

Программа расчета градуировочных характеристик

контактных датчиков температуры

TermoLab

Руководство пользователя

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

ООО «ИЦ «ТЕМПЕРАТУРА»

Санкт-Петербург

2011

Содержание

	Стр.
1. Назначение программы	3
2. Идентификация ПО. Варианты комплектации.	3
3. Нормативные документы.	3
4. Начало работы. Ввод данных о лаборатории и защитных ключей.	4
5. Основной интерфейс программы.	5
6. Описание вкладок	5
6.1 ТС-ЭТ (1) – градуировка эталонных термометров сопротивления	5
6.2 ТС-НСХ (2) – расчет температуры по сопротивлению термометра с использованием НСХ	7
6.3 ТС-ИНД (3) – индивидуальная градуировка ТС с построением функции Каллендара-Ван Дюзена	8
6.4 ТП-НСХ (4) - расчет температуры по ТЭДС термопары с использованием НСХ	10
6.5 ТПО-1 (5) – градуировка эталонных термопар 1 разряда	11
6.6 ТПО-2,3 (6) – градуировка эталонных термопар 2 и 3 разрядов	13
6.7 ТП-ПОВ (7) – поверка рабочих термопар	16
7. Работа с базой данных (только для комплектаций, содержащих индивидуальные градуировки)	17
8. Дополнительные сведения	18
9. Защита от несанкционированных изменений	19
10. Заявление разработчика о полноте предоставленной документации	19

Инструкция по пользованию программой расчета градуировочных характеристик контактных датчиков температуры TermoLab

1. Назначение программы

Программа предназначена для построения индивидуальных градуировочных функций термометров сопротивления и термопар, а также для расчета температуры по номинальным и индивидуальным функциям. Программа может быть использована поверочными лабораториями и частными пользователями.

2. Идентификация ПО. Варианты комплектации

Программа, в зависимости от потребностей заказчика, может быть собрана из всех или из некоторых компонентов из состава приведенных в таблице 1. Информация о версии программы отображается в заголовке, и в окне "О программе".

Таблица 1

Название файла	Номер версии и контрольная сумма	Назначение программы
TermoLab r.exe	TermoLab, версия 1.0.6.11 C40C495C	Расчет температуры по сопротивлению термометра и сопротивления по температуре с использованием НСХ
TermoLab Rr.exe	TermoLab, версия 1.0.6.12 C6BB6D8F	Градуировка эталонных и рабочих термометров сопротивления (методы МТШ-90 и Каллендара-Ван Дюзена)
TermoLab c.exe	TermoLab, версия 1.0.6.19 AABA13B5	Расчет температуры по ТЭДС термопары и ТЭДС по температуре с использованием НСХ
TermoLab Cc.exe	TermoLab, версия 1.0.6.14 E2595965	Градуировка термопар (ППО, ПР - 1 разряда; ППО, ПР, НН – 2,3 разряда; поверка раб. термопар)
TermoLab rc.exe	TermoLab, версия 1.0.6.17 D6561968	Расчеты с использованием НСХ для термометров и термопар
TermoLab Rrc.exe	TermoLab, версия 1.0.6.16 F587EA21	Градуировка эталонных и рабочих термометров сопротивления всё и НСХ для термопар
TermoLab rCc.exe	TermoLab, версия 1.0.6.15 0AE44E04	Градуировка термопар (ППО, ПР - 1 разряда; ППО, ПР, НН – 2,3 разряда; поверка раб. термопар) и НСХ для термометров сопротивления
TermoLab.exe	TermoLab, версия 1.0.6.20 3543D47E	Полная комплектация

3. Нормативные документы:

ГОСТ 6651-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы

испытаний.

ГОСТ 8.461-2009 Государственная система обеспечения единства измерений.

Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки.

ГОСТ Р 8.571-98 Государственная система обеспечения единства измерений.

Термометры сопротивления платиновые эталонные 1-го и 2-го разрядов. Методика поверки.

ГОСТ Р 8.585-2001 Государственная система обеспечения единства измерений.

Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования

ГОСТ Р 8.611-2005 Государственная система обеспечения единства измерений.

Преобразователи термоэлектрические платиnorodий-платиновые эталонные 1, 2 и 3-го разрядов. Методика поверки.

МИ 1746-87 Государственная система обеспечения единства измерений. Методические указания. Термопреобразователи образцовые платиnorodий-платиноводиевые ПР 30/6. Методика поверки.

ГОСТ 8.338-2002 Государственная система обеспечения единства измерений.

Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки.

4. Начало работы. Ввод данных о лаборатории и защитных ключей.

1. Создайте пустую папку на жестком диске компьютера.

2. В данную папку скопируйте исполняемый файл TermoLab.exe (полная комплектация). Названия файлов для неполных комплектаций приведены в таблице 1.

3. При первом запуске программы открывается окно для ввода данных о лаборатории. Данные вводятся в виде текста в соответствующие поля. Ключи, связанные с конкретным именем организации, приведены в паспорте на программу. Данные о поверителе, условиях поверки и неопределенности поверки могут быть введены не полностью и могут корректироваться в любое время. Введение этих данных не обязательно, если протокол поверки не нужен, либо программа предназначена для расчета по НСХ.

