nr 214551 Q1

ISO 9001

АЯ 46

MRU-105

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Версия 1.02

1 ВВЕДЕНИЕ 4

2 СОСТАВ И РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ 5

2.1 Характеристики MRU-105 5

2.2 Расположение разъемов и клавиш 6

2.2.1 Разъемы 6

2.2.2 Клавиатура 6

2.3 Жидкокристаллический дисплей 8

2.4 Звуковые сигналы 11

2.5 Измерительные провода и зонды 11

2.6 Измерительные клещи 11

3 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА 12

3.1 Подготовка измерителя к работе 12

3.2 Калибровка клещей 12

3.3 Условия проведения измерений и получения правильных результатов 13

3.4 Измерение сопротивления по двухполюсной схеме 14

3.5 Измерение сопротивления по четырёхполюсной схеме 14

3.6 Измерение сопротивления заземления по трёхполюсной схеме 15

3.7 Измерение сопротивления заземления по четырёхполюсной схеме 16

3.8 Измерение суммарного сопротивления заземлителя по трёхполюсной схеме (с использованием измерительных клещей) 17

3.9 Измерение удельного сопротивления грунта 18

4 ПАМЯТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ 19

4.1 Просмотр памяти 19

4.2 Запись результатов измерений в память 20

4.3 Очистка памяти 20

5 ИНТЕРФЕЙС С КОМПЬЮТЕРОМ 21

5.1 Оборудование, необходимое для подключения 21

5.2 Подключение измерителя к компьютеру 21

6 ПИТАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ 21
6.1 Установка элементов питания 21
6.2 Зарядка пакета аккумуляторов 22
6.3 Общие правила использования NiMH аккумуляторов 23
7 УСТРАНЕНИЕ НЕПОЛАДОК 24
7.1 Предупреждения и информация, отображаемые на дисплее прибора 24
7.2 Сообщения об ошибках 26
7.3 Прежде чем обратиться в Сервисный Центр 27
8 ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ 27
9 ХРАНЕНИЕ 28
10 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 28
11 УТИЛИЗАЦИЯ 28
12 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 28
12.1 Основные технические характеристики 28
12.2 Дополнительные технические характеристики 30
13 КОМПЛЕКТАЦИЯ 31
13.1 Стандартная комплектация 31
13.2 Дополнительная комплектация 32
14 ПОВЕРКА 32
15 СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВИТЕЛЕ 32
16 СВЕДЕНИЯ О ПОСТАВЩИКЕ 32
17 СВЕДЕНИЯ О СЕРВИСНОМ ЦЕНТРЕ 33
18 ССЫЛКИ В ИНТЕРНЕТ 33

1 Введение

Мы благодарим вас за покупку нашего измерителя параметров заземляющих устройств. Измеритель MRU-105 являются серией новых измерительных приборов высокого качества, простых и безопасных в работе.

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

ВНИМАНИЕ ⚠
Перед работой с измерителем необходимо изучить данное Руководство, тщательно соблюдать правила защиты, а также рекомендации Производителя.

Применение прибора, несоответствующее указаниям Производителя, может быть причиной поломки прибора и источником серьёзной опасности для Пользователя.

Прибор должен обслуживаться только квалифицированным персоналом, ознакомленным с Правилами техники безопасности;

Нельзя использовать:

- Поврежденный и неисправный полностью или частично измеритель;
- Провода и зонды с поврежденной изоляцией;
- Измеритель, который долго хранился в условиях, несоответствующих техническим характеристикам (например, при повышенной влажности).

Ремонт измерителя должен осуществляться только представителями авторизованного Сервисного центра.

Перед началом измерений убедитесь, что проводники подключены к соответствующим разъемам измерителя.

Запрещается пользоваться измерителем с ненадежно закрытым или открытым контейнером для элементов питания, а также осуществлять питание измерителя от любых других источников, кроме указанных в настоящем руководстве.

