

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова
« 14 » 05 2016 г.

Преобразователи измерительные серии IMX12

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207.1-002-2016

ч.р.65278-16

г.Москва
2016 г.

1 Введение

Настоящая методика распространяется на преобразователи измерительные серии IMX12 (далее по тексту – приборы, преобразователи или ИП), изготавливаемые фирмой «Hans Turck GmbH & Co. KG», Германия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 3 года.

2 Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверки приборов должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1

Таблица 2.1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование	6.2	Да	Да
3 Определение основной погрешности	6.3	Да	Да

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 3.1

Таблица 3.1

Наименование и тип	Основная погрешность
Компаратор-калибратор универсальный КМ300Р	регистрационный № 54727-13
Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная МС 3070-3	регистрационный № 50281-12
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R)	регистрационный № 52489-13
Термометр лабораторный электронный ЛТ-300	регистрационный № 61806-15
Удлиняющие провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002)	
Примечание - допускается применение других средств измерений разрешенных к применению в Российской Федерации с метрологическими характеристиками, удовлетворяющими следующему критерию: $\Delta_s / \Delta_n \leq 1/3$, где: Δ_s – погрешность эталонных СИ, Δ_n – погрешность поверяемого прибора.	

4 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 преобразователей.

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

5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 23±5;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7;
- внешние электрические и магнитные поля, удары и вибрации, влияющие на работу приборов и средств поверки, должны отсутствовать.

5.2 Средства поверки и оборудование подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

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

6.2 Опробование

6.2.1 Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), меру электрического сопротивления постоянного тока многозначную МС 3070-3 или компаратор-калибратор универсальный КМ300Р и источник питания к соответствующим клеммам ИП (в зависимости от схемы подключения).

6.2.2 Генерируют с эталонного прибора значение соответствующего настроенному на преобразователе типу входного сигнала и лежащее в диапазоне измерений преобразователя.

6.2.3 После стабилизации показаний поверяемого преобразователя, снимают их при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R).

6.2.4 Преобразователь считается пригодным к дальнейшей поверке, если на дисплее считывающего прибора индицируется значение выходного сигнала.

6.3 Определение основной погрешности.

При первичной и периодической поверке количество поверяемых типов НСХ и входных сигналов преобразователя согласовывают с пользователем. Допускается проводить поверку в диапазоне измерений, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений прибора. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.

Определение основной погрешности ИП в режиме работы с термопреобразователями сопротивления и датчиками имеющими выходной сигнал в виде электрического сопротивления производить для 3-х или 4-х проводной схемы подключения.

6.3.1 Определение основной приведенной погрешности от верхнего предела диапазона выходных сигналов (для исполнений IMX12-AI, IMX12-AO)

6.3.1.1 *Определение основной приведенной погрешности ИП от верхнего предела диапазона выходных сигналов в режиме измерения и преобразования аналоговых сигналов силы постоянного тока в сигналы силы постоянного тока или напряжения.*

6.3.1.1.1 Погрешность определяют в следующих пяти точках, соответствующих 0, 25±5, 50±5, 75±5 и 100 % диапазона измерений.

6.3.1.1.2 Для конфигурируемых ИП поддерживающих протокол HART (с помощью HART-коммуникатора) устанавливают соответствующий режим измерения/преобразования сигналов.

6.3.1.1.3 Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) и источник питания к соответствующим клеммам ИП (в зависимости от схемы подключения).

6.3.1.1.4 Воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке.

6.3.1.1.5 После стабилизации показаний поверяемого ИП, снимают их при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R).

6.3.1.1.6 Повторяют операции по п.п. 6.3.1.1.4-6.3.1.1.5 для остальных контрольных точек.

6.3.1.1.7 Рассчитывают основную приведенную погрешность для каждой поверяемой точки.

Приведенная погрешность ($\Delta_{прив}$, %) в зависимости от типа выходных аналоговых сигналов определяется по формуле 1:

$$\Delta_{прив} = \frac{I(U)_{изм} - I(U)_{расч}}{I(U)_{вплд}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где: $I(U)_{изм}$ – значение измеренного выходного тока (напряжения) в поверяемой точке, (мА или В);

$I(U)_{вплд}$ – значение верхнего предела диапазона выходных сигналов, (мА или В);

$I(U)_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала (мА или В), соответствующие значению сигнала постоянного тока воспроизводимое эталонным СИ, определяемое по формуле 2:

$$I(U)_{расч} = I(U)_{вых\ min} + \frac{I_3 - I_{вх\ min}}{I_{вх\ max} - I_{вх\ min}} \cdot (I(U)_{вых\ max} - I(U)_{вых\ min}) \quad (2)$$

где: $I_{вх\ max}$, $I_{вх\ min}$ – соответственно верхний и нижний пределы шкалы преобразования измеренных (входных) сигналов в унифицированные аналоговые сигналы силы постоянного тока или напряжения, мА;

$I(U)_{вых\ max}$, $I(U)_{вых\ min}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона выходных сигналов прибора, (мА или В);

I_3 – значение воспроизводимое эталонным СИ, мА.

6.3.1.1.8 Полученные значения основной приведенной погрешности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

6.3.2 Определение основной погрешности (для исполнения ИМХ12-Т1)

6.3.2.1 Определение основной абсолютной погрешности ИП в режиме измерения и преобразования аналоговых сигналов силы постоянного тока в сигналы силы постоянного тока.

6.3.2.1.1 Погрешность определяют в следующих пяти точках, соответствующих 0, 25±5, 50±5, 75±5 и 100 % диапазона измерений. Для конфигурируемых ИП (с помощью автономного программного обеспечения (ПО) IODD) устанавливают соответствующий режим измерения/преобразования сигналов.

6.3.2.1.2 Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) и источник питания к соответствующим клеммам ИП (в зависимости от схемы подключения).

6.3.2.1.3 Воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке.

