



## MicroOhm 10A

MI 3250

### Руководство по эксплуатации

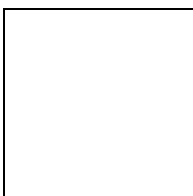
Версия 1.0, кодовый № 20 751 xxx

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1</b>	<b>Введение</b> .....	<b>5</b>
1.1	Общее описание .....	5
<b>2</b>	<b>Указания по мерам безопасности</b> .....	<b>6</b>
2.1	Предупреждения и примечания.....	6
2.2	Батарея и ее заряд .....	8
2.2.1	Новые батареи или батареи, не использующиеся в течение длительного периода .....	9
2.3	Список применимых стандартов.....	10
<b>3</b>	<b>Описание прибора</b> .....	<b>11</b>
3.1	Лицевая панель.....	11
3.2	Соединительные разъемы и отсек для батарей .....	12
3.2.1	Разъемы для подключения измерительных проводов .....	12
3.2.2	Панель с соединительными разъемами (правая сторона) .....	14
3.2.3	Панель с соединительными разъемами (левая сторона).....	15
3.3	Измерительные принадлежности .....	16
3.4	Организация дисплея .....	17
3.4.1	Окно результатов измерения.....	17
3.4.2	Окно настроек измерения .....	18
3.4.3	Окно сообщений.....	19
3.4.4	Индикация состояния батареи и времени .....	20
3.4.5	Подсветка дисплея .....	20
<b>4</b>	<b>Главное меню</b> .....	<b>21</b>
4.1	Главное меню прибора.....	21
4.2	Память .....	22
4.2.1	Сохранение результатов .....	22
4.2.2	Вызов результатов.....	23
4.2.3	Deleting results .....	23
4.2.4	Полная очистка памяти.....	24
4.3	Настройки .....	25
4.3.1	Выбор языка.....	25
4.3.2	Выбор способа передачи данных .....	25
4.3.3	Установка даты и времени.....	26
4.3.4	Настройка контрастности дисплея .....	26
4.3.5	Компенсация температуры .....	27
4.3.6	Установка предельных значений .....	29
4.3.7	Информация о приборе.....	29
4.4	Меню помощи.....	30
<b>5</b>	<b>Измерения</b> .....	<b>31</b>
5.1	4-проводный метод Кельвина .....	31
5.2	Измерение сопротивления.....	32
5.2.1	Однократный режим.....	33
5.2.2	Непрерывный режим .....	34
5.2.3	Автоматический режим .....	34
5.2.4	Индуктивный режим.....	35
<b>6</b>	<b>Передача данных на ПК</b> .....	<b>37</b>

---

<b>7</b>	<b>Обслуживание.....</b>	<b>38</b>
7.1	Чистка .....	38
7.2	Периодическая калибровка.....	38
7.3	Ремонт .....	38
<b>8</b>	<b>Технические характеристики.....</b>	<b>39</b>
8.1	Сопротивление.....	39
8.2	Параметры измерений .....	40
8.3	Общие характеристики .....	40



# 1 Введение

## 1.1 Общее описание

Прибор **MicroOhm 10A (MI 3250)** представляет собой портативный (2,8 кг) двунаправленный омметр низких сопротивлений, основанный на **4-проводном методе измерений Кельвина**. Прибор предназначен для измерения низких сопротивлений:

- Переключателей;
- Реле;
- Разъемов;
- Электрических шин;
- Соединений кабелей распределения мощности;
- Обмоток двигателей и генераторов;
- Силовых трансформаторов;
- Силовых индукторов;
- Соединений рельсовых путей;
- Проводов и кабелей;
- Сварных соединений.

Питание прибора может осуществляться от сети или посредством внутренних перезаряжаемых батарей.

Прибор разработан на основе многолетнего опыта работы в данной области.

Измерительные функции и отличительные особенности прибора **MicroOhm 10A**:

- Измерение сопротивления (4-проводный метод Кельвина);
- Высокое разрешение измерений (**24-бит.  $\Sigma$ - $\Delta$  ADC**);
- **Выбор диапазона вручную или автоматически;**
- Широкий диапазон измерений (0,1 мкОм ... 2 кОм);
- Регулируемый измерительный ток (1 мА ... 10 А);
- Компенсация температуры;
- Установка нижнего и верхнего предельных значений;
- Автоматическая компенсация термоэдс;
- 4 различных режима измерений (однократный, непрерывный, индуктивный, автоматический);
- Передача данных на ПК посредством USB и RS232;
- Высокая категория перенапряжения **KAT IV / 300 В**.


Матричный ЖК дисплей с подсветкой, с разрешением 320 x 240 пикс., позволяет легко считывать результаты и параметры измерений. Работа прибора проста и понятна – оператор не нуждается в какой бы то ни было специальной подготовке (кроме прочтения настоящего руководства) для работы с прибором.

Полученные результаты измерений могут быть сохранены в памяти прибора, а затем, с помощью программного обеспечения (ПО) HVLink PRO, поставляемого вместе с прибором, загружены на ПК для дальнейшего анализа и распечатки протокола измерений.

## 2 Указания по мерам безопасности

### 2.1 Предупреждения и примечания

Для достижения высокого уровня безопасности при выполнении различных тестов и измерений с использованием прибора **MI 3250 MicroOhm 10A**, а также для сохранения прибора в рабочем состоянии, важно выполнять нижеприведенные указания.

- ❑  Данный знак на приборе означает «Внимательно ознакомьтесь с руководством по эксплуатации».
- ❑ Если прибор будет использоваться в целях, не указанных в данном руководстве, защитные характеристики прибора могут быть снижены!
- ❑ Внимательно ознакомьтесь с руководством по эксплуатации, иначе эксплуатация прибора может быть опасной для оператора, прибора или испытываемого оборудования!
- ❑ Не используйте прибор и принадлежности, если замечено какое-либо повреждение!
- ❑ Не подключайте прибор к системам питания напряжением выше 300 В!
- ❑ Сервисное обслуживание, ремонт и процедура калибровки прибора должны выполняться только уполномоченными лицами!
- ❑ Используйте только стандартные или дополнительные измерительные принадлежности, поставляемые Вашим дистрибьютором!
- ❑ Принимайте во внимание, что старые и некоторые новые дополнительные измерительные принадлежности, совместимые с прибором, имеют категорию перенапряжения КАТ II / 300 В! Это означает, что максимально допустимое напряжение между измерительными клеммами и землей – 300 В!
- ❑ В комплект поставки прибора входят перезаряжаемые Ni-MH батареи. Батареи могут быть заменены только на батареи такого же типа, как указано на наклейке отсека для батарей или описано в данном руководстве. Не используйте стандартные щелочные батареи во время того, как подключен адаптер питания, они могут взорваться!
- ❑ Внутри прибора присутствуют опасные напряжения. Перед тем как открыть крышку отсека для батарей, отсоедините все измерительные провода и кабель питания и выключите прибор.
- ❑ Во избежание поражения электрическим током принимайте все известные меры безопасности при работе с опасными напряжениями!

 **Предупреждения, касающиеся измерительных функций:**


**Измерения сопротивления и индуктивности**

- Измерение сопротивления должно осуществляться только на обесточенных объектах!
- Не прикасайтесь к объекту измерений во время проведения измерения или до момента его полного разряда! Существует опасность поражения электрическим током!
- При проведении измерения сопротивления на индуктивном объекте автоматический разряд объекта после завершения измерения может занять некоторое время!
- При проведении измерения на индуктивном объекте на измерительных клеммах может присутствовать опасное напряжение!
- Не подключайте измерительные клеммы к внешнему напряжению выше 300 В (постоянного или переменного тока), чтобы избежать повреждения измерительного прибора!

**Общие**

- Если между измерительными клеммами обнаружено напряжение, превышающее 8 В (постоянного или переменного тока), то на экране



появится предупреждающий знак , и измерение сопротивления проведено не будет. Если все клеммы будут иметь одинаковый потенциал, то предупреждение не появится.

- Оценка результатов в виде «Соответствует / Не соответствует» осуществляется в случае, если установлены предельные значения. Введите соответствующие предельные значения для осуществления оценки полученных результатов измерения.

