

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Миллиомметры серии Resistomat

#### Назначение средства измерений

Миллиомметры серии Resistomat моделей 2304, 2305, 2316, 2320, 2323 и 2329 предназначены для измерения сопротивлений постоянному току.

#### Описание средства измерений

Основная область применения миллиомметров серии Resistomat (далее – миллиомметры) – проверка сопротивлений образцов в кабельной промышленности, кабельных катушек и барабанов, стальных тросов лифтов и подъемных машин, обмоток трансформаторов и электрических машин, разъемов, переключателей, контактных материалов, компонентов, образцов металлов и сплавов в металлургии, любых видов сварных и паяных соединений, авиационных конструкций в условиях производства и эксплуатации.

Принцип действия миллиомметров основан на измерении падения напряжения постоянного тока на объекте измерения, возникающего при пропускании через него постоянного тока неизменной силы от внутреннего источника тока.

Измерение производится в 4-проводной схеме (Кельвина), исключая влияние сопротивления подводящих проводников. Испытательный ток последовательно пропускается через эталонный резистор и объект измерения, падения напряжения на которых измеряются. Сопротивление объекта измерения вычисляется прибором по отношению значений измеренных напряжений и величине эталонного резистора. Переключение пределов измерения производится изменением силы испытательного тока, диапазона измерения напряжения и величины эталонного резистора. Все модели имеют ручной выбор диапазона измерения, ручную компенсацию смещения по постоянному току и термо э.д.с. перед измерением.

Все модели, кроме 2323, имеют режим автоматической температурной коррекции сопротивления, приводящей результаты измерений образцов к температуре 20 °С. Коррекция проводится по хранимым в памяти приборов или введенным пользователем значениям температурных зависимостей сопротивлений стандартных образцов. Значения температуры могут быть введены вручную, с платинового термометра сопротивления, а для моделей 2316, 2320 и 2329 - также с термометра.

Процесс измерения управляется встроенным микропроцессором.

Миллиомметры содержат следующие основные узлы: стабилизированный источник на несколько фиксированных значений силы постоянного испытательного тока, устройство точного измерения напряжения постоянного тока, набор эталонных резисторов, микропроцессор, индикатор, клавиатуру и источник питания.

Общим свойством миллиомметров серии Resistomat является надежная защита входов от перенапряжений при измерении сопротивлений индуктивных объектов – кабельных катушек и барабанов, обмоток трансформаторов и электрических машин.

Все миллиомметры имеют цифровую индикацию и, за исключением модели 2320, интерфейсы для связи с компьютером или автоматизированной системой измерения.

Прецизионный миллиомметр Resistomat 2304 имеет 9 диапазонов измерения с ручным и автоматическим выбором. Время измерения настраиваемое, зависит от запрограммированной погрешности измерения (и разрядности представления результата). Прибор имеет системные часы для привязки результатов измерений ко времени их выполнения. Предусмотрены установки следующих режимов измерения: однократный / непрерывный, униполярный/ биполярный. Для исключения термо э.д.с. измерение проводится при двух направлениях тока по усовершенствованной схеме. Многофункциональное программное обеспечение, автоматическую компенсацию температуры, запись кривых остывания, разбраковку, статистику, имеет драйверы интерфейсов и принтеров, привязку измерения ко

времени, установку скорости обмена данными. Имеется автоматическая коррекция нуля и компенсация температуры с внешним термометром сопротивления. Индикация в абсолютных величинах и %. Имеет оптически изолированные: вход управления стар/стоп и 9 релейных выходов управления сортировкой.

Модель Resistomat 2305 отличается от 2304 меньшей точностью и отсутствием диапазона измерений от 0 до 200,0 Ом.

Миллиомметр RESISTOMAT 2316 имеет 9 диапазонов измерения с ручным и автоматическим выбором, автоматическую компенсацию смещения по постоянному току, термо- э.д.с и температуры образца с внешним термометром сопротивления.

При установке автоматического режима могут быть заданы: диапазон измерения, пороги ограничения, температурный коэффициент и т.д., которые можно считать с дисплея или через интерфейс PLC.

Для связи с внешними устройствами имеется цифровой интерфейс входа/выхода PLC (опция USB) и релейный выход внутреннего компаратора с регулированием порога срабатывания. Прибор снабжен функцией внутренней диагностики источника тока, усилителя, дисплея, напряжений внутренних цепей и интерфейса PLC.

