



АЯ 46

**ОКП 422139**  
(Код продукции)

# MRU-100 MRU-101

**ИЗМЕРИТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ  
ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ,  
МОЛНИЕЗАЩИТЫ,  
ПРОВОДНИКОВ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К ЗЕМЛЕ  
И ВЫРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Версия 1.02



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ВСТУПЛЕНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>БЕЗОПАСНОСТЬ</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ОПИСАНИЕ</b> .....	<b>5</b>
4.1	ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРОВ СЕМЕЙСТВА MRU-10X .....	5
4.2	СТАНДАРТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ.....	6
4.3	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ (ПО ОТДЕЛЬНОМУ ЗАКАЗУ) .....	6
4.4	РАСПОЛОЖЕНИЕ ГНЕЗД И КЛАВИШ.....	7
4.4.1	Гнезда.....	7
4.4.2	Клавиатура .....	7
4.5	ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ДИСПЛЕЙ.....	8
4.6	ЗВУКОВЫЕ СИГНАЛЫ.....	10
4.7	ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРОВОДА И ЗОНДЫ.....	11
4.8	ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КЛЕЩИ .....	11
<b>5</b>	<b>ХРАНЕНИЕ</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>НАЧАЛО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ</b> .....	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА</b> .....	<b>11</b>
7.1	ПОДГОТОВКА ИЗМЕРИТЕЛЯ К РАБОТЕ .....	11
7.2	ПОДГОТОВКА ПИТАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ.....	12
7.2.1	Установка элементов питания.....	12
7.2.2	Зарядка пакета аккумуляторов в MRU-101.....	12
7.2.3	Общие правила использования NiMH аккумуляторов .....	13
7.3	КАЛИБРОВКА КЛЕЩЕЙ.....	13
7.4	УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И ПОЛУЧЕНИЯ ПРАВИЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	14
7.5	ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПО ДВУХПОЛЮСНОЙ СХЕМЕ .....	15
7.6	ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПО ЧЕТЫРЁХПОЛЮСНОЙ СХЕМЕ .....	15
7.7	ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ПО ТРЁХПОЛЮСНОЙ СХЕМЕ .....	15
7.8	ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ПО ЧЕТЫРЁХПОЛЮСНОЙ СХЕМЕ .....	16
7.9	ИЗМЕРЕНИЕ СУММАРНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ ПО ТРЁХПОЛЮСНОЙ СХЕМЕ (С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КЛЕЩЕЙ).....	17
7.10	ИЗМЕРЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА.....	18
7.11	ПАМЯТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ .....	18
7.11.1	Считывание результатов, записанных в память .....	19
7.11.2	Запись результатов измерений в память .....	19
7.11.3	Удаление содержимого памяти.....	19
7.12	ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕР (В MRU-101) .....	19
7.12.1	Комплектация для работы с компьютером.....	19
7.12.2	Подключение измерителя к компьютеру .....	20
<b>8</b>	<b>УСТРАНЕНИЕ НЕПОЛАДОК</b> .....	<b>20</b>
8.1	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ИНФОРМАЦИЯ, ОТОБРАЖАЕМЫЕ НА ДИСПЛЕЕ ПРИБОРА .....	20
8.1.1	Превышение предела измерения .....	20
8.1.2	Ошибки, связанные с сопротивлением измерительных щупов.....	20
8.1.3	Информация о неисправном соединении с измерительными щупами .....	20
8.1.4	Информация о напряжениях и токах в грунте .....	21
8.1.5	Информация о калибровке клещей .....	21
8.1.6	Информация о состоянии батарей.....	21
8.2	СООБЩЕНИЯ ОБ ОШИБКАХ .....	22
8.3	ПРЕЖДЕ ЧЕМ ОБРАТИТЬСЯ В СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР .....	22
<b>9</b>	<b>ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА</b> .....	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>УТИЛИЗАЦИЯ</b> .....	<b>23</b>
<b>11</b>	<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>23</b>
11.1	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	23
11.2	ПОВЕРКА.....	24
11.3	СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВИТЕЛЕ:.....	25
11.4	СВЕДЕНИЯ О ПОСТАВЩИКЕ: .....	25
11.5	СВЕДЕНИЯ О СЕРВИСНОМ ЦЕНТРЕ .....	25
11.6	КАТАЛОГ ПОСТАВЛЯЕМОЙ ПРОДУКЦИИ.....	25

## 1 ПРЕДИСЛОВИЕ

Мы благодарим вас за покупку нашего измерителя сопротивления заземляющих устройств, молниезащиты, проводников присоединения к земле и выравнивания потенциалов. Измерители серии MRU-100 являются серией новых измерительных приборов высокого качества, простых и безопасных в работе.

Чтение данного руководства поможет избежать ошибок в измерениях и предотвратит возможные проблемы в работе измерителя.

В данном руководстве мы используем три вида предупреждений, а именно:

- текст в рамке описывает возможные опасности и для Пользователя, и для измерителя;
- текст в рамке, начинающийся со слова „ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ“, описывает условия возникновения опасности для жизни и здоровья Пользователя, если требования Руководства не будут соблюдаться;
- слово " ВНИМАНИЕ" начинает описание случаев, когда игнорирование требований Руководства может привести к нарушению процесса измерений;
- слово " Предупреждение!" предшествует тексту о возможных (конечных) проблемах.


**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**  
Измерители MRU-100 и MRU-101 предназначены для измерения сопротивления заземляющих устройств, проводников присоединения и удельного сопротивления грунта. Использование прибора для других целей может вызвать его повреждение и создать серьезные опасности для Пользователя.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**  
К работе с измерителем MRU-100 и MRU-101 могут быть допущены лица, обладающие соответствующей квалификацией и допуском к работе в электроустановках. Работа с измерителем лицами несоответствующей квалификации может привести к поломке прибора и быть источником серьезной опасности для Пользователя.

## 2 ВСТУПЛЕНИЕ

Данное Руководство описывает измерители MRU-100 и MRU-101.

Тщательное изучение Руководства позволяет избежать ошибок, которые могли бы привести к повышению опасности для Пользователя или ухудшению точности измерений.

**Внимание**   
Настоящее изделие относится к универсальным измерительным приборам для измерения и контроля электрических величин (напряжения, силы тока, сопротивления и мощности)

Символы, отображенные на приборе:



Клавиша для включения (ON) и выключения (OFF) питания измерителя.



Измеритель защищен двойной и усиленной изоляцией.



Перед работой с прибором необходимо изучить данное Руководство, тщательно соблюдать правила защиты, а также рекомендации Изготовителя.



Сертификат безопасности Европейского стандарта.



Сертификат безопасности для Австралийского стандарта.



Измеритель, предназначенный для утилизации, следует передать Производителю. В случае самостоятельной утилизации ее следует производить в соответствии с действующими правовыми нормами.



Сертификат соответствия средств измерения, Государственный стандарт РФ.

АЯ 46



Сертификат утверждения типа в Государственном реестре средств измерений.




Сертификат утверждения типа Республики Беларусь.

### 3 БЕЗОПАСНОСТЬ

Приборы серии MRU-100 предназначены для измерений, результаты которых характеризуют электрическое состояние устройств заземления.

Для того, чтобы гарантировать правильную работу прибора и требуемую точность результатов измерений необходимо соблюдать следующие рекомендации:

**Внимание** 


Перед работой с прибором необходимо изучить данное Руководство, тщательно соблюдать правила защиты, а также рекомендации Изготовителя.

Применение прибора, несоответствующее указаниям Изготовителя, может быть причиной поломки прибора и источником серьезной опасности для Пользователя.

- перед началом эксплуатации измерителя необходимо изучить данное Руководство полностью;
- прибор должен эксплуатироваться исключительно подготовленными людьми, аттестованными по требованиям безопасности;
- **НЕЛЬЗЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ:**
  - ⇒ Поврежденный полностью или частично измеритель;
  - ⇒ Провода с поврежденной изоляцией;
  - ⇒ Измеритель, который хранился в течение длительного времени в плохих условиях (например, в помещениях повышенной влажности);
- Прежде, чем начинать измерения следует проверить, правильность схемы подключения измерительных гнезд;
- Любой ремонт прибора может выполняться только представителями авторизованного Сервисного Центра.

*Необходимо помнить о том, что:*

- Символ „BAT " на дисплее обозначает, что напряжение питания слишком низко, и сообщает о потребности в замене элементов питания на новые или подзарядки аккумуляторной батареи;
- Измерения, выполненные со слишком низким питающим напряжением, приводят к дополнительным ошибкам, которые не могут быть оценены Пользователем, и не позволяют определить действительное состояние сопротивления устройства заземления.

**Внимание** 

Измеритель предназначен для работы при наличии помех в виде напряжений.  
Значения таких напряжений должны быть меньше чем 40 В.  
Подача на любые клеммы прибора напряжения больше чем 400 В  
может повредить измеритель.

### 4 ОПИСАНИЕ

#### 4.1 Характеристики приборов семейства MRU-10X

Цифровые измерители серии MRU-100, MRU-101 предназначены для измерений сопротивления заземляющих устройств, проводников присоединения и удельного сопротивления грунта.

#### ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ MRU-100 и MRU-101:

- Измерение сопротивления заземляющего устройства по трех- или четырехполюсной схеме;
- Измерение удельного сопротивления грунта с возможностью учета расстояния между электродами (автоматическое вычисление и показ удельного сопротивления в Ом\*м);
- Измерение сопротивления с использованием двух - или четырехполюсной методики;
- Проверка напряжений помех (переменный и постоянный ток) со схемой, блокирующей измерение сопротивления, когда помехи слишком высоки;
- Проверка сопротивления измерительных щупов перед измерением, чтобы обеспечить соответствующую точность измерения;
- Память 300 результатов измерений и передача данных в компьютер (в случае измерителя MRU-101);
- Большой, легко читаемый жидкокристаллический дисплей со способностью отображения в фоновом режиме и подсвечивания;
- Питание от аккумуляторной батареи с подзарядкой (в MRU-101 пакет аккумуляторов Ni-MH 7,2 V);
- Встроенное зарядное устройство (в MRU-101);
- подача сигналов разрядки батареи более допустимого уровня;
- Автоматическое выключение питания неактивного прибора (AUTO-OFF);
- Герметичное исполнение корпуса прибора;
- Хорошее качество приборов и эргономичность измерений в сочетании с портативностью.

