

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Спектрис Си-Ай-Эс»


М.П. В.В. Толмачев
«06» _____ 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»


М.П. И.В. Иванникова
_____ 2019 г.

**АППАРАТУРА ВИБРОДИАГНОСТИКИ, МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ VC-8000
SETPOINT**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-05-2019

г. Москва
2019 г.

**АППАРАТУРА ВИБРОДИАГНОСТИКИ, МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ
VC-8000 SETPOINT**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 204/3-05-2019**

Введена в действие с
«___» _____ 20__ г.

ВВЕДЕНИЕ.

Настоящая методика распространяется на аппаратуру вибродиагностики, мониторинга и защиты VC-8000 SETPOINT (далее - аппаратура) изготовленную фирмой «Brüel & Kjær Vibro GmbH», Германия, и устанавливает методику их первичной и периодической проверок.

Интервал между поверками 3 года.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении первичной и периодической поверок, выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке
1	2	3
Внешний осмотр	7.1	Для аппаратуры вибродиагностики, мониторинга и защиты VC-8000 SETPOINT
Опробование	7.2	
Определение приведенной погрешности измерений виброускорения, виброскорости, виброперемещения в диапазоне рабочих частот	7.3	Для аппаратуры с модулем виброизмерительного VC-8000/UMM
Определение приведенной погрешности измерений относительного смещения	7.4	Для аппаратуры с модулем виброизмерительного VC-8000/UMM
Определение абсолютной (относительной) погрешности измерения частоты вращения	7.5	Для аппаратуры с модулем виброизмерительного VC-8000/UMM
Определение основной абсолютной погрешности измерения и преобразования сигналов силы постоянного тока.	7.6	Для аппаратуры с модулем виброизмерительного VC-8000/UMM и модулем измерения параметров VC-8000/TMM
Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления и преобразователей термоэлектрических	7.7	Для аппаратуры с модулем измерения параметров VC-8000/TMM

1.2. Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных модулей из состава средств измерений для меньшего числа измеряемых величин (виброускорения, виброскорости, виброперемещения, относительного смещения, частоты вращения, силы постоянного тока или температуры) и на меньшем числе диапазонов измерений температуры.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, а также вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики.
7.3	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS 360 (рег. № 45344-10) Мультиметр цифровой Agilent 34411A (рег. № 33921-07)
7.4	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (рег. № 52489-13)

Номер пункта поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики.
7.5	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS 360 (рег. № 45344-10)
7.6	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (рег. № 52489-13)
7.7	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (рег. № 52489-13) Калибратор многофункциональный CE мод. CED7000 (рег. № 57455-14) Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная MC 3070-3 (рег. № 50281-12) Удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002) Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (рег. № 61806-15) Магазин электрических сопротивлений МСР-60М (рег. № 2751-71)

2.2. Допускается применять другие средства поверки, не приведенные в перечне, но обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

2.3 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или отписки поверительных клейм. Вспомогательное оборудование должно быть аттестовано.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1. К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными СИ и ознакомленные с эксплуатационной документацией на аппаратуру.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные ГОСТ 12.1.019-2009, ГОСТ 12.2.091-2012 и эксплуатационной документацией фирмы-изготовителя.

5. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность окружающего воздуха, % 60 ± 20
- атмосферное давление, кПа 101 ± 4
- напряжение источника питания поверяемой аппаратуры должно соответствовать значению, указанному в технической документации.

5.2. Перед проведением поверки аппаратура должна быть подготовлена к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

6. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

6.1. При подготовке к проведению поверки должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов;
- резьбовые части электрических разъемов не должны иметь видимых повреждений.

6.2. В случае несоответствия аппаратуры хотя бы одному из указанных в п. 6.1 требований, она считается непригодной к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

6.3. Все приборы должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации, а также отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и разъемов.

7.2. Опробование

7.2.1. Проверяют работоспособность аппарата в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3. Определение приведенной погрешности измерения виброускорения, виброскорости и виброперемещения.

Определение приведенной погрешности измерения виброускорения, виброскорости и виброперемещения проводится при помощи генератора и мультиметра. Задают значение коэффициента преобразования модуля аппаратуры равное $10,2 \text{ мВ/м}\cdot\text{с}^{-2}$ для режима измерения виброускорения, $8 \text{ мВ/мм}\cdot\text{с}^{-1}$ для режима измерения виброскорости и 4 мВ/мкм для режима измерения виброперемещения. С генератора последовательно подают на вход соответствующего модуля аппаратуры и контролируют мультиметром значение синусоидального напряжения, пропорциональные значениям виброускорения: 0,1; 1; 10; 50; 98 м/с^2 , виброскорости 0,1; 1; 10; 100; 300; 600 мм/с и виброперемещения 1, 10, 100, 1000, 4000 мкм при частотах равных 0,2, 100, 1000, 5000, 10000 и 20000 Гц.