Модель RESISTOMAT 2320 имеет 6 диапазонов с ручным и автоматическим выбором. Смещение термо - э.д.с. вычисляется вычитанием входных напряжений, измеренных при подаче токов противоположных полярностей. Ввод коррекции нажатием кнопки. Температура образца измеряется внешним платиновым термометром сопротивлений.

Переносной миллиомметр RESISTOMAT 2323 предназначен для работы в условиях цехов, монтажных площадок и вне помещений. Имеет 6 диапазонов с ручным выбором. Защита входа до напряжения 415 В. Смещение по постоянному току компенсируется вручную.

Прецизионный автоматический миллиомметр RESISTOMAT 2329 предназначен для автоматизированного производства. Имеет 7 диапазонов с ручным и автоматическим выбором. Режимы измерений - однократный и непрерывный. Автоматически компенсируется дрейф, термо э.д.с. и температура образцов из разных материалов. Температура образца может измеряться внешним платиновым термометром сопротивления или пирометром. Для управления устройствами при сортировке имеет четыре релейных выхода с регулированием срабатывания, запоминание результатов измерений и аналоговый выход со шкалой 10 В и приведенной погрешностью 2,5 %.

Конструктивно модели 2304, 2305, 2316 и 2329 выполнены в одном прочном металлическом корпусе, позволяющем работать в лабораторных и промышленных условиях. Модели предназначены для размещения на столе. Модели 2304, 2305 и 2329 могут поставляться с элементами крепления в 19" шкафах и стойках управления.

Переносные модели 2320 и 2323 имеют прочные герметичные пластиковые корпуса с ручкой для переноски, обеспечивающие работу в тяжелых условиях цехов и монтажных площадок.

Модели 2304, 2305, 2316, 2323 и 2329 имеют питание от сети переменного тока.

Модели 2320 и 2323 имеют питание от встроенных аккумуляторов.



Resistomat 2304, 2305



Resistomat 2316



Resistomat 2329



Resistomat 2323



Resistomat 2320

Рисунок 1. Фотографии общего вида миллиомметров.

Несанкционированное проникновение внутрь миллиомметров предотвращается пломбированием одного из винтов крепления задней крышки корпуса.

#### **Программное обеспечение**

Встроенное ПО реализовано аппаратно и является метрологически значимым. Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния ПО.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Модификация	Наименование	Идентификационное наименование	Номер версии (идентификационный номер)	Цифровой идентификатор (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
2304, 2305	Resistomat	-	V200801.ENG	-	-
2329		-	V201201	-	-
2316		-	V201101	-	-
2323		-	P1.5	-	-
2320-V001		-	1.2	-	-

Программное обеспечение занесено в постоянное запоминающее устройство миллиомметра и пользователю недоступно, средства для программирования или изменения метрологически значимых функций отсутствуют.

Программное обеспечение может быть установлено или переустановлено только на предприятии-изготовителе с использованием специальных технических устройств.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «А» в соответствии с МИ 3286-2010.

**Метрологические и технические характеристики**

Таблица 2 - Диапазоны и пределы основных погрешностей измерений сопротивления постоянному току миллиомметров серии Resistomat

Модели	2304	2305	2316	2320	2323	2329
Диапазоны	Пределы основных погрешностей измерений					
0-200,0 мкОм	$\pm(25 \times 10^{-5}R + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-	-	-	-
0-600,0 мкОм	-	-	-	-	$\pm(20 \times 10^{-4}R + 12 \text{ е.м.р.})$	-
0-2,0 мОм	$\pm(18 \times 10^{-5}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})^*$	-	-	-
0-6,0 мОм	-	-	-	-	$\pm(20 \times 10^{-4}R + 6 \text{ е.м.р.})$	-
0-20,0 мОм	$\pm(16 \times 10^{-5}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-	-
0-40,0 мОм	-	-	-	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-
0-60,0 мОм	-	-	-	-	$\pm(15 \times 10^{-4}R + 3 \text{ е.м.р.})$	-
0-200,0 мОм	$\pm(15 \times 10^{-5}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$
0-400,0 мОм	-	-	-	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-
0-600,0 мОм	-	-	-	-	$\pm(15 \times 10^{-4}R + 3 \text{ е.м.р.})$	-
0-2,0 Ом	$\pm(14 \times 10^{-5}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$
0-4,0 Ом	-	-	-	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-
0-6,0 Ом	-	-	-	-	$\pm(15 \times 10^{-4}R + 3 \text{ е.м.р.})$	-
0-20,0 Ом	$\pm(14 \times 10^{-5}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$
0-40,0 Ом	-	-	-	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-
0-60,0 Ом	-	-	-	-	$\pm(15 \times 10^{-4}R + 3 \text{ е.м.р.})$	-
0-200,0 Ом	$\pm(13 \times 10^{-5}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$
0-400,0 Ом	-	-	-	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-
0-2000,0 Ом	$\pm(13 \times 10^{-5}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$
0-4000,0 Ом	-	-	-	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-
0-20000,0 Ом	$\pm(13 \times 10^{-5}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(5 \times 10^{-4}R + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$
0-200000,0 Ом	-	-	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$	-	-	$\pm(3 \times 10^{-4} + 2 \text{ е.м.р.})$