#### 4.2 Стандартная комплектация

Наименование	Кол-во	Индекс
Измеритель сопротивления заземляющих устройств, молниезащиты, проводников присоединения к земле и выравнивания потенциалов MRU – 100 (MRU-101)	1 шт.	WMRUMRU100 WMRUMRU101
«Измеритель сопротивления заземляющих устройств, молниезащиты, проводников присоединения к земле и выравнивания потенциалов MRU – 100 (MRU-101)» Руководство по эксплуатации	1 шт.	
«Измеритель сопротивления заземляющих устройств, молниезащиты, проводников присоединения к земле и выравнивания потенциалов MRU – 100 (MRU-101)» Паспорт	1 шт.	
Провод измерительный 50 м на катушке с разъемами «банан» желтый	1 шт.	WAPRZ050REBBSZ
Провод измерительный 25 м на катушке с разъемами «банан» красный	1 шт.	WAPRZ025REBBSZ
Провод измерительный 25 м на катушке с разъемами «банан» голубой (для MRU-101)	1 шт.	WAPRZ025BUBBSZ
Провод измерительный 1,2м с разъемами "банан" желтый	1 шт.	WAPRZ1X2YEBB
Зонд острый с разъемом "банан" желтый	1 шт.	WASONYEOGB1
Провод измерительный 2,2 м разъемами «банан» черный	1 шт.	WAPRZ2X2BLBB
Зонд измерительный для забивки в грунт 30 см, MRU-100 (2 шт.), MRU-101 (4 шт.)	-	WASONG30
Зажим «Крокодил» изолированный черный K01	1 шт.	WAKROBL20K01
Клещи измерительные С-2 с круглым разъемом	1 шт.	WACEGC20KR
Футляр с ремнем	1 шт.	WAFUTL2
Ремни «свободные руки»	1 шт.	WAPOZSZE1
Элемент питания щелочной (alkaline) SONEL C LR14 1,5 V 2шт/уп. (для MRU-100)	3 уп.	
Кабель последовательного интерфейса RS-232 (для MRU-101)	1 шт.	WAPRZRS232
Пакет аккумуляторов SONEL Ni-MH 7,2V (для MRU-101)		
Кабель для зарядки аккумуляторов (для MRU-101)	1 шт.	WAPRZLAD230

#### 4.3 Дополнительная комплектация (по отдельному заказу)

Наименование	Индекс
Катушка для намотки измерительного провода	WAPOZSZP1
Зонд измерительный для забивки в грунт 30 см	WASONG30
Зонд измерительный для забивки в грунт 80 см	WASONG80
Зажим специальный типа «струбцина» с разъемом «банан»	WAZACIMA1
Провод измерительный 25 м на катушке с разъемами «банан» красный	WAPRZ025REBBSZ
Провод измерительный 50 м на катушке с разъемами «банан» желтый	WAPRZ050YEBBSZ
Футляр для двух зондов (80 см)	WAFUTL3
Элемент питания щелочной (alkaline) SONEL C LR14 1,5 V 2шт/уп. (для MRU-100)	
Адаптер интерфейса конвертор USB / последовательный порт TU-S9 (MRU-101)	

## 4.4 Расположение гнезд и клавиш

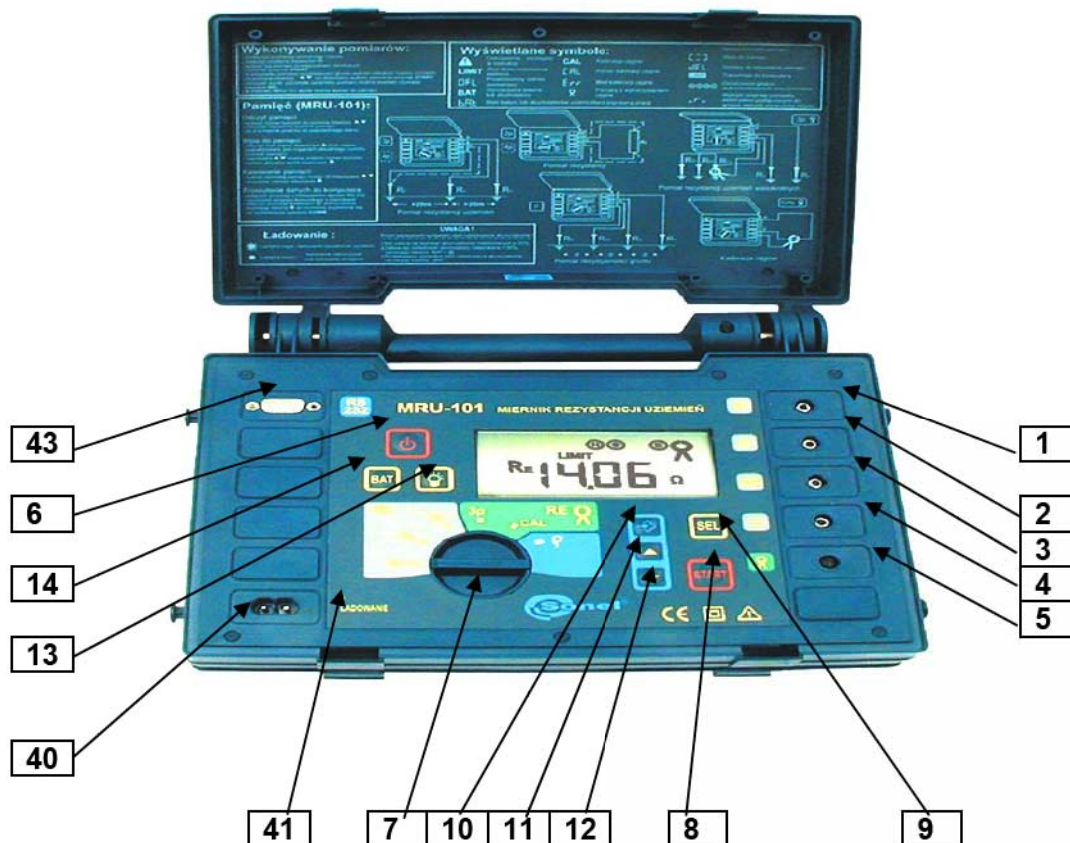


Рис.1. Передняя панель измерителя MRU-101

### 4.4.1 Гнезда

- 1** измерительное гнездо **H**  
Для соединения с измерительным щупом, предназначенным для вывода тестового тока, используемого для измерений сопротивления.
- 2** измерительное гнездо **S**  
Для соединения дополнительного потенциального щупа и при измерениях удельного сопротивления грунта.
- 3** измерительное гнездо **ES**  
Для соединения дополнительного потенциального щупа при измерениях сопротивления устройств заземления и удельного сопротивления грунта по четырехполюсной схеме. Это гнездо также используется при измерениях сопротивления по двух - и четырехполюсной схеме.
- 4** измерительное гнездо **E**  
При измерениях сопротивления это гнездо соединяется с измерительным щупом для вывода измерительного тока, при измерениях удельного сопротивления грунта с одним из критических измерительных щупов.
- 5** разъем для подключения кабеля измерительных клещей  
Обеспечивает соединение измерительных гнезд при многократном измерении сопротивления заземляющего устройства без разрыва цепи заземлителей.
- 43** разъем для подключения порта интерфейса **RS-232**  
В приборе MRU-101 к этому разъему подключается кабель интерфейса для последовательной передачи данных RS-232.
- 40** гнездо для подачи питания для зарядного устройства
- 41** светодиод контроля зарядки пакета аккумуляторов

### 4.4.2 Клавиатура

- 6** Клавиша  $\phi$   
для включения (ON) и выключения (OFF) питания измерителя. После того, как клавиша включена, на дисплее появляются цифры и символы - тест дисплея. Когда клавиша **14** „BAT” или **10**  $\rightarrow$  нажата, прибор может быть переведен на выполнение следующих функций:
- в MRU-101 клавиша **14** „BAT” включает процедуру разрядки аккумуляторов с зарядом менее 50%
  - в MRU-101 клавиша **10**  $\rightarrow$  обеспечивает передачу сохраненных данных в компьютер (более подробную информацию смотри в главе „Передача данных в компьютер”).
- Неактивный измеритель автоматически выключает питание приблизительно через 2 минуты.
- 7** функции поворотного переключателя  
Обеспечивает выбор функций измерения:

- $R_{E2p}$  – двухполюсное измерение сопротивления устройств заземления,
- $R_{E3p}$  - трехполюсное измерение сопротивления устройств заземления,
- $R_{E4p}$  - четырехполюсная схема измерений сопротивления устройств заземления,
- $R_{E3p}$   $\mathcal{R}$  - трехполюсная схема измерений сопротивления многоэлектродного устройства заземления с использованием измерительных клещей,
- $CAL$   $\mathcal{R}$  - калибровка измерительных клещей,
- $\rho$  - измерение удельного сопротивления земли.

#### 8 клавиша START

Начинает процедуру измерения. При измерении удельного сопротивления грунта начинают с минимального расстояния между измерительными щупами, а второй и последующие старты измерений циклически повторяются.

#### 9 клавиша SEL

Обеспечивает последующий показ всех величин, привязанных к недавно сделанному измерению, то есть:

- $R_E$  - сопротивление устройств заземления,
- $R_s, R_H$  - сопротивление соответствующего электрода,  
Дополнительно измерение текущего значения удельного сопротивления грунта:
- Величина удельного сопротивления грунта.

#### 10 клавиша $\rightarrow$ (запись в память)

Только для измерителей MRU-101:

- если память не активна, нажимая клавишу  $\rightarrow$ , включают запись результата измерения в инструментальную память, об этом сообщается высвечиванием адреса ячейки (элемента) памяти на дополнительном поле считывания дисплея 24.
- если прибор находится в режиме записи в память и результат последнего измерения отображается, нажимая указанную клавишу вызывают запись этого результата в текущую ячейку памяти. Более подробная информация об этом находится в главе „Запись результатов измерений в память“.
- нажатие любой клавиши прибора включает разрешение старта режима передачи данных в компьютер.