## 2.2 Батарея и ее заряд

В приборе используются 6 щелочных или перезаряжаемых Ni-Cd или Ni-MH элементов питания. Номинальное время работы указано для батарей с номинальной емкостью 3500 мАч.

Состояние батареи постоянно отображается в верхнем правом углу экрана.

Когда уровень заряда батареи слишком низок, на экране появляется соответствующий символ (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1: Символ разряженной батареи

Процесс заряда батареи идет всегда, когда к прибору подключен адаптер питания. На рисунке 2.2 показана розетка для адаптера питания. Внутренняя цепь контролирует процесс заряда и обеспечивает максимальный срок службы батарей.



Рисунок 2.2: Розетка для адаптера питания

Прибор автоматически распознает подключенный адаптер питания и начинает процесс заряда.

Символы:

	Индикация заряда батарей
--	--------------------------

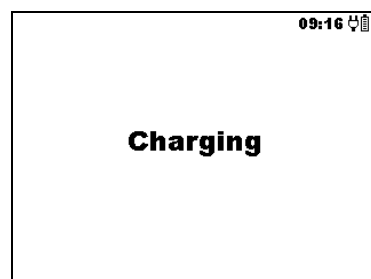


Рисунок 2.3: Индикация заряда

- ❑ Когда прибор подключен к электроустановке, внутри отсека для батарей могут присутствовать опасные напряжения! При необходимости замены батарей или перед открытием крышки отсека для батарей, отсоедините от прибора все измерительные принадлежности и отключите прибор.
- ❑ Правильно вставляйте батареи, иначе прибор может выйти из строя, а батареи могут разрядиться.
- ❑ Если прибор не будет использоваться в течение длительного времени, удалите все батареи из отсека для батарей.
- ❑ Используйте щелочные или перезаряжаемые Ni-Cd или Ni-MH батареи.
- ❑ Metrel рекомендует использование только перезаряжаемых батарей емкостью 3500 мАч или более.
- ❑ Не перезаряжайте щелочные батареи!

### 2.2.1 Новые батареи или батареи, не используемые в течение длительного периода

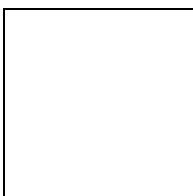
При заряде новых батарей или батарей, не использовавшихся в течение длительного периода времени (более 3 месяцев), могут произойти непредсказуемые химические процессы. Ni-MH и Ni-Cd батареи могут быть подвержены эффекту уменьшения емкости (называемому «эффект памяти»). В результате данного эффекта время работы прибора может быть значительно сокращено в первоначальные циклы заряда / разряда.

В таком случае для увеличения продолжительности работы батарей Metrel рекомендует провести следующую процедуру:

Процедура	Примечания
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Полностью зарядите батареи.</li> </ul>	по крайней мере, в течение 6 часов (3500 мАч), с помощью встроенного зарядного устройства.
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Полностью разрядите батареи.</li> </ul>	Это осуществляется при нормальной работе прибора до полного разряда батарей.
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Повторите цикл заряда / разряда батарей минимум два – четыре раза.</li> </ul>	Четыре цикла рекомендуются для восстановления нормальной емкости батарей.

#### Примечания:

- ❑ Зарядное устройство прибора представляет собой зарядное устройство группы элементов. Это означает, что во время заряда батареи соединены последовательно, поэтому все батареи должны быть в одинаковом состоянии (одинаково заряжены, одного типа и иметь одну дату выпуска).
- ❑ Даже одна батарея другого типа / состояния (или одна поврежденная батарея) может привести к некорректному заряду / разряду полного пакета батарей (это приводит к нагреванию пакета батарей, значительному уменьшению времени работы, обратной полярности поврежденной батареи и т.д.).
- ❑ Если после выполнения нескольких циклов заряда / разряда не достигнуто увеличение времени работы батарей, необходимо определить состояние отдельных батарей (путем сравнения напряжения батарей, проверки их в ячейке зарядного устройства и т.д.). Вероятно, что только одна или несколько батарей повреждены.
- ❑ Эффекты, описанные выше, не следует путать с естественным снижением емкости батареи с течением времени. Все перезаряжаемые батареи теряют часть своей производительности после неоднократного заряда / разряда. Фактическое уменьшение емкости батарей, связанное с количеством циклов заряда / разряда, зависит от типа батареи и приведено в технических характеристиках, данных производителем батареи.





## 2.3 Список применимых стандартов

Прибор MicroOhm 10A произведен и испытан в соответствии со следующими нормативными документами:

*Электромагнитная совместимость (ЭМС):*

EN 61326                    Электрическое оборудование для измерений, контроля и лабораторного использования – требования по ЭМС  
Класс А

*Безопасность (LVD)*

EN 61010-1                Требования безопасности для электрического оборудования для измерений, контроля и лабораторного использования – Часть 1: Общие требования

EN 61010-031            Требования безопасности для переносных принадлежностей для электрических измерений и испытаний

### **Примечание:**

Устойчивость к полям излучения радиочастоты (напряженность ЭМП: 10 В/м, Модуляция: АМ, 80%, 1 кГц)

Диапазон тока	Условия работы	Помехи > 0,25 %	Помехи < 0,25 %
1 мА	Диапазон 2 кОм	100 МГц ... 500 МГц	500 МГц ... 1 ГГц

### **Примечание относительно стандартов серии EN и IEC:**

- Текст данного руководства содержит в себе ссылки на Европейские стандарты. Все стандарты серии EN 6XXXX (например, EN 61010) эквивалентны стандартам серии IEC с такими же номерами (например, IEC 61010) и отличаются только внесенными поправками.

## 3 Описание прибора

### 3.1 Лицевая панель

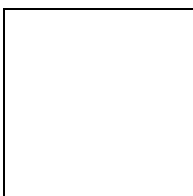
Лицевая панель прибора показана на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1: Лицевая панель

Обозначения:

1	<b>Старт / Стоп</b>	Клавиша для начала и остановки измерения.
2	<b>Вкл / выкл</b>	Клавиша для <b>включения / выключения</b> прибора. Прибор автоматически выключается, спустя 15 минут после последнего нажатия на любую клавишу.
3	<b>MEM</b>	Клавиша для сохранения / вызова / удаления результатов измерений из памяти прибора.
4	<b>SELECT</b>	Клавиша для входа в режим настроек для выбранной функции или для выбора параметра для настройки.
5, 6	▲ ▼	Клавиша для выбора опции вверх / вниз.
7, 8	◀ ▶	Клавиша для уменьшения / увеличения значения выбранного параметра.
9	<b>ESC</b>	Клавиша для выхода из выбранного режима.



10	<b>Подсветка</b>	Клавиша для включения / выключения подсветки дисплея. Клавиша для перезагрузки прибора (удерживайте клавишу 3 сек или более).
----	------------------	--

---

## 3.2 Соединительные разъемы и отсек для батарей

Прибор MicroOhm 10A содержит следующие соединительные разъемы:

- 4 безопасных разъема типа «банан» для подключения измерительных проводов (Рисунок 3.2),
- Сетевая розетка для подключения питающего кабеля (Рисунок 3.3),
- Разъемы для подключения кабелей для передачи данных (USB и RS232) (Рисунок 3.3),
- Крышка отсека для батарей (Рисунок 3.4).