6.3.2.1.4 После стабилизации показаний поверяемого ИП, снимают их при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R).

6.3.2.1.5 Повторяют операции по п.п. 6.3.2.1.3-6.3.2.1.4 для остальных контрольных точек.

6.3.2.1.6 Рассчитывают основную абсолютную ($\Delta_{\text{абс}}$, мА) погрешность для каждой поверяемой точки по формуле 3:

$$\Delta_{\text{абс}} = \pm(I_{\text{изм}} - I_{\text{э}}) \quad (3)$$

где: $I_{\text{изм}}$ – значение измеренного выходного сигнала силы постоянного тока в поверяемой точке, мА;

$I_{\text{э}}$ – значение сигнала силы постоянного тока воспроизводимое эталонным прибором, мА.

6.3.2.1.7 Полученные значения основной абсолютной погрешности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

6.3.2.2 Определение основной приведенной погрешности ИП от интервала измерений в режиме измерения и преобразования аналоговых сигналов электрического сопротивления или напряжения постоянного тока в сигналы силы постоянного тока.

6.3.2.2.1 Погрешность определяют в следующих пяти точках, соответствующих 0, 25±5, 50±5, 75±5 и 100 % диапазона измерений. Для конфигурируемых ИП (с помощью автономного программного обеспечения (ПО) IODD) устанавливают соответствующий режим измерения/преобразования сигналов.

6.3.2.2.2 Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX МС6 (-R), меру электрического сопротивления постоянного тока многозначную МС 3070-3 или компаратор-калибратор универсальный КМ300Р и источник питания к соответствующим клеммам ИП (в зависимости от схемы подключения).

6.3.2.2.3 С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке.

6.3.2.2.4 После стабилизации показаний поверяемого ИП, снимают их при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора BEAMEX МС6 (-R).

6.3.2.2.5 Повторяют операции по п.п. 6.3.2.2.3-6.3.2.2.4 для остальных контрольных точек.

6.3.2.2.6 Рассчитывают основную приведенную погрешность для каждой поверяемой точки.

Приведенная погрешность ($\Delta_{\text{прив}}$, %) определяется по формуле 4:

$$\Delta_{\text{прив}} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{I_{\text{вых max}} - I_{\text{вых min}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где: $I_{\text{изм}}$ – значение измеренного выходного тока в поверяемой точке, мА;

$I_{\text{вых max}}$, $I_{\text{вых min}}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона выходных сигналов прибора, мА;

$I_{\text{расч}}$ – расчетное значение выходного сигнала (мА), соответствующие значению сигнала электрического сопротивления или напряжения постоянного тока воспроизводимое эталонным СИ, определяемое по формуле 5:

$$I_{\text{расч}} = I_{\text{вых min}} + \frac{R(U)_{\text{э}} - R(U)_{\text{вх min}}}{R(U)_{\text{вх max}} - R(U)_{\text{вх min}}} \cdot (I_{\text{вых max}} - I_{\text{вых min}}) \quad (5)$$

где: $R(U)_{\text{вх max}}$, $R(U)_{\text{вх min}}$ – соответственно верхний и нижний пределы шкалы преобразования измеренных (входных) сигналов в унифицированные аналоговые сигналы силы постоянного тока, (Ом или мВ);

$I_{\text{вых max}}$, $I_{\text{вых min}}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона выходных сигналов прибора, мА;

$R(U)_{\text{э}}$ – значение воспроизводимое эталонным СИ, (Ом или мВ).

6.3.2.2.7 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности от интервала измерений ($\Delta(\Sigma_{осн})$, %) преобразователей вычисляются по формуле 6:

$$\Delta(\Sigma_{осн}) = \pm \left(\frac{\Delta_{осн}}{R(U)_{max} - R(U)_{min}} + \frac{0,005}{I_{max} - I_{min}} \right) \cdot 100\% \quad (6)$$

где: $\Delta_{осн}$ – значения основной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования, Ом или мВ;

$R(U)_{max}$, $R(U)_{min}$ – верхний/нижний предел интервала измерений, Ом или мВ;

I_{max} , I_{min} – верхний/нижний предел диапазона выходных сигналов, мА.

6.3.2.2.8 Полученные значения основной приведенной погрешности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

6.3.2.3 Определение основной приведенной погрешности ИП в режиме работы с термопреобразователями сопротивления (ТС).

6.3.2.3.1 Погрешность определяют в следующих пяти точках, соответствующих 0, 25±5, 50±5, 75±5 и 100 % диапазона измерений. Для конфигурируемых ИП (с помощью автономного программного обеспечения (ПО) IODD) устанавливают соответствующий режим измерения/преобразования сигналов.

6.3.2.3.2 Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), меру электрического сопротивления постоянного тока многозначную МС 3070-3 и источник питания к соответствующим клеммам ИП (в зависимости от схемы подключения).

6.3.2.3.3 С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ 6651-2009 или Приложением Б к настоящей методике).

6.3.2.3.4 После стабилизации показаний поверяемого ИП, снимают их при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R).

6.3.2.3.5 Повторяют операции по п.п. 6.3.2.3.3-6.3.2.3.4 для остальных контрольных точек.

6.3.2.3.6 Рассчитывают основную приведенную погрешность для каждой поверяемой точки по п.п. 6.3.2.2.6-6.3.2.2.7.

6.3.2.3.7 Полученные значения основной приведенной погрешности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

6.3.2.4 Определение основной приведенной погрешности ИП с отключаемой внутренней автоматической компенсацией температуры свободных (холодных) концов термопары в режиме работы с термоэлектрическими преобразователями (ТП).

Для конфигурируемых ИП с отключаемой внутренней автоматической компенсацией температуры свободных (холодных) концов термопары в режиме работы с ТП также допускается проводить поверку с учетом погрешности компенсации холодного спая в соответствии с п. 6.3.2.6 вместо п.п. 6.3.2.4-6.3.2.5.