Входы измерителя оснащены электронной защитой от перегрузок до 276 В в течение 30 секунд.

Символы, отображенные на приборе:

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

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

CE Знак соответствия стандартам Европейского союза.

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

Декларация о соответствии. Измеритель соответствует стандартам Российской Федерации.

Свидетельство об утверждении типа. Измеритель внесен в Государственный реестр средств измерений.

CAT III 300V Маркировка на оборудовании CAT III 300V означает, что оно используется в сетях напряжением до 300 В, относится к III категории монтажа и максимальное импульсное напряжение, к воздействию которого должно быть устойчиво — 4000 В.

2 Состав и работа измерителя

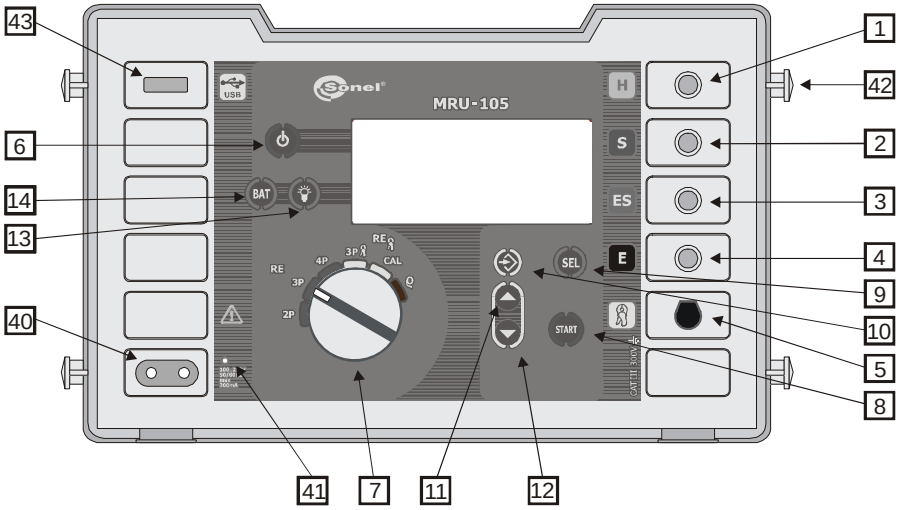
2.1 Характеристики MRU-105

Цифровые измеритель MRU-105 предназначен для измерений сопротивления заземляющих устройств, проводников присоединения и удельного сопротивления грунта.

Основные возможности измерителя MRU-105:

- 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;
- Большой, легко читаемый жидкокристаллический дисплей со способностью отображения в фоновом режиме и подсвечивания;
- Питание от аккумуляторной батареи с подзарядкой
- Встроенное зарядное устройство;
- 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.

2.2 Расположение разъемов и клавиш



2.2.1 Разъемы

1 измерительный разъем H

Для соединения с измерительным зондом, предназначенным для вывода тестового тока, используемого для измерений сопротивления.

2 измерительный разъем S

Для соединения потенциального зонда при измерениях сопротивления.

3 измерительный разъем ES

Для соединения дополнительного потенциального зонда при измерениях сопротивления устройств заземления и удельного сопротивления грунта по четырехполюсной схеме. Разъем также используется при измерениях сопротивления по двух - и четырехполюсной схеме.

4 измерительный разъем E

Разъем для подключения измеряемого заземляющего устройства. Также используется при измерении удельного сопротивления грунта.

5 разъем для подключения измерительных клещей

Обеспечивает соединение измерительных разъемов при многократном измерении сопротивления заземляющего устройства без разрыва цепи заземлителей.

43 разъем для подключения компьютера (USB)

40 разъем подключения питания для зарядного устройства

41 светодиод контроля зарядки пакета аккумуляторов

2.2.2 Клавиатура

6 Клавиша ⏻

для включения (ON) и выключения (OFF) питания измерителя. После того, как клавиша включена, на дисплее появляются цифры и символы - тест дисплея.