### 3.2.1 Разъемы для подключения измерительных проводов

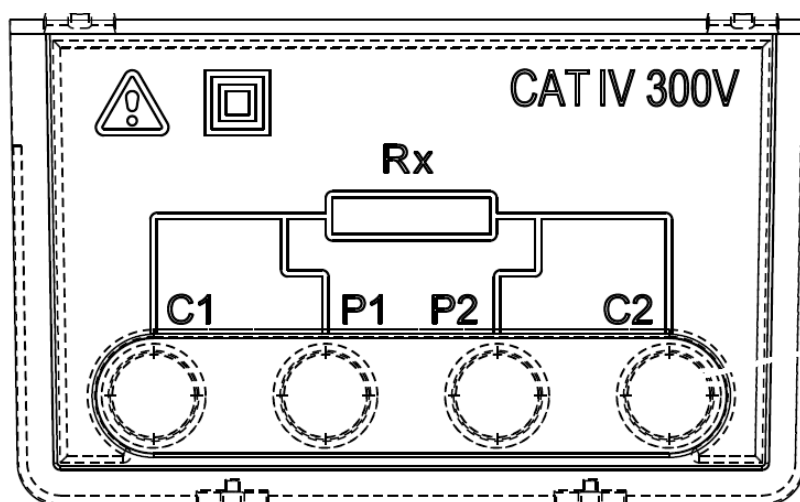


Рисунок 3.2: Разъемы для подключения измерительных проводов

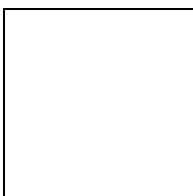
Обозначения:

1	C1	Клеммы тока	Измерительные входы / выходы
2	C2		
3	P1	Клеммы напряжения	
4	P2		

---

#### Предупреждения!

- ❑ Максимально допустимое напряжение между любыми измерительными клеммами и землей – 300 В!
- 



*MI 3250 MicroOhm 10A Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Heading 1 к тексту, который должен здесь отображаться.*

---

- ❑ **Максимально допустимое напряжение между любыми измерительными клеммами – 300 В!**
- ❑ **Используйте только измерительные принадлежности от производителя!**



*MI 3250 MicroOhm 10A Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Heading 1 к тексту, который должен здесь отображаться.*

---

### 3.2.2 Панель с соединительными разъемами (правая сторона)



Рисунок 3.3: Соединительные и сетевой разъемы

Обозначения:

1	Разъем RS232	Передача данных на ПК посредством порта RS232. Коммуникация с принтером.
2	Разъем USB	Коммуникация с портом ПК USB (1.1).
3	Сетевой разъем	Подключение сетевого питающего кабеля для питания прибора и заряда батарей.

#### Предупреждения!

- ❑ **Максимально допустимое напряжение между L-N (сетевой разъем) – 300 В (КАТ II)!**
- ❑ **Используйте только измерительные принадлежности от производителя!**

*MI 3250 MicroOhm 10A Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Heading 1 к тексту, который должен здесь отображаться.*

---

### 3.2.3 Панель с соединительными разъемами (левая сторона)



Рисунок 3.4: Измерительные входы / выходы и отсек для батарей

Обозначения:

- 1 Измерительные входы / выходы.
  - 2 Отсек для батарей.
- 

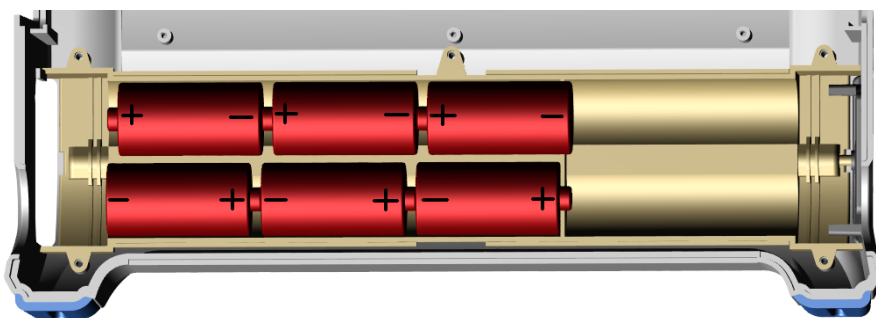



Рисунок 3.5: Правильно вставленные батареи

#### Предупреждения!

- ❑ Когда прибор подключен к электроустановке, внутри отсека для батарей могут присутствовать опасные напряжения!
- ❑  Прежде чем открыть крышку отсека для батарей, отсоедините все измерительные провода и кабель питания и выключите прибор.
- ❑ Убедитесь, что батареи установлены и используются в соответствии с руководством производителя и с Национальными нормативными документами.

*MI 3250 MicroOhm 10A Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Heading 1 к тексту, который должен здесь отображаться.*

### 3.3 Измерительные принадлежности

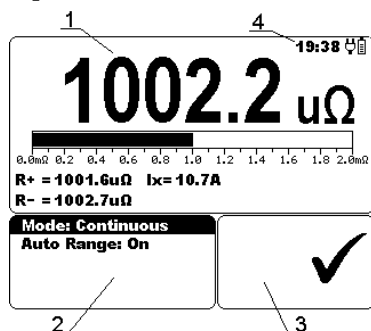
Измерительные принадлежности подразделяются на стандартные и дополнительные. Дополнительные принадлежности могут быть поставлены по запросу. Смотрите приложенный список принадлежностей, доступных для заказа у Вашего дистрибьютора, или посетите официальный сайт компании Metrel: <http://www.metrel.si>.



*Рисунок 3.6: Стандартный комплект поставки прибора*

- ❑ Прибор MI 3250 MicroOhm 10A
- ❑ Токвый измерительный провод с зажимом типа «крокодил», 2,5 м, 2,5 мм<sup>2</sup>, 2 шт. (типа Кельвин)
- ❑ Токвый измерительный провод, 2,5 м, 2,5 мм<sup>2</sup>, 2 шт. (красный)
- ❑ Потенциальный измерительный провод, 2,5 м, 1,5 мм<sup>2</sup>, 2 шт. (черный)
- ❑ Зажим типа «крокодил», 4 шт. (красный, черный)
- ❑ Измерительный наконечник, 2 шт. (черный)
- ❑ Кабель питания
- ❑ Перезаряжаемые NiMH батареи, 3500 мАч, 6 шт.
- ❑ Кабель RS232
- ❑ Кабель USB
- ❑ Сумка для принадлежностей
- ❑ Программное обеспечение HVLink PRO
- ❑ Руководство по эксплуатации
- ❑ Свидетельство о калибровке

## 3.4 Организация дисплея



1	Окно результатов измерения
2	Окно настроек измерения
3	Окно сообщений
4	Индикация состояния батареи и времени

Рисунок 3.7: Типичный экран

### 3.4.1 Окно результатов измерения

В окне результатов измерения отображаются все данные, относящиеся к текущему измерению.

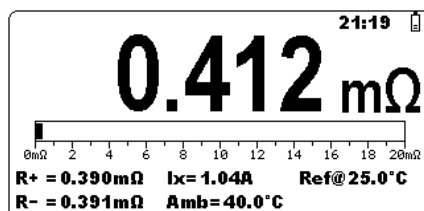


Рисунок 3.8: Окно результатов измерения

**Измеренное сопротивление** отображается в центре экрана крупными символами. Во время процедуры измерения результат обновляется каждые несколько секунд. После завершения измерения результат отображается на экране до тех пор, пока не начнется новое измерение.

**Гистограмма** графически отображает измеренное значение сопротивления в соответствии с диапазоном измерения.

**R+** отображает значение сопротивления в положительном направлении. Во время процедуры измерения результат обновляется каждые несколько секунд. После завершения измерения результат отображается на экране до тех пор, пока не начнется новое измерение.

**R-** отображает значение сопротивления в отрицательном направлении. Во время процедуры измерения результат обновляется каждые несколько секунд. После завершения измерения результат отображается на экране до тех пор, пока не начнется новое измерение.

**I<sub>x</sub>** отображает значение тока, протекающего через измеряемое сопротивление. Во время процедуры измерения данный результат обновляется каждые несколько секунд. После завершения измерения результат отображается на экране до тех пор, пока не начнется новое измерение.



*MI 3250 MicroOhm 10A Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Heading 1 к тексту, который должен здесь отображаться.*

---

**Amb** отображает значение температуры окружающей среды, которое было измерено посредством датчика температуры или введено вручную (отображается, когда включена температурная компенсация).

**Ref@** отображает значение эталонной температуры, которое было введено вручную (отображается, когда включена температурная компенсация).

**Dis:** отображает время разряда (отображается только при индуктивном режиме).

### 3.4.2 Окно настроек измерения

Окно настроек позволяет пользователю устанавливать параметры измерения.



Рисунок 3.9: Окно настроек

**Режим** позволяет пользователю выбрать один из следующих режимов измерения: *Однократный*, *Автоматический*, *Непрерывный* или *Индуктивный*. Более подробная информация – в разделе 5.2.

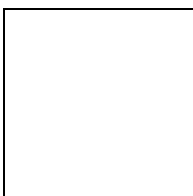
**Автом. диап-н** позволяет пользователю выбрать или отменить автоматический выбор диапазона.