Измеренные значения параметров вибрации фиксируют по монитору компьютера. Провести пересчет подаваемых на вход канала значений напряжений в значения параметра вибрации по формуле (1).

Значение параметров вибрации, соответствующее подаваемому на вход напряжению, определяют по формулам:

$$D_{зад} = \frac{U_{вх}}{K} \quad (1)$$

где $D_{зад}$ – значение параметра вибрации (виброускорения, виброскорости, виброперемещения), соответствующее подаваемому на вход напряжению, м/с^2 (мм/с , мкм);

$U_{вх}$ – значение напряжения, подаваемое с генератора на вход, мВ ;

K – значение программируемого коэффициента преобразования, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ ($\text{мВ}/(\text{мм}\cdot\text{с}^{-1})$, мВ/мкм).

Приведенную погрешность определяют по формуле:

$$\delta = \frac{D_i - D_{зад}}{D_{max}} 100 (\%) \quad (2)$$

где

D_i – измеренное значение параметра вибрации (м/с^2 , мм/с , мкм);

$D_{зад}$ – заданное значение параметра вибрации (м/с^2 , мм/с , мкм);

D_{max} – максимальное значение диапазона измерения вибрации (м/с^2 , мм/с , мкм).

Аппаратура считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения приведенной погрешности не превышают $\pm 1 \%$.

7.4. Определение приведенной погрешности измерения относительного смещения.

Определение приведенной погрешности измерения относительного смещения проводится при помощи калибратора. Задают значение коэффициента преобразования модуля аппаратуры равное 4 мВ/мкм. С калибратора последовательно подают на вход соответствующего модуля аппаратуры значение напряжения, пропорциональное значению относительного смещения: 10, 100, 500, 1000, 3000 и 6000 мкм. Измеренные значения относительного смещения фиксируют по монитору компьютера. Провести пересчет подаваемых на вход канала значений напряжений в значения параметра вибрации по формуле (1).

Приведенную погрешность определяют по формуле (2).

Аппаратура считается прошедшей испытания по данному пункту программы, если полученные значения приведенной погрешности не превышают $\pm 1\%$.

7.5. Определение абсолютной погрешности канала измерения частоты вращения.

Определение абсолютной погрешности измерения частоты вращения проводится при помощи генератора. С генератора подают на вход соответствующего модуля аппаратуры сигнал с частотами равными 0,083, 1, 10, 100, 500, 1000 и 1666,6 Гц, соответствующие значениям частоты вращения 5, 60, 600, 6000, 30000, 60000 и 100000 об/мин. Измеренные значения частоты вращения фиксируют по монитору компьютера.

Абсолютную погрешность определяют по формуле:

$$\Delta = N_i - N_{зад} \quad (3)$$

где N_i – измеренное значение частоты вращения (об/мин);
 $N_{зад}$ – заданное значение частоты вращения (об/мин).

Относительную погрешность определяют по формуле:

$$\delta = \frac{N_i - N_{зад}}{N_{зад}} 100 (\%) \quad (4)$$

Аппаратура считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения погрешности:

- от 5 до 30 об/мин - не более $\pm 0,5$ об/мин;
- св. 30 до 7500 об/мин - не более ± 1 об/мин;
- св. 7500 до 60000 об/мин - не более $\pm 0,1\%$;
- св. 60000 до 100000 об/мин – не более $\pm 0,2\%$.

7.6. Определение основной абсолютной погрешности измерения и преобразования сигналов силы постоянного тока.

Погрешность определяют в пяти контрольных точках, находящихся внутри диапазона измерений, включая нижний и верхний пределы (4; 8; 12; 16 и 20 мА).

В соответствии со схемой подключения, приведенной в руководстве по эксплуатации, подключают магазин сопротивлений к поверяемому модулю аппаратуры, устанавливают нагрузочное сопротивление 68 Ом.

Устанавливают на модуле аппаратуры соответствующий режим измерения/преобразования сигналов.

Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор к соответствующим клеммам модуля аппаратуры (в соответствии с руководством по эксплуатации).

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

После стабилизации показаний, снимают их со встроенного дисплея аппаратуры или с монитора компьютера.

Повторяют операции для остальных контрольных точек.