При включении питания прибора удерживайте клавиши: 14 «**BAT**» или 10 ➔, прибор может быть переведен на выполнение следующих функций:

- клавиша 14 «**BAT**» включает процедуру разрядки аккумуляторов с зарядом менее 50%
- клавиша 10 ➔ 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** ♀ - трехполюсная схема измерений сопротивления многоэлектродного устройства заземления с использованием измерительных клещей
- **CAL** ♀ - калибровка измерительных клещей,
- ρ-измерение удельного сопротивления земли.

8 клавиша START

Начинает процедуру измерения. При измерении удельного сопротивления грунта начинают с минимального расстояния между измерительными зондами. Повторное нажатие приводит к процессу измерения.

9 клавиша SEL

Отображает на дисплее дополнительные результаты измерения:

- **R_E** - сопротивление устройств заземления
- **R_S, R_H** - сопротивление соответствующего зонда
- Дополнительная погрешность, связанная с сопротивлением вспомогательных зондов

Дополнительно измерение текущего значения удельного сопротивления грунта:

- Величина удельного сопротивления грунта.

10 клавиша ➔ (запись в память)

- Если прибор находится в режиме измерения, нажатие клавиши ➔ приведет к записи полученного результата в память прибора в следующую свободную ячейку.

11 клавиша ▲ (увеличение)

12 клавиша ▼ (уменьшение)

- в случае измерения удельного сопротивления грунта, после первого нажатия клавиши **START**, данными клавишами устанавливается значение расстояния между

измерительными зондами. Клавиша ▲ увеличивает, клавиша ▼ уменьшает дистанцию на 1 м в диапазоне от 1м до 50м.

- в измерителе, за исключением случая, описанного выше, нажатие любого из двух клавиш является причиной для включения режима памяти. В этом режиме, нажатие клавиши ▲ или ▼ увеличивает или уменьшает номер ячейки памяти. Подробнее см. п. 4

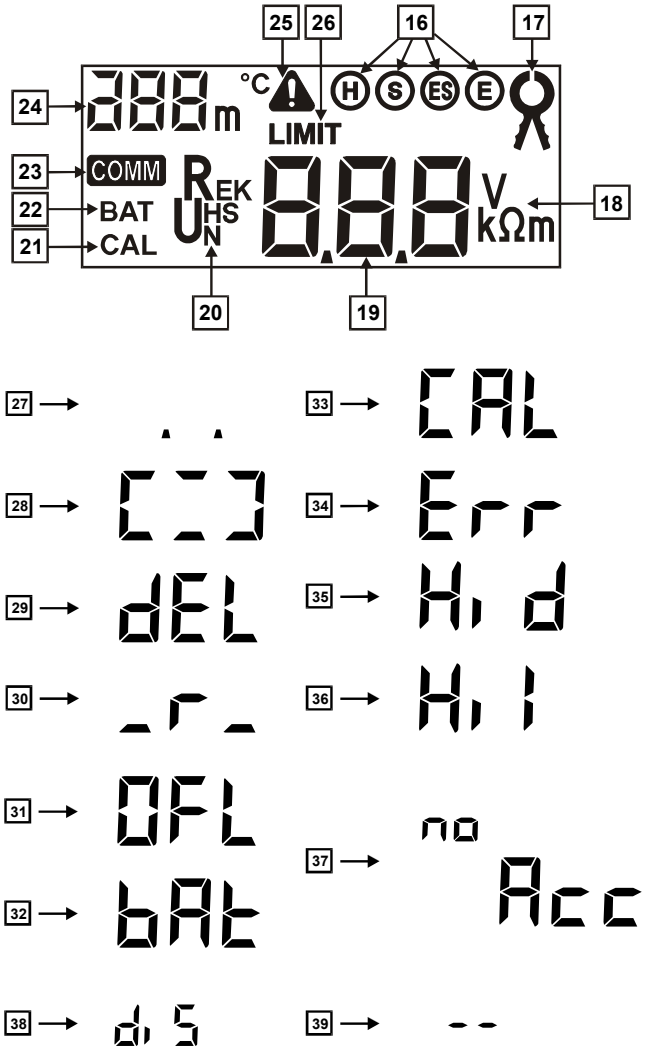
13 клавиша ☼

Включает или выключает подсветку дисплея.