6.3.2.4.1 Погрешность определяют в следующих пяти точках, соответствующих 0, 25±5, 50±5, 75±5 и 100 % диапазона измерений. Для конфигурируемых ИП (с помощью автономного программного обеспечения (ПО) IODD) устанавливают соответствующий режим измерения/преобразования сигналов и отключают внутреннюю автоматическую

компенсацию температуры свободных (холодных) концов термопары (далее - схема компенсации холодного спая или КХС).

При поверке приборов с НСХ типа «В» допускается не отключать схему компенсации холодного спая.

6.3.2.4.2 Собирают схему согласно рисунку 1. Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), компаратор-калибратор универсальный КМ300Р (с медными проводами) и источник питания к соответствующим клеммам ИП.

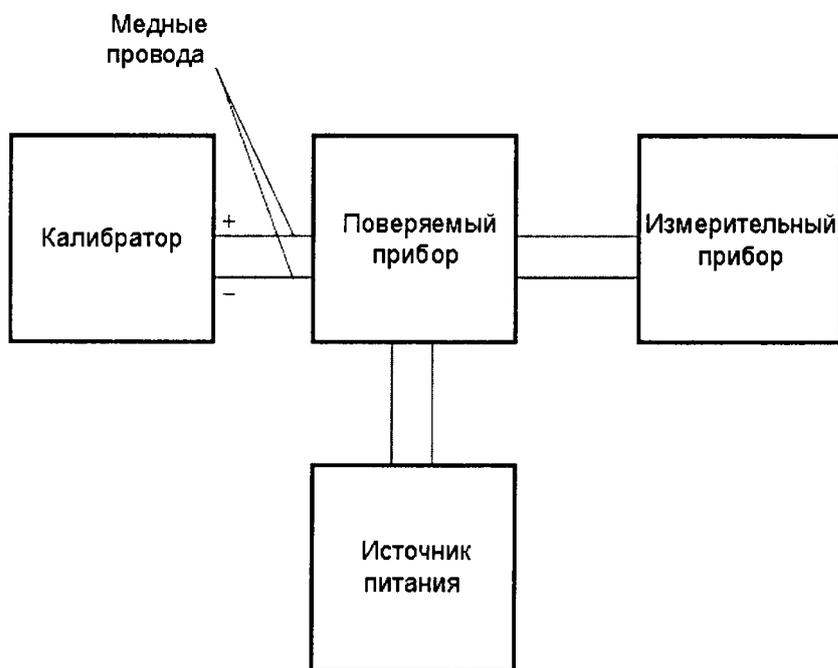


Рисунок 1

6.3.2.4.3 С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013 или Приложением В к настоящей методике).

6.3.2.4.4 После стабилизации показаний поверяемого ИП, снимают их при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R).

6.3.2.4.5 Повторяют операции по п.п. 6.3.2.4.3-6.3.2.4.4 для остальных контрольных точек.

6.3.2.4.6 Рассчитывают основную приведенную погрешность для каждой поверяемой точки по п.п. 6.3.2.2.6-6.3.2.2.7.

6.3.2.4.7 Полученные значения основной приведенной погрешности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

6.3.2.5 Определение основной абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары ИП в режиме работы с термоэлектрическими преобразователями.

Определение основной абсолютной погрешности КХС проводят для одного типа НСХ (кроме типа «В») в режиме работы с ТП.

6.3.2.5.1 Для конфигурируемых ИП (с помощью автономного программного обеспечения (ПО) IODD) устанавливают соответствующий режим измерения/преобразования сигналов и включают схему компенсации холодного спая.

6.3.2.5.2 Собирают схему согласно рисунку 2. Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), компаратор-калибратор универсальный КМ300Р (с медными проводами) и источник питания к соответствующим клеммам ИП. Помещают поверяемый прибор вместе первичным преобразователем температуры термометра лабораторного электронного ЛТ-300 в пассивный термостат.

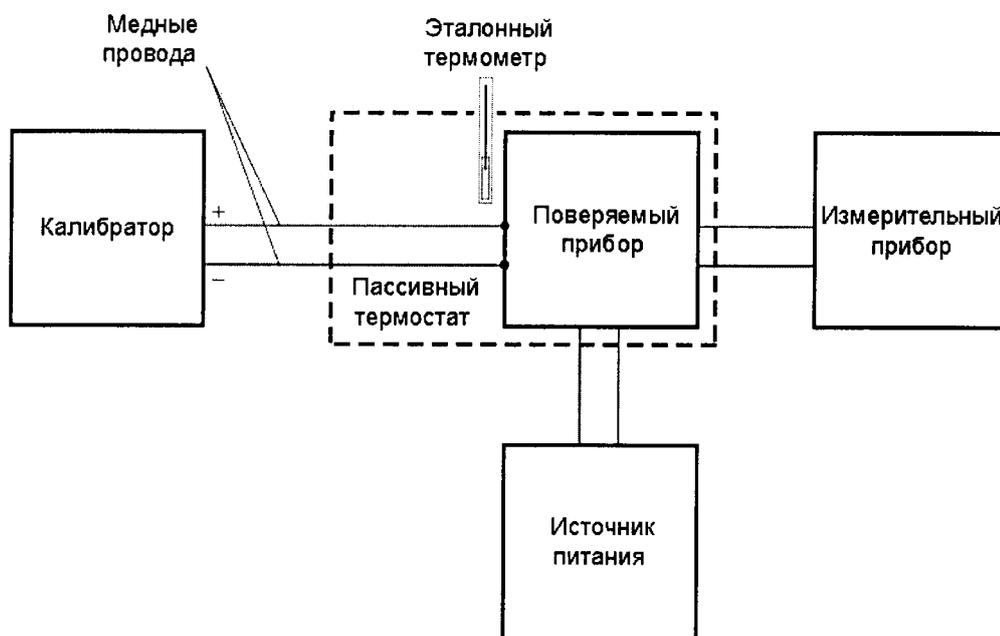


Рисунок 2

6.3.2.5.3 С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее 0 °С в температурном эквиваленте (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013 или Приложением В к настоящей методике).