**Диапазон** позволяет пользователю выбрать подходящий диапазон измерения. Может быть выбран один из следующих диапазонов: 2 мОм, 20 мОм, 200 мОм, 2 Ом, 20 Ом, 200 Ом, 2 кОм.

**Ток** позволяет пользователю выбрать подходящий ток для измерения сопротивления. Может быть выбрано одно из следующих значений тока: 1 мА, 10 мА, 100 мА, 1 А, 10 А.

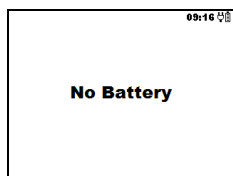
#### Примечания:

- В *индуктивном* режиме **Автоматический диапазон** никогда не выбран.
- Диапазон сопротивления зависит от установленного значения тока.  
*Пример:* при выбранном токе 1 А могут быть установлены только диапазоны 20 мОм, 200 мОм и 2 Ом. Более подробная информация – в таблице 8.1.

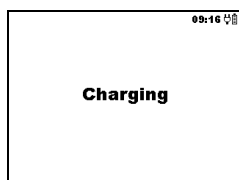


### 3.4.3 Окно сообщений

В окне сообщений отображаются предупреждения и сообщения.



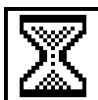
Батареи не вставлены или вставлены неправильно (обратная полярность).



Идет процесс заряда батарей.



На измерительных клеммах присутствует высокое напряжение.



Идет процесс измерения.



Перегрев прибора. Измерение невозможно.



Низкий заряд батареи.



Входы P1, P2, C1 или C2 не подключены к прибору, или измерено слишком высокое сопротивление.



Результат измерения находится в заданных пределах.



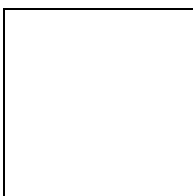
Результат измерения вне заданных пределов.



Результат измерения превышает заданный верхний предел.



Результат измерения ниже заданного нижнего предела.



### 3.4.4 Индикация состояния батареи и времени

С помощью нижеприведенных символов отображается уровень заряда батарей и подключенное зарядное устройство.



Индикация уровня заряда батареи.



Низкий заряд батареи.

*Заряд батареи слишком низок, чтобы обеспечить корректный результат. Замените или перезарядите элементы питания.*



Идет процесс заряда (если подключен кабель питания).

**08:26**

Индикация текущего времени (чч : мм).

#### **Примечание:**

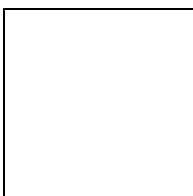
- Дата и время указываются для каждого сохраненного результата.

### 3.4.5 Подсветка дисплея

После включения прибора подсветка дисплея автоматически включается. Подсветка может быть выключена / включена посредством нажатия клавиши подсветки (☀).

#### **Примечание:**

- При нажатии и удержании нажатой клавиши подсветки (☀) в течении приблизительно 5 сек, произойдет перезагрузка прибора!



## 4 Главное меню

### 4.1 Главное меню прибора

В Главном меню прибора могут быть выбраны 4 подменю: **Измерения**, **Память**, **Настройки** и **Помощь**.

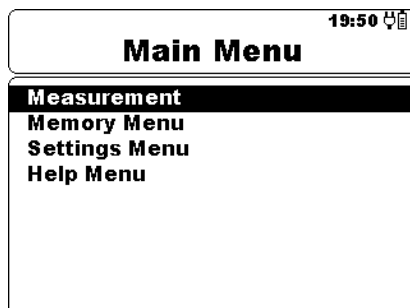


Рисунок 4.1: Главное меню прибора

Клавиши:

▲ ▼	Выбор одного из следующих элементов меню: <Measurement> Режим измерений, см. раздел 5.2; <Memory Menu> Управление памятью прибора, см. раздел 4.2; <Settings Menu> Настройки прибора, см. раздел 4.3; <Help Menu> Экраны помощи, см. раздел 4.4;
<b>SELECT</b>	Подтверждение выбора.

## 4.2 Память

Результат измерения со всеми сопутствующими параметрами может быть сохранен в памяти прибора.

Структура памяти прибора состоит из 2 уровней: **Объект** и **Измерение**. Уровень объекта содержит 199 ячеек. Количество измерений, сохраненных в рамках объекта, не ограничено.

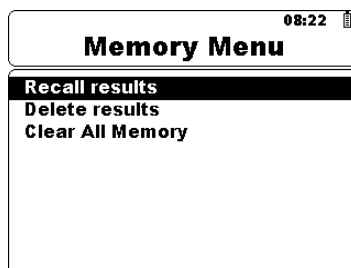


Рисунок 4.2: Меню памяти

### 4.2.1 Сохранение результатов

После завершения измерения результаты и параметры готовы к сохранению. Нажатием клавиши **MEM** пользователь может сохранить результат во внутреннюю память.

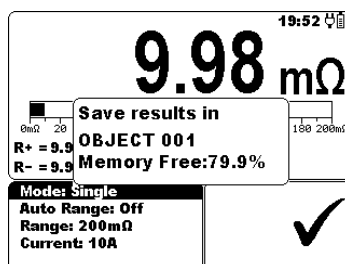


Рисунок 4.3: Меню сохранения результата

Клавиши:

< >	Выбор номера объекта.
<b>MEM</b>	Сохраняет результат измерения в объект под выбранным номером и возвращает в <b>меню отображения результата</b> .
<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню отображения результата</b> без сохранения.

Прибор генерирует короткий звуковой сигнал, свидетельствующий о том, что результат успешно сохранен в памяти.

**Примечание:**

- Каждый сохраненный результат сопровождается отметкой даты и времени (дд :мм :гг, чч :мм).



### 4.2.2 Вызов результатов

Чтобы войти в меню вызова результатов, нажмите клавишу **SELECT**, выбрав соответствующую опцию в меню памяти.

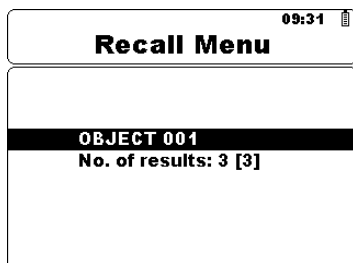


Рисунок 4.4: Меню вызова

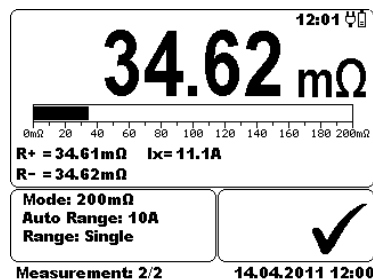


Рисунок 4.5: Вызванный результат

Клавиши в меню вызова:

▲ ▼	Выбор одного из следующих элементов: [Объект; Измерение].
◀ ▶	Уменьшает или увеличивает параметр.
<b>SELECT</b>	Вызывает результат для выбранной ячейки памяти.
<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню памяти</b> .

Клавиши в экране вызванного результата:

◀ ▶	Переключает между сохраненными результатами для выбранного объекта.
<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню вызова</b> .

### 4.2.3 Удаление результатов

Чтобы войти в меню удаления результатов, нажмите клавишу **SELECT**, выбрав соответствующую опцию в меню памяти. Для выбранного объекта может быть удален результат одного измерения или результаты всех измерений.

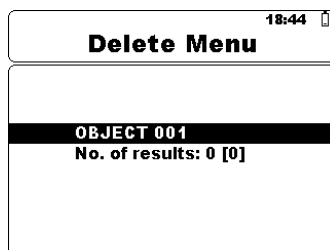
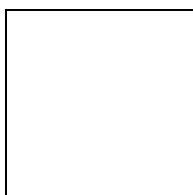


Рисунок 4.6: Удаление всех измерений для выбранного объекта



Клавиши в меню удаления:

▲ ▼	Выбор одного из следующих элементов: [Объект; Измерение].
◀ ▶	Уменьшает или увеличивает параметр.
<b>SELECT</b>	Вход в меню подтверждения удаления.
<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню памяти</b> .