14 клавиша BAT

- Обеспечивает отображение состояния элементов питания памяти или
- Нажатием клавиши 6 ⏻ обеспечивается выключение текущего режима измерителя и переход к процедуре зарядки батареи.

2.3 Жидкокристаллический дисплей



16 - обозначения измерительных разъемов

Индикаторы указывают, какие разъемы должны использоваться при выбранном режиме измерений.

17 ☡ **- измерительные клещи**

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

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

V - В (вольт) - напряжение;

Ω, кΩ - Ом, кОм (Ом, килоОм) – сопротивление;

Ω m, кΩ m – Ом м, кОм м (Ом на метр, килоОм на метр) - удельное сопротивление грунта;

m – м (метр) - расстояние между измерительными зондами.

19 - Основное поле результатов измерений

20 - Символы измеряемых и отображаемых величин

- **R_E** – сопротивление устройства заземления;
- **R_H** – сопротивление токового зонда (**H**);
- **R_S** – сопротивление потенциального зонда (**S**);
- **U_N** – напряжение шума (помехи).

21 - CAL – калибровка токоизмерительных клещей

Отображается после выбора функции калибровки измерительных клещей.

22 - BAT – элементы питания разряжены

Требуется замена элементов питания или подзарядка аккумуляторных батарей.

23 - COMM – режим передачи данных в компьютер

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

24 - Дополнительное поле результатов

отображается 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 данные

28 [ ] **- запись в память**

29 dEL **- возможное удаление записи из памяти**

30 _r_ **- разрыв между измерительными зондами**

Сопротивление между вспомогательными измерительными зондами (потенциальный, токовый) слишком высокое. Проверьте наличие и качество контакта в местах подключения зондов.

31 OFL **- превышен диапазон измерения**

32 bAt **- низкий уровень заряда элементов питания**

Элементы питания (батарея аккумуляторов NiMH-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 разъемов или измерительных клещей.

35 Hi d **- значительное отличие результатов**

Результаты последующих измерений того же самого параметра отличаются значительно.

36 Hi I **- превышение тока**

Причина может быть в величине уравнительных токов, проходящих через контур вспомогательных зондов и измеряемых клещами.

37 no Acc **- NiMH-MH 7,2 V батарея аккумуляторов отсутствует в приборе**

38 d.S **- NiMH- MH 7,2 V батареи прибора разряжаются**

Символ, отображаемый на дополнительном поле дисплея, сообщает о ходе разрядки NiMH-MH 7,2 V аккумуляторов. На основном поле **19** одновременно отображается текущая информация об относительной степени заряда аккумуляторной батареи (в процентах).

39 - **выбранная ячейка памяти занята**

Символ, отображаемый на дополнительном поле дисплея с номером выбранной ячейки памяти, указывает на факт занятости ячейки результатом, записанным ранее.

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.**

2.4 Звуковые сигналы

Предупреждающие сигналы:

- ⇒ Непрерывный звуковой сигнал
- o Напряжение шума $\mathbf{U_N}$ превышает 40 В.
- ⇒ Длинный звуковой сигнал
- o после начала измерений нажатием клавиши **8** **START**, когда напряжение шума более 24 В;
- o в процессе измерения обнаружен разрыв измерительной цепи;
- o после того, как обнаружены другие отклонения (на дисплее отображается соответствующая информация);
- o как подтверждение окончания процесса удаления результатов измерения из памяти;
- o после нажатия любой клавиши, которая в фактическом режиме прибора не может использоваться;
- o сигнал **AUTO-OFF**.