6.3.2.5.4 После стабилизации показаний поверяемого ИП, снимают их при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R).

6.3.2.5.5 Рассчитывают основную абсолютную погрешность внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары ($\Delta_{КХС}$, °С) по формуле 7:

$$\Delta_{КХС} = \pm(T_{П} - T_{Э}) \quad (7)$$

где: $T_{Э}$ – значение температуры измеренное термометром ЛТ-300, °С.

$T_{П}$ – значение измеренного выходного сигнала (мА) прибора в температурном эквиваленте (°С), определяемое по формуле 8:

$$T_{П} = \frac{I_{изм} - I_{выхmin}}{I_{выхmax} - I_{выхmin}} \cdot (T_{axmax} - T_{axmin}) + T_{axmin} \quad (8)$$

где: $I_{изм}$ – значение измеренного выходного сигнала силы постоянного тока в поверяемой точке, мА;

$I_{выхmax}$, $I_{выхmin}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона выходных сигналов поверяемого прибора, мА;

T_{axmax} , T_{axmin} – соответственно верхний и нижний пределы шкалы преобразования измеренных (входных) сигналов в температурном эквиваленте в унифицированные аналоговые сигналы силы постоянного тока, °С;

6.3.2.6 *Определение основной приведенной погрешности ИП с учетом внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов терморпары в режиме работы с термоэлектрическими преобразователями).*

6.3.2.6.1 Погрешность определяют в следующих пяти точках, соответствующих 0, 25±5, 50±5, 75±5 и 100 % диапазона измерений. Для ИП с включенной схемой компенсации холодного спая собирают схему согласно рисунку 3.

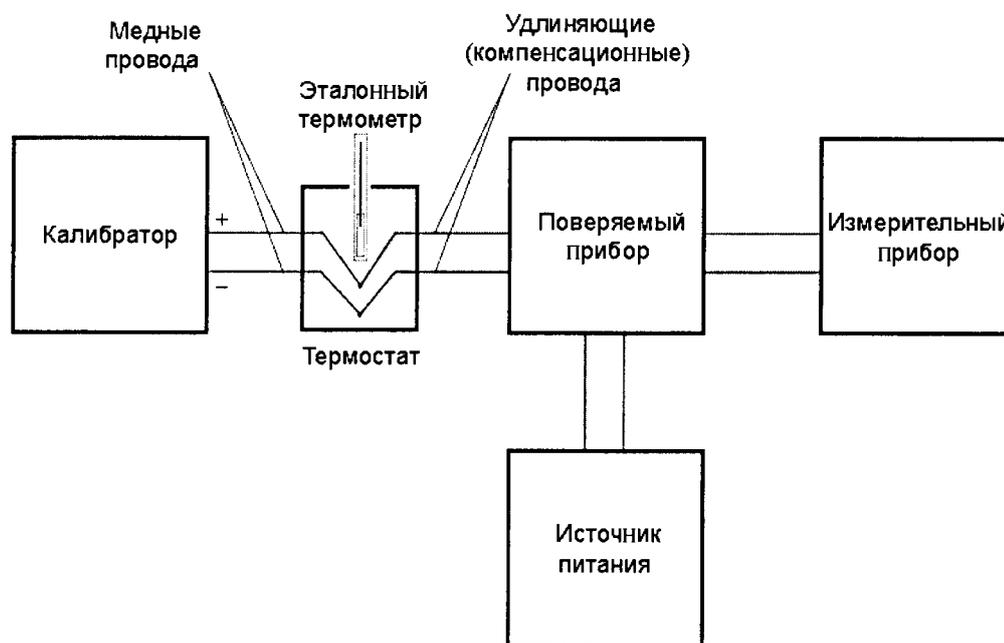


Рисунок 3

а) К поверяемому прибору подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013 или Приложению В к настоящей методике. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в пробирки заполненные маслом, а затем пробирки помещают в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

б) Подключают медные провода к компаратору-калибратору универсальному КМ300Р.

в) Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) и источник питания к соответствующим клеммам поверяемого прибора.

6.3.2.6.2 С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013 или Приложением В к настоящей методике).

6.3.2.6.3 После стабилизации показаний поверяемого ИП, снимают их при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R).

6.3.2.6.4 Повторяют операции по п.п. 6.3.2.6.2-6.3.2.6.3 для остальных контрольных точек.

6.3.2.6.5 Рассчитывают основную приведенную погрешность для каждой поверяемой точки по п.п. 6.3.2.2.6-6.3.2.2.7.

6.3.2.6.6 Полученные значения основной приведенной погрешности во всех контрольных точках с учетом погрешности компенсации холодного спая не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Приборы прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них оформляется свидетельство о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г. и (или) ставится знак поверки в паспорт и делается соответствующая запись в разделе «Свидетельство о поверке».

7.2 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., оформляется извещение о непригодности.

Разработал:

Младший научный сотрудник
научно-исследовательского отделения
МО термометрии и давления (НИО 207)
ФГУП «ВНИИМС»



Л.Д. Маркин

Начальник

научно-исследовательского отделения
МО термометрии и давления (НИО 207)
ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

Метрологические и технические характеристики преобразователей измерительных серии IMX12

Основные метрологические и технические характеристики преобразователей измерительных серии IMX12 приведены в таблицах А.1-А.2.