#### 11 клавиша $\blacktriangle$ (увеличение)

#### 12 клавиша $\blacktriangledown$ (уменьшение)

- в случае измерения удельного сопротивления грунта, после первого нажатия клавиши **START**, этой клавишей актуализируется возможность ввода значения расстояния между измерительными щупами. Клавиша  $\blacktriangle$  увеличивает, в то время как клавиша  $\blacktriangledown$  уменьшает дистанцию на 1 м в диапазоне от 1 м до 50 м.
- в измерителе MRU-101, за исключением случая, описанного выше, нажатие любого из двух переключений клавиши является причиной для включения режима считывания памяти. В этом режиме, нажатие клавиши  $\blacktriangle$  или  $\blacktriangledown$  увеличивает или уменьшает номер ячейки памяти. Более подробная информация об этом находится в главе "Память результатов измерения".
- при длительном удерживании нажатия любой из этих клавиш происходит автоматически увеличение и уменьшение величин расстояния или номера ячейки памяти.

#### 13 клавиша $\text{☼}$

Включает или выключает подсветку дисплея.

#### 14 клавиша BAT

- Обеспечивает отображение состояния элементов питания памяти или зарядки элементов батареи питания памяти.
- Нажатием клавиши 6  $\text{☼}$  обеспечивается выключение текущего режима измерителя и переход к процедуре зарядки батареи.

### 4.5 Жидкокристаллический дисплей

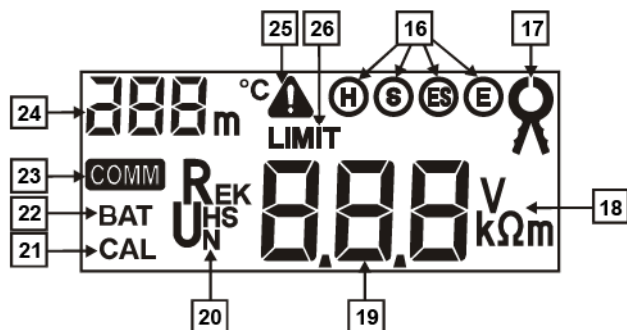


Рис.2. Жидкокристаллический дисплей



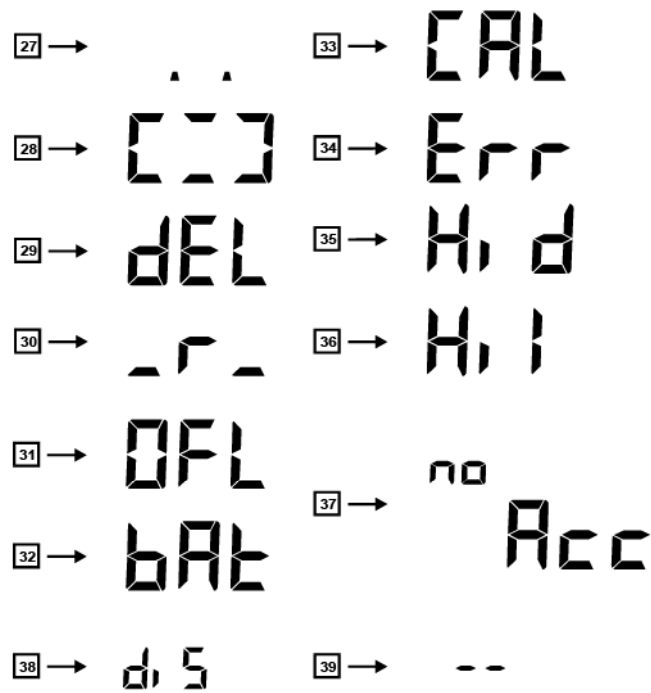


Рис.3. Описания и символы, отображаемые измерителями серии MRU-100

**16 - обозначения измерительных гнезд**

Индикаторы указывают какие гнезда должны использоваться при выбранном режиме измерений.

**17 Я - измерительные клещи**

Сигнализирует выбор функции цикла измерения сопротивления устройств заземления с использованием измерительных клещей или функции калибровки измерительных клещей.

**18 - Значение и вид измеряемой величины:**

- V - В (вольт) - напряжение;
- $\Omega$ , к $\Omega$  - Ом, кОм (ом, килоом) – сопротивление;
- $\Omega$  m, к $\Omega$  m – Ом м, кОм м (ом на метр, килоом на метр) - удельное сопротивление грунта;
- m – м (метр) - расстояние между измерительными зондами, забитыми в земле.

**19 - Основное поле считывания результатов измерений**

**20 - Символы измеряемых и отображаемых величин**

- R<sub>E</sub> – сопротивление устройства заземления;
- R<sub>H</sub> – сопротивление используемого токового измерительного щупа (H);
- R<sub>S</sub> – сопротивление потенциального измерительного щупа (S);
- U<sub>N</sub> – напряжение шума (помехи).

**21 - CAL - калибровка**

Отображается после выбора функции калибровки измерительных клещей.

**22 - BAT – батареи разряжены**

Требуется замена элементов питания или подзарядка батареи питания памяти.

**23 - COMM – режим передачи данных в компьютер (только в MRU-101)**

Этот символ появляется на дисплее после старта режима передачи данных в компьютер (клавиша **10** ↗ нажата при включении прибора клавишей **6** ☺).

**24 - Дополнительное поле считывания**

Только в MRU-101 дает номер фактической ячейки (элемента) памяти. Высвечивание цифр указывает, что измеритель находится в режиме записи результатов в память и при просмотре номера ячеек памяти отображаются без мигания индикатора.

**25 - ▲ - предупреждение**

Акцент на важность информации и также указание на необходимость использования Руководства по эксплуатации.

**26 - LIMIT**

Ситуация выхода измеряемого параметра из диапазона измерений.

**27 .. (Две точки) – в выбранной ячейке памяти отсутствует результат**

Только в MRU-101.

**28** [ ] - запись в память  
Только в MRU-101.

**29** dEL - возможное удаление записи из памяти  
Только в MRU-101.

**30** \_Г\_ - разрыв между измерительными щупами  
Сопротивление между измерительными щупами настолько высоко, что возможно щупы либо не соединены, либо не помещены в грунт. Одновременно высвечиваются символы измерительных гнезд, где должны быть проверены соединения.

**31** OFL - результат измерения является превышенным

**32** bAL - состояние элементов питания прибора или элементов питания памяти делает невозможной правильную работу прибора  
Элементы питания (батарея аккумуляторов Ni-MH 7,2 V) разряжены до такой степени, что правильная работа прибора невозможна. Через три секунды после появления этого символа прибор автоматически отключается с дополнительным длинным акустическим сигналом.

**33** CAL - калибровка измерительных клещей  
Процесс калибровки завершился ....

**34** Err (Ошибка) - произошла ошибка  
Процесс калибровки измерительных клещей не может быть завершен успешно. Символ может наблюдаться вместе с символом ОГРАНИЧЕНИЕ и символами высвечивания обозначений измерительных гнезд или измерительных клещей.

**35** H, d - отдельные измерения рассеяны слишком широко  
Результаты последующих измерений того же самого параметра отличаются значительно.

**36** H, I - слишком большой ток-  
Причина может быть в величине уравнивающих токов, проходящих через цепочку щупов и измеряемых клещами.

**37** H, C - Ni-MH 7,2 V батарея аккумуляторов отсутствует в приборе  
Процесс разгрузки памяти не может выполняться из-за отсутствия элементов питания.

**38** d, 5 - Ni-MH 7,2 V батареи прибора разряжаются  
Символ, отображаемый на дополнительном поле считывания, сообщает о ходе разрядки Ni-MH 7,2 V батареи аккумуляторов. На основном поле **19** одновременно отображается текущая информация об относительной степени заряда аккумуляторной батареи (в процентах).

**39** -- - выбранная ячейка памяти не свободна  
Символ, отображаемый на дополнительном поле считывания с номером выбранной ячейки памяти, указывает на факт занятости ячейки результатом, записанным ранее.  
Дополнительно в MPU-101 имеются два светодиода:

**41** - LED сигнализация о зарядке аккумуляторов  
Два светодиода (красный и зеленый) индицируют состояние процесса зарядки аккумуляторов.

**42** - Кронштейны для крепления плечевого ремня для переноски прибора.

## 4.6 Звуковые сигналы

Предупреждающие сигналы:

*Непрерывный звуковой сигнал*  
Напряжение шума  $U_N$  превышает 40 В.

*Длинный звуковой сигнал*

- после начала измерений нажатием клавиши **8** START, когда напряжение шума более 24 В;
- в процессе измерения обнаружен разрыв измерительной цепи;
- после того, как обнаружены другие отклонения (на дисплее отображается соответствующая информация);
- как подтверждение окончания процесса удаления результатов измерения из памяти;
- после нажатия любой кнопки, которая в фактическом состоянии прибора не может использоваться;
- как сигнал работы AUTO-OFF.

Подтверждающие и др. сигналы:

#### *Короткий звуковой сигнал*

Подтверждает нажатие клавиши. Звучит, когда прибор может выполнять работу, связанную с данной клавишей.

#### *Два коротких акустических сигнала*

Подтверждают успешное окончание цикла измерения.

#### *Короткий сигнал, короткая пауза и три коротких звуковых сигнала*

Только в MRU-101. Подтверждает запись результата измерения в данную ячейку памяти.

### **4.7 Измерительные провода и зонды**

Измерители серии MRU-100 снабжены набором измерительных проводов длиной 50 м (1 шт.), 25 м (1 шт.), и 1,2 м (2 шт.).

Провода длиной 25 и 50 м намотаны на катушки, которые применяются для разматывания или сматывания проводов. Катушки снабжены зажимами для предотвращения сматывания или соскальзывания провода с бобины при их хранении.

В наборе вспомогательных принадлежностей измерителя имеются два измерительных зонда, приспособленных для забивания в грунт.

Сборка измерительной цепи производится путем помещения однополюсной вилки измерительного провода в отверстие в горизонтальной рукоятке измерительного зонда или защелки катушки с выводом зонда, когда разъем вывода находится в углублении на катушке.

Если при измерениях разъем поврежден, возможность продолжения измерения может быть обеспечена путем удаления изоляции с конца измерительного провода и заправки его под винт М5, предусмотренный в конструкции измерительного зонда.