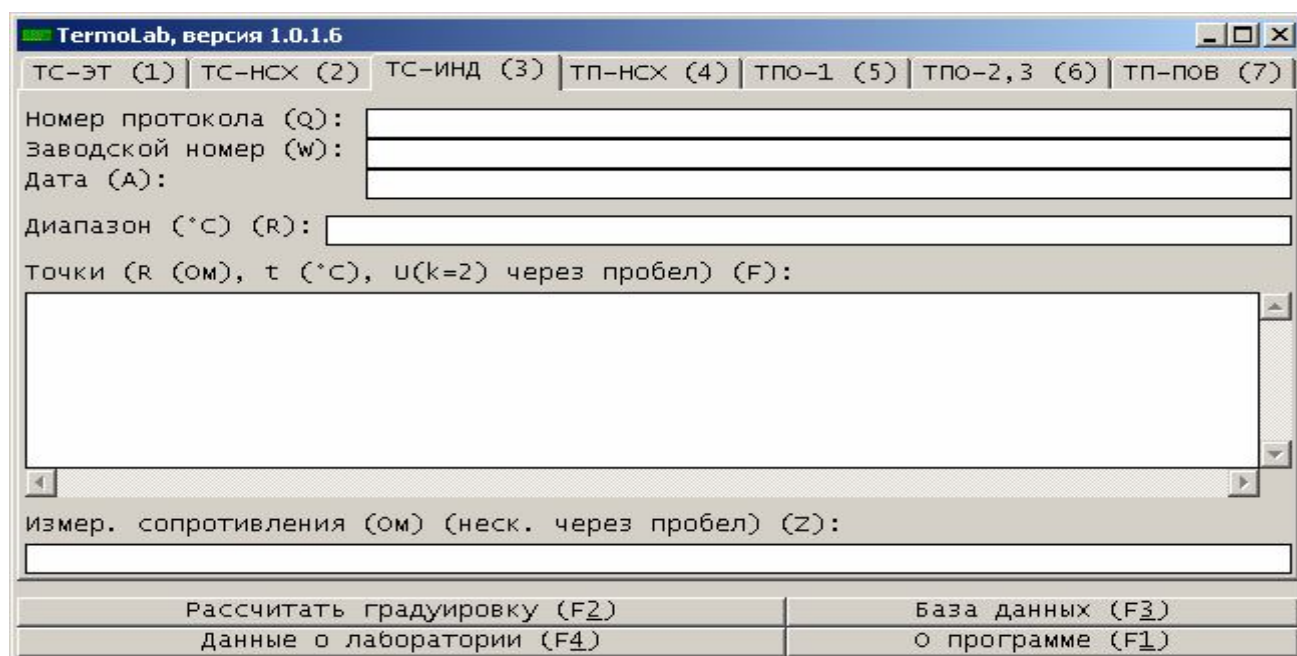
Поле	Введенные данные
организация (O)	ВНИИМ
ключ (K)	1U3T-62J2-6H1H-HY5
условия поверки (C)	температура 20,1 °C, влажность 45%
поверитель (W)	Иванов

Элемент	Условие	У (k=2), °C
N2		0,03
Ar	(-189.34 °C)	0,01
Hg	(-38.83 °C)	0,005
Ga	(29.76 °C)	0,0005
In	(156.60 °C)	0,001
Sn	(231.93 °C)	0,001
Zn	(419.53 °C)	0,002
Al	(660.32 °C)	0,0032
Ag	(961.78 °C)	0,0045
Au	(1064.18 °C)	0,02
Cu	(1084.62 °C)	0,1
0 °C		0,001
100 °C		0,002

4. После ввода данных следует нажать кнопку «принять». Если данные не введены нажать «отмена».

5. Основной интерфейс программы

При любом запуске программы из файла TermoLab.exe открывается основное окно



В случае полной комплектации программы окно содержит следующие верхние вкладки:

ТС-ЭТ (1) – градуировка эталонных термометров сопротивления

ТС-НСХ (2) – расчет температуры по сопротивлению термометра с использованием НСХ

ТС-ИНД (3) – индивидуальная градуировка ТС с построением функции Каллендара-Ван Дюзена

ТП-НСХ (4) - расчет температуры по ТЭДС термопары с использованием НСХ

ТПО-1 (5) – градуировка эталонных термопар 1 разряда

ТПО-2,3 (6) – градуировка эталонных термопар 2 и 3 разрядов

ТП-ПОВ (7) – поверка рабочих термопар

Переключение между вкладками осуществляется щелчком мыши, либо с клавиатуры нажатием ALT+цифра или буква, указанная в скобках.

В случае неполной комплектации, программа будет содержать только те вкладки, которые соответствуют функциональному назначению (см. табл.1)

6. Описание вкладок.

6.1. ТС-ЭТ (1) - Градуировка эталонных термометров сопротивления (ПТС)

Градуировка ПТС выполняется в реперных точках МТШ-90 по методике ГОСТ Р 8.571-98 «Государственная система обеспечения единства измерений. Термометры сопротивления платиновые эталонные 1-го и 2-го разрядов. Методика поверки.»

Окно ТС-ЭТ (1) имеет вид:

The screenshot shows the 'TermoLab, версия 1.0.1.6' window. It contains several input fields and buttons. At the top, there are tabs for different device types: 'ТС-ЭТ (1)', 'ТС-НСХ (2)', 'ТС-ИНД (3)', 'ТП-НСХ (4)', 'ТПО-1 (5)', 'ТПО-2,3 (6)', and 'ТП-ПОВ (7)'. Below the tabs, there are fields for 'Номер протокола (Q): 16', 'Заводской номер (W): 2334', and 'Дата (A): 14.12.2010'. A dropdown menu for 'Выберите интервал (S):' is set to '0.01°C - 419.53°C ТТВ, Sn, Zn'. Below this are two rows of resistance values: 'R(Sn, 231.93°C): 1.8926425' and 'R(Zn, 419.53°C): 2.5686124', each with a corresponding 'R(ТТВ): 10.02361' and 'R(ТТВ): 10.02362'. A field for 'Сопр для расчёта темп-ры, Ом (неск. через пробел) (Z):' contains '2.5686124'. At the bottom, there are four buttons: 'Рассчитать градуировку (F2)', 'База данных (F3)', 'данные о лаборатории (F4)', and 'о программе (F1)'.

Порядок работы:

- Ввести номер протокола, заводской номер термометра и дату градуировки в текстовом формате. Данные будут использованы в протоколе поверки. Заводской номер и дата являются идентификаторами для записи градуировки в базу данных. Эти поля не должны содержать пробелы и не должны быть пустыми строками. Все пробелы автоматически убираются, пустой заводской номер автоматически заменяется на «001», пустая дата автоматически заменяется на текущую.
- Выбрать интервал градуировки.
- Ввести данные измерений с десятичной точкой.
- Ввести значения сопротивлений, для которых необходимо рассчитать температуру по индивидуальной градуировке термометра (заполнять поле не обязательно).
- Рассчитать градуировочную характеристику, щелкнув мышью по кнопке «рассчитать градуировку». После этого откроется дополнительное окно с протоколом поверки, пример:

 Протокол поверки № 16

Наименование СИ: Эталонный платиновый термометр сопротивления
 Заводской номер: 2334
 Дата поверки: 14.12.2010
 Диапазон температур: 0.01 - 419.53°C
 Организация, проводившая поверку: ВНИИМ
 Условия поверки: температура 22 °С, влажность 54%, давление 1013 кПа
 Методика поверки: ГОСТ Р 8.571-98 «ГСИ Термометры сопротивления платиновые эталонные 1 и 2 разряда. Методика поверки»

