

**Программа расчета неопределенности измерений  
при поверке термопреобразователей сопротивления из платины,  
меди и никеля по ГОСТ 8.461-2009**

**TCal-8-461**

**Руководство пользователя**

**ООО «ИЦ «ТЕМПЕРАТУРА»  
Санкт-Петербург  
2018**

## Содержание

	Стр.
1. Назначение программы	3
2. Идентификация ПО	3
3. Нормативные документы.	3
4. Начало работы. Ввод данных о лаборатории и защитного пароля.	3
5. Ввод данных для расчета	4
5.1 Ввод данных о поверяемом термометре сопротивления (вкладка 2)	4
5.2 Ввод данных об эталонном термометре сопротивления (вкладка 3)	4
5.3 Ввод данных о термостате (вкладка 4)	5
5.4 Ввод данных об измерительной установке для поверяемого ТС (вкладка 5)	5
5.5 Ввод данных об измерительной установке для поверяемого ТС (вкладка 6)	6
5.6 Расчет расширенной неопределенности измерений	6
6. Защита от несанкционированных изменений	7
7. Заявление разработчика о полноте предоставленной документации	7

## 1. Назначение программы

Программа предназначена для расчета расширенной неопределенности измерений при поверке термопреобразователей сопротивления в соответствии с ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки» методом сличения с эталонным термометром сопротивления. Программа может быть использована поверочными лабораториями и частными пользователями.

## 2. Идентификация ПО

Информация о названии программы отображается в заголовке. Для просмотра идентификационных данных необходимо в свойствах файла TCal-8-461.exe выбрать вкладку «Подробно»

## 3. Нормативные документы:

ГОСТ 8.461-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений.

Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки.»

ГОСТ 6651-2009 Государственная система обеспечения единства измерений.

Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 8.558-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерения температуры

## 4. Начало работы. Ввод данных о лаборатории и защитного пароля.

1. Откройте исполняемый файл Tcal-8-461.exe. При первом запуске программы открывается окно для ввода данных о лаборатории и пароля для входа в программу. Данные вводятся в виде текста в соответствующие поля. В дальнейшем они будут выведены в протоколе расчета. Должны быть заполнены все поля ввода. После ввода данных следует нажать кнопку «Продолжить». Если данные введены неверно, нажать «Обновить». **Любая дальнейшая работа возможна только при условии, что пароль введен правильно.** Пароль указан в паспорте программы.

Внешний вид основного интерфейса и окна ввода данных о лаборатории окна (пример):

The screenshot shows a window titled 'ГОСТ 8.461 TCal-8-461'. The main area is titled '1 Данные о лаборатории' and contains the following fields:

Название лаборатории:	ВНИИМ
Пароль:	MPNB-WHPV-THA7-A56I
Дата проведения расчёта:	24.01.18
Применяемое оборудование	
Поверяемый термометр:	ТСП
Эталонный термометр:	ЭТС-100
Термостат:	ТЕРМОТЕСТ
Уст для изм сопр пов ТС:	ТЕРКОН
Уст для изм сопр эт ТС:	МИТ-8
Температура поверки:	22 °C

At the bottom, there are three buttons: 'Обновить', 'Назад <<<', and 'Продолжить >>>'.

Данные о лаборатории необходимо вводить только при первом запуске программы на данном компьютере. При повторном запуске программы сохраняются все введенные данные о лаборатории и исходные данные для расчета. Обратите внимание, что при нажатии на «Обновить» все ранее введенные данные будут стерты.

## 5 Ввод исходных данных для расчета

### 5.1 Ввод данных о поверяемом термометре сопротивления (вкладка 2)

Порядок работы:

- Выбрать тип термометра согласно температурному коэффициенту сопротивления по ГОСТ 6651-2009 (платина 0,00391; платина 0,00385; медь 0,00426; медь 0,00428; никель 0,00617).
- Ввести номинальное сопротивление при 0 °С в Ом.
- Ввести температуру поверки в °С.

Все числовые значения должны вводиться только с десятичной точкой. Использовать запятую нельзя. В этом случае программа выдаст сообщение «не число!».