Клавиши в меню подтверждения удаления:

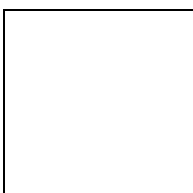
<b>SELECT</b>	Удаляет результат(ы) для выбранного элемента памяти.
<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню удаления</b> без изменений.

#### 4.2.4 Полная очистка памяти

При выборе в меню памяти опции **Очистка памяти** будет полностью удалено все содержимое памяти прибора.

Клавиши в меню подтверждения очистки памяти:

<b>SELECT</b>	Удаление всего содержимого памяти.
<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню памяти</b> без изменений.



## 4.3 Настройки

В меню настроек могут быть установлены или просмотрены различные параметры и настройки прибора.

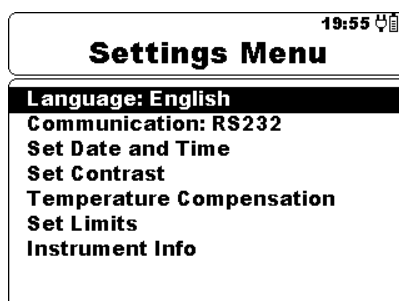


Рисунок 4.7: Меню настроек

Клавиши:

▲ ▼	Выбор настройки для установки или просмотра: <Language> язык прибора; <Communication> выбор порта для передачи данных; <Set Date and Time> установка даты и времени; <Set Contrast> настройка контрастности дисплея; <Temperature Compensation> настройка компенсации температуры; <Set Limits> установка предельных значений; <Instrument Info> базовая информация о приборе;
<b>SELECT</b>	Подтверждение выбора.
<b>ESC</b>	Возврат в <b>главное меню</b> .

### 4.3.1 Выбор языка

В данном меню может быть установлен язык прибора.

Клавиши:

◀ ▶	Переключает между различными языками.
-----	---------------------------------------

**Примечание:**

- Для установки языка не требуется подтверждение.

### 4.3.2 Выбор способа передачи данных

В данном меню может быть установлен порт для передачи данных.

Клавиши:

◀ ▶	Переключает между RS232 и USB.
-----	--------------------------------



**Примечание:**

- Для установки порта для передачи данных не требуется подтверждение.

**4.3.3 Установка даты и времени**

Чтобы войти в меню установки даты и времени, нажмите клавишу **SELECT**, выбрав соответствующую опцию.

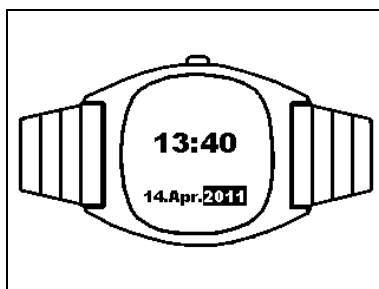


Рисунок 4.8: Меню установки даты и времени

**Клавиши:**

< >	Выбор параметра для настройки.
▲ ▼	Уменьшение или увеличение значения параметра.
<b>SELECT</b>	Подтверждение настройки и возврат в <b>меню настроек</b> .
<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню настроек</b> без изменений.

**Предупреждение:**

- При извлечении батарей из прибора настройки даты и времени теряются.

**4.3.4 Настройка контрастности дисплея**

В данном меню может быть установлена контрастность дисплея. Чтобы войти в меню настройки контрастности, нажмите клавишу **SELECT**, выбрав соответствующую опцию.

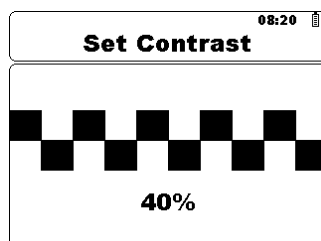
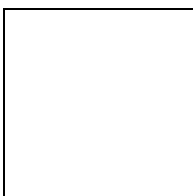


Рисунок 4.9: Меню настройки контрастности



Клавиши:

◀ ▶	Установка уровня контрастности.
ESC	Возврат в <b>меню настроек</b> (изменения сохраняются автоматически).

**Примечание:**

- При эксплуатации прибора при низких температурах контрастность дисплея должны быть уменьшена.

#### 4.3.5 Компенсация температуры

Компенсация температуры используется для коррекции измеренного значения сопротивления, которое зависит от температуры окружающей среды, до значения, которое было бы измерено при эталонной температуре.

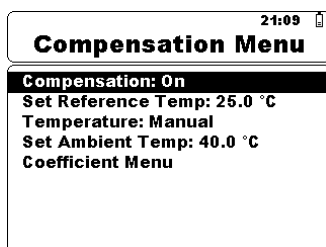


Рисунок 4.10: Меню компенсации

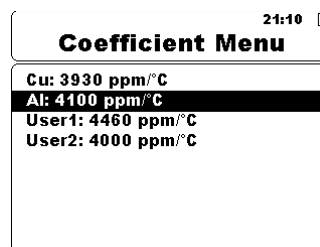


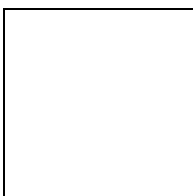
Рисунок 4.11: Меню коэффициента

Клавиши в меню компенсации температуры:

▲ ▼	Выбор параметра для настройки: < <b>Compensation</b> > Настройка компенсации [Вкл, Выкл]; < <b>Set Reference Temp</b> > Установка значения эталонной температуры; < <b>Temperature</b> > Настройка температуры окружающей среды [Вручную, Датчик]; < <b>Set Ambient Temp</b> > Установка значения температуры окружающей среды; < <b>Coefficient Menu</b> > Настройка коэффициента (см. рисунок 4.12);
◀ ▶	Уменьшение или увеличение значения параметра.
SELECT	Вход в меню коэффициента.
ESC	Возврат в <b>меню настроек</b> (изменения сохраняются автоматически).

Клавиши в меню коэффициента:

▲ ▼	Выбор параметра для настройки.
◀ ▶	Уменьшение или увеличение значения параметра.
ESC	Возврат в <b>меню компенсации температуры</b> (изменения сохраняются автоматически).



**Измерение сопротивления с компенсацией температуры.****Расчет компенсации температуры:**

$$R_{(ref\_temp)} = R_{(amb\_temp)} \times \frac{[1 + (\alpha \times ref\_temp)]}{1 + (\alpha \times amb\_temp)}$$

**Обозначения:**

$R_{(ref\_temp)}[\Omega]$	Компенсированное сопротивление, пересчитанное на эталонную температуру.
$R_{(amb\_temp)}[\Omega]$	Сопротивление, измеренное при температуре окружающей среды.
$\alpha[ppm/^\circ C]$	Температурный коэффициент измеряемого объекта (Cu, Al и т.д. – устанавливается пользователем).
$ref\_temp[^\circ C]$	Эталонная температура, на которую пересчитывается сопротивление (устанавливается пользователем).
$amb\_temp[^\circ C]$	Температура окружающей среды, измеренная датчиком температуры или введенная пользователем.

**Пример:**

$$R_{(amb\_temp)} = 118.44m\Omega$$

$$\alpha = 4100ppm/^\circ C(Al)$$

$$ref\_temp = 25^\circ C$$

$$amb\_temp = 40^\circ C$$

$$R_{(ref\_temp)} = R_{(amb\_temp)} \times \frac{[1 + (\alpha \times ref\_temp)]}{1 + (\alpha \times amb\_temp)} = 118.44m\Omega \times \frac{[1 + (4100ppm/^\circ C \times 25^\circ C)]}{1 + (4100ppm/^\circ C \times 40^\circ C)} = 112.18m\Omega$$

$$R_{(25^\circ C)} = \underline{\underline{112.18m\Omega}}$$

В окне измерений отображается компенсированное значение.