В дополнительном оборудовании MRU-100 и MRU-101 имеются измерительные клещи, используемые для измерений блуждающих токов в многоэлементных устройствах заземления, чтобы избежать необходимости разъединения электродов заземлителя.

### **4.8 Измерительные клещи**

В оборудовании MRU-100 и MRU-101 имеются измерительные клещи, которые используют для измерений токов растекания в земле, когда требуется определить сопротивление заземляющего устройства с многоэлементными заземлителями без разъединения его электродов.

## **5 ХРАНЕНИЕ**

При хранении прибора необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- Отключить от прибора все измерительные провода, а длинные провода намотать на бобины;
- Очистить измерительные щупы от налипшего грунта;
- Протереть насухо прибор и принадлежности;
- Для длительного хранения прибора удалить элементы питания из измерителя MRU-100 и аккумулятор из MRU-101.
- Хранить в соответствии с нормой PN-85/T-06500/08; допустимые значения температуры хранения приведены в технических характеристиках.

## **6 НАЧАЛО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

### **Внимание**

Ответственному лицу должны быть даны подробные инструкции, относящиеся к профилактическому обслуживанию и контролю, необходимые для обеспечения безопасности.

После приобретения измерителя необходимо:

- проверить комплектацию поставки прибора;
- вставить элементы питания (Ni-MH 7,2 V аккумуляторы для MRU-101) в измеритель;
- откалибровать измерительные клещи.

## **7 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА**

Необходимо тщательно изучить содержание данной главы, так как здесь описаны схемы измерений вместе с методами выполнения измерений и базисными принципами интерпретации результатов измерений.

### **7.1 Подготовка измерителя к работе**

Перед началом измерений необходимо:

- убедиться в том, что состояние элементов питания обеспечит выполнение измерений;
- проверить, нет ли повреждений изоляции измерительных проводов;
- проверить возможность подключения измерительных щупов к измерительным проводам.

## 7.2 Подготовка питания измерителя

Питание измерителя MRU-100 осуществляется от пяти алкалиновых элементов питания 1,5 В (размер LR14). Измеритель MRU-101 оборудован пакетом Ni-MH 7,2 В аккумуляторов и устройством для его зарядки. Пакет аккумуляторов помещен в батарейный отсек. Зарядное устройство установлено внутри прибора. Прибор эксплуатируется только с данным типом Ni-MH аккумуляторов.

### ВНИМАНИЕ:

Измерители типа MRU-101 работают нормально с элементами питания или NiMH батареями аккумуляторов. Аккумуляторы не обязательно поставляются в заряженном состоянии. Перед началом работы измерителя они должны быть обязательно заряжены.

### 7.2.1 Установка элементов питания

При разрядке элементов питания на дисплее прибора появляется сообщение **BAT** или **BAT**. Это означает что требуется замена элементов питания, для чего необходимо:

1. Отключить все измерительные провода и кабель питания от прибора;
2. Заменить все элементы питания в батарейном отсеке измерителя.
3. Установка элементов питания в противоположной полярности не опасна для измерителя, однако, измеритель не будет работать с батареями, установленными неправильно;
4. Установить в измеритель крышку батарейного отсека и ее крепежные винты, удаленные прежде.

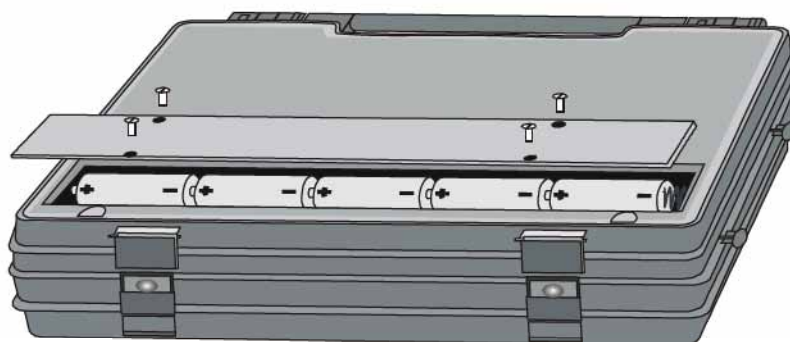


Рис.4. Вскрытие батарейного отсека в измерителях серии MRU-100.

### 7.2.2 Зарядка пакета аккумуляторов в MRU-101

#### Внимание

Не отсоединение проводов от гнезд во время замены аккумуляторов может привести к поражению опасным напряжением.

#### Внимание

При подаче питания к зарядному устройству прибора (MRU-101) от электрической сети, размещать оборудование следует таким образом, чтобы не было трудностей с его отключением.

После подключения к прибору кабеля подачи питания зарядного устройства от электрической сети автоматически начинается процесс зарядки Ni-MH аккумуляторов, а переключатель режимов работы прибора перестает действовать, так что процесс подзарядки не может быть прерван этим переключателем.

Зарядное устройство распознает, помещены ли Ni-MH аккумуляторы в измеритель.

Попытка зарядки элементов питания отвергается прибором.

Аккумуляторы заряжаются согласно алгоритму "быстрая зарядка" - этот процесс позволяет сократить время зарядки приблизительно до 3-х часов.

В процессе зарядки Ni-MH аккумуляторов температура, изменение напряжения и зарядного тока контролируются прибором.

При нормальном режиме зарядки мигает светодиод с частотой приблизительно 1 Гц.

Об окончании процесса зарядки сообщает непрерывное свечение светодиода.

### ВНИМАНИЕ:

Температура окружающей среды во время зарядки должна быть больше, чем +10°C. Если аккумуляторы сильно разряжены, то на начало их зарядки свечение может быть непрерывным.

Вследствие нарушения питания в сети может случиться преждевременное окончание зарядки аккумуляторов. В случае события с слишком коротким временем заряда (аккумуляторы не заряжаются до конца), необходимо вынуть вилку из сети и начать зарядку еще раз.

Чтобы увеличить срок службы батареи аккумуляторов, она должна быть подзаряжена после полной разрядки.

При использовании измерителя со значительно разряженными аккумуляторами появляется сообщение **22 ВАР** или **32 ВАР** и в крайнем случае может прерваться процесс измерения.

По этой причине в измерителе обеспечивается возможность разрядки аккумуляторов до уровня следующей перезарядки. Для ухода за аккумуляторами необходим полный их разряд перед продолжительным хранением измерителя и подзарядка батареи после.

**ВНИМАНИЕ:**  
**Не заряжать аккумуляторы, имеющие заряд более 50%.**

Аварийная ситуация (несоответствующее напряжение, поврежденный пакет аккумуляторов, превышение температуры и т.п.) не сигнализируется конкретно для каждого случая.

О невозможности зарядки аккумуляторов измерителя сообщает символ **37** <sup>°</sup> Асс.

После зарядки необходимо проверить заряд аккумуляторов нажатием клавиши **14 ВАР**.

В процессе зарядки аккумуляторов измеритель может немного нагреться. Это - нормальное состояние. Для охлаждения прибора рекомендуется оставить открытой крышку измерителя.

### 7.2.3 Общие правила использования NiMH аккумуляторов.

- При длительном хранении прибора следует вынуть аккумуляторы из него и хранить отдельно.
- Храните аккумуляторы в сухом, прохладном, хорошо вентилируемом помещении, а также защищайте их от перегрева под прямыми лучами солнца. Температура окружающей среды для длительного хранения должна быть ниже 30°C. Хранение аккумуляторов длительное время при высокой температуре, вследствие внутренних электро- химических процессов, сокращает их срок службы.
- Аккумуляторы NiMH рассчитаны на 500-1000 циклов зарядки и достигают максимальной энергоёмкости после формирования 2-3 циклов зарядки-разрядки (изначально или при малом ресурсе энергоёмкости). Важнейшим фактором, влияющим на срок службы аккумулятора, есть глубина разрядки. Или более глубокая разрядка аккумуляторов сокращает их срок службы.
- Эффект памяти в аккумуляторах NiMH проявляется в ограниченной форме. Те аккумуляторы можно без больших последствий дозарядить. Желательно, однако, через определенное время эксплуатации, несколько циклов полностью его разрядить.
- Во время хранения аккумуляторов NiMH происходит самопроизвольная их разрядка со скоростью около 30% в месяц. Хранение аккумуляторов в высоких температурах может ускорить этот процесс даже вдвое. Чтобы не допустить лишней разрядки аккумуляторов, рекомендуется через некоторое время дозарядить их (даже неупотребляемые).
- Современные быстродействующие зарядные устройства распознают в одинаковой степени очень низкую, так и очень высокую температуру аккумуляторов и соответственно откликаются на эти ситуации. Очень низкая температура должна сделать невозможным начало процесса зарядки, который может окончательно повредить аккумулятор. Рост температуры аккумулятора является сигналом для завершения зарядки и является типичным явлением. Зарядка при высокой температуре окружающей среды кроме уменьшения срока службы, влечет более быстрый рост температуры аккумулятора, который не будет заряжен до полной емкости.
- Следует помнить, что при быстрой зарядке аккумуляторы заряжаются к около 80% емкости. Лучших результатов можно получить, продлив зарядку: зарядное устройство будет переходить тогда в режим подзарядки малым током и после следующих нескольких часов аккумуляторы заряжаются до полной емкости.
- Не заряжайте и не употребляйте аккумуляторы в экстремальных температурах. Крайние температуры сокращают сроки службы элементов питания и аккумуляторов. Надлежит избегать размещений установок, пополняемых аккумуляторами в очень теплых местах. Номинальная температура работы должна очень строго соблюдаться.

### 7.3 Калибровка клещей

Измерительные клещи, приобретенные вместе с измерителем, перед их использованием должны быть откалиброваны.

Также, они должны калиброваться периодически, чтобы избежать влияния старения на точность измерения.

Процедура калибровки должна выполняться в частности после закупки измерительных клещей отдельно от измерителя или после их ремонта.

Калибровка выполняется путем установки поворотного переключателя **7** в положение, которое соответствует функции **CAL** **9**. Измерительные гнезда „Н” **11** и „Е” **4** должны быть соединены измерительным и проводами 1.2 м.

**Необходимо обеспечить прохождение провода через захват измерительных клещей.**

После нажатия клавиши **8** **START**, измеритель определяет поправочный коэффициент для измерительных клещей, соединенных с прибором. Поправочный коэффициент хранится в памяти и после того, как питание измерителя выключено.