Окно программы в данном режиме имеет следующий вид (пример):

The screenshot shows a software window titled "ГОСТ TCal-8-461". It contains a tabbed interface with the second tab selected, labeled "2 Поверяемый ТС". The window has several input fields and buttons:

- Tab 1: [ ]
- Tab 2: "2 Поверяемый ТС" (selected)
- Tab 3: [ ]
- Tab 4: [ ]
- Tab 5: [ ]
- Tab 6: [ ]
- Field "Тип ТС": "Платиновый 0.00391" (dropdown menu)
- Field "Ном сопротивление ТС при 0°С (Ом)": "100" (text input)
- Field "Температура поверки (°С)": "9" (text input)
- Buttons: "Обновить", "Назад <<<", "Продолжить >>>"

После ввода данных нажать на кнопку «Продолжить». Для возвращения к предыдущей вкладке нажать на «Назад».

### 5.2 Ввод данных об эталонном термометре сопротивления (вкладка 3)

Порядок работы:

- Ввести номинальное сопротивление при 0 °С в Ом.
- Ввести чувствительность термометра при температуре поверки в Ом/°С. Чувствительность рассчитывается как производная по температуре индивидуальной функции R(T), приведенной в свидетельстве о поверке эталонного ТС. Чувствительность вводится до 2-го десятичного знака. В таблице 1 приведена чувствительность наиболее распространенных типов эталонных платиновых термометров сопротивления при температурах поверки по ГОСТ 8.461-2009 в диапазонах: от – 5 до 30 °С и от 90 до 103 °С

Таблица1 Чувствительность эталонных платиновых термометров, Ом/°С

Тип термометра	от – 5 до 30 °С	от 90 до 103 °С
ПТС-10	0.04	0.04
ЭТС-25	0.10	0.10
ЭТС-50	0.20	0.19
ЭТС-100	0.40	0.39

- Ввести доверительную погрешность эталонного термометра в °С, согласно его разряду по ГОСТ 8.558-2009, указанному в свидетельстве о поверке.
- Ввести нестабильность термометра за межповерочный интервал в °С.

Окно ввода имеет следующий вид (пример):

ГОСТ 8.461 TCal-8-461

1 2 3 Эталонный ТС 4 5 6

Ном сопротивление ТС при 0 °С (Ом): 100  
 Чувствительность термометра, Ом/°С: 0.40  
 Доверительная погрешность, °С: 0.02  
 Нестабильность за межпов интервал, °С: 0.02

Обновить      Назад <<<      Продолжить >>>

После ввода данных нажать на кнопку «Продолжить». Для возвращения к предыдущей вкладке нажать на «Назад».

### 5.3 Ввод данных о термостате (вкладка 4)

Данные о термостате вводятся в соответствии со свидетельством о поверке или сертификатом калибровки термостата.

Порядок работы:

- Ввести нестабильность термостата за время поверки в °С.
- Ввести вертикальный градиент (перепад) температуры на длине чувствительного элемента поверяемого термометра в °С
- Ввести радиальный градиент (перепад) температуры в термостате между поверяемым и эталонным ТС в °С

Окно ввода имеет следующий вид (пример):

ГОСТ 8.461 TCal-8-461

1 2 3 4 Термостат 5 6

Нестаб температуры за время поверки, °С: 0.005  
 Верт градиент темп на длине ЧЭ, °С: 0.005  
 Рад градиент темп между пов и эт ТС, °С : 0.002

Обновить      Назад <<<      Продолжить >>>

После ввода данных нажать на кнопку «Продолжить». Для возвращения к предыдущей вкладке нажать на «Назад».