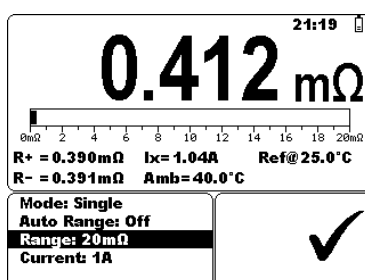
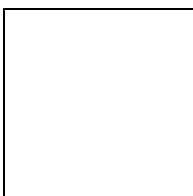


Рисунок 4.13: Пример компенсированного результата

В данной таблице приведены температурные коэффициенты для различных материалов при 20 °C (68 °F):



Материал	Символ	Температурный коэффициент $\alpha$ [ppm/°C]	Удельное сопротивление, Ом·м
Алюминий	Al	4100	$2,82 \times 10^{-8}$
Медь	Cu	3930	$1,68 \times 10^{-8}$
Золото	Au	3715	$2,44 \times 10^{-8}$
Железо	Fe	5671	$1,0 \times 10^{-7}$
Никель	Ni	5866	$6,99 \times 10^{-8}$
Платина	Pt	3729	$1,06 \times 10^{-7}$
Серебро	Ag	3819	$1,59 \times 10^{-8}$
Цинк	Zn	3847	$5,90 \times 10^{-8}$

Таблица 4.1: Температурные коэффициенты и удельное сопротивление

#### 4.3.6 Установка предельных значений

В данном меню могут быть установлены верхний и нижний пределы сопротивления. Измеренное сопротивление будет сравниваться с данными пределами. Результат будет считаться приемлемым, если он находится в заданных пределах.

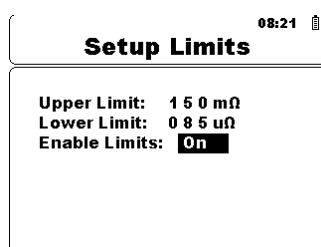


Рисунок 4.14: Меню настройки предельных значений

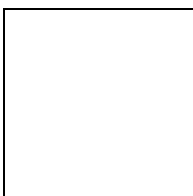
Клавиши:

◀ ▶	Выбор параметра для настройки.
▲ ▼	Уменьшение или увеличение значения параметра.
<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню настроек</b> (изменения сохраняются автоматически).

#### 4.3.7 Информация о приборе

В данном меню отображается следующая информация о приборе:

- Версия аппаратного обеспечения (АО);
- Версия аппаратно-программного обеспечения (АПО);
- Серийный номер;
- Дата калибровки;



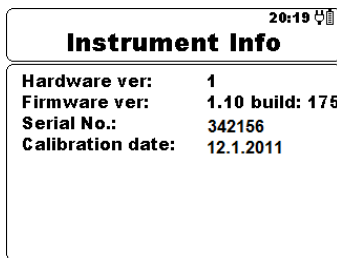


Рисунок 4.15: Меню информации о приборе

Клавиши:

<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню настроек</b> .
------------	----------------------------------

## 4.4 Меню помощи

В меню помощи пользователь может найти схемы подключения прибора к различным объектам измерений.

Клавиши в меню помощи:

▲ ▼	Выбор следующего / предыдущего экрана помощи.
<b>ESC</b>	Возврат в <b>меню настроек</b> .

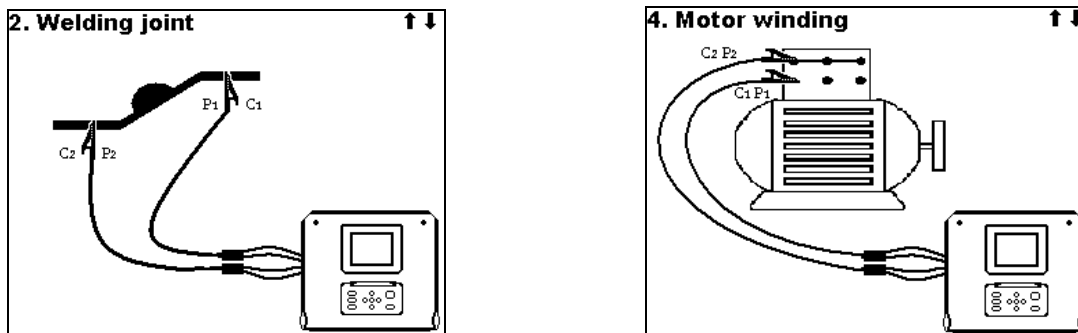


Рисунок 4.16: Примеры экранов в меню помощи



## 5 Измерения

### 5.1 4-проводный метод Кельвина

При измерении сопротивлений <20 Ом для достижения наивысшей точности рекомендуется использовать 4-проводный метод измерения (Рисунок 5.1). При использовании данного метода в результат измерения не включается сопротивление измерительных проводов, к тому же нет необходимости в калибровке и компенсации проводов.

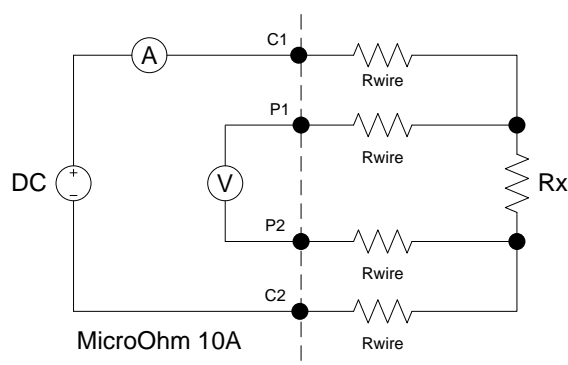


Рисунок 5.1: 4-проводный метод Кельвина

Измерительный ток протекает через неизвестное сопротивление Rx по проводам C1 и C2. Расположение данных проводов не имеет большого значения, но они всегда должны размещаться за проводами P1 и P2. Падение напряжения на Rx измеряется между P1 и P2, поэтому потенциальные провода должны быть расположены точно в тех точках, между которыми измеряется сопротивление.

#### Примечание относительного плохого соединения:

- Большинство ошибок при измерениях возникают из-за плохого или неправильного соединения с испытываемым объектом. Крайне важно убедиться, что контакты испытываемого объекта не окислены и очищены от загрязнений. Высокое сопротивление контакта может вызвать ошибки и не позволить току протекать вследствие высокого сопротивления петли C1 - C2.

#### Примечание:

- Согласно **закону Ома**, ток, протекающий между двумя точками по проводнику, прямо пропорционален разности потенциалов или падению напряжения между двумя точками, и обратно пропорционален сопротивлению между ними. Данный закон описывается следующим уравнением:

$$I[\text{Amper}] = \frac{U[\text{Volt}]}{R[\text{Ohm}]} \Rightarrow R_x = \frac{U[\text{Volt}]}{I[\text{Amper}]}$$

## 5.2 Измерение сопротивления

Измерение может быть запущено в меню измерений. Перед началом измерения могут быть отредактированы параметры измерения (режим, диапазон и ток).

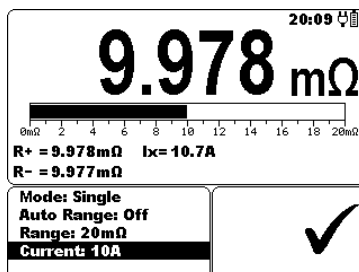


Рисунок 5.2: Меню измерения сопротивления

### Параметры при измерении сопротивления

Режим	Однократный, Автоматический, Непрерывный, Индуктивный
Автом. диапазон	Выкл, Вкл.
Диапазон	2 мОм, 20 мОм, 200 мОм, 2 Ом, 20 Ом, 200 Ом, 2 кОм
Ток	10 А, 1 А, 100 мА, 10 мА, 1 мА

### Схема подключения при измерении сопротивления

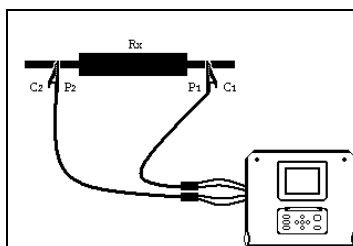


Рисунок 5.3: Измерение сопротивления

### Процедура измерения сопротивления:

- Войдите в меню **Измерения**.
- Установите параметры измерения.
- Подключите объект измерений к прибору (см. рисунок 5.3).
- Нажмите клавишу СТАРТ / СТОП для запуска измерения.
- Повторно нажмите клавишу СТАРТ / СТОП для остановки измерения (при непрерывном, автоматическом или индуктивном режиме).
- Сохраните результат, нажав клавишу MEM (опция).

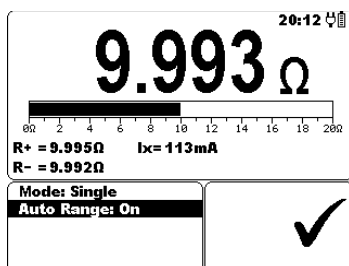


Рисунок 5.4: Пример результата измерения сопротивления

**Примечание:**

- До начала измерения принимайте во внимание все отображаемые предупреждения.

