

# Прецизионная автоматическая система для тестирования и измерения сопротивления RESISTOMAT®

Модель 2304



2304-E

**Автоматическая система для проверки и испытаний**



Автоматический выбор диапазона от 200  $\mu\Omega$  до 20 кОм. Разрешение до 1 нОм или до 0,1  $\mu\Omega$   
Серийные интерфейсы (IEEE488, RS232, RS485),  
Проверка допусков, классификация со статистикой.

**Высочайшая точность измерений**



Ошибка в измерениях  $\leq 0.01\%$  или  $\leq 0,05\%$   
Ориентируемый на будущее, метод с температурной e.m.f. компенсацией. Высокий уровень стабильности, благодаря сравнению константы с внутренними значениями ссылки. 2 модели в зависимости от требований

**Тестирование образцов с большой индуктивностью**



Регулирование тока приводит к отсоединению без бросков напряжения. Вычисление характеристик охлаждения катушек индуктивности.

**Меню управления**



Установки для измерения входного тока для абсолютных или относительных пределов, классификация со статистикой, отображение бар-диаграммы для калибровки измерительных пробников, определение удельного сопротивления, и многие другие функции.

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

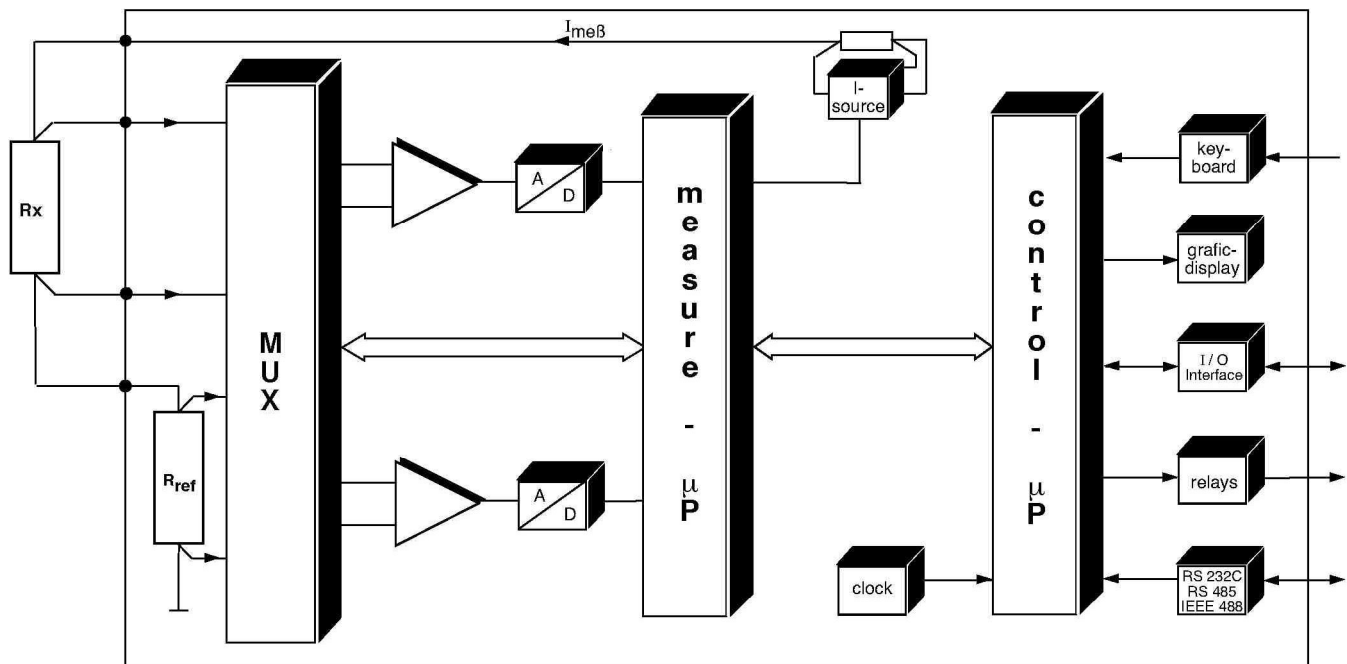
## Функциональные возможности

Работа измерительного модуля системы для прецизионного тестирования и измерения сопротивления RESISTOMAT® 2304 базируется на модернизированной 4-х проводной технологии. Это позволяет измерять не только снижение напряжения и ток, протекающем через объект измерений, но также и ток протекающий через внутренний резистор ссылки. Коэффициент вычисляется от обоих падений напряжения. Сопротивление объекта измерений вычисляется с умножением значения этого коэффициента на характеристическое значение внутреннего резистора ссылки. Кроме устранения погрешности от контактного слоя и сопротивления контакта, у этого метода есть преимущество, которое позволяет уменьшить погрешность до погрешности одного только внутреннего резистора ссылки. Отклонения в сопротивлениях ссылки, известны и доступны для вычисления. Результат состоит в том, что сопротивление испытательного объекта может быть определено очень быстро и точно независимо от величины сопротивлений, представленных в токовой цепи.

Чтобы отвечать высоким требованиям стандартов измерения и тестирования, система также оснащена интегрированным АЦП с высокой разрешающей способностью и с особо низкими отклонениями в линейности. Испытательные объекты измеряются в прямой и обратной полярности, таким образом устраняются паразитные тепловые e.m.f. напряжения. Метод измерения коэффициента с постоянной автоматической функцией сравнения, гарантирует калибровку нулевую пункта, таким образом гарантирована оптимальная точность измерения.