Результаты измерений в реперных точках МТШ-90:

$W(t)$	$t,$	$^{\circ}\text{C}$
$U(k=2), ^{\circ}\text{C}$		
$W(\text{Sn}) =$	0.1888184	231.93
		0,002

W(Zn)= 0.2562560 419.53 0,004

R(0.01)= 10.0236200

Коэффициенты функции отклонения МТШ-90:

a: 1.42359E+0001

b: 1.49601E+0001

Интерполяционное уравнение термометра:

$W(T) = W_{ref}(T) + DW(T)$

$DW(T) = a*[W(T) - 1] + b*[W(T) - 1]^2$

где $W_{ref}(T)$ – стандартная функция МТШ-90

Поверитель:

Расчётные значения температуры:

R, Ом t(R), °C

2.5686124 419.5269842

Текст протокола можно копировать и вставлять в любой текстовый документ, после чего изменять, дополнять и т.д

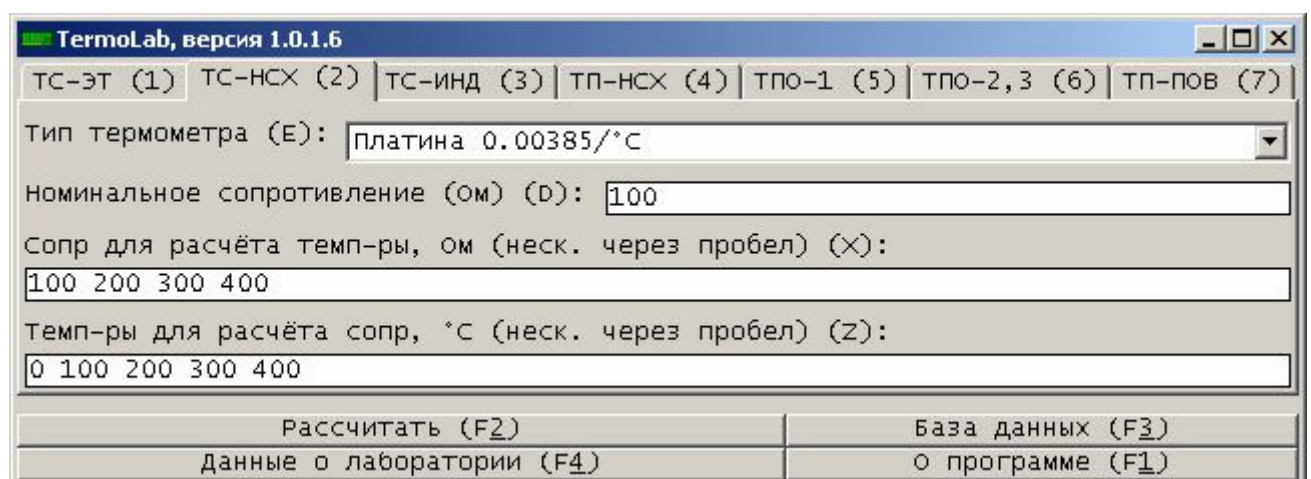
Протокол можно распечатать непосредственно из программы, щелкнув по вкладке «распечатать результат».

Градуировка автоматически заносится в базу данных, из которой ее можно всегда получить, щелкнув по кнопке в нижней части окна «База данных (F3)».

6.2. ТС-НСХ (2) – Расчет температуры по сопротивлению термометра с использованием НСХ

Расчет выполняется по стандартным функциям, приведенным в ГОСТ Р 8.625-2006 «Государственная система обеспечения единства измерений. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.»

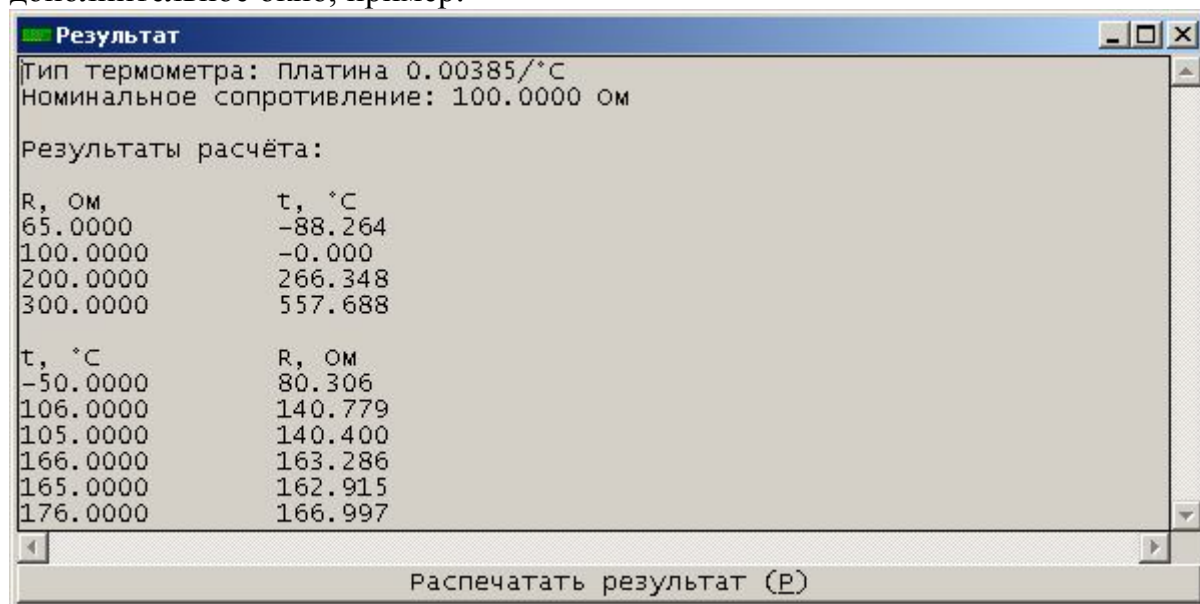
Окно ТС-НСХ (2) имеет вид:



Порядок работы:

- Выбрать тип термометра.