### 5.2.1 Однократный режим

В однократном режиме производится однократное двунаправленное измерение. Прибор измеряет сопротивление в обоих направлениях (исключая термоэдс).

Основной результат отображается на дисплее как среднее ( $R = \frac{R_+ + R_-}{2}$ ).

Диапазон и ток могут быть установлены автоматически или введены пользователем.

#### График I/t при однократном измерении

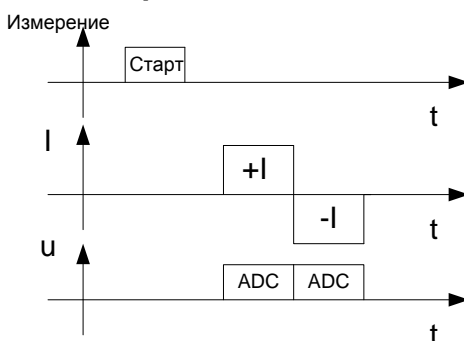


Рисунок 5.5: Однократный режим

**Примечание:**

- Однократный режим может быть, главным образом, использован для измерений сопротивления:
  - Реле;
  - Переключателей;
  - Разъемов;
  - Электрических шин;
  - Соединений кабелей распределения мощности;
  - Сварных соединений.



### 5.2.2 Непрерывный режим

В непрерывном режиме проводится непрерывное двунаправленное измерение. Прибор измеряет сопротивление в обоих направлениях (исключая термоэдс) и повторяет измерения до тех пор, пока не будет нажата клавиша СТОП. Основным результатом отображается на дисплее как среднее значение последнего двунаправленного измерения ( $R = \frac{R_+ + R_-}{2}$ ).

Диапазон и ток могут быть установлены автоматически или введены пользователем.

Измерение запускается и останавливается пользователем.

#### График I/t при непрерывном измерении

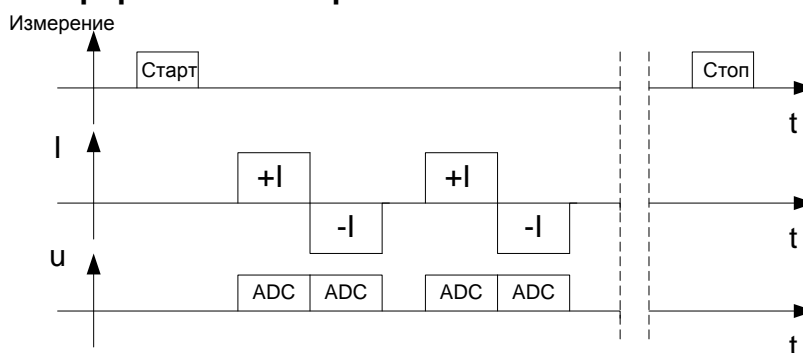


Рисунок 5.6: Непрерывный режим

#### Примечание:

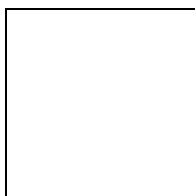
- Измерение в непрерывном режиме особенно полезно при поиске неисправностей.

### 5.2.3 Автоматический режим

В автоматическом режиме производится однократное двунаправленное измерение. Прибор измеряет сопротивление в обоих направлениях (исключая термоэдс) и запускает однократное измерение каждый раз, когда выходы P1, P2, C1 и C2 подключаются к объекту измерений. Основным результатом отображается на дисплее как среднее значение последнего двунаправленного измерения ( $R = \frac{R_+ + R_-}{2}$ ).

Диапазон и ток могут быть введены пользователем перед началом измерения или установлены автоматически.

Чтобы выполнить следующее измерение, разорвите измерительную цепь и снова подключите измерительные провода к объекту измерений.



### График I/t при автоматическом измерении

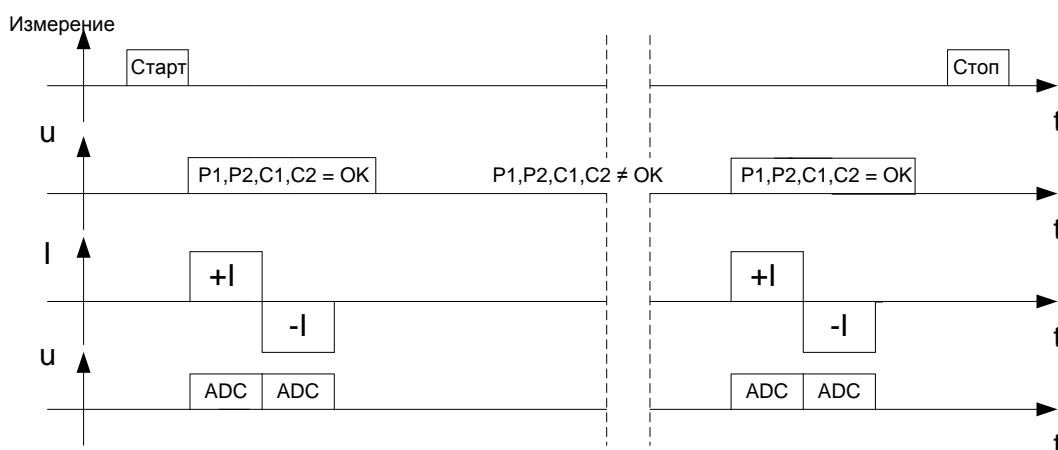


Рисунок 5.7: Автоматический режим

#### Примечание:

- Автоматический режим рекомендуется использовать для измерений сопротивления электрических шин.

#### Примечание относительно термоэдс:

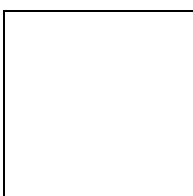
- Соединение между двумя различными металлическими поверхностями генерирует напряжение из-за разницы температур (термопара). Прибор MicroOhm 10A исключает эффект термоэдс, благодаря измерению сопротивления в обоих направлениях (+I и I-).

### 5.2.4 Индуктивный режим

В индуктивном режиме производится однократное однонаправленное измерение. Данный режим предназначен для измерения сопротивления индуктивных объектов. В зависимости от размера индуктивного объекта, время измерений может быть очень коротким для малых объектов и очень долгим для больших объектов с высокой индуктивностью.

Чтобы протекал желаемый испытательный ток (для проведения процедуры измерения), должно выполняться следующее условие для энергии:  $W = 1/2 \times L \times I^2$ . Диапазон и ток устанавливаются пользователем.

### График I/t при индуктивном измерении



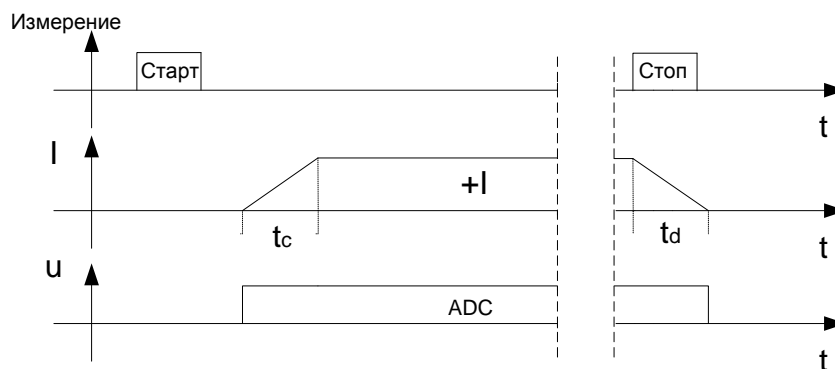


Рисунок 5.8: Индуктивный режим

$t_c$  ..... время заряда (зависит от размера индуктивного объекта).

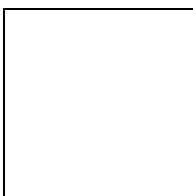
$t_d$  ..... время разряда (равно времени заряда или составляет максимально 5 мин).

**Примечание:**

- Индуктивный режим может быть, главным образом, использован для измерений сопротивления:
  - Обмоток двигателей и генераторов;
  - Силовых трансформаторов;
  - Силовых индукторов;
  - Проводов и кабелей.