Примечания:

\* - только модификация 2316 – V0001

R - измеряемая величина

е.м.р. – единица младшего разряда отображаемой величины

Таблица 3 - Пределы дополнительных погрешностей измерения миллиметров серии Resistomat от изменения внешней температуры.

модель	Пределы дополнительных погрешностей от изменения температуры, $10^{-6}/1\text{ }^{\circ}\text{C}$
2304, 2305	10, для диапазона 200 мкОм – 50
2316 E	50
2320	30
2323	40 +30 верхнего предела диапазона измерения
2329	20

Таблица 4 - Измерительные токи миллиметров серии Resistomat

модели	2304	2305	2316	2320	2323	2329
диапазоны						
0 - 200,000 мкОм	10 А	-	-	-	-	-
0 - 600,0 мкОм	-	-	-	-	10 А	-
0 - 2,00000 мОм	10;1 А	1 А	3 А*	-	-	-
0 - 6,000 мОм	-	-	-	-	10 А	-
0 - 20,0000 мОм	10;1; 0,1 А	10;1; 0,1 А	1 А	-	-	-
0 - 40,0000 мОм	-	-	-	100 мА	-	-
0 - 60,00 мОм	-	-	-	-	1 А	-
0 - 200,000 мОм	1; 0,1; 0, 01 А	1; 0,1; 0, 01 А	1; 0,1 А	-	-	100 мА
0 - 400,0000 мОм	-	-	-	10 мА	-	-
0 - 600,00 мОм	-	-	-	-	100 мА	-
0 - 2,00000 Ом	1;0,1А; 10;1 мА	1;0,1 А; 10;1 мА	100;10 мА	-	-	10 мА
0 - 4,00000 Ом	-	-	-	10 мА	-	-
0 - 6,000 Ом	-	-	-	-	10 мА	-
0 - 20,0000 Ом	100; 10;1;0,1 мА	100; 10;1; 0,1 мА	10 мА	-	-	10 мА
0 - 40,0000 Ом	-	-	-	10 мА	-	-
0 - 60,00 Ом	-	-	-	-	1 мА	-
0 - 200,000 Ом	10;1; 0,1 мА	10;1; 0,1 мА	10;1 мА	-	-	1 мА
0 - 400,000 Ом	-	-	-	1 мА		
0 - 2000,00 Ом	1; 0,1 мА	1; 0,1 мА	1 мА	-	-	100 мкА
0 - 4000,000 Ом	-	-	-	100 мкА	-	
0 - 20000,0 Ом	1 мА	1 мА	100 мкА	-	-	100 мкА
0 - 200000,0 Ом	-	-	10 мкА	-	-	10 мкА

Примечание: \* только модификация 2316 – V0001

Таблица 5 - Параметры питания миллиметров серии Resistomat

Модель	Напряжение, В	Частота, Гц	Потребляемая мощность, В·А
2304	100/115/23 +6 % -10 %	45-65	260
2305	100/115/23 +6 % -10 %		260
2316	85...264		30
2329	115/230 ± 10 %;		25
2323	100/120/220/240 В +10 % -13 %; или аккумулятор на 1 ч работы при токе 10 А и 10 ч при 1 А		80
2320	Аккумулятор 1850 мАч - 13 ч, 2800 мАч - 16 ч работы	-	

