 до плюс 600	$\pm 0,0015$	$\pm 0,001$
В	от 600 до 1800	$\pm 0,014$ ( $t \geq 1000$ °С) $\pm(0,029 - (0,0021 \% \text{ от } (t - 300)))$ ( $300$ °С $\leq t < 1000$ °С) $\pm(0,046 - (0,0086 \% \text{ от } (t - 100)))$ ( $100$ °С $\leq t < 300$ °С)	$\pm 0,001$
Е	от минус 40 до плюс 800	$\pm(0,004 + (0,00043 \% \text{ от } t))$	$\pm 0,001$
J	от минус 40 до плюс 750	$\pm(0,004 + (0,00029 \% \text{ от } t))$ ( $t \geq 0$ °С) $\pm(0,004 + (0,0020 \% \text{ от }  t ))$ ( $t < 0$ °С)	$\pm 0,001$
К	от минус 40 до плюс 1200	$\pm(0,005 + (0,00054 \% \text{ от } t))$ ( $t \geq 0$ °С) $\pm(0,005 + (0,0020 \% \text{ от }  t ))$ ( $t < 0$ °С)	$\pm 0,001$
N	от минус 40 до плюс 1000	$\pm(0,005 + (0,00036 \% \text{ от } t))$	$\pm 0,001$
R	от 0 до 1600	$\pm 0,015$ ( $t \geq 200$ °С) $\pm(0,021 - (0,0032 \% \text{ от } t))$ ( $t < 200$ °С)	$\pm 0,001$
S	от 0 до 1600	$\pm 0,015$ ( $t \geq 200$ °С) $\pm(0,021 - (0,0032 \% \text{ от } t))$ ( $t < 200$ °С)	$\pm 0,001$
T	от минус 40 до плюс 350	$\pm 0,005$ ( $t \geq 0$ °С) $\pm(0,005 + (0,0036 \% \text{ от }  t ))$ ( $t < 0$ °С)	$\pm 0,001$

Примечания к таблице Б3:

1 t - значение измеряемой температуры, °С.

2 При отклонении температуры окружающей среды от 20 °С. Для диапазона температур окружающей среды от минус 40 °С до плюс 85 °С.

3 Пределы допускаемой дополнительной погрешности датчиков для обмена данными по протоколу HART или по шине FOUNDATION Fieldbus равны пределам погрешности цифрового сигнала.

4 Дополнительная погрешность датчиков с аналоговым выходным сигналом 4-20мА равна сумме погрешностей цифрового сигнала и ЦАП.

\* Относится к выходному сигналу HART/ 4-20мА.