**Предупреждения:**

- Не прикасайтесь к объекту измерений во время самого измерения и до момента его полного разряда! Существует опасность поражения электрическим током!
- При проведении измерения сопротивления на индуктивном объекте автоматический разряд объекта после завершения измерения может занять некоторое время!
- При проведении измерения на индуктивном объекте на измерительных клеммах может присутствовать опасное напряжение!



## 6 Передача данных на ПК

Прибор поддерживает возможность коммуникации с ПК посредством специального программного обеспечения HVLink PRO. ПО HVLink PRO автоматически распознает подключенный прибор и позволяет осуществить передачу данных между прибором и ПК.

Сохраненные в памяти прибора результаты могут быть сохранены и обработаны на ПК.

Прибор позволяет осуществлять коммуникацию с ПК посредством интерфейса USB или RS 232.

### Процесс передачи сохраненных данных:

- ❑ Коммуникация посредством RS 232: подключите последовательный порт ПК к разъему RS 232 прибора с помощью серийного кабеля RS 232.
- ❑ Коммуникация посредством USB: подключите порт USB ПК к разъему USB прибора посредством интерфейсного кабеля USB.
- ❑ Включите ПК и прибор.
- ❑ Установите соответствующий режим передачи данных (RS232 или USB).
- ❑ Запустите ПО HVLink PRO.
- ❑ Прибор готов к передаче данных на ПК.


### Примечание:

- ❑ Перед использованием интерфейса USB установите на Вашем ПК USB драйвера (если не установлены). Обратитесь к руководству по установке USB драйверов, доступному на прилагаемом компакт-диске.

## 7 Обслуживание

Неуполномоченные лица не имеют права вскрывать прибор MicroOhm 10A. Кроме батареи, в приборе нет частей и деталей, которые пользователь может заменить самостоятельно.

### **Предупреждение:**

- ❑  **Перед тем как открыть крышку отсека для батарей, отсоедините все измерительные провода и кабель питания и выключите прибор.**

### 7.1 Чистка

Корпус прибора не требует специального обслуживания. Для чистки поверхности прибора используйте мягкую материю, слегка увлажненную мыльной водой или спиртом. Оставьте прибор до полного высыхания.

### **Предупреждения:**

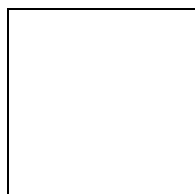
- ❑ Не используйте жидкости на основе бензина или углеводорода!
- ❑ Не проливайте жидкость на прибор!

### 7.2 Периодическая калибровка

Для обеспечения технических характеристик, приведенных в данном руководстве, необходимо подвергать прибор регулярной калибровке. Рекомендуется ежегодная калибровка измерительного прибора. Калибровка может выполняться только уполномоченным персоналом. Для получения более подробной информации, пожалуйста, обратитесь к Вашему дистрибьютору.

### 7.3 Ремонт

Для ремонта прибора во время или по истечении срока гарантии обратитесь к Вашему дистрибьютору.



## 8 Технические характеристики

### 8.1 Сопротивление

Измер. ток	Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность
10 A	0000,0 ... 2000,0 мкОм	0,1 мкОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
	00,000 ... 20,000 мОм	1 мкОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
	000,00 ... 200,00 мОм	10 мкОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
1 A	00,000 ... 20,000 мОм	1 мкОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
	000,00 ... 200,00 мОм	10 мкОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
	0,0000 ... 2,0000 Ом	100 мкОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
100 mA	000,00 ... 200,00 мОм	10 мкОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
	0,0000 ... 2,0000 Ом	100 мкОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
	00,000 ... 20,000 Ом	1 мОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
10 mA	0,0000 ... 2,0000 Ом	100 мкОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
	00,000 ... 20,000 Ом	1 мОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
	000,00 ... 200,00 Ом	10 мОм	$\pm(0,0025 \times R_{\text{изм}} + 0,0001 \times \text{FS})$
1 mA	00,00 ... 20,00 Ом	10 мОм	$\pm(0,01 \times R_{\text{изм}} + 0,001 \times \text{FS})$
	000,0 ... 200,0 Ом	100 мОм	$\pm(0,01 \times R_{\text{изм}} + 0,0025 \times \text{FS})$
	0,000 ... 2,000 кОм	1 Ом	$\pm(0,01 \times R_{\text{изм}} + 0,0025 \times \text{FS})$
$R_{\text{изм}}$ – измеренное значение сопротивления FS – «full scale» - полный диапазон			

Таблица 8.1: Диапазон и погрешность при измерении сопротивления (при рекомендованных условиях)

Погрешность измерительного тока .....  $\pm 10\%$  (сглаженный постоянный ток)  
 Длительность измерения ..... 1 сек (однократный режим)  
 Метод измерения ..... 4-проводное измерение

**Примечание:**

- Указанные погрешности приведены для нормальных (рекомендованных) условий окружающей среды, для прямых и обратных измерений.
- При индуктивном режиме, в случае если на объекте измерений присутствует ЭДС, может возникнуть дополнительная неустановленная погрешность.

- Дополнительная погрешность при эксплуатации прибора в условиях окружающей среды, отличных от рекомендованных (в настоящем руководстве указана для каждой функции), составляет максимально  $\pm 0,1\%$  от измеренного значения + 1 ед.мл.раз., если не указано иначе для определенных функций.

## 8.2 Параметры измерений

Измер. ток:	10 A	1 A	100 мА	10 мА	1 мА
Макс. вых. мощность:	20 Вт	2 Вт	0,2 Вт	20 мВт	2 мВт
Вых. напряжение:	Макс. 3 В пост. тока	Макс. 1 В пост. тока			
Пределы:	1 мкОм ... 2 кОм				

Таблица 8.2: Параметры измерений

## 8.3 Общие характеристики

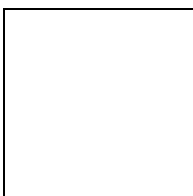
Питание от батареи..... 7,2 В<sub>пост.тока</sub> (6 × 1,2 В<sub>пост.тока</sub>, NiMH), тип HR14 (размер С)  
 Питание от сети..... 90...260 В<sub>перем.тока</sub>, 45...65 Гц, 50 Вт (300В/КАТ II)  
 Время заряда батарей..... типично 5 час (3500 мАч)  
 Время работы батарей:  
 Состояние незанятости..... > 25 час  
 Измерения ..... >1000 измерений при нагрузке 200 мОм при измерительном токе 10 А и длительности измерений 1 сек.

Класс защиты ..... двойная изоляция   
 Категория перенапряжения: ..... 300 В / КАТ IV  
 Степень защиты от загрязнения: ... 2  
 Степень защиты: ..... IP 40

Размеры (ш × в × г)..... 31 см × 13 см × 25 см  
 Вес ..... 2,8 кг (без принадлежностей, с батареями)

Визуальные предупреждения..... да  
 Дисплей..... 320x240 пикс. матричный дисплей, с подсветкой

Рекомендованные условия:



---

Температурный диапазон.....	25 °C ± 5 °C	
Диапазон влажности .....	40 % ... 70 %	
Условия работы:		
Диапазон рабочих температур .....	-10 °C ... 50 °C	
Макс. относит. влажность .....	95 % (0 °C ... 40 °C), без конденсата	
Условия хранения:		
Температурный диапазон.....	-10 °C ... +70 °C	
Макс. относит. влажность .....	90 % (-10 °C ... +40 °C)	
	80 % (40 °C ... 60 °C)	
Высота над уровнем моря .....	до 2000 м	
Интерфейс RS232 .....		гальванически развязан
Скорость передачи данных .....	38400 бит/с, 1 стоповый бит, отсутствие контроля по чётности	
Разъем .....	стандартный RS232 9-пин., тип D жен.	
Интерфейс USB.....		гальванически развязан
Скорость передачи данных .....	38400 бит/с	
Разъем .....	стандартный USB, тип B	
Память.....		1000 ячеек памяти (512 кБ)
Ошибка часов реального времени. ...±		50 частей на миллион
Макс. сопротивление проводов.....		в целом 100 мОм ( $R_{\text{провод-С1}} + R_{\text{провод-С2}}$ )