Таблица А.1

Для исполнений IMX12-AI, IMX12-AO	
Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон входных сигналов	от 4 до 20 мА
Диапазон выходных сигналов	от 4 до 20 мА или от 1 до 5 В
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности (при температуре окружающей среды 23±5 °С), %	±0,05 (от верхнего предела диапазона выходных сигналов)
Пределы допускаемой дополнительной погрешности от влияния температуры окружающей среды / 1 °С, %	±0,002 (от верхнего предела диапазона выходных сигналов)

Таблица А.2

Для исполнения IMX12-TI				
Тип НСХ, входные сигналы ⁽²⁾	Диапазон измерений ⁽¹⁾		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования (при температуре окружающей среды 23±5 °С) ⁽³⁾	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования от влияния температуры окружающей среды / 1 °С, % ⁽³⁾
	мВ, Ом, мА	°С		
Pt50 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 9,26 до 195,24 Ом	от минус 200 до плюс 850	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 18,52 до 390,48 Ом	от минус 200 до плюс 850	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
Pt500 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 92,6 до 1952,4 Ом	от минус 200 до плюс 850	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
Pt1000 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 185,2 до 3904,8 Ом	от минус 200 до плюс 850	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
Ni50 ($\alpha=0,00618\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 34,75 до 144,6 Ом	от минус 60 до плюс 250	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
Ni100 ($\alpha=0,00618\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 69,5 до 289,2 Ом	от минус 60 до плюс 250	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
Ni500 ($\alpha=0,00618\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 347,5 до 1446 Ом	от минус 60 до плюс 250	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾

Для исполнения IMX12-П

Тип НСХ, входные сигналы ⁽²⁾	Диапазон измерений ⁽¹⁾		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности аналого- цифрового преобразования (при температуре окружающей среды 23±5 °С) ⁽³⁾	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования от влияния температуры окружающей среды / 1 °С, % ⁽³⁾
	мВ, Ом, мА	°С		
Ni1000 ($\alpha=0,00618\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 695,00 до 2892,00 Ом	от минус 60 до плюс 250	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
50П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 8,62 до 197,58 Ом	от минус 200 до плюс 850	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 17,24 до 395,16 Ом	от минус 200 до плюс 850	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
500П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 86,2 до 1975,8 Ом	от минус 200 до плюс 850	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
1000П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 172,4 до 3951,6 Ом	от минус 200 до плюс 850	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
50М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 39,35 до 92,6 Ом	от минус 50 до плюс 200	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
53М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 41,71 до 98,16 Ом	от минус 50 до плюс 200	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
100М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 78,7 до 185,2 Ом	от минус 50 до плюс 200	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
500М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от 393,5 до 926 Ом	от минус 50 до плюс 200	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
А	от 0 до 26,416 мВ	от 0 до плюс 1750	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
В	от 0,431 до 13,014 мВ	от 300 до плюс 1750	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
С	от 0 до 30,399 мВ	от 0 до плюс 1750	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
Е	от минус 8,825 до плюс 76,373 мВ	от минус 200 до плюс 1000	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
J	от минус 7,890 до плюс 69,553 мВ	от минус 200 до плюс 1200	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
К	от минус 5,891 до плюс 52,410 мВ	от минус 200 до плюс 1300	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
Л	от минус 8,15 до плюс 53,14 мВ	от минус 200 до плюс 900	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
Н	от минус 3,990 до плюс 47,513 мВ	от минус 200 до плюс 1300	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
Р	от минус 0,226 до плюс 20,877 мВ	от минус 50 до плюс 1750	±0,015 мВ	±0,0032 мВ

Для исполнения ИМХ12-П1				
Тип НСХ, входные сигналы ⁽²⁾	Диапазон измерений ⁽¹⁾		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности аналого- цифрового преобразования (при температуре окружающей среды 23±5 °С) ⁽³⁾	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования от влияния температуры окружающей среды / 1 °С, % ⁽³⁾
	мВ, Ом, мА	°С		
S	от минус 0,236 до плюс 18,503 мВ	от минус 50 до плюс 1750	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
T	от минус 5,603 до плюс 20,872 мВ	от минус 200 до плюс 400	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
L (по ГОСТ Р 8.585-2001)	от минус 9,488 до плюс 66,466 мВ	от минус 200 до плюс 800	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
A-1	от 0 до плюс 26,416 мВ	от 0 до плюс 1750	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
A-2	от 0 до плюс 26,656 мВ	от 0 до плюс 1750	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
A-3	от 0 до плюс 26,200 мВ	от 0 до плюс 1750	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
M (по ГОСТ Р 8.585-2001)	от минус 6,154 до плюс 4,722 мВ	от минус 200 до плюс 100	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
Напряжение	от минус 151 до плюс 151 мВ	-	±0,015 мВ	±0,0032 мВ
Сопротивление	от 0 до 5000 Ом	-	±0,05 Ом; ±0,5 Ом ⁽⁴⁾	±0,005 Ом; ±0,03 Ом ⁽⁵⁾
Ток	от 0 до 20 мА	-	±0,01 мА	±0,0005 мА
	от 4 до 20 мА	-	±0,01 мА	±0,0005 мА

Примечания:

- 1) Допускается изготовление преобразователей с диапазонами измерений, отличными от приведенных в таблице 4, но не превышающих нижней и верхней границы приведенных диапазонов.
- 2) Типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013 соответственно, кроме типов НСХ Ni50, Ni100, Ni500, Ni100, L
- 3) Пределы допускаемой основной и дополнительной приведенных погрешностей преобразователей вычисляются по формулам:

$$\Delta(\Sigma_{осн}), \% \text{ (от интервала измерений)} = \pm(\Delta_{осн}/(R(U)_{max}-R(U)_{min})+0,005/(I_{max}-I_{min})) \cdot 100\%,$$

$$\Delta(\Sigma_{доп}), \text{ мА} / 1 \text{ }^\circ\text{С} = \pm(\Delta_{доп} \cdot (I_{max}-I_{min})/(R(U)_{max}-R(U)_{min})+0,0005 \text{ мА}),$$
где: $\Delta_{осн}$ и $\Delta_{доп}$ – значения основной абсолютной или дополнительной погрешности аналого-цифрового преобразования, Ом или мВ;
 $R(U)_{max}$, $R(U)_{min}$ – верхний/нижний предел интервала измерений, Ом или мВ;
 I_{max} , I_{min} – верхний/нижний предел диапазона выходных сигналов, мА.
- 4) Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности аналого-цифрового