Подтверждающие и др. сигналы:

- ⇒ Короткий звуковой сигнал
- o Подтверждает нажатие клавиши. Звучит, когда прибор может выполнять работу, связанную с данной клавишей.
- ⇒ Два коротких акустических сигнала
- o Подтверждают успешное окончание цикла измерения.
- ⇒ Короткий сигнал, короткая пауза и три коротких звуковых сигнала
- o Подтверждает запись результата измерения в данную ячейку памяти.

2.5 Измерительные провода и зонды

Измеритель снабжен набором измерительных проводов.

Провода длиной 25 и 50 м намотаны на катушки.

В комплектации измерителя имеются два измерительных зонда, используемые для забивания в грунт.

Для сборки измерительной схемы необходимо подключить проводник непосредственно к разъему на горизонтальной части измерительного зонда или к разъему на катушке, которую поместить на измерительный зонд.

2.6 Измерительные клещи

В комплектации прибора имеются измерительные клещи, которые используют для измерений токов растекания в земле, когда требуется определить сопротивление заземляющего устройства с многоэлектродными заземлителями без разрыва соединений.

3 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.

3.1 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;

3.2 Калибровка клещей

Измерительные клещи, перед их использованием должны быть откалиброваны.

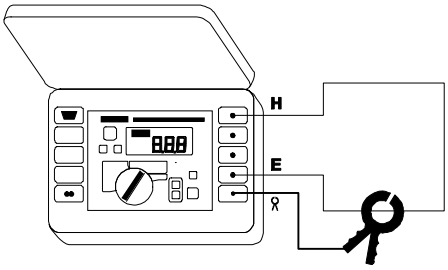
Также, они должны калиброваться периодически, чтобы избежать влияния старения на точность измерения. Процедура калибровки должна выполняться в частности после закупки измерительных клещей отдельно от измерителя или после их ремонта.

Калибровка выполняется путем установки поворотного переключателя 7 в положение, которое соответствует функции **CAL** ⚲. Измерительные разъемы «**H**» 1 и «**E**» 4 должны быть соединены (замкнуты) измерительным проводником. Необходимо обеспечить прохождение провода через центр 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.

Возможные ошибки при калибровке клещей:

Ошибка	Символ дисплея	Ситуация
Ток не проходит через провода, подключенные к разъемам «**H**» и «**E**»	34 Err - вместе с символами измерительных разъемов в поле 16	Измерительные провода не подключены или имеют обрыв
Ток в измерительной цепи не проходит	34 Err - вместе с символом 17	Измерительные клещи не охватывают провода, подключенные к разъемам «**H**» 1 и «**E**» 4, или не подключены к прибору
Отсутствует подключение клещей, измерительные клещи не того типа или измерительные клещи не работоспособны	34 Err и 25 ⚠	Контакт измерительных клещей не стабильный
Поправочный коэффициент не определен	34 Err и 26 **LIMIT.**	Ошибка измерения тока с расчетным значением поправочного коэффициента слишком высока; пробуйте повторить процесс калибровки



3.3 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.	26 **LIMIT** или 20 **U_N**	
Напряжение шума превышает величину 40 В.	26 **LIMIT** или 31 OFL, издается продолжительный звуковой сигнал	
Нет измерения текущего тока	30 -.-. вместе с символом измерительного разъема 16	Отсутствие подключения измерительных зондов требуемого сопротивления или измерительные провода не подключены к зондам.
Сопротивление измерительных зондов превышает 50 кОм.	26 **LIMIT** вместе со значением сопротивления зонда на дополнительном поле 20 дисплея	Уменьшить величину сопротивления измерительного зонда или увеличить влажность грунта вблизи зонда
Превышение диапазона измерения	31 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 зондов более 30%	26 **LIMIT** вместе с результатом измерений	Уменьшите величину сопротивления измерительного зонта или увеличьте влажность грунта вблизи него.
Низкий уровень зарядки элементов питания	22 **BAT**	Ни одна из функций измерителя не блокирована, 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, нет ли короткого замыкания или нарушения электрической изоляции измерительных проводов, что может мешать измерению.