Рассчитывают основную абсолютную погрешность ($\Delta_{\text{абс}}$, мА) для каждой испытываемой точки по формуле 5:

$$\Delta_{\text{абс}} = Y_{\text{изм}} - Y_3 \quad (5)$$

где: Y_3 – значение сигнала воспроизводимое эталонным прибором, мА;

$Y_{\text{изм}}$ – значение измеренного выходного сигнала, мА.

Полученные значения основной абсолютной погрешности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в технической документации на аппаратуру (± 1 мА).

7.7. Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления и преобразователей термоэлектрических

7.7.1 Определение основной абсолютной погрешности модуля аппаратуры в режиме работы с термопреобразователями сопротивления (ТС).

7.7.1.1 Погрешность определяют в пяти контрольных точках, находящихся внутри настроенного диапазона измерений, включая нижний и верхний пределы настроенного диапазона.

Устанавливают на модуле аппаратуры соответствующий режим измерения/преобразования сигналов.

7.7.1.2 Подключают меру электрического сопротивления постоянного тока многозначную МС 3070-3 или калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) или калибратор многофункциональный СЕ мод. CED7000 к соответствующим клеммам модуля аппаратуры (в соответствии с руководством по эксплуатации).

7.7.1.3 С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ 6651-2009/МЭК 60751 или Приложением Б к настоящей методике).

7.7.1.4 После стабилизации показаний поверяемого модуля аппаратуры, снимают их со встроенного дисплея аппаратуры или с монитора компьютера.

7.7.1.5 Повторяют операции по п.п. 7.7.1.3 - 7.7.1.4 для остальных контрольных точек.

7.7.1.6 Рассчитывают основную абсолютную погрешность ($\Delta_{\text{абс}}$, °С) для каждой поверяемой точки по формуле 6:

$$\Delta_{\text{абс}} = X_{\text{изм}} - X_3 \quad (6)$$

где: X_3 – значение сигнала воспроизводимое эталонным прибором в температурном эквиваленте, °С;

$X_{\text{изм}}$ – значение измеренного выходного сигнала, °С;

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

7.7.2 Определение основной абсолютной погрешности модуля аппаратуры с включенной внутренней автоматической компенсацией температуры свободных (холодных) концов термопары в режиме работы с ТП.

7.7.2.1 Погрешность определяют в пяти контрольных точках, находящихся внутри настроенного диапазона измерений, включая нижний и верхний пределы настроенного диапазона. Устанавливают соответствующий режим измерения/преобразования сигналов. Собирают схему согласно рисунку 1.

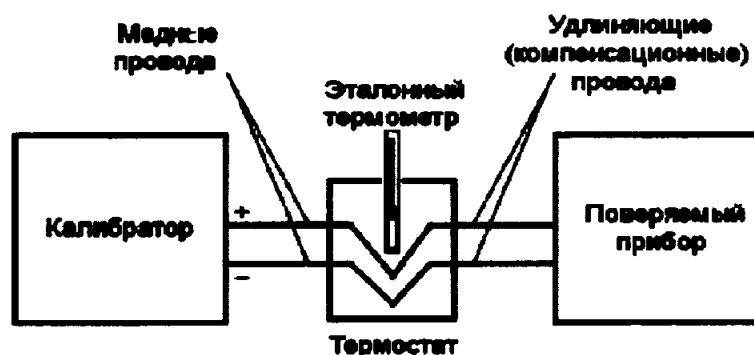


Рисунок 1

а) К поверяемому прибору подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 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. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным 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 калибратору ВЕАМЕХ МС6 (-R) или калибратору многофункциональному СЕ мод. СЕД7000.

Допускается подключать поверяемый модуль аппаратуры к эталонному калибратору напрямую с использованием удлиняющих компенсационных проводов.

7.7.2.2 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 Б к настоящей методике).

7.7.2.3 После стабилизации показаний поверяемого модуля аппаратуры, снимают их со встроенного дисплея аппаратуры или с монитора компьютера.

7.7.2.4 Повторяют операции по п.п. 7.7.2.2 - 7.7.2.3 для остальных контрольных точек.

7.7.2.5 Рассчитывают основную абсолютную погрешность для каждой поверяемой точки по п. 7.7.1.6.

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

Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных модулей из состава аппаратуры для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. На аппаратуру вибродиагностики, мониторинга и защиты VC-8000 SETPOINT, признанную годной при поверке, выдают свидетельство о поверке по форме, установленной Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г.

8.2. Аппаратура вибродиагностики, мониторинга и защиты VC-8000 SETPOINT, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, к применению не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин по форме, установленной Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г.