Для исполнения ИМХ12-Т1				
Тип НСХ, входные сигналы ⁽²⁾	Диапазон измерений ⁽¹⁾		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности аналого- цифрового преобразования (при температуре окружающей среды 23±5 °С) ⁽³⁾	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования от влияния температуры окружающей среды / 1 °С, % ⁽³⁾
	мВ, Ом, мА	°С		
преобразования сигналов электрического сопротивления: ±0,05 Ом для значений сопротивления не более 500 Ом; ±0,5 Ом для значений сопротивления свыше 500 Ом. 5) Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования сигналов электрического сопротивления: ±0,005 Ом для значений сопротивления не более 500 Ом ±0,03 Ом для значений сопротивления свыше 500 Ом.				

Диапазон выходных сигналов (для исполнения ИМХ12-Т1), мА:.....от 4 до 20 или от 0 до 20
 Пределы допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары, °С:.....±2
 Количество каналов:.....1 или 2
 Напряжение питания постоянного тока, В:от 10 до 30
 Габаритные размеры, не более, мм:120×12,5×128
 Масса, не более, г:.....200
 Температура окружающей среды при эксплуатации, °С:.....от минус 25 до плюс 70
 Относительная влажность окружающей среды, %, не более:.....95

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

НОМИНАЛЬНАЯ СТАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА (НСХ) ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ТИПА Ni100 ($\alpha = 0,00618 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) ПО DIN 43760-87

НСХ преобразования в пределах диапазона измерений рассчитывают по следующей формуле:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + 0,5485 \cdot 10^{-2} \cdot t + 0,665 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 + 2,805 \cdot 10^{-11} \cdot t^4 - 2 \cdot 10^{-17} \cdot t^6)$$

где: R_t – значение сопротивления (Ом) при температуре t ($^\circ\text{C}$);

R_0 – номинальное сопротивление при температуре $0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Таблица Б.1

$t, \text{ } ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-60	69,520	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	74,255	73,775	73,297	72,820	72,344	71,870	71,397	70,926	70,456	69,987
-40	79,131	78,637	78,145	77,654	77,164	76,676	76,189	75,703	75,219	74,736
-30	84,146	83,638	83,132	82,627	82,124	81,621	81,121	80,621	80,123	79,627
-20	89,296	88,775	88,256	87,737	87,220	86,704	86,190	85,677	85,165	84,655
-10	94,582	94,047	93,514	92,982	92,451	91,922	91,394	90,868	90,343	89,819
-0	100,000	99,452	98,906	98,361	97,817	97,274	96,733	96,193	95,655	95,117

Таблица Б.2

$t, \text{ } ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100,000	100,549	101,100	101,652	102,205	102,759	103,315	103,872	104,431	104,990
10	105,552	106,114	106,678	107,243	107,809	108,377	108,946	109,517	110,089	110,662
20	111,236	111,812	112,390	112,968	113,548	114,129	114,712	115,296	115,881	116,468
30	117,056	117,645	118,236	118,828	119,422	120,016	120,613	121,210	121,809	122,410
40	123,011	123,614	124,219	124,825	125,432	126,041	126,651	127,262	127,875	128,489
50	129,105	129,722	130,341	130,961	131,582	132,205	132,829	133,455	134,082	134,710
60	135,340	135,972	136,605	137,239	137,875	138,512	139,151	139,791	140,433	141,076
70	141,721	142,367	143,015	143,664	144,315	144,967	145,621	146,276	146,933	147,591
80	148,251	148,912	149,575	150,240	150,906	151,574	152,243	152,914	153,586	154,260
90	154,936	155,613	156,292	156,972	157,654	158,338	159,023	159,710	160,398	161,089
100	161,781	162,474	163,169	163,866	164,565	165,265	165,967	166,671	167,376	168,083
110	168,792	169,503	170,215	170,929	171,645	172,363	173,082	173,803	174,526	175,251
120	175,978	176,706	177,436	178,168	178,902	179,638	180,376	181,115	181,856	182,600
130	183,345	184,092	184,841	185,591	186,344	187,099	187,855	188,614	189,375	190,137
140	190,902	191,668	192,437	193,207	193,980	194,754	195,531	196,309	197,090	197,873
150	198,658	199,444	200,234	201,025	201,818	202,613	203,411	204,210	205,012	205,816
160	206,622	207,431	208,241	209,054	209,869	210,686	211,506	212,327	213,151	213,978
170	214,806	215,637	216,470	217,306	218,144	218,984	219,827	220,671	221,519	222,369

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
180	223,221	224,005	224,859	225,716	226,576	227,438	228,302	229,168	230,037	230,909
190	231,783	232,659	233,538	234,420	235,304	236,190	237,079	237,970	238,864	239,761
200	240,660	241,562	242,466	243,373	244,282	245,195	246,109	247,027	247,947	248,870
210	249,795	250,723	251,654	252,588	253,524	254,463	255,405	256,350	257,297	258,247
220	259,200	260,156	261,115	262,076	263,040	264,008	264,978	265,951	266,926	267,905
230	268,887	269,872	270,859	271,850	272,843	273,840	274,840	275,842	276,848	277,856
240	278,868	279,883	280,901	281,922	282,946	283,973	285,003	286,037	287,073	288,113
250	289,156	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**ЗНАЧЕНИЕ ТЭДС ДЛЯ ТЕРМОПАРЫ ТИПА L
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧИХ КОНЦОВ
ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ СВОБОДНЫХ КОНЦОВ 0 °С
ПО DIN 43710-85**