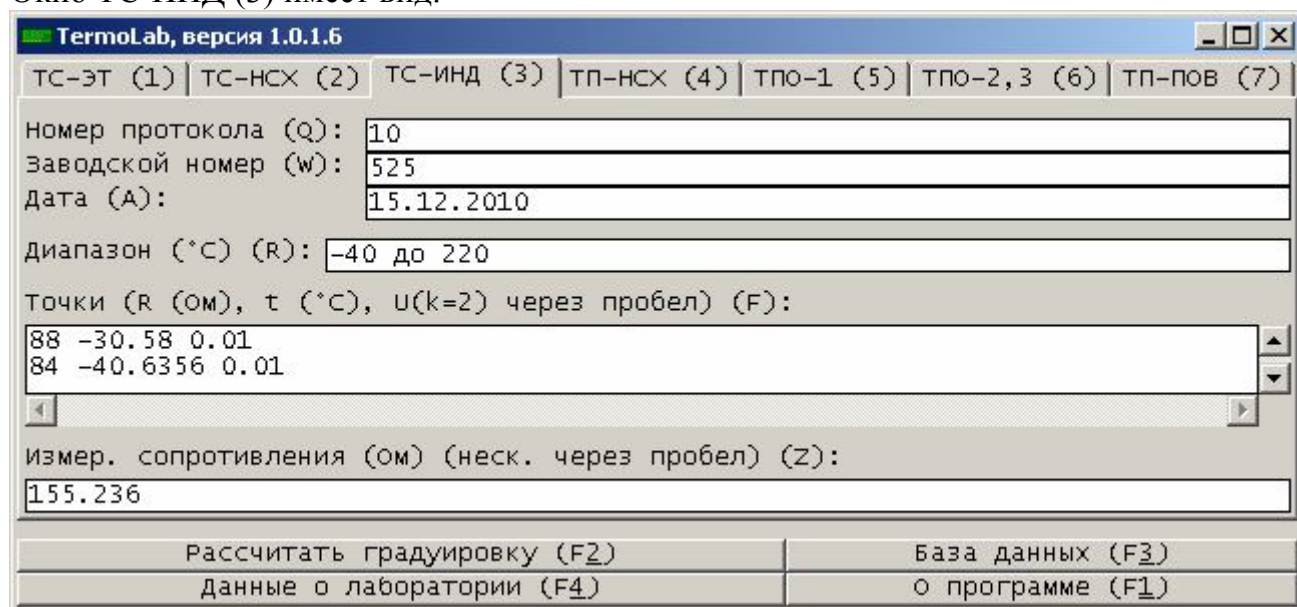
- Ввести номинальное сопротивление при 0 °С.
- Ввести значения сопротивлений, для которых необходимо рассчитать температуру и/или значения температур, для которых требуется получить сопротивление.
- Рассчитать результат щелкнув мышью по кнопке «рассчитать». Откроется дополнительное окно, пример:



Результаты можно скопировать, либо распечатать непосредственно из программы, щелкнув по вкладке «распечатать результат».

6.3. ТС-ИНД (3) – Индивидуальная градуировка ТС с построением функции Каллендара-Ван Дюзена

Индивидуальная градуировка выполняется по методике ГОСТ 8.461-2009 (ГОСТ Р 8.624-2006) «Государственная система обеспечения единства измерений. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки.»
Окно ТС-ИНД (3) имеет вид:



Порядок работы:

- Ввести номер протокола, заводской номер термометра и дату градуировки в текстовом формате. Данные будут использованы в протоколе поверки. Заводской номер и дата являются идентификаторами для записи градуировки в базу данных. Эти поля не должны содержать пробелы и не должны быть пустыми строками. Все пробелы автоматически убираются, пустой заводской номер автоматически заменяется на «001», пустая дата автоматически заменяется на текущую.
- Выбрать диапазон градуировки.
- Ввести данные измерений с десятичной точкой: сопротивление поверяемого термометра, температуру в термостате и неопределенность поверки. Необходимо иметь в виду, что значение неопределенности поверки повлияет на «вес» каждой градуировочной точки при расчете функции по методу МНК. Если в какой-либо точке неопределенность не известна, то следует ввести для этой точки среднее значение, рассчитанное для двух соседних точек. Если неопределенность не известна для всех точек, можно во все ячейки ввести любые не нулевые одинаковые значения. **Внимание!** Если в некоторые строки в качестве неопределённости введены нули, а в некоторые – нет, то содержимое строк с нулями игнорируется! Расчёт выдаст ошибочное значение.
- Ввести значения сопротивлений, для которых необходимо рассчитать температуру по индивидуальной градуировке термометра (заполнять поле не обязательно).

Рассчитать градуировочную характеристику, щелкнув мышью по кнопке «рассчитать градуировку». После этого откроется дополнительное окно с протоколом поверки, пример:

 протокол поверки № 10

Наименование СИ: Платиновый термометр сопротивления

Заводской номер: 525

Дата поверки: 15.12.2010

Диапазон температур: -40 до 220 °С

Организация, проводившая поверку: ВНИИМ

Условия поверки: температура 22 °С, влажность 54%, давление 1013 кПа

Результаты измерений:

R(t), Ом	t, °С	U(k=2), °С
88.0000	-30.5800	0.0100
84.0000	-40.6356	0.0100
100.0000	0.0000	0.0050
104.0000	10.2795	0.0200
135.5000	92.4758	0.0200
150.6000	132.6969	0.0300
161.3000	161.5362	0.0300
178.0000	207.1301	0.0400
214.6000	309.6997	0.0500

Коэффициенты функции Каллендара Ван Дюзена:

R0 = 100.0003

A = 3.89773E-0003

B = -6.37345E-0007

C = -5.93272E-0011

Интерполяционное уравнение термометра:

$R_t = R_0 \cdot [1 + A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot (t - 100 \text{ °С}) \cdot t^3]$ при $t < 0$

$R_t = R_0 \cdot [1 + A \cdot t + B \cdot t^2]$ при $t > 0$

Поверитель:

Расчётные значения температуры:

R, Ом	t(R), °C
155.2360	145.1575

Текст протокола можно копировать и вставлять в любой текстовый документ, после чего изменять, дополнять и т.д. **Внимание:** для того, чтобы при копировании русский текст отображался правильно, необходимо при копировании переключиться на русский регистр!