Система использует обширные возможности стандартного программного обеспечения для сохранения измеренных значений кривой охлаждения, температурной компенсации, классификации, статистических функций, драйверов принтеров и интерфейс, часов, адаптации частоты линии и др. Два микропроцессора гарантируют оптимальное и точное измерение и тестирование.

## Блок-диаграмма



## Применение

Автоматическая система для тестирования и измерения сопротивления сочетает в себе высокую степень точности измерений, различное разрешение и долгосрочную стабильность с универсальностью, и простоту в работе. Многие постоянно установленные программы позволяют пользователю легко отображать и оценивать результаты измерений. Поэтому, система может использоваться для широкого диапазона приложений:

**Высокоточные измерения** омических сопротивлений в лабораториях, в испытательных экспериментах, в производстве - разрешение  $1\text{н}\Omega$ , с точностью измерений до  $\pm 0.01\%$ , автоматический выбор диапазона;

**Серийное тестирование** с программируемым распределением частоты с переключением, классификацией продукции (гистограмма), спецификацией допусков в абсолютных или относительных величинах;

**Калибровка в производстве** - особенно простая, из-за

аналогового отображения бар-диаграмм предельных значений;

**Измерение на обмотках катушек, двигателей, трансформаторов** - со специальным ограничением измерительного тока перед разъединением измерительной цепи;

**Регистрация кривых охлаждения** на обмотках - устанавливаемые временные интервалы, сохранение измеренных значений в памяти;

**Измерение образцов кабеля и провода** с температурной компенсацией и вывод взвешенных значений в  $\Omega$  или %;

**Определение удельного сопротивления материалов** со связанной с материалом температурной компенсацией;

**Измерения сопротивлений контактов** на выключателях, реле, кнопках с низким измерительным током.

## Технические данные

### Конструкция

Система разработана по модульной схеме и размещено в высокопрочном стальном корпусе. Поэтому каждый структурный компонент легкодоступен, что обеспечивает оптимальное обслуживание. Все кнопки управления, графический LCD и коммутационная панель удобно и логично размещены на передней панели прибора. На задней панели помещены входы/выходы интерфейсов, компараторов, Pt 100 датчиков для температурной компенсации и для управления системой.