### 5.4 Ввод данных об измерительной установке для поверяемого ТС (вкладка 5)

Порядок работы:

- Ввести СКО единичного измерения сопротивления, определенное по методике ГОСТ 8.461-2009 (п. 9.3)
- Ввести количество измерений сопротивления при поверке ТС
- Ввести предел погрешности установки согласно паспорту, в Ом

**Примечание:** стандартная неопределенность, связанная с погрешностью измерительной установки, в данной программе рассчитывается в предположении о равномерном распределении вероятности по формуле  $U(\Delta r) = \Delta r / \sqrt{3}$ , где  $\Delta r$  – предел погрешности, указанный в паспорте. Если в документации на установку указано, что предел погрешности определен для нормального распределения с вероятностью 99,73% ( $3\sigma$ ), то для введения данных в программу следует предварительно откорректировать данные по формуле  $\Delta r = \Delta p / \sqrt{3}$ , где  $\Delta p$  – предел погрешности, указанный в паспорте.

- Ввести разрешающую способность установки, согласно паспорту, в Ом

Окно ввода имеет следующий вид (пример):

1	2	3	4	5	Измерительная установка для поверяемого ТС	6
СКО ед изм сопр (Ом):		0.0005				
Кол-во изм при поверке:		10				
Предел погр установки для изм сопр (Ом):		0.0012				
Разрешающая способность установки (Ом):		0.0001				
Обновить		Назад <<<		Продолжить >>>		

После ввода данных нажать на кнопку «Продолжить». Для возвращения к предыдущей вкладке нажать на «Назад».

### 5.5 Ввод данных об измерительной установке для эталонного ТС (вкладка 6)

Порядок работы:

- Ввести СКО единичного измерения сопротивления, определенное по методике ГОСТ 8.461-2009 (п. 9.3)
- Ввести количество измерений при поверке ТС
- Ввести предел погрешности установки согласно паспорту, в Ом (см. примечание к п. 5.4)
- Ввести разрешающую способность установки, согласно паспорту, в Ом

Окно ввода имеет следующий вид (пример):

1	2	3	4	5	6	Измерительная установка для эталонного ТС
СКО ед изм сопр (Ом):		0.0005				
Кол-во изм при поверке:		10				
Предел погр установки для изм сопр (Ом):		0.0005				
Разрешающая способность установки (Ом):		0.00001				
Обновить		Назад <<<		Расчет >>>		

### 5.6 Расчет расширенной неопределенности измерений

Расчет неопределенности измерений при поверке ТС может быть выполнен только после заполнения всех полей ввода исходных данных (1-6). Для расчета следует во вкладке (6) нажать на кнопку «Расчет». Программа выполнит расчет стандартных неопределенностей по методике ГОСТ 8.461-2009. На экран будет выведен протокол расчета в текстовом формате, который можно скопировать и сохранить на компьютере, а также распечатать. В протоколе выводятся данные о лаборатории и применяемом оборудовании (вкладка 1), а также таблицы расчета неопределенности измерений по ГОСТ 8.461, включающие исходные данные. Пользователь может проверить исходные данные для расчета и, в случае обнаружения ошибки, вернуться на любую вкладку (2-6) и заменить данные. При повторном нажатии на кнопку «Расчет» протокол будет пересчитан. Пример таблицы 1 протокола расчета:

Таблица 1. Расчет суммарной неопределённости измерения температуры эталонным термометром по ГОСТ 8.461-2009

Источник неопределённости	Исходные данные	Метод расчёта (пункт в ГОСТ 8.461-2009)	Стандартная неопределённость	Коэфф. влияния	Вклад в суммарную стандартную неопределённость
Случайные эффекты при измерении	5.000E-04	11.4.1	1.581E-04	2.500E+00	3.953E-04
нестабильность температуры в термостате	1.000E-02	11.4.2	5.774E-03	1.000E+00	5.774E-03
поверка эталонного термометра	2.000E-02	11.4.3	1.000E-02	1.000E+00	1.000E-02
поверка измерительной установки	1.200E-03	11.4.4	6.928E-04	2.500E+00	1.732E-03
Разрешающая способность измерительной установки	1.000E-04	11.4.5	5.774E-05	2.500E+00	1.443E-04
нестабильность эталонного термометра за межповерочный интервал	2.000E-02	11.4.6	1.154E-02	1.000E+00	1.154E-02
Суммарная стандартная неопределённость измерения температуры эталонным термометром, °С					1.643E-02

## 6. 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 паспорте программы.

## 7. Заявление разработчика о полноте предоставленной документации

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