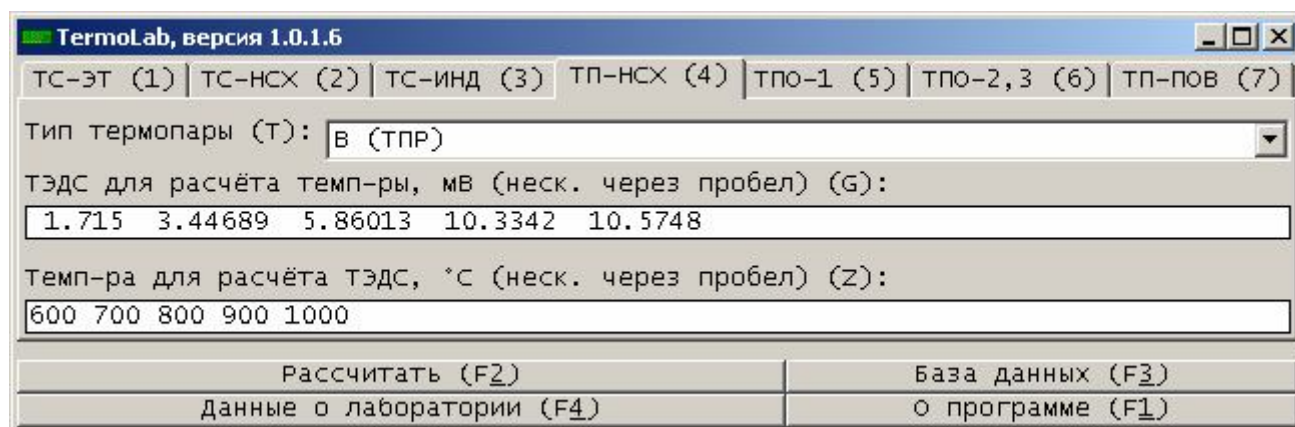
Протокол можно распечатать непосредственно из программы, щелкнув по вкладке «распечатать результат».

Градуировка автоматически заносится в базу данных, из которой ее можно всегда получить, щелкнув по кнопке в нижней части окна «База данных (F3)».

6.4. ТП-НСХ (4) – Расчет температуры по ТЭДС термопары с использованием НСХ

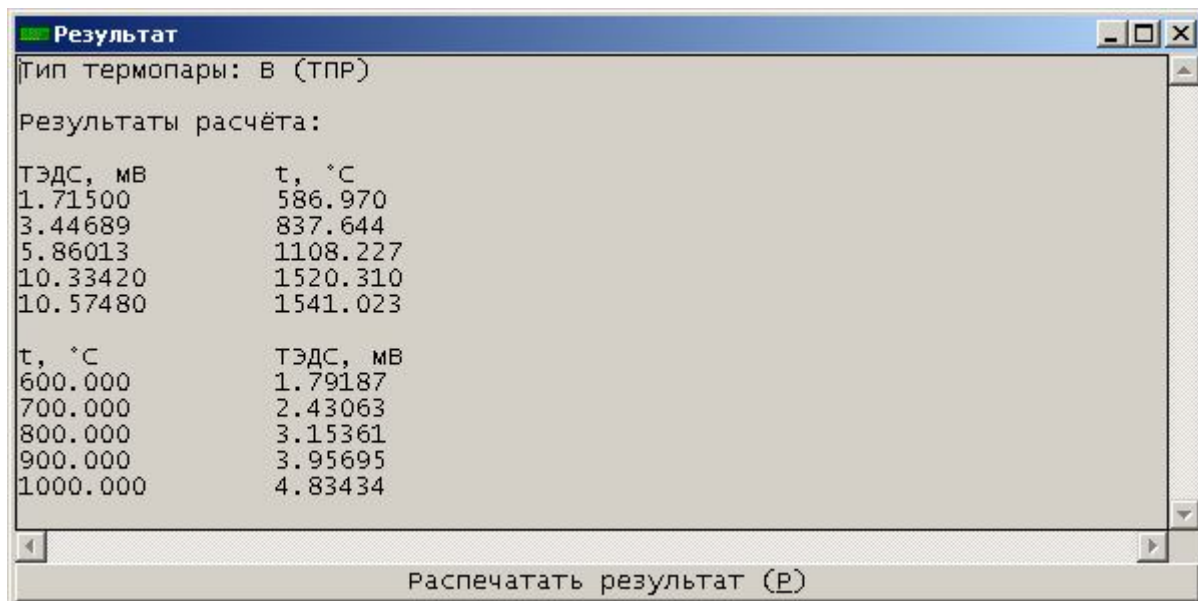
Расчет выполняется по стандартным функциям, приведенным в ГОСТ Р 8.585-2001 «Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования»

Окно ТП-НСХ (4) имеет вид:



Порядок работы:

- Выбрать тип термопары.
- Ввести значения ТЭДС, для которых необходимо рассчитать температуру и/или значения температур, для которых требуется получить ТЭДС.
- Рассчитать результат щелкнув мышью по кнопке «рассчитать». Откроется дополнительное окно, пример:

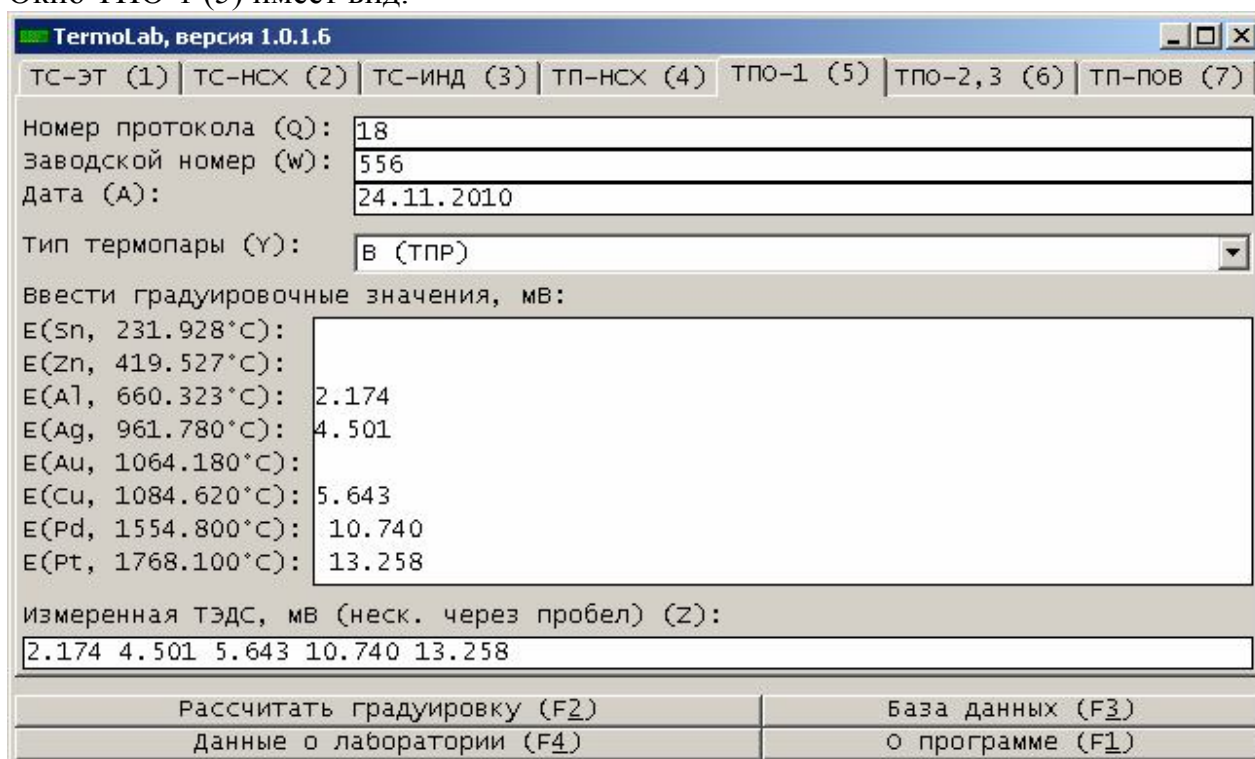


Результаты можно скопировать, либо распечатать непосредственно из программы, щелкнув по вкладке «распечатать результат».

6.5. ТПО-1 (5) - Градуировка эталонных термопар первого разряда

Градуировка термопар выполняется в реперных точках МТШ-90 по методике ГОСТ Р 8.611-2005 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые эталонные 1, 2 и 3-го разрядов. Методика поверки.» и МИ 1746-87 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методические указания. Термопреобразователи образцовые платинородий-платинородиевые ПР 30/6. Методика поверки.». Для расчета индивидуальной градуировочной функции $E(t)$ применяется аттестованный алгоритм, по точности превосходящий алгоритм расчета ГОСТ Р 8.611-2005 и МИ 1746-87.

Окно ТПО-1 (5) имеет вид:



Порядок работы:

- Ввести номер протокола, заводской номер термометра и дату градуировки в текстовом формате. Данные будут использованы в протоколе поверки. Заводской номер и дата являются идентификаторами для записи градуировки в базу данных. Эти поля не должны содержать пробелы и не должны быть пустыми строками. Все пробелы автоматически убираются, пустой заводской номер автоматически заменяется на «001», пустая дата автоматически заменяется на текущую.
- Выбрать тип термопары.
- Ввести данные измерений ТЭДС с десятичной точкой.
- Ввести значения ТЭДС, для которых требуется рассчитать температуру по индивидуальной градуировке термопары (заполнять поле не обязательно).
- Рассчитать градуировочную характеристику, щелкнув мышью по кнопке «рассчитать градуировку». После этого откроется дополнительное окно с протоколом поверки, пример:

Протокол поверки № 18

Наименование СИ: Эталонный термоэлектрический преобразователь
типа В (ТПР) 1го разряда
Заводской номер: 556
Дата поверки: 24.11.2010
Диапазон температур: 600-1800°C
Организация, проводившая поверку: ВНИИМ
Условия поверки: температура 22 °С, влажность 54%, давление 1013 кПа
Методика поверки: «МИ 1746-87 ГСИ Термопреобразователи образцовые
платинородий-платинородиевые ПР 30/6. Методика поверки»

Результаты измерений в реперных точках МТШ-90
при температуре свободных концов 0°C:

t, °C	ТЭДС, мВ
660.323	2.17400
961.780	4.50100
1084.620	5.64300
1554.800	10.74000
1768.100	13.25800

Индивид. град. функция E(t):

$E(t) = \sum(A_i * t^i; i=0..8)$
A0 = -3.8556501497E+0000
A1 = 2.8508397777E-0002
A2 = -8.4852886510E-0005
A3 = 1.5785280164E-0007
A4 = -1.6835344864E-0010
A5 = 1.1109794013E-0013
A6 = -4.4515431033E-0017
A7 = 9.8975640821E-0021
A8 = -9.3791330289E-0025

Таблица ТЭДС с интервалом 100°C:

t, °C	ТЭДС (мВ)
600	1. 80362
700	2. 44023
800	3. 16172
900	3. 96420
1000	4. 84137
1100	5. 78698
1200	6. 79497
1300	7. 85850
1400	8. 96884
1500	10. 11469
1600	11. 28229
1700	12. 45613
1800	13. 61983

Поверитель :

Текст протокола можно копировать и вставлять в любой текстовой документ, после чего изменять, дополнять и т.д. **Внимание:** для того, чтобы при копировании шрифт отображался правильно, необходимо при копировании включить в компьютере русский регистр!

Протокол можно распечатать непосредственно из программы, щелкнув по вкладке «распечатать результат».

Градуировка автоматически заносится в базу данных, из которой ее можно всегда получить, щелкнув по кнопке в нижней части окна «База данных (F3)».

6.6. ТПО-2,3 (6) - Градуировка эталонных термопар второго и третьего разрядов

Градуировка термопар выполняется методом сличения с термопарой первого разряда по методике ГОСТ Р 8.611-2005 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые эталонные 1, 2 и 3-го разрядов. Методика поверки.» и МИ 1746-87 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методические указания. Термопреобразователи образцовые платинородий-платинородиевые ПР 30/6. Методика поверки.». Для расчета индивидуальной градуировочной функции $E(t)$ применяется аттестованный алгоритм, по точности превосходящий алгоритм расчета ГОСТ Р 8.611-2005 и МИ 1746-87.