Ошибка	Символ дисплея	Ситуация
--------	----------------	----------

Ток не проходит через провода, подключенные к гнездам «Н» и «Е»	<b>34</b> Err - вместе с символами измерительных гнезд в поле <b>16</b>	Измерительные провода не подключены или имеют обрыв
Ток в измерительной цепи не проходит	<b>34</b> Err - вместе с символом <b>17</b>	Измерительные клещи не охватывают провода, подключенные к гнездам „Н” <b>1</b> и „Е” <b>4</b> , или не подключены к прибору
Слишком низкая устойчивость показаний прибора, измерительные клещи не того типа или измерительные клещи не работоспособны	<b>34</b> Err и <b>25</b> $\Delta$	Контакт измерительных клещей не стабильный
Поправочный коэффициент не определен	<b>34</b> Err и <b>26</b> LIMIT.	Ошибка измерения тока с расчетным значением поправочного коэффициента слишком высока; попробуйте повторить процесс калибровки

При калибровке могут наблюдаться вышеуказанные ошибки.

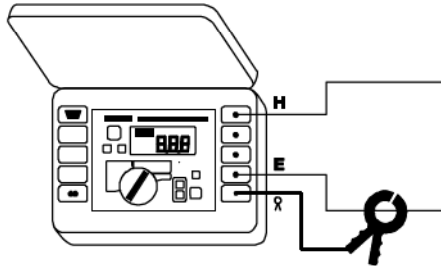


Рис.5. Схема подключения прибора для калибровки измерительных клещей

#### 7.4 Условия проведения измерений и получения правильных результатов

Для правильного выполнения измерений необходимо выполнить несколько условий. Измеритель автоматически останавливает процедуру измерения в случае обнаружения следующих отклонений:

Ситуация	Символы дисплея	Пояснения
Напряжение шума превышает величину 24 В.	<b>26</b> LIMIT или <b>20</b> U <sub>N</sub>	
Напряжение шума превышает величину 40 В.	<b>26</b> LIMIT или <b>31</b> OFL, издается продолжительный звуковой сигнал	
Нет измерения текущего тока	<b>30</b> _r_ вместе с символом измерительного гнезда <b>16</b>	Отсутствие подключения измерительных щупов требуемого сопротивления или измерительные провода не подключены к щупам.
Сопротивление измерительных щупов превышает 50 кОм.	<b>26</b> LIMIT вместе со значением сопротивления щупа в дополнительном поле <b>20</b> дисплея	Уменьшить величину сопротивления измерительного щупа или увеличить влажность грунта вблизи щупа
Результаты превысили диапазон измерения	<b>31</b> OFL	

Дополнительно измеритель сообщает о ситуациях, в которых результат измерения не может быть признан правильным:

Ситуация	Символы дисплея	Пояснения
Ошибка измерений из-за отклонения сопротивления щупов более 30%	<b>26</b> LIMIT вместе с результатом измерений	Уменьшите величину сопротивления измерительного щупа или увеличьте влажность грунта вблизи щупа.
Элементы батареи разрядились.	<b>22</b> BAT	Ни одна из функций измерителя не заблокирована, но полученные результаты могут быть искажены дополнительной ошибкой неизвестной величины

Если напряжение шума превышает 24 В и нет возможности выполнить измерение, то в этой ситуации необходимо проверить подключены ли измерительные провода к прибору, подсоединен ли кабель питания к сети, нет ли короткого замыкания или нарушения электрической изоляции измерительных проводов, что может мешать измерениям.

**ВНИМАНИЕ!**  
Измеритель предназначен для работы при напряжении шумов меньше чем 40 В.  
Подача на любые измерительные гнезда напряжения больше чем 40 В

Измерение начинается после нажатия клавиши **8** START.

Прибор выполняет измерения, если нет ни одной из причин для блокировки, описанной в главе „Условия для выполнения измерения и получения правильных результатов“. При измерении основное поле **19** дисплея отображает символы **Д-Д** - передача сигналов версии данной стадии измерения, а в поле **20** текущие значения параметров, измеряемых в данном режиме измерителя. После окончания измерения отображаются значения величины сопротивления и сопротивления измерительного щупа или удельного сопротивления грунта. Остальные параметры измерителя могут отображаться, при нажатии клавиши **9** SEL.

Измеритель автоматически выбирает диапазон измерения для каждой функции.

### 7.5 Измерение сопротивления по двухполюсной схеме

Двухполюсная схема наиболее часто используется в измерении сопротивления. В этом случае процедура измерений следующая:

1. Подключить измерительные провода к измерительным гнездам **2** и **3** с обозначениями „S” и „ES” соответственно (Рис.6).
2. Установить поворотный переключатель **7** в положение **R<sub>E</sub> 2p**.
3. После подсоединения измеряемого сопротивления нажать клавишу **8** START – прибор начинает цикл измерения.
4. Считать результат измерения. Результат измерения - полное сопротивление, состоящее из сопротивления резистора, подключенного к прибору, и сопротивления измерительных проводов. Влияние сопротивления проводов на результат измерения может быть исключено за счет использования четырехполюсной схемы или путем выполнения другого измерения с учетом сопротивления короткозамкнутых измерительных проводов, которое вычитается из основного измерения.

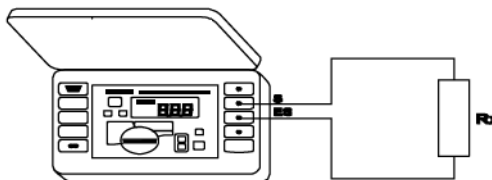


Рис.6. Двухполюсная схема для измерения сопротивления

### 7.6 Измерение сопротивления по четырёхполюсной схеме

Прибор обеспечивает измерение сопротивления по четырехполюсной схеме. Это дает значительное уменьшение ошибки измерения из-за исключения из результата измерений сопротивления проводов, что является важным в случае, когда измеряемое сопротивление имеет малую величину, при этом процедура измерений следующая:

1. Подключить четыре измерительных провода к измерительным гнездам **1**, **2**, **3**, **4**, обозначенным „H”, „S”, „ES”, „E” соответственно.
2. Подключить измеряемое сопротивление к клеммам „H” и „S” и клеммам „ES” и „E” в соответствии с Рис.7.
3. Поворотный переключатель **7** установить в положение **R<sub>E</sub> 4p**.
4. Нажать на клавишу **8** START.
5. Считать результат измерения.

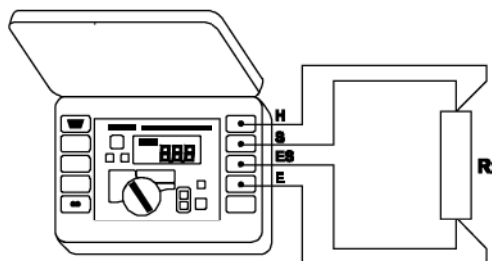


Рис.7. Четырёхполюсная схема для измерения сопротивления

### 7.7 Измерение сопротивления заземления по трёхполюсной схеме

Трёхполюсная схема - основная схема измерения сопротивления устройств заземления. Процедура такова:

1. Соединить заземлитель с измерительным гнездом **4** измерителя, обозначенным как „E” (Рис.8);
2. Вбить токовый измерительный зонд в грунт на расстоянии, превышающем 40 м. от исследуемого заземлителя, и соединить измерительным проводом с измерительным гнездом **1** „H” измерителя;
3. Вбить потенциальный измерительный зонд в грунт на расстоянии, превышающем 20 м. от исследуемого заземлителя и соединить с измерительным гнездом **2** „S”. Исследуемый заземлитель, токовый зонд и потенциальный щуп необходимо выстроить в одну линию;
4. Поворотный переключатель функций **7** установить в положение **RE 3p**;
5. Нажать клавишу **8** START;

6. Снять показание сопротивления устройства заземления  $R_E$ , а также сопротивления измерительных щупов  $R_S$  и  $R_H$ . Специфические величины могут быть считаны с основного поля дисплея [19] после нажатия клавиши [9] SEL.
7. Повторить измерения (по п.п. 5 и 6) после перемещения потенциального измерительного зонда на несколько метров удаляя или приближая к измеряемому заземлителю. Если результаты измерения отличаются больше чем на 3 %, расстояние от токового зонда до исследуемого заземлителя должно быть увеличено значительно, а измерения следует повторять.

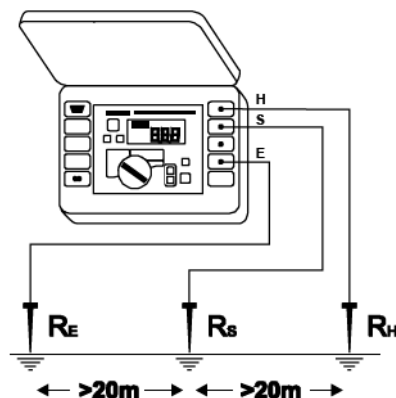


Рис. 8. Трехполюсная схема для измерения сопротивления заземления

Особое внимание должно быть уделено качеству соединения исследуемого заземлителя с измерительными проводниками. Место контакта должно быть очищено от краски, ржавчины, и т. п.

Если сопротивление зондов измерителя слишком высоко, измеренное сопротивление заземления будет иметь дополнительную ошибку.

Особенно большая ошибка измерения наблюдается, когда измеряется малая величина заземляющего устройства зондами, которые имеют слабый контакт с грунтом (такая ситуация наблюдается тогда, когда заземлитель сделан как хороший электрод, в то время как верхний уровень грунта сухой и имеет плохую проводимость).

При этом условии отношение сопротивления измерительных зондов к сопротивлению исследуемого заземлителя очень большое, и, как следствие, ошибка находится в зависимости от этого отношения.

Затем, согласно формуле, данной в приложении „Технические характеристики“ могут быть выполнены вычисления для оценки влияния сопротивления измерительных зондов, что обеспечивается использованием диаграммы, данной в том же приложении.

Контакт измерительных щупов с грунтом может быть улучшен, например, увлажнением водой места, где установлен щуп в грунт или перестановкой щупа в другое место поверхности грунта.

Измерительный провод должен быть также проверен: нет ли повреждений изоляции или не нарушен ли контакт с клеммой щупа, подключен ли зажим к измерительному щупу, не разрушен ли коррозией контакт.