ВНИМАНИЕ
Измеритель предназначен для работы при напряжении шумов меньше чем 40 В. Подача на любые измерительные разъема напряжения больше чем 40 В может повредить измеритель.

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

Прибор выполняет измерения, если нет ни одной из причин для блокировки. При измерении основное поле **19** дисплея отображает символы - 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 зонда или удельного сопротивления грунта. Остальные параметры измерителя могут отображаться, при нажатии клавиши 9 **SEL**.

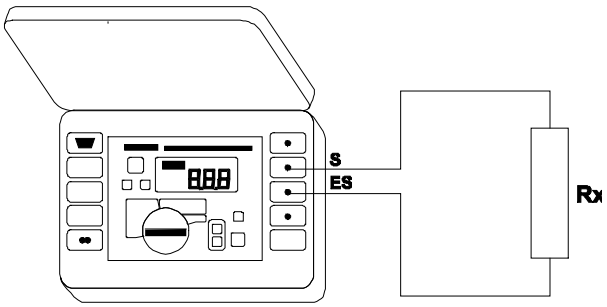
Измеритель автоматически выбирает диапазон измерения для каждой функции.

3.4 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 разъемам **2** и **3** с обозначениями «**S»** и «**ES»** соответственно.
2. Установить поворотный переключатель **7** в положение **R_E 2p**.
3. После подсоединения измеряемого сопротивления нажать клавишу **8** **START** – прибор начинает измерение.
4. Считать результат измерения.

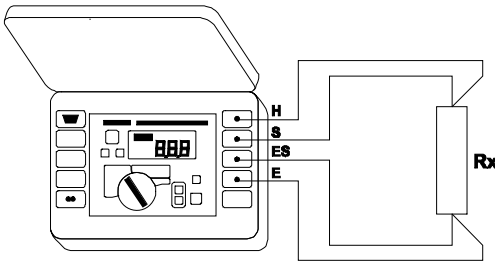
Результат измерения - полное сопротивление, состоящее из сопротивления резистора, подключенного к прибору, и сопротивления измерительных проводов. Влияние сопротивления проводов на результат измерения может быть исключено за счет использования четырехполюсной схемы или путем выполнения другого измерения с учетом сопротивления короткозамкнутых измерительных проводов, которое вычитается из основного измерения.



3.5 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 разъемам 1, 2, 3, 4, обозначенным **«H»**, «**S»**, «**ES»**, «**E»** соответственно.
2. Подключить измеряемое сопротивление к клеммам «**H»** и «**S»** и клеммам «**ES»** и «**E»**
3. Поворотный переключатель 7 установить в положение R_E **4p**.
4. Нажать на клавишу 8 **START.**
5. Считать результат измерения.



3.6 Измерение сопротивления заземления по трёхполюсной схеме

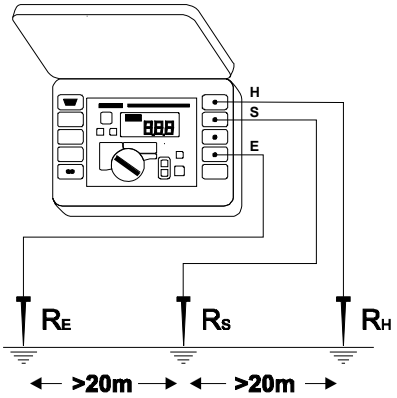
Трехполюсная схема - основная схема измерения сопротивления устройств заземления.