Окно ТПО-2,3 (6) имеет вид:

TermoLab, версия 1.0.1.6

ТС-ЭТ (1) | ТС-НСХ (2) | ТС-ИНД (3) | ТП-НСХ (4) | ТПО-1 (5) | ТПО-2,3 (6) | ТП-ПОВ (7)

Номер протокола (Q): 20
 Заводской номер (W): 557-20
 дата (A): 11.12.2010

Тип термопары (U): S (ТПП) Разряд (H): 2 разряд

Метод (B): прямых измерений

Выбрать эталон (V): ТПО-1 555-3 25.11.2010

Рез-ты (Еэт (мВ), тск (°C), Епов через пробел) (C):

```
-0.1121 20 -0.1121
3.3279 20 3.3279
5.7429 20 5.7429
10.2409 20 10.2409
```

изм ТЭДС (для t с.к 0°C), мВ (неск. через пробел) (Z):

```
3.44 5.855 10.594
```

Рассчитать градуировку (F2) База данных (F3)
 данные о лаборатории (F4) о программе (F1)

Порядок работы:

- Ввести номер протокола, заводской номер термометра и дату градуировки в текстовом формате. Данные будут использованы в протоколе поверки. Заводской номер и дата являются идентификаторами для записи градуировки в базу данных. Эти поля не должны содержать пробелы и не должны быть пустыми строками. Все пробелы автоматически убираются, пустой заводской номер автоматически заменяется на «001», пустая дата автоматически заменяется на текущую.
- Выбрать тип термопары и разряд.
- Выбрать метод измерений – «метод прямых измерений» или «метод поэлектродного сличения».
- Выбрать из базы данных эталонную термопару 1 разряда с которой проводится сличение.
- Ввести данные измерений с десятичной точкой:

Для метода прямых измерений:

Еэт – ТЭДС эталонной термопары;
 тск – температура холодных спаев;
 Епов – ТЭДС поверяемой термопары.

Для метода поэлектродного сличения:

Еэт – ТЭДС эталонной термопары;
 тск – температура холодных спаев;
 de(+) – ТЭДС между положительными электродами сличаемых термопар;
 de(-) – ТЭДС между отрицательными электродами сличаемых термопар;

Данные вводятся через пробел.

На одной строке вводятся данные для одной точки градуировки. Возможно копирование и введение данных из таблицы Excel

- Ввести значения ТЭДС, для которых требуется рассчитать температуру по индивидуальной градуировке термопары (заполнять поле не обязательно).
- Рассчитать градуировочную характеристику, щелкнув мышью по кнопке «рассчитать градуировку». После этого откроется дополнительное окно с протоколом поверки, пример:

Протокол поверки № 20

Наименование СИ: Эталонный термоэлектрический преобразователь
типа S (ТПП) 2го разряда
Заводской номер: 557-20
Дата поверки: 11.12.2010
Диапазон температур: 200-1200°C
Организация, проводившая поверку: ВНИИМ
Условия поверки: температура 22 °С, влажность 54%, давление 1013 кПа
Методика поверки: «R ГОСТ Р 8.611-2005 ГСИ.
Преобразователи термоэлектрические платиновородий-платиновые
эталонные 1, 2 и 3-го разрядов. Методика поверки»

Результаты измерений (приведённые к температуре свободных концов 0°C):

E(t), мВ	t, °C	E(t) - Eнсх, мВ
0.0008	-0.001	0.0008
3.4408	419.650	-0.0073
5.8558	660.208	-0.0031
10.3538	1064.297	0.0182
10.5948	1084.641	0.0198

Индивид. град. функция E(t) (до 1064.18°C):

$E(t) = \sum(A_i * t^i; i=0..8)$
A0 = 0.0000000000E+0000
A1 = 5.3630786009E-0003
A2 = 1.2647161432E-0005
A3 = -2.3247796869E-0008
A4 = 3.2202882304E-0011
A5 = -3.3146519639E-0014
A6 = 2.5574425179E-0017
A7 = -1.2506887139E-0020
A8 = 2.7144317615E-0024

Таблица ТЭДС с интервалом 100°C:

t, °C	ТЭДС (мВ)
200	1.43492
300	2.31586
400	3.25193
500	4.22670
600	5.23400
700	6.27354
800	7.34733
900	8.45672
1000	9.60078
1100	10.77743
1200	11.97887

6.7. ТП-ПОВ (7) – Поверка рабочих термопар

Поверка рабочих термопар выполняется методом сличения с эталонной термопарой 1, 2 или 3-го разряда по методике ГОСТ 8.338-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки.»

Окно ТП-ПОВ (7) имеет вид:

The screenshot shows the 'TermoLab, версия 1.0.1.6' window. It features a menu bar with options: ТС-ЭТ (1), ТС-НСХ (2), ТС-ИНД (3), ТП-НСХ (4), ТПО-1 (5), ТПО-2,3 (6), and ТП-ПОВ (7). The main form contains several input fields and dropdown menus: 'Номер протокола (Q):' with value '1', 'Заводской номер (W):' with value '1236', 'Дата (A):' with value '14.12.2010', 'Тип термопары (I):' set to 'S (ТПП)', 'Класс (O):' set to '1 класс', 'Метод (J):' set to 'прямых измерений', and 'Диапазон (K):' set to '200-1100'. A 'Выбрать эталон (M):' dropdown is set to 'ТПО-2,3 562 11.11.2010'. Below these is a text area for 'Рез-ты (ЕЭТ (мВ), тск (°С), Епов через пробел) (N):' containing a list of temperature points and their corresponding EMF values. At the bottom, there are four buttons: 'Рассчитать градуировку (F2)', 'База данных (F3)', 'Данные о лаборатории (F4)', and 'О программе (F1)'.

ЕЭТ (мВ)	тск (°С)	Епов
0.77443	0	0.7743
1.24919	0	1.2492
1.80423	0	1.8040
2.43925	0	2.4391
3.15627	0	3.1561
3.95664	0	3.9565
4.83942	0	4.8393
5.79949	0	5.7994

Порядок работы:

- Ввести номер протокола, заводской номер термометра и дату градуировки в текстовом формате. Данные будут использованы в протоколе поверки. Заводской номер и дата являются идентификаторами для записи градуировки в базу данных. Эти поля не должны содержать пробелы и не должны быть пустыми строками. Все пробелы автоматически убираются, пустой заводской номер автоматически заменяется на «001», пустая дата автоматически заменяется на текущую.
- Выбрать тип термопары и класс.
- Выбрать метод измерений – «метод прямых измерений» или «метод поэлектродного сличения».
- Выбрать из базы данных эталонную термопару, с которой проводится сличение.
- Ввести данные измерений с десятичной точкой:

Для метода прямых измерений:
Еэт – ТЭДС эталонной термопары;
tск – температура холодных спаев;
Епов – ТЭДС поверяемой термопары.