В большинстве случаев точность измерений достаточна. Однако, нужно сознавать величину ошибки, возникающей в результате измерения.

### 7.8 Измерение сопротивления заземления по четырехполюсной схеме

В случае, если, когда необходимо выполнить измерение, без дополнительной ошибки из-за сопротивления измерительных проводов, используют четырехполюсную схему.

**ВНИМАНИЕ:**  
для измерения удельного сопротивления грунта  
рекомендуется четырехполюсная схема.

Для измерения сопротивления заземления необходимо:

1. Соединить заземлитель с измерительными гнездами [3] и [4] измерителя, обозначенными как „E“ и „ES“ соответственно (Рис.9).
2. Установить токовый зонд в грунт на расстоянии больше 40 м от заземлителя и соединить с гнездом [1] „H“.
3. Установить потенциальный зонд в грунт на расстоянии 20 м. от измеряемого заземлителя, соединенного с гнездом [2] „S“. Заземлитель и измерительные зонды (токовый и потенциальный) должны быть выстроены в одну линию.
4. Поворотный переключатель функций [7] должен быть установлен в положение RE 4p.
5. Нажать клавишу [8] START.
6. Снять показание значения сопротивления заземления, а также сопротивлений измерительных зондов  $R_S$  и  $R_H$ . Специфические величины можно считать с основного поля дисплея [19] нажатием клавиши [9] SEL.
7. Повторить измерения (по п.п. 5 и 6) после перемещения потенциального измерительного зонда на несколько метров удаляя или приближая к измеряемому заземлителю. Если результаты измерений отличаются больше чем на 3 %, то расстояние токового измерительного зонда до исследуемого значительно увеличивают и повторяют измерения.



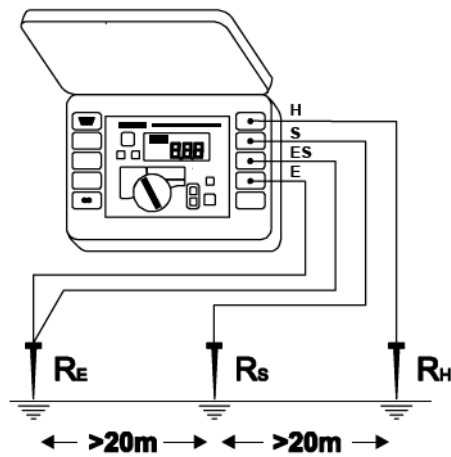


Рис.9. Четырехполюсная схема измерения сопротивления заземления

### 7.9 Измерение суммарного сопротивления заземлителя по трёхполюсной схеме (с использованием измерительных клещей)

Измерители серии MRU-100 могут быть использованы для измерений параметров многоэлементных заземлителей (совокупность заземляющих электродов соединена в систему устройства заземления) без необходимости их разъединения.

Измерительные клещи используются для инструментального определения токов, текущих через отдельные электроды устройства заземления, при этом используется следующая процедура:

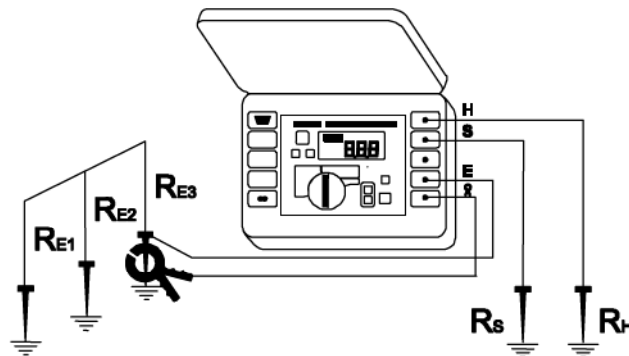


Рис.10. Использование измерительных клещей для измерения сопротивления многоэлементного устройства заземления по трёхполюсной схеме

1. Соединяют исследуемый заземлитель с измерительным гнездом **4** измерителя, обозначенным символом „E” (Рис.10).
  2. Токочувствительный зонд вбивают в грунт на расстоянии, превышающем 40 м. от исследуемого заземлителя, и соединяют измерительным проводом с измерительным гнездом **1** „H”.
  3. Потенциальный зонд устанавливают в грунт на расстоянии 20 м. от измеряемого заземлителя, соединенного с гнездом **2** „S”. Заземлитель (токочувствительный и потенциальный), измерительные зонды должны быть выстроены в одну линию.
  4. Подключить измерительные клещи проводом к разъему **5** и охватить захватом измерительных клещей исследуемый зонд ниже места присоединения провода „E”
  5. Поворотный переключатель функций **7** установить в положение RE Зр Я.
  6. Нажать клавишу **8** START.
  7. Снять показания значения сопротивления заземления  $R_E$ , а также значения сопротивлений измерительных щупов  $R_S$  и  $R_N$ . Значения специфических параметров могут быть сняты с основного поля дисплея **19** после нажатия на клавишу **9** SEL.
  8. Повторить измерения (по п.п. 5 и 6) после перемещения потенциального измерительного щупа на несколько метров удаляя или приближая к измеряемому заземлителю.
- Если результаты измерений отличаются больше чем на 3 %, то значительно увеличивают расстояние токового измерительного щупа до исследуемого и повторяют измерения.

При измерениях сопротивления заземлителей, состоящих из системы электродов, соединенных с мачтой линии электропередачи, иногда возникает потребность в определении не только сопротивления отдельных элементов заземлителя, но и общего сопротивления всей его системы электродов. Измерив значения сопротивлений отдельных элементов заземлителя  $RE1$ ,  $RE2$ ,  $RE3$ ,  $RE4$ , определяют общую величину сопротивления системы по формуле:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}} + \dots}$$

## 7.10 Измерение удельного сопротивления грунта

Для измерений удельного сопротивления грунта измерители используют сопротивления отдельных электродов системы заземлителя, для чего в геологии были разработаны специальные приборы.

В данных приборах аналогичная функция измерения задается простым выбором положения поворотного переключателя функций.

Эта функция с метрологической точки зрения идентична четырехполюсной схеме измерений сопротивления заземления, но содержит дополнительную процедуру ввода в прибор взаимного расстояния между измерительными щупами и электродами заземлителя.

Результат измерения - величина удельного сопротивления грунта определяется автоматически согласно формуле  $\rho = 2\pi d R_E$ , которая применяется в Методике измерения Веннера.

Вышеупомянутая методика предполагает равные расстояния между электродами.

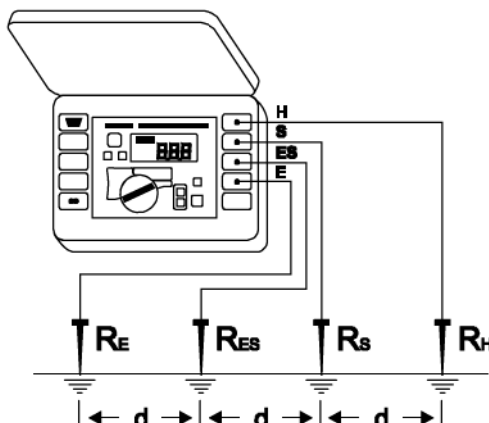


Рисунок 11. Схема для измерения удельного сопротивления грунта

Процедура, применяемая для измерения удельного сопротивления грунта, следующая:

1. Измерительные щупы устанавливают в грунт по прямой линии через равные взаимные расстояния и соединяют с измерительными гнездами **1**, **2**, **3** и **4**, обозначенными символами „H”, „S”, „ES” и „E”, соответственно.
2. Поворотный переключатель **7** устанавливают в положение „ρ”.
3. Нажимают клавишу **8** **START**.
4. Используя клавиши управления стрелками **11** и **12** изменяют величину расстояния между электродами, индицируемую на дисплее так, чтобы она лучше всего согласовывалась с фактическим расстоянием.
5. Нажимают клавишу **8** **START**.
6. Снимают показания значения сопротивления заземления  $R_E$ , а также значения сопротивлений измерительных щупов  $R_S$  и  $R_N$ . Значения специфических параметров могут быть сняты с основного поля дисплея **19** после нажатия на клавишу **9** **SEL**.

### ВНИМАНИЕ:

В вычислениях принято, что расстояния между отдельными измерительными щупами равны (методика Веннера). Если это не так, то измерения сопротивлений отдельных электродов и последующие вычисления должны выполняться независимо.

## 7.11 Память результатов измерений

Измерители MRU-100 оборудованы памятью на 300 результатов измерений.

Место в памяти, где записан одиночный результат, называется ячейкой памяти.

Каждый результат измерения может быть записан в ячейку с выбранным номером так, чтобы Пользователь измерителя мог согласно собственной системе назначать номера ячеек памяти в соответствии с точками измерений и выполнять измерения в определенной последовательности, и повторять измерения без заглядывания в остальные данные.

Память о результатах измерений не удаляется после того, как измеритель выключен, а результаты можно считать или передать на компьютер при последующем включении питания прибора.

Прибор также позволяет удалить содержание памяти после обработки данных и перед выполнением нового ряда измерений, которые могут быть записаны в те же самые ячейки памяти как предыдущие.

В памяти прибора сохраняются только величины сопротивления заземления и удельное сопротивление грунта. Значения сопротивлений измерительных щупов могут только читаться с дисплея непосредственно после того, как измерение было выполнено.

### 7.11.1 Считывание результатов, записанных в память

Режим чтения результатов из памяти может быть включен только после нажатия клавиши **11** ▲ или **12** ▼. Выключение режима чтения памяти происходит автоматически после приблизительно 4-х секунд, начиная с последнего нажатия любой из двух указанных клавиш.

В дополнительном поле считывания **24** отображается номер текущей ячейки памяти, а в поле считывания результата **19** наблюдается содержание ячейки памяти, для чего выполняется следующая процедура:

1. Выбирается номер ячейки памяти, которую нужно выбрать нажатием клавиши **11** ▲ или **12** ▼.
2. Снимается показание результата измерения. Все компоненты результата доступны после использования клавиши **9** SEL. Когда на дисплее отображается символ в виде двух точек (символ **27**), то это значит, что никакой результат не записан в эту ячейку".

В режиме считывания памяти также возможно удаление содержимого всех ячеек памяти.