### Измерительные данные

Диапазон	Разрешение	Измерительный ток
200.000 $\mu\Omega$	0.001 $\mu\Omega$	10 A
2.00000 m $\Omega$	0.01 $\mu\Omega$	10 A, 1A
20.0000 m $\Omega$	0.1 $\mu\Omega$	10 A, 1 A, 100 mA
200.000 m $\Omega$	1 n $\Omega$	1 A, 100 mA, 10 mA
2.00000 $\Omega$	10 $\mu\Omega$	1 A, 100 mA, 10 mA, 1mA
20.0000 $\Omega$	0.1 m $\Omega$	100 mA, 10 mA, 1mA, 100 $\mu\text{A}$
200.000 $\Omega$	1 m $\Omega$	10 mA, 1 mA, 100 $\mu\text{A}$
2.00000 k $\Omega$	10 m $\Omega$	1 mA, 100 $\mu\text{A}$
20.0000 k $\Omega$	0.1 $\Omega$	100 nA

Метод измерений:

метод коэффициента с 4-х проводной технологией Kelvin

Погрешность измерений (с выкл. темпер. компенсацией):  
не хуже  $\pm 0.01$  % от считывания,  $\pm 2$  разряда,  
в зависимости от диапазона

Мах. входное напряжения (без нагрузки)  $< \pm 16$  В

Измерительное подключение:

4-х проводное подключение для измерений по току-напряжению (Kelvin), беспотенциальная схема, привязка потенциала доступна как к испытательному образцу, так и к RESISTOMAT®.

Максимальное нагружающее напряжение:

10В при  $I_{\text{изм}} = \text{от } 100\mu\text{A}$  до 1А

6 В при  $I_{\text{изм}} = 10\text{A}$  (2304)

Мах. перегрузка по напряжению на входе: 100 В=

Время измерения: настраиваемое, доступно вычисление среднего значения (до 255 значений)

Время отображения на дисплее при измерении образцового сопротивления

3 1/2 - разряда  $\leq 300$  мс

4 1/2 - разряда  $\leq 500$  мс

5 1/2 - разряда  $\leq 5$  с

Режим измерения: продолжительный, единичный, однополярный или биполярный

Выбор диапазона: ручной, автоматический или через интерфейс

Балансировка ноля: под  $\mu\text{P}$  - управлением

### Общие характеристики

Дисплей:

240 x 64 точки, трансрефлективный графический LCD дисплей с настраиваемой контрастностью и задней подсветкой.

Индикация перегрузки: >>>

Представление измеряемых значений:

альтернативно 3 1/2, 4 1/2, или 5 1/2 - разрядов, LCD, высота знака 15 мм, в абсолютных значениях или в  $\Delta$  %.

Питание:

230 В + 6 % - 10 %;

45 - 65 Гц, 115 В (опция)

Потребляемая мощность:

$\sim 260$  ВА

Рабочий температурный диапазон +5 ... 23 ... 40 °C,

мах. отн. влажность 90 %, без конденсации

температура хранения 0 ... 23 ... 60 °C

Привязка потенциала:

измерительная секция имеет внутреннее заземление; доступно переключение на внешнее заземление

Часы: буферизованы внутренней батареей

Конфигурация выхода: кнопками или через интерфейс

Вес: 28 кг

Размеры (Ш x В x Г): 520 x 255 x 480 [мм]

Безопасность: согласно VDE 0411

### Подключения

Подключение образца:

4 безопасных  $\varnothing 4$ мм терминала на передней панели

Задняя панель: 5 pin LEMO-разъем EGG. 2B. 305

Через 37 pin субминиатюрный D-разъем доступно подключение следующих сигналов:

Оптопарный выход: "работа"

"проблема"

Оптопарный выход: "стоп/пуск"

9 переключаемых контактов для сортировки:

мах. напряжение 42 В

мах. ток 0,5 А

Датчик Pt 100 для температурной компенсации:

6-pin LEMO-разъем EGG. 1B. 306

### Выходы и подключения на задней панели:

IEEE488 интерфейс:

24-pin стандартный разъем с выходом открытого коллектора

SH1, AH1, T6, TE $\emptyset$ , L4, LE $\emptyset$ , SR1, RL1, PP $\emptyset$ , DC1, DT1, C $\emptyset$ ,

язык инструкций SCPI, версия 1990.0

RS232C интерфейс:

полный дуплекс с RTS, CTS

25-pin субминиатюрный D-разъем

скорость 600 - 9600

протокол ANSI X 3.28 субкатегория 2.5, A3/A4

язык инструкций SCPI, версия 1990.0

RS485 интерфейс:

полный/полу-дуплекс без внутреннего

закрывающего резистора

25-pin субминиатюрный D-разъем

протокол ANSI X 3.28 субкатегория 2.5, A3/A4

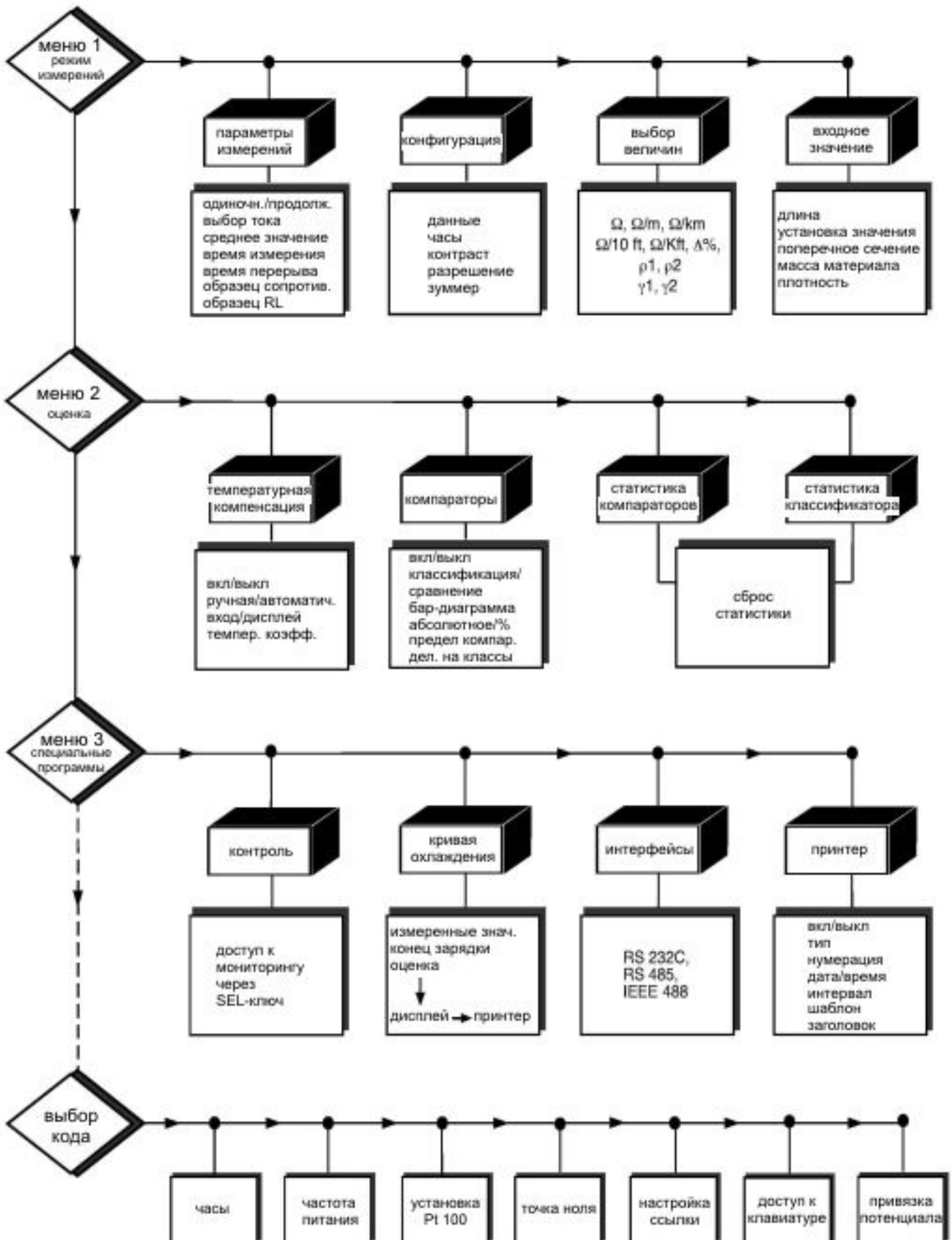
язык инструкций SCPI, версия 1990.0

Принтер:

подключение к порту RS232

## Общая блок-схема настройки и конфигурирования

Большинство настроек, ориентированных на приложения связанные с тестированием и измерением сопротивления сопровождаются компактным меню управления. Общие функции меню управления и программирования релейных выходов представлены на следующей блок-схеме:



## Решение Ваших повседневных измерительных задач: RESISTOMAT® 2304

Считывание измеренных значений, адаптированное под Ваши привычные задачи:



Пример: основное меню 1 с 5 1/2 разрядами абсолютного значения с отображением физической единицы измерений

В абсолютных величинах, с разрядностью 3 1/2- или 5 1/2-, с требуемым для приложения разрешением, например 1,234Ω или 1,23432Ω;

в относительных величинах как процентная разница к заданному установленному значению. Например: - 1.23 % В виде квази-аналоговой бар-диаграммы. Вы незамедлительно определяете, когда мгновенное значение диапазона выходит из поля допуска.

Независимо от показаний на дисплее Вы можете выбрать размерность в Ω, Ω/м, Ω/км, г (определенное сопротивление) или к (определенная проводимость). В субменю выбора единицы измерений RESISTOMAT® требует ввода данных (как то длина, поперечное сечение, масса, плотность, и так далее) для того, чтобы вычислить определенное значение.

При тестировании сопротивления обмоток трансформаторов, электродвигателей, катушек и др. с большой индуктивностью, RESISTOMAT® предоставляет следующие преимущества:

1	35.34 s	19.9985 mΩ
2	47.22 s	19.0052 mΩ
3	59.17 s	18.0053 mΩ
4	71.11 s	17.0051 mΩ
5	83.06 s	16.0052 mΩ
POS 1		PRINTER RETURN

Пример: отображение автоматически сохраненных значений с индикацией времени измерений

Малое время измерений при одиночных полярных измерениях; определение кривой охлаждения: система сохраняет до 256 точек измерения. Время старта измерений, остановка записи и временные интервалы находятся под Вашим полным контролем; доступен прямой вывод измеренных данных на принтер; Отключение тестируемых образцов без напряжения: специальная схема регулирует измерительный ток со снижением его до нуля. Завершение процесса регулировки индицируется светодиодом LED.

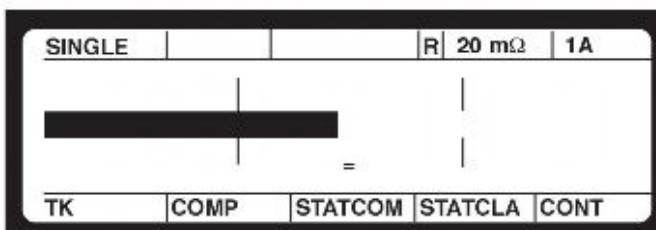
При тестировании образцов кабеля и провода, RESISTOMAT® позволяет сэкономить исходный продукт и деньги:

	DISPLAY	MODE
Ω		$\rho 1 = R \cdot S / l$
Ω / m		$\rho 2 = R \cdot m / \rho_m \cdot l^2$
Ω / km		$\gamma 1 = l / R \cdot S$
Ω / 10 ft		$\gamma 2 = \rho_m \cdot l^2 / R \cdot m$
Ω / Kft		$\Delta \%$

Пример: выбор единиц измерения из меню на дисплее

Вместе с проводными зажимными приспособлениями типов 2381/82 - или как автономное устройство - модель 2304 применяется для измерения сопротивления образцов кабеля и провода, исследованиях при определенных сопротивлениях и определенных проводимостях - в привычных для пользователя режимах, всегда с неизменной точностью и тем же самым разрешением. Вы можете работать с или без температурной компенсации. Температура испытательного образца может быть измерена датчиком или введена вручную. Вы можете сохранить температурный коэффициент до 10 материалов и выбрать один для того, чтобы работать с ним. Или Вы можете настроить индивидуальное значение для "своего образца".

Для контроля качества RESISTOMAT® предоставляет следующие удобные функции:



Пример: бар-диаграмма с мигающим пределом и результатом сравнения.

Бар- или процентная индикация: также для уменьшения штата обслуживания. Прекрасная интеграция в испытательные комплексы с возможностями контроля через все общепринятые интерфейсы. 2 предела с выходами переключателей позволяют отбирать образцы в диапазонах, "слишком малое", "хороший", "слишком высокое". Статистическая величина и функция классификации: счет и деление образцов максимально на 8 классов. На линию поставлен новый испытательный образец? RESISTOMAT® быстро реконфигурируется через интерфейсы или вручную с клавиатуры.