Таблица В.1

t, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-200	-8,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-190	-7,86	-7,89	-7,92	-7,95	-7,98	-8,00	-8,03	-8,06	-8,09	-8,12
-180	-7,56	-7,59	-7,62	-7,65	-7,68	-7,71	-7,74	-7,77	-7,80	-7,83
-170	-7,25	-7,28	-7,31	-7,34	-7,37	-7,40	-7,44	-7,47	-7,50	-7,53
-160	-6,93	-6,96	-6,99	-7,03	-7,06	-7,09	-7,12	-7,15	-7,19	-7,22
-150	-6,60	-6,63	-6,66	-6,70	-6,73	-6,76	-6,80	-6,83	-6,86	-6,90
-140	-6,26	-6,29	-6,33	-6,36	-6,39	-6,43	-6,46	-6,50	-6,53	-6,56
-130	-5,90	-5,93	-5,97	-6,01	-6,04	-6,08	-6,11	-6,15	-6,19	-6,22
-120	-5,53	-5,57	-5,60	-5,64	-5,68	-5,71	-5,75	-5,79	-5,82	-5,86
-110	-5,15	-5,19	-5,22	-5,26	-5,30	-5,34	-5,38	-5,41	-5,45	-5,49
-100	-4,75	-4,79	-4,83	-4,87	-4,91	-4,95	-4,99	-5,03	-5,07	-5,11
-90	-4,33	-4,37	-4,41	-4,45	-4,50	-4,54	-4,58	-4,62	-4,66	-4,71
-80	-3,89	-3,93	-3,98	-4,02	-4,06	-4,11	-4,15	-4,20	-4,24	-4,28
-70	-3,44	-3,48	-3,53	-3,57	-3,62	-3,66	-3,71	-3,75	-3,80	-3,84
-60	-2,98	-3,02	-3,07	-3,12	-3,16	-3,21	-3,25	-3,30	-3,35	-3,39
-50	-2,51	-2,56	-2,60	-2,65	-2,70	-2,74	-2,79	-2,84	-2,88	-2,93
-40	-2,03	-2,08	-2,12	-2,17	-2,22	-2,27	-2,32	-2,36	-2,41	-2,46
-30	-1,53	-1,58	-1,63	-1,68	-1,73	-1,78	-1,83	-1,88	-1,93	-1,98
-20	-1,02	-1,07	-1,12	-1,17	-1,22	-1,27	-1,32	-1,38	-1,43	-1,48
-10	-0,51	-0,56	-0,61	-0,66	-0,71	-0,76	-0,81	-0,87	-0,92	-0,97
-0	0,00	-0,05	-0,10	-0,15	-0,20	-0,25	-0,31	-0,36	-0,41	-0,46
0	0,00	0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47
10	0,52	0,57	0,63	0,68	0,73	0,78	0,84	0,89	0,94	1,00
20	1,05	1,10	1,16	1,21	1,26	1,31	1,37	1,42	1,47	1,53
30	1,58	1,63	1,69	1,74	1,79	1,84	1,90	1,95	2,00	2,06
40	2,11	2,16	2,22	2,27	2,33	2,38	2,43	2,49	2,54	2,60
50	2,65	2,70	2,76	2,81	2,87	2,92	2,97	3,03	3,08	3,14
60	3,19	3,24	3,30	3,35	3,41	3,46	3,51	3,57	3,62	3,68
70	3,73	3,78	3,84	3,89	3,95	4,00	4,05	4,11	4,16	4,22

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	4,27	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77
90	4,82	4,87	4,93	4,98	5,04	5,09	5,15	5,20	5,26	5,32
100	5,37	5,42	5,48	5,53	5,59	5,64	5,70	5,75	5,81	5,87
110	5,92	5,97	6,03	6,08	6,14	6,19	6,25	6,30	6,36	6,42
120	6,47	6,53	6,58	6,64	6,69	6,75	6,81	6,85	6,92	6,97
130	7,03	7,09	7,14	7,20	7,25	7,31	7,37	7,42	7,48	7,53
140	7,59	7,65	7,70	7,76	7,81	7,87	7,93	7,98	8,04	8,09
150	8,15	8,21	8,26	8,32	8,37	8,43	8,49	8,54	8,60	8,65
160	8,71	8,77	8,82	8,88	8,93	8,99	9,05	9,10	9,16	9,21
170	9,27	9,33	9,38	9,44	9,49	9,55	9,61	9,66	9,72	9,77
180	9,83	9,89	9,94	10,00	10,05	10,11	10,17	10,22	10,28	10,33
190	10,39	10,45	10,50	10,56	10,61	10,67	10,73	10,78	10,84	10,89
200	10,95	11,01	11,06	11,12	11,17	11,23	11,29	11,34	11,40	11,45
210	11,51	11,57	11,62	11,68	11,73	11,79	11,85	11,90	11,96	12,01
220	12,07	12,13	12,18	12,24	12,29	12,35	12,41	12,46	12,52	12,57
230	12,63	12,69	12,74	12,80	12,85	12,91	12,97	13,02	13,08	13,13
240	13,19	13,25	13,30	13,36	13,41	13,47	13,53	13,58	13,64	13,69
250	13,75	13,81	13,86	13,92	13,97	14,03	14,09	14,14	14,20	14,25
260	14,31	14,37	14,42	14,48	14,54	14,59	14,65	14,71	14,76	14,82
270	14,88	14,94	14,99	15,05	15,10	15,16	15,22	15,27	15,33	15,38
280	15,44	15,50	15,55	15,61	15,66	15,72	15,78	15,83	15,89	15,94
290	16,00	16,06	16,11	16,17	16,22	16,28	16,34	16,39	16,45	16,50
300	16,56	16,62	16,67	16,73	16,78	16,84	16,90	16,95	17,01	17,06
310	17,12	17,18	17,23	17,29	17,34	17,40	17,46	17,51	17,57	17,62
320	17,68	17,74	17,79	17,85	17,90	17,96	18,02	18,07	18,13	18,18
330	18,24	18,30	18,35	18,41	18,46	18,52	18,58	18,63	18,69	18,74
340	18,80	18,86	18,91	18,97	19,02	19,08	19,14	19,19	19,25	19,30
350	19,36	19,42	19,47	19,53	19,58	19,64	19,70	19,75	19,81	19,85
360	19,92	19,98	20,03	20,09	20,14	20,20	20,26	20,31	20,37	20,42
370	20,48	20,54	20,59	20,65	20,70	20,76	20,82	20,87	20,93	20,98
380	21,04	21,10	21,15	21,21	21,26	21,32	21,38	21,43	21,49	21,54
390	21,60	21,66	21,71	21,77	21,82	21,88	21,94	21,99	22,05	22,10
400	22,16	22,22	22,27	22,33	22,38	22,44	22,50	22,55	22,61	22,66
410	22,72	22,78	22,83	22,89	22,95	23,00	23,06	23,12	23,18	23,23
420	23,29	23,35	23,40	23,46	23,52	23,57	23,63	23,69	23,74	23,80