Начальник отдела 207

 А.А. Игнатов

Зам. начальника отдела 204

 В.П. Кывыржик

Начальник лаборатории 204/3

 А.Г. Волченко

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические характеристики модуля VC-8000/ТММ

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений температуры в зависимости от типа НСХ ТС ⁽¹⁾ , °С: - для Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) - для Pt100 ($\alpha=0,00392 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) - для Ni120 ($\alpha=0,00672 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) - для Cu10 ($\alpha=0,00427 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) - для Cu100 ($\alpha=0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	от -200 до +850 от -200 до +700 от -80 до +260 от -100 до +260 от -50 до +200
Диапазоны измерений температуры в зависимости от типа НСХ ТП ⁽¹⁾ , °С: - для «Е» - для «J» - для «K» - для «T»	от -100 до +1000 от 0 до +760 от 0 до +1370 от -160 до +400
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений сигналов термометров сопротивления и преобразователей термоэлектрических, °С	±3
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений температуры при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий измерений в диапазоне от -20 до +65 °С, °С	±1
Диапазон измерений сигналов силы постоянного тока, мА	от 4 до 20
Цена единицы младшего разряда индикации силы постоянного тока, А	0,001
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, мА	±1
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий (от +15 до +25 °С включ.) в диапазоне от -20 до +65 °С, мА	±1
Примечания: (1) Типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009/МЭК 60751 и ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013 соответственно, кроме типов НСХ Cu10, Ni120, Pt100 ($\alpha=0,003926 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$).	

**НОМИНАЛЬНАЯ СТАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА (НСХ) ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
ДЛЯ ТИПА Cu10 ($\alpha=0,00427\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)**

НСХ преобразования в пределах диапазона измерений рассчитывают по следующей формулам:

Для температуры $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше:

$$R_t = 9,042 + 0,03852 \cdot t$$

Для температуры ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$R_t = 9,042 + 0,03843 \cdot t - 2,96 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 + 1,75 \cdot 10^{-8} \cdot t^3$$

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

$^{\circ}\text{C}$	Ом
-200	1,338
-190	1,723
-180	2,108
-170	2,494
-160	2,879
-150	3,264
-140	3,649
-130	4,034
-120	4,420
-110	4,805
-100	5,190
-90	5,575
-80	5,960
-70	6,331
-60	6,722
-50	7,111
-40	7,499
-30	7,886
-20	8,272
-10	8,657
0	9,042
10	9,427
20	9,812
30	10,198
40	10,583
50	10,968
60	11,858
70	11,738
80	12,124
90	12,509
100	12,894

110	13,279
120	13,664
130	14,05
140	14,435
150	14,820
160	15,187
170	15,490
180	15,864
190	16,237
200	16,610
210	19,982
220	17,353
230	17,724
240	18,095
250	18,465
260	18,834

**НОМИНАЛЬНАЯ СТАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
(НСХ) ДЛЯ ТИПА Pt100 ($\alpha = 0,00392 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)**

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

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100,00	100,40	100,80	101,19	101,59	101,99	102,39	102,78	103,18	103,58
10	103,97	104,37	104,77	105,16	105,56	105,95	106,35	106,75	107,14	107,54
20	107,93	108,33	108,72	109,12	109,52	109,91	110,30	110,70	111,09	111,49
30	111,88	112,28	112,67	113,07	113,46	113,85	114,25	114,64	115,03	115,43
40	115,82	116,21	116,61	117,00	117,39	117,79	118,18	118,57	118,96	119,35
50	119,75	120,14	120,53	120,92	121,31	121,71	122,10	122,49	122,88	123,27
60	123,66	124,05	124,44	124,83	125,22	125,61	126,00	126,39	126,78	127,17
70	127,56	127,95	128,34	128,73	129,12	129,51	129,90	130,29	130,68	131,07
80	131,45	131,84	132,23	132,62	133,01	133,39	133,78	134,17	134,56	134,95
90	135,33	135,72	136,11	136,49	136,88	137,27	137,65	138,04	138,43	138,81
100	139,20	139,59	139,97	140,36	140,74	141,13	141,51	141,90	142,29	142,67
110	143,06	143,44	143,83	144,21	144,59	144,98	145,36	145,75	146,13	146,52
120	146,90	147,28	147,67	148,05	148,43	148,82	149,20	149,58	149,97	150,35
130	150,73	151,11	151,50	151,88	152,26	152,64	153,02	153,41	153,79	154,17
140	154,55	154,93	155,31	155,70	156,08	156,46	156,84	157,22	157,60	157,98
150	158,36	158,74	159,12	159,50	159,88	160,26	160,64	161,02	161,40	161,78