Для метода поэлектродного сличения:
Еэт – ТЭДС эталонной термопары;
tск – температура холодных спаев;
de(+) – ТЭДС между положительными электродами сличаемых термопар;
de(-) – ТЭДС между отрицательными электродами сличаемых термопар;

Данные вводятся через пробел.

На одной строке вводятся данные для одной точки градуировки.

Возможно копирование и введение данных из таблицы Excel.

- Рассчитать градуировочную характеристику, щелкнув мышью по кнопке «рассчитать градуировку». После этого откроется дополнительное окно с протоколом поверки, пример:

Протокол поверки № 1

Наименование СИ: Термоэлектрический преобразователь типа S (ТПП)
Класс допуска: 1 класс
Заводской номер: 1236
Дата поверки: 14.12.2010
Диапазон температур: 200-1100 °C
Организация, проводившая поверку: ВНИИМ
Условия поверки: температура 22 °C, влажность 54%, давление 1013 кПа
Методика поверки: «ГОСТ 8.338-2002 (метод прямых измерений)»

Результаты измерений (приведенные к температуре св.концов 0 °C):

E(t), мВ	t, °C	E(t)-Енсх, мВ	d_доп, мВ
0.7743	117.7531	-0.0041	0.0076
1.2492	177.7343	-0.0054	0.0083
1.8040	242.8755	-0.0068	0.0088
2.4391	313.4714	-0.0074	0.0092
3.1561	389.9853	-0.0076	0.0095
3.9565	472.6391	-0.0071	0.0098
4.8393	561.2009	-0.0057	0.0101
5.7994	654.7932	-0.0033	0.0104
6.7941	748.8960	0.0001	0.0107

Заключение о годности: годен по 1 классу

Поверитель:

7. Работа с базой данных (только для комплектаций, содержащих индивидуальные градуировки)

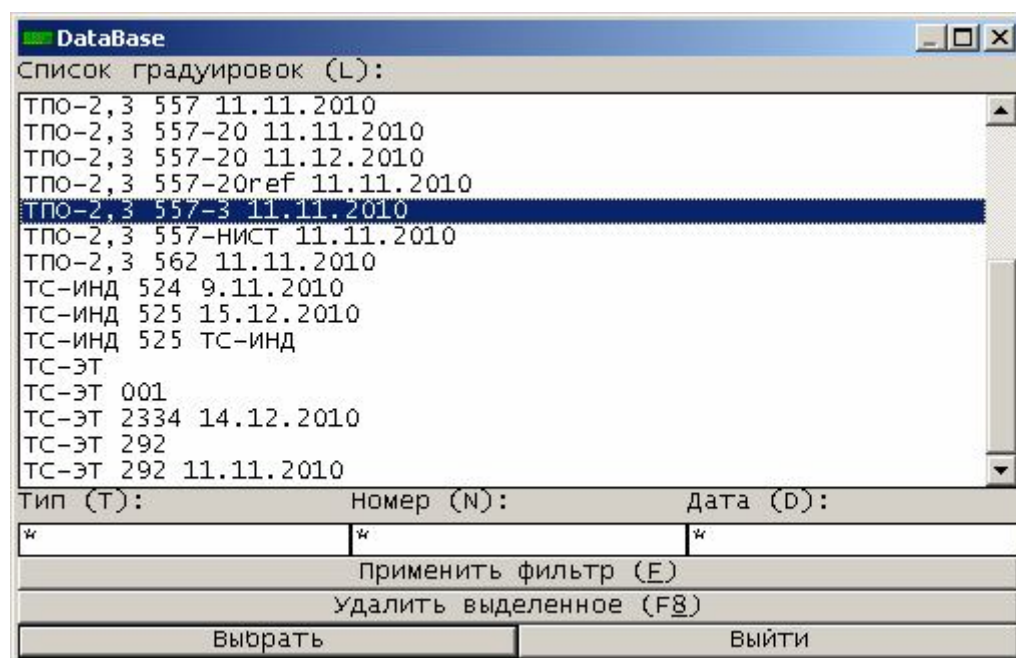
Все градуировки по щелчку на кнопке «рассчитать градуировку» записываются в базу данных.

База данных открывается по щелчку на кнопке «база данных»

Пользователь имеет возможность извлечь данные из базы данных, опираясь на номер термометра и дату поверки.

Для выбора конкретной градуировки следует выделить соответствующую строчку и щелкнуть мышью по «выбрать».

Для удаления из базы следует выделить соответствующую строчку и щелкнуть мышью по «удалить выделенное».



Чтобы выбрать термометры по типу, дате градуировки или по номеру можно ввести соответствующие данные в поля «Тип», «Номер» или «Дата». Затем щелкнуть по «Применить фильтр».

Примечание: Если данные в какие-то поля не введены, то там должен оставаться знак «*».

8. Дополнительные сведения

1. При выходе из программы информация, введенная в ячейки (кроме даты, если она совпадает с текущей, записанной в формате «дд.мм.гг»), сохраняется и восстанавливается при следующем запуске.
2. Если дата, введенная в ячейку, совпадает с текущей, записанной в формате «дд.мм.гг», то при сохранении градуировки автоматически увеличивается на единицу номер протокола.
3. При сохранении градуировки, если она уже совпадает с каким-либо именем файла, записанного в базу данных, программа задаёт вопрос – заменить ли файл. Если нажать нет, то новая градуировка все равно выводится на экран, но не сохраняется в базе данных.
4. Окно программы может быть открыто поверх других окон. Растянуть окно можно, потянув за границу мышью вниз или вправо. Передвигать окна программы и протокола можно свободно, «зацепив» за верхнюю синюю шапку, подобно другим окнам Windows.
5. Значения результатов измерения при градуировке, а также измеренных в процессе работы сопротивлений и ТЭДС, для которых необходимо рассчитать температуру, могут копироваться из текстового файла или из таблицы Excel, причем столбец из таблицы

Excel тоже можно копировать в строку (при этом столбец превратится в строку, разделённую двойными пробелами).

9. Защита от несанкционированных изменений

Для того, чтобы убедиться, что программа не была изменена, следует использовать специальный модуль для проверки контрольной суммы. Контрольная сумма должна совпадать с указанной в таблице 1.

10. Заявление разработчика о полноте предоставленной документации

Данное руководство пользователя содержит полное описание всех функций, меню, диалоговых окон и команд ПО. Никаких дополнительных функций, кроме выше описанных, в ПО нет.