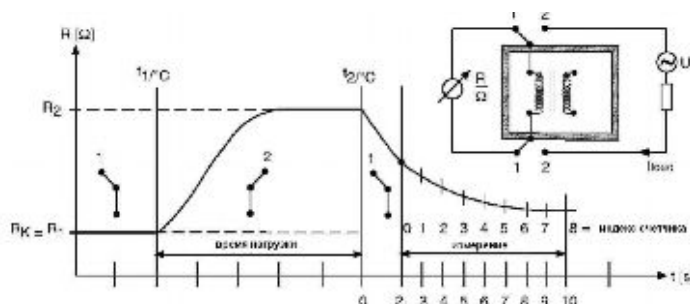
## Пример применения

### Запись кривой охлаждения на обмотках электродвигателей и трансформаторов



Rc:	4.387	Ω
T1:	+ 23.0	°C
Δ t:	1	s
R(t):	X.XXX	Ω
T2:	+ 28.0	°C
	+/-	L-REM
		MEAS-t
		EVAL

#### Отображение параметров кривой охлаждения



В свободно выбираемом временном интервале могут быть сохранены до 255 измеренных значений. После завершения измерения, значения выводятся в табличной форме и, соответственно, могут быть переданы на ПК.

#### Информация для заказа RESISTOMAT® модель 2304 Аксессуары для модели 2304

- Температурный датчик с кабелем 2,5 м и разъемом модель 2392-V001
- Разъем 37-pin, применимый для оптопарных входов /выходов и релейных контактов модель 2304-Z001
- Разъем 25-pin для интерфейса RS232C модель 2304-Z002
- Разъем 5-pin для подсоединения тестируемого образца на задней панели модель 2304-Z003
- Монтажный комплект для 19"-рэка модель 2304-Z004

#### Программное обеспечение для ПК модель 2304-P001

С помощью данного ПО, данные измерений с 2304/05 могут быть сохранены в файлах данных формата ASCII и могут быть конвертированы в MS Excel. В дополнение к измеренным значениям и единицам измерения, автоматически сохраняются время и дата, что позволяет контролировать процесс сбора данных.

Измерительные пробники и клещи Kelvin см. 2385 E

Зажимы для кабеля и провода сечением до 1000 мм<sup>2</sup> см. 2381 E

Калибровочные сопротивления см. 1240 E

#### Комплект для калибровки

Содержит 5 калибровочных сопротивлений с сертификатом калибровки DKD следующими номиналами: 100 μΩ, 1 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ и 1 Ω. Измеренные значения и недостоверность подлежат периодической проверке на соответствие государственному стандарту ФРГ. Это соответствие указано в соответствующем сертификате и в маркировке калибровочных сопротивлений согласно Международной системе единиц (SI). Дополнительный адаптер модели 2394 позволяет производить прямое подключение к RESISTOMAT®.

Изменение сопротивления обмотки трансформатора в зависимости от временного фактора.

#### Калибровка прибора

Для стандартного сертификата калибровки, прибор калибруется в каждом диапазоне с одним пунктом в среднем положении.

Для DKD (Deutscher Kalibrierdienst) калибровки burster использует стандарт калибровки PTB, для WKS (Werkskalibrierschein) калибровки burster использует калиброванные по DKD сопротивления.

С использованием комплекта для калибровки пользователь может осуществить простую рекалибровку с поддержкой программного обеспечения.

**Комплект для калибровки для модели 2304** (для рекалибровки пользователем) содержит 5 калибровочных сопротивлений серии 1240 с сертификатом DKD, номиналами 100 μΩ, 1 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ, 1 Ω и одним адаптером модели 2394 модель 2304-Z010

**Комплект для калибровки для модели 2304** (для рекалибровки пользователем) содержит 5 калибровочных сопротивлений серии 1240 с сертификатом DKD, номиналами 100 μΩ, 1 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ, 1 Ω и одним адаптером модели 2394 модель 2304-Z011

#### DKD/WKS сертификат для модели 2304

модель 23 DKD-2304

модель 23 WKS-2304

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93