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
430	23,86	23,92	23,97	24,03	24,09	24,14	24,20	24,26	24,32	24,37
440	24,43	24,49	24,54	24,60	24,66	24,71	24,77	24,83	24,89	24,94
450	25,00	25,06	25,11	25,17	25,23	25,28	25,34	25,40	25,46	25,51
460	25,57	25,63	25,68	25,74	25,80	25,85	25,91	25,97	26,03	26,08
470	26,14	26,20	26,25	26,31	26,37	26,42	26,48	26,54	26,60	26,65
480	26,71	26,77	26,82	26,88	26,94	26,99	27,05	27,11	27,17	27,22
490	27,28	27,34	27,39	27,45	27,51	27,56	27,62	27,68	27,74	27,79
500	27,85	27,91	27,97	28,02	28,08	28,14	28,20	28,26	28,31	28,37
510	28,43	28,49	28,55	28,60	28,66	28,72	28,78	28,84	28,89	28,95
520	29,01	29,07	29,13	29,18	29,24	29,30	29,36	29,42	29,47	29,53
530	29,59	29,65	29,71	29,76	29,82	29,88	29,94	30,00	30,05	30,11
540	30,17	30,23	30,29	30,34	30,40	30,46	30,52	30,58	30,63	30,69
550	30,75	30,81	30,87	30,92	30,98	31,04	31,10	31,16	31,21	31,27
560	31,33	31,39	31,45	31,50	31,56	31,62	31,68	31,74	31,79	31,85
570	31,91	31,97	32,03	32,08	32,14	32,20	32,26	32,32	32,37	32,43
580	32,49	32,55	32,61	32,66	32,72	32,78	32,84	32,90	32,96	33,02
590	33,08	33,14	33,20	33,26	33,32	33,38	33,43	33,49	33,55	33,61
600	33,67	33,73	33,79	33,85	33,91	33,97	34,02	34,08	34,14	34,20
610	34,26	34,32	34,38	34,44	34,50	34,56	34,61	34,67	34,73	34,79
620	34,85	34,91	34,97	35,03	35,09	35,15	35,20	35,26	35,32	35,38
630	35,44	35,50	35,56	35,62	35,68	35,74	35,80	35,86	35,92	35,98
640	36,04	36,10	36,16	36,22	36,28	36,34	36,40	36,46	36,52	36,58
650	36,64	36,10	36,76	36,82	36,88	36,95	37,01	37,07	37,13	37,19
660	37,25	37,30	37,36	37,42	37,48	37,55	37,61	37,67	37,73	37,79
670	37,85	37,91	37,97	38,04	38,10	38,16	38,22	38,28	38,35	38,41
680	38,47	38,53	38,59	38,66	38,72	38,78	38,84	38,90	38,97	39,03
690	39,09	39,15	39,22	39,28	39,34	39,41	39,47	39,53	39,59	39,66
700	39,72	39,78	39,85	39,91	39,97	40,04	40,10	40,16	40,22	40,29
710	40,35	40,41	40,48	40,54	40,60	40,67	40,73	40,80	40,86	40,93
720	40,98	41,04	41,11	41,17	41,23	41,30	41,36	41,43	41,49	41,56
730	41,62	41,69	41,75	41,82	41,88	41,95	42,01	42,08	42,14	42,21
740	42,27	42,34	42,40	42,47	42,53	42,60	42,66	42,73	42,79	42,86
750	42,92	42,99	43,05	43,12	43,18	43,25	43,31	43,38	43,44	43,51
760	43,57	43,64	43,70	43,77	43,83	43,90	43,97	44,03	44,10	44,16
770	44,23	44,30	44,36	44,43	44,49	44,56	44,63	44,69	44,76	44,82

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
780	44,89	44,96	45,02	45,09	45,15	45,22	45,29	45,35	45,42	45,48
790	45,55	45,62	45,68	45,75	45,82	45,89	45,95	46,02	46,09	46,15
800	46,22	46,29	46,35	46,42	46,49	46,56	46,62	46,69	46,76	46,82
810	46,89	46,96	47,03	47,09	47,16	47,23	47,30	47,37	47,43	47,50
820	47,57	47,64	47,71	47,77	47,84	47,91	47,98	48,05	48,11	48,18
830	48,25	48,32	48,39	48,46	48,53	48,60	48,66	48,73	48,80	48,87
840	48,94	49,01	49,08	49,15	49,22	49,29	49,35	49,42	49,49	49,56
850	49,63	49,70	49,77	49,84	49,91	49,98	50,04	50,11	50,18	50,25
860	50,32	50,39	50,46	50,53	50,60	50,67	50,74	50,81	50,88	50,95
870	51,02	51,09	51,16	51,23	51,30	51,37	51,44	51,51	51,58	51,65
880	51,72	51,79	51,86	51,93	52,00	52,08	52,15	52,22	52,29	52,36
890	52,43	52,50	52,57	52,64	52,71	52,79	52,86	52,93	53,00	53,07
900	53,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-