Таблица 6 - Сервисные функции

Функция		модель				
		2304, 2305	2316	2320	2323	2329
Выбор предела измерения	полуавтоматический	+	+	+	-	+
	автоматический	+	+	-	-	+
	Автоматическая коррекция нуля	+	+	+	-	+
Автоматическая коррекция температуры образца		+	+	-	-	+
Режим измерения	однократный	+	-	-	-	+
	непрерывный	+	+	+	+	+
	биполярный	+	+	+	+	-
Время измерения	постоянное	+	+	+	-	-
	настраиваемое	+	-	-	-	-
	вычисляемое	+	-	-	-	-
Встроенные системные часы		+	-	-	-	+
Интерфейс		RS232; RS-485; USB; IEEE-488	RS232 USB	-	RS232	RS232; USB; IEEE-488
Запоминание результатов измерения		+	-	-	-	+
Аналоговый выход		-	-	-	-	+
Входы управления		+*	+	-	-	+
Релейные выходы сортировки		9 шт.*	3 шт.	-	-	4 шт.
Дополнительная защиты входа		-	+	+	+	-

Таблица 7 - Габаритные размеры и масса

Модель	Габаритные размеры не более (длина x ширина x глубина), мм	Масса, кг
2304	520 x 255 x 480	около 28
2305	520 x 255 x 480	около 24
2316	247 x 106 x 275	около 3,5
2320	90 x 255 x 263	около 0,8
2323	343 x 327 x 152	около 8
2329	151 x 237 x 285	около 5

Таблица 8 - Рабочие условия

Модель	Температура, °С	Влажность, %	Давление, мм рт. ст.
2304	От 5 до 40	до 90	650 - 800
2305	От 5 до 40		
2316	От 5 до 40	до 80	
2320	От 0 до 50		
2323	От 0 до 40		
2329	От 5 до 50	до 90	

#### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносят типографским способом на обложку руководства по эксплуатации и на корпус генераторов в виде наклейки.

#### Комплектность средства измерений

Миллиомметр	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 шт.
Перевод руководства по эксплуатации	1 шт.
Методика поверки	1 шт.
Комплект кабелей измерительных	1 шт.

#### Кабель питания

1 шт.

По дополнительному заказу могут поставляться:

- Зажимы и контактные устройства для измерения в 4-проводной схеме:
- 2385-V001 и 2385-V020 для измерений на малых образцах и компонентах
- 2386-V001 клещи для тяжелых условий работы, как с кабельными барабанами, обмотками трансформаторов, различными образцами с сечениями 1-1500 мм<sup>2</sup>
- 2387-V001 и 2387-V020 для труднодоступных цепей (контакты, проводники и т.д.) для круглых и ленточных образцов длиной 50-1000 мм и сечением от 0,1-100 мм<sup>2</sup>
- 2388 – дополнительный вариант 2381 с приспособлениями для предотвращения значительных механических напряжений, провисания и перегрева тонких проводников
- 2381-V001 для образцов длиной 1000 мм и сечением от 1-1500 мм<sup>2</sup> с винтовым устройством натяжения образцов большого сечения, которые трудно натянуть.
- 2382L для работы с водяным термостатированием в производстве и испытательных лабораториях с образцами длиной 1000 мм и сечением 1-1500 мм<sup>2</sup>
- Внешний платиновый термометр сопротивления 2392-V001
- Калибровочные резисторы типа 1240 с номиналами от 100 мкОм -100 кОм
- Мощные калибровочные резисторы типа 1282 с номиналами от 1-100 МОм
- Программное обеспечение на компакт-диске.

#### Проверка

осуществляется по документу МП 25725-07 «Миллиомметры серии Resistomat. Методика проверки» согласованным ГЦИ СИ «ВНИИМС» 04.09.2007 г.

Основные средства проверки: шунт прецизионный P3041, катушка электрического сопротивления измерительная P310, аттестованные как эталоны 3 разряда, и меры электрического сопротивления однозначные P3030.

#### Сведения о методиках (методах) измерений

Методики (методы) измерений приведены в руководствах по эксплуатации миллиомметров.

#### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к миллиомметрам серии Resistomat

1. ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».
2. Техническая документация фирмы BURSTER.

#### Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям;

#### Изготовитель

Фирма BURSTER, Германия.

Адрес: Talstr. 1-5, D-76593 Gernsbach, Germany

Телефон: +49 7224-645-0 Факс: +49 7224-645-88

E-mail: [info@burster.de](mailto:info@burster.de)

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»).

Юридический адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46.

Тел. 8 (495) 437 55 77; Факс 8 (495) 437 56 66; E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru).

Номер аттестата аккредитации 30004-08 от 27.06.2008 г.

Заместитель Руководителя Федерального  
Агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

«    »

2013 г.

М.П.