### 7.11.2 Запись результатов измерений в память

Режим записи в память не доступен, начиная с момента включения питания прибора до выключения прибора или переключения выбора функции измерения.

Сохранение результата возможно только тогда, когда прибор отображает результат недавнего измерения или одиночного элемента результата, выбранного клавишей SEL. В любом из случаев в память записывается только основной результат измерения: сопротивление заземления  $R_E$ , или удельное сопротивление грунта  $\rho$ , при этом процедура записи следующая:

1. Включить режим записи памяти, нажатием клавиши **10** ⇨. На дополнительном поле считывания дисплея появляется номер **24** текущей ячейки памяти. Если в текущей ячейке памяти уже сохранен какой-то результат измерения, то номер ячейки памяти высвечивается с двумя горизонтальными черточками.

2. Записать результат измерения в текущую ячейку можно нажатием клавиши **10** ⇨. При этом появляется символ **28** [ ] и текущий номер ячейки памяти увеличивается на 1.

Альтернативная процедура заключается в следующем:

1. Включить режим записи нажатием клавиши **10** ⇨. В дополнительном поле считывания дисплея **24** появляется номер текущей ячейки памяти. Если в текущей ячейке уже сохранен какой-то результат измерения, то номер ячейки высвечивается с двумя горизонтальными черточками.

2. Используя клавишу **11** ▲ и **12** ▼ выбрать нужный текущий номер ячейки памяти.

3. Записать результат в текущую ячейку памяти можно нажатием клавиши **10** ⇨. При этом отображается символ **28** [ ] и текущий номер ячейки памяти увеличивается на 1.

О принятии записи в ячейку с номером 300 (последняя ячейка в памяти) сообщается дополнительно длинным звуковым сигналом, в то время как текущий номер ячейки памяти остается неизменным.

### 7.11.3 Удаление содержимого памяти

В режиме считывания памяти специальное значение записано в ячейке памяти с номером 00. Никакой результат не может быть записан в эту ячейку, но при выборе ее номера на дисплее появляется символ **29** dEL, который сообщает о готовности измерителя к удалению содержимого памяти.

Прибор начинает удалять результаты измерений из памяти после нажатия клавиши **10** ⇨.

В процессе удаления на дисплее отображаются номера ячеек памяти, из которых удаляется записанный результат.

В конце концов, когда записи всех ячеек будут удалены, прибор издает длинный звуковой сигнал и устанавливается номер листа памяти для чтения и текущий номер ячейки памяти (номер 1 как значение по умолчанию).

#### **ВНИМАНИЕ:**

Удаление содержимого памяти вызывает необратимый процесс.  
Удаленные результаты измерения не восстанавливаются.

## 7.12 Передача данных в компьютер (в MRU-101)

### 7.12.1 Комплектация для работы с компьютером

Для работы измерителя с компьютером измеритель снабжается дополнительным оборудованием: кабелем для соединения последовательного порта компьютера с прибором и соответствующим программным обеспечением.

Если этот набор не был куплен вместе с измерителем, то его можно приобрести у Изготовителя или Поставщика.

Компьютерную программу можно получить в ООО «СОНЭЛ» на CD или на сайте [www.sonel.ru](http://www.sonel.ru).

Полученный набор может использоваться для работы со многими приборами, изготовленными фирмой SONEL S.A. и оборудованными интерфейсом RS-232.

Детальную информацию о программном обеспечении можно получить у Изготовителя и Поставщика.

### 7.12.2 Подключение измерителя к компьютеру

Процедура, которую нужно выполнить:

1. Соединить кабель между последовательным портом (RS-232) компьютера и разъемом [5] прибора.
2. Запустить программу в компьютере.
3. Включить режим передачи данных, включая питание прибора клавишей [6]  $\phi$ , одновременно нажимая клавишу [10]  $\rightarrow$  до тех пор, пока на дисплее покажется символ [23] COMM.

Измеритель остается в режиме передачи данных пока не выключится питание.

4. Следовать указаниям, данным в программе

Если Ваш компьютер не имеет разъема RS-232, то Вы можете произвести подключение с помощью специального переходника – Адаптера интерфейса конвертора USB / последовательный порт TU-S9 (рис.12). Если данный адаптер-переходник Вами не был приобретен совместно с прибором, то Вы можете приобрести его отдельно в компании СОНЭЛ.



Рис. 12 Адаптер интерфейса конвертор USB / последовательный порт TU-S9

## 8 УСТРАНЕНИЕ НЕПОЛАДОК

### 8.1 Предупреждения и информация, отображаемые на дисплее прибора

Измерители серии MRU-100 имеют сообщения на дисплее о состоянии прибора и предупреждения, связанные с работой измерителя или с внешними условиями.

Для отображения данных используются упрощенные схемы записи символов на дисплее:

- Черный цвет - для непрерывного индикатора,
- Серый цвет - для мигающего индикатора,
- Контур, не заполненный внутри, отображается в зависимости от вида происшедшей ошибки.

#### 8.1.1 Превышение предела измерения

Состояние дисплея	Ситуация	Процедура
	Измеряемое сопротивление более чем 20 кОм	

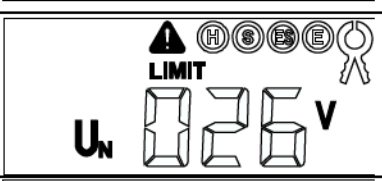
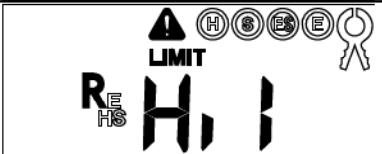
#### 8.1.2 Ошибки, связанные с сопротивлением измерительных щупов

Состояние дисплея	Ситуация	Процедура
	Сопротивление щупа $R_H$ более чем 50 кОм	Улучшить контакт щупа с грунтом, например, увлажнением места его установки.
	Сопротивление $R_s$ измерительного щупа более 50 кОм	Улучшить контакт щупа с грунтом, например, увлажнением места его установки.
	Дополнительная ошибка измерения из-за отношения сопротивления заземления $R_E$ и сопротивления щупов более чем 30 %	Сопротивление щупов $R_H$ и $R_s$ , путем подбора подходящего значения.

#### 8.1.3 Информация о неисправном соединении с измерительными щупами

Состояние дисплея	Ситуация	Процедура
	Прибор обнаружил недостаток в соединениях с измерительными щупами, символы которых высвечиваются.	Проверьте соединения с измерительными щупами, символы которых высвечиваются.
	Прибор обнаружил недостаток в соединении между измерительными щупами, символы которых высвечиваются, или измерительные клещи соединены неподходящим способом.	Проверьте правильность схемы измерения и устраните дефекты в соединениях.

### 8.1.4 Информация о напряжениях и токах в грунте

Состояние дисплея	Ситуация	Процедура
	Напряжение шумов из-за блуждающих токов в грунте превышает 40 В. Измерение удельного сопротивления грунта невозможно. Измеритель генерирует звуковой сигнал.	Немедленно отключите измеритель от измерительных щупов. Перед подсоединением измерителя к схеме измерения устранить источник напряжения шума.
	Напряжение шумов из-за блуждающих токов в грунте превышает 24 В, измерение удельного сопротивления грунта не возможно.	Выключите источник шумов напряжения. Попробуйте расположить измерительные щупы другим способом.
	Различия между последующими измерениями слишком большие.	Проверьте качество соединений. Ситуация может быть связана с большим уровнем шумов.
	В процессе измерения сопротивлений $R_E$ , $R_H$ или $R_S$ присутствует слишком большой ток шумов.	Причина может быть в большом уравнительном токе, протекающем через заземлитель.

### 8.1.5 Информация о калибровке клещей

Состояние дисплея	Ситуация	Процедура
	Различия между последующими измерениями большие после калибровки измерительных клещей - неподходящий тип измерительных клещей или измерительные клещи в нерабочем состоянии.	Проверьте качество соединений или замените клещи.
	Ошибка измерения слишком большая после калибровки измерительных клещей.	Откалибровать клещи снова. Обратите особое внимание на центральное размещение измерительного провода в захвате измерительных клещей.
	Отсутствует ожидаемый ток в клещах.	Проверьте соединения.
	Отсутствует ожидаемый ток в клещах.	Проверьте соединения измерительных клещей с прибором или положение измерительных клещей по отношению к измерительному проводу, в котором измеряется ток.

### 8.1.6 Информация о состоянии батареи

Состояние дисплея	Ситуация	Процедура
-------------------	----------	-----------

Состояние дисплея	Ситуация	Процедура
BAT	Элементы питания или Ni-MH батареи аккумуляторов разряжены.	Замените элементы питания на новые или зарядите батареи аккумуляторов.
BAT <b>БАТ</b>	Величина заряда элементов питания или зарядки батареи аккумуляторов низка, чтобы обеспечить стабильную работу прибора.	Замените элементы питания на новые или зарядите батареи аккумуляторов.
no Асч	Установлены элементы питания, бывшие в употреблении.	Замените элементы питания на новые

## 8.2 Сообщения об ошибках

Приборы серии MRU-100 часто используются для работы в сильных электромагнитных полях, которые могут сильно повлиять на внутреннее содержание регистров. Чтобы избежать серьезных ошибок и недоверия Пользователей к прибору, некоторые параметры измерителя проверяются автоматически и при возникновении ошибок отображаются следующие сообщения:

- E10 - ошибка в считывании или записи результата или установок в памяти,**
- E51 - ошибка в системе измерения напряжения,**
- E61 - ошибка в системе измерения тока,**
- E88 - ошибка в считывании данных калибровки измерителя,**
- E99 - ошибка в памяти программы микропроцессора управления .**

Показ сообщения об ошибке может быть вызван мгновенным влиянием внешних факторов, при этом прибор должен быть выключен и снова включен. Если проблема повторится, тогда измеритель должен быть передан на обслуживание.

## 8.3 Прежде чем обратиться в Сервисный Центр

Устранением неисправностей измерителя должны заниматься только уполномоченные изготовителем сервисные центры.

Перед отправкой прибора в ремонт рекомендуется позвонить в Сервисный центр и подробно описать неисправность прибора и условия ее возникновения. Возможно причина не в поломке, а в ошибке при работе с измерителем.

В нижеприведенной таблице указаны рекомендуемые действия для некоторых ситуаций, которые могут возникнуть во время использования прибора.