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
160	162,16	162,54	162,91	163,29	163,67	164,05	164,43	164,81	165,19	165,56
170	165,94	166,32	166,70	167,07	167,45	167,83	168,21	168,58	168,96	169,34
180	169,71	170,09	170,47	170,84	171,22	171,60	171,97	172,35	172,73	173,10
190	173,48	173,85	174,23	174,60	174,98	175,35	175,73	176,10	176,48	176,85
200	177,23	177,60	177,97	178,35	178,72	179,10	179,47	179,84	180,22	180,59
210	180,96	181,34	181,71	182,08	182,46	182,83	183,20	183,57	183,95	184,32
220	184,69	185,06	185,43	185,81	186,18	186,55	186,92	187,29	187,66	188,03
230	188,41	188,78	189,15	189,52	189,89	190,26	190,63	191,00	191,37	191,74
240	192,11	192,48	192,85	193,22	193,59	193,96	194,32	194,69	195,06	195,43
250	195,80	196,17	196,54	196,90	197,27	197,64	198,01	198,38	198,74	199,11
260	199,48	199,85	200,21	200,58	200,95	201,31	201,68	202,05	202,41	202,78
270	203,15	203,51	203,88	204,24	204,61	204,98	205,34	205,71	206,07	206,44
280	206,80	207,17	207,53	207,90	208,26	208,63	208,99	209,35	209,72	210,08
290	210,45	210,81	211,17	211,54	211,90	212,26	212,63	212,99	213,35	213,72
300	214,08	214,44	214,80	215,17	215,53	215,89	216,25	216,61	216,98	217,34
310	217,70	218,06	218,42	218,78	219,14	219,51	219,87	220,23	220,59	220,95
320	221,31	221,67	222,03	222,39	222,75	223,11	223,47	223,83	224,19	224,55
330	224,91	225,26	225,62	225,98	226,34	226,70	227,06	227,42	227,78	228,13
340	228,49	228,85	229,21	229,56	229,92	230,28	230,64	230,99	231,35	231,71
350	232,07	232,42	232,78	233,13	233,49	233,85	234,20	234,56	234,92	235,27
360	235,63	235,98	236,34	236,69	237,05	237,40	237,76	238,11	238,47	238,82
370	239,18	239,53	239,89	240,24	240,59	240,95	241,30	241,66	242,01	242,36
380	242,72	243,07	243,42	243,78	244,13	244,48	244,83	245,19	245,54	245,89
390	246,24	246,59	246,95	247,30	247,65	248,00	248,35	248,70	249,06	249,41
400	249,76	250,11	250,46	250,81	251,16	251,51	251,86	252,21	252,56	252,91
410	253,26	253,61	253,96	254,31	254,66	255,01	255,36	255,71	256,06	256,40
420	256,75	257,10	257,45	257,80	258,15	258,49	258,84	259,19	259,54	259,89
430	260,23	260,58	260,93	261,27	261,62	261,97	262,31	262,66	263,01	263,35
440	263,70	264,05	264,39	264,74	265,08	265,43	265,78	266,12	266,47	266,81
450	267,16	267,50	267,85	268,19	268,54	268,88	269,23	269,57	269,91	270,26
460	270,60	270,95	271,29	271,63	271,98	272,32	272,66	273,01	273,35	273,69
470	274,03	274,38	274,72	275,06	275,40	275,75	276,09	276,43	276,77	277,11
480	277,46	277,80	278,14	278,48	278,82	279,16	279,50	279,84	280,18	280,52
490	280,87	281,21	281,55	281,89	282,23	282,57	282,91	283,24	283,58	283,92
500	284,26	284,60	284,94	285,28	285,62	285,96	286,30	286,63	286,97	287,31
510	287,65	287,99	288,32	288,66	289,00	289,34	289,67	290,01	290,35	290,69
520	291,02	291,36	291,70	292,03	292,37	292,71	293,04	293,38	293,71	294,05
530	294,39	294,72	295,06	295,39	295,73	296,06	296,40	296,73	297,07	297,40
540	297,74	298,07	298,41	298,74	299,07	299,41	299,74	300,07	300,41	300,74
550	301,08	301,41	301,74	302,07	302,41	302,74	303,07	303,41	303,74	304,07
560	304,40	304,73	305,07	305,40	305,73	306,06	306,39	306,72	307,06	307,39