Состояние дисплея	Ситуация	Процедура
Измеритель не включается при нажатии клавиши $\phi$	Разряжены, не установлены или установлены неправильно элементы питания;	Проверьте, правильно ли вставлены элементы питания или замените на новые; Зарядите батарею аккумуляторов. Если ситуация не улучшается, передайте измеритель на обслуживание.
На дисплее изображен символ „BAT”		
символ <b>БАТ</b> изображен на дисплее, и прибор автоматически выключается		
Показываются неясные и случайные сегменты дисплея		
При передаче данных из MRU-101 не было связи или передача прошла с ошибками	При конфигурировании компьютерной программы измеритель был выбран с кодом, отличающимся от кода прибора, реально соединенного с компьютером	Конфигурируйте программу для работы с соответствующим измерителем
	Измеритель был соединен с последовательным портом другого прибора чем тот, что указан при конфигурировании программы	Соедините измеритель с соответствующим портом или измените конфигурацию программы
	Отстыкован разъем кабеля передачи данных от измерителя	Проверьте соединение измерителя с компьютером
	Кабель передачи данных в компьютер отсоединен	Проверьте кабель, замените в случае необходимости
	Неисправность в разъеме передачи данных в компьютер	Ремонт компьютера

## 9 ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА

## Внимание

**В случае нарушения правил эксплуатации оборудования, установленных Изготовителем, может ухудшиться защита, примененная в данном приборе**

Корпус измерителя можно чистить мягкой влажной фланелью, применяя любой доступный мыльный раствор. Нельзя использовать растворители, абразивные чистящие средства (порошки, пасты и так далее).  
Электронная схема измерителя не нуждается в чистке, за исключением гнезд подключения измерительных проводников.

Измеритель MRU-100 укомплектован элементами питания SONEL С LR14 1,5 В. Измеритель MRU-101 укомплектован пакетом аккумуляторов SONEL Ni-MH 7,2 В.

Ремонт измерителей осуществляется после квалифицированной диагностики в сервисном центре.

## 10 УТИЛИЗАЦИЯ

Измеритель, предназначенный для утилизации, следует передать Производителю. В случае самостоятельной утилизации ее следует производить в соответствии с действующими правовыми нормами.

## 11 ПРИЛОЖЕНИЯ

### 11.1 Технические характеристики

Сокращение «е.м.р.» в определении основной погрешности обозначает «единица младшего разряда»

Измерение сопротивления заземления RE без использования клещей

Метод измерения: измерение напряжения и тока с использованием зондов согласно IEC 61557-5

Диапазон измерения согласно IEC 61557-5: 0,12 Ом ... 20,0 кОм

Диапазон отображения	Разрешение	Погрешность основная
0,00...9,99 Ом	0,01 Ом	± (2% R <sub>E</sub> +3 е.м.р.)
10,0...99,9 Ом	0,1 Ом	± (2% R <sub>E</sub> +2 е.м.р.)
100...999 Ом	1 Ом	± (2% R <sub>E</sub> +2 е.м.р.)
1,00...9,99 кОм	0,01 кОм	± (2% R <sub>E</sub> +2 е.м.р.)
10,0...20,0 кОм	0,1 кОм	± (2% R <sub>E</sub> +2 е.м.р.)

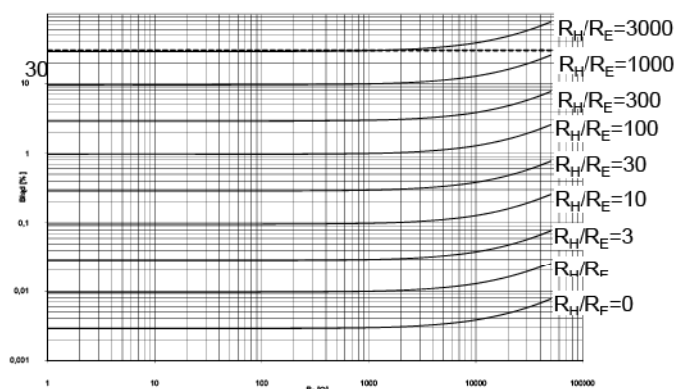
Дополнительно необходимо принять во внимание погрешность, вызванную наличием активного сопротивления измерительных зондов, определяемую по формуле:

$$\delta_{\text{dod}} = \frac{R_H \cdot (R_S + 30000 \text{ Ом})}{R_Z} \cdot 3,2 \cdot 10^{-7} \quad [\%]$$

где R<sub>E</sub>, R<sub>H</sub> и R<sub>S</sub> – величина сопротивления измерительных зондов в [Ом].

Размерность коэффициента (3,2·10<sup>-7</sup>) в формуле в [1/Ом].

Значение данной погрешности можно определить используя диаграмму (Рис. 12), которая построена на основе расчетов по формуле, приведенной выше



**Измерение активного сопротивления заземления R<sub>E</sub> с использованием измерительных клещей**

Метод измерения: измерение напряжения и тока с использованием зондов согласно IEC 61557-5

Диапазон измерения согласно IEC 61557-5: 0,16 Ом ... 20,0 кОм

Диапазон отображения	Разрешение	Погрешность основная
0,00...9,99 Ом	0,01 Ом	± (8% R <sub>E</sub> +3 е.м.р.)
10,0...99,9 Ом	0,1 Ом	± (8% R <sub>E</sub> +2 е.м.р.)
100...999 Ом	1 Ом	± (8% R <sub>E</sub> +2 е.м.р.)
1,00...9,99 кОм	0,01 кОм	± (8% R <sub>E</sub> +2 е.м.р.)
10,0...20,0 кОм	0,1 кОм	± (8% R <sub>E</sub> +2 е.м.р.)

Дополнительно необходимо принять во внимание погрешность, вызванную величиной активного сопротивления зондов, определенную согласно формуле, приведенной выше.

В случае многократных заземлений  $R_E$  необходимо учесть случайную величину активного сопротивления заземления, измененную в том же пункте без использования клещей, а также дополнительную погрешность, вычисленную по формуле:

$$\delta_{\text{доп}} = \pm 0,03 \cdot \frac{R_C}{R_W^2} [\%]$$

где  $R_C$  – величина, измеренная клещами, отображенная измерителем, а  $R_W$  – величина случайная – в [Ом]. Коэффициент (0,03) в формуле в [Ом].

#### Измерение удельного сопротивления грунта $\rho$

Метод измерения: измерение напряжения и тока с использованием зондов согласно IEC 61557-5

Диапазон	Разрешение	Погрешность основная
0,00...9,99 Ом м	0,01 Ом м	$\pm(2\% \rho + 3 \text{ е.м.р.})$
10,0...99,9 Ом м	0,1 Ом м	$\pm(2\% \rho + 2 \text{ е.м.р.})$
100...999 Ом м	1 Ом м	$\pm(2\% \rho + 2 \text{ е.м.р.})$
1,00...9,99 кОм м	0,01 кОм м	$\pm(2\% \rho + 2 \text{ е.м.р.})$
10,0...99,9 кОм м	0,1 кОм м	$\pm(2\% \rho + 2 \text{ е.м.р.})$
100...999 кОм м	1 кОм м	$\pm(2\% \rho + 2 \text{ е.м.р.})$

Приведенное значение ошибки не учитывает ошибку, введенную расстоянием между зондами.

Дополнительно необходимо учесть ошибку, внесенную через величину активного сопротивления зондов согласно формулы, приведенной выше.

#### Измерение активного сопротивления $R_H, R_S$

Погрешность измерения активного сопротивления $R_S$ и $R_H$ в случае измерения без использования клещей
$\pm 5\%$ от суммы отображенных значений ( $R_E + R_S + R_H$ )

Погрешность измерения активного сопротивления $R_S$ и $R_H$ в случае измерения с использованием клещей
$\pm 10\%$ от суммы отображенных значений ( $R_E + R_S + R_H$ )

#### Измерение напряжения шума (сумма переменного и постоянного тока)

Метод измерения: выпрямленным двухполюсным

Сопротивление входное: ок. 2 МОм

Диапазон	Разрешение	Погрешность основная
0...40 В	1 В	$\pm(10\% U + 1 \text{ е.м.р.})$

#### Дополнительные технические данные

- Класс изоляции ..... двойная, согласно PN-EN 61010-1 и IEC 61557
- Категория безопасности ..... III 300В согласно PN-EN 61010-1
- Степень защиты корпуса PN-EN 60529 ..... IP54
- Максимальное напряжение шума (сумма переменного и постоянного тока), при котором еще могут проводиться измерения ..... 24 В
- максимальное измерительное напряжение шумов ..... 40 В
- частота измерительного тока ..... 128 Hz
- напряжение измерительное ..... 40 В
- ток измерительный ..... 225 mA
- максимальное сопротивление измерительных зондов ..... 50 кОм
- подача сигнала при слишком малом токе для клещей ..... 0,5 mA
- питание измерителя : ..... пакет аккумуляторов типа SONEL Ni-MH 7,2 V (только MRU-101) либо элементы питания LR14 (5 шт.)
- питание зарядки аккумуляторов ..... 100...250В/50(60)Гц, 100 mA
- время зарядки аккумуляторов ..... ок. 3 часов
- время разрядки аккумуляторов в режиме разрядки ..... макс. 3 часа
- количество измерений при использовании элементов питания щелочных ..... в среднем 2000
- время для выполнения измерений:
  - сопротивления по двухполюсной схеме ..... <8 секунд
  - сопротивления по четырехполюсной схеме ..... <16 секунд
  - сопротивления заземления по 3-х и 4-х полюсной схеме ..... <16 секунд
  - Сопротивления заземления по 3-х полюсной схеме с использованием клещей ..... <20 секунд
  - Сопротивления грунта ..... <16 секунд
- размер ..... 295 x 222 x 95 мм
- масса измерителя MRU-100 с элементами питания ..... ок. 1,6 кг
- масса измерителя MRU-101 с аккумуляторами ..... ок. 1,7 кг
- температура рабочая ..... 0...40°C
- температура номинальная ..... 20...25°C
- температура хранения ..... -20°C...+60°C
- время до самовыключения ..... 2 минуты
- стандарт качества ..... разработка, проект и производство согласно ISO 9001

## 11.2 Поверка