1. Соединить заземлитель с измерительным разъемом 4 , обозначенным как «**E»**;

2. Вбить токовый измерительный зонд в грунт на расстоянии, превышающем 40 м от исследуемого заземлителя, и соединить измерительным проводом с измерительным разъем 1 «**H**» измерителя;

3. Вбить потенциальный измерительный зонд в грунт на расстоянии, превышающем 20 м от исследуемого заземлителя и соединить с измерительным разъем 2 «**S»**. Исследуемый заземлитель, токовый зонд и потенциальный зонд необходимо выстроить в одну линию;

4. Поворотный переключатель 7 установить в положение **RE 3p**;
5. Нажать клавишу 8 **START**;
6. Снять показание сопротивления устройства заземления R_E, а также сопротивления измерительных зондов R_S и R_H. Дополнительные результаты могут быть считаны с основного поля дисплея 19 после нажатия клавиши 9 **SEL**.
7. Повторить измерения 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.



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 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 могут быть выполнены вычисления для оценки влияния сопротивления измерительных зондов, что обеспечивается использованием диаграммы, данной в приложении.

Контакт измерительных зондов с грунтом может быть улучшен, например, увлажнением водой места, где установлен зонд в грунт или перестановкой зонда в другое место поверхности грунта.

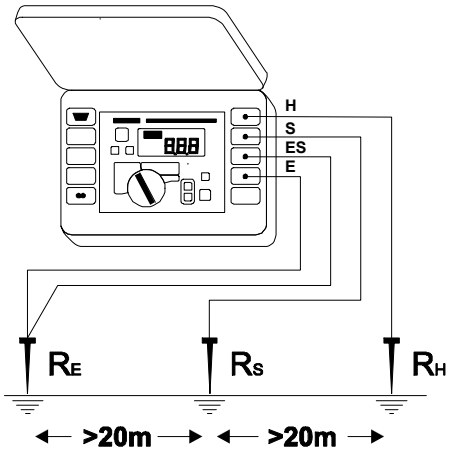
Измерительный провод должен быть также проверен: нет ли повреждений изоляции или не нарушен ли контакт с разъемом зонда, подключен ли зажим к измерительному зонду, не разрушен ли коррозией контакт.

3.7 Измерение сопротивления заземления по четырёхполюсной схеме

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

Для измерения сопротивления заземления необходимо:

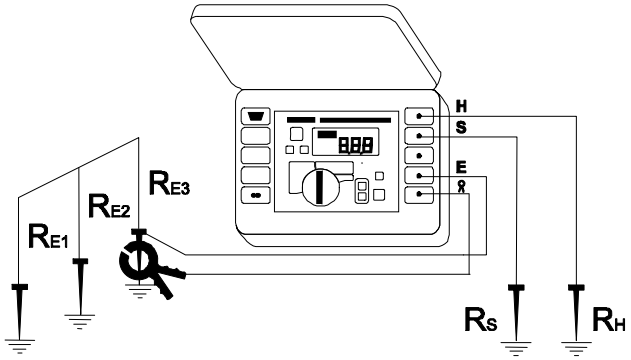
1. Соединить заземлитель с измерительными разъемами **3** и **4** измерителя, обозначенными как «**E**» и «**ES**» соответственно.
2. Установить токовый зонд в грунт на расстоянии больше 40 м от заземлителя и соединить с разъемом **1** «**H**».
3. Установить потенциальный зонд в грунт на расстоянии 20 м. от измеряемого заземлителя, соединенного с разъемом **2** «**S**». Заземлитель и измерительные зонды (токовый и потенциальный) должны быть выстроены в одну линию.
4. Поворотный переключатель **7** должен быть установлен в положение **RE 4p**.
5. Нажать клавишу **8** **START.**
6. Снять показание значения сопротивления заземления, а также сопротивлений измерительных зондов $\mathbf{R_S}$ и $\mathbf{R_H}$. Дополнительные результаты можно считать с основного поля дисплея **19** нажатием клавиши **9** **SEL**.
7. Повторить измерения после перемещения потенциального 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.



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

Измеритель может 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:



1. Соединяют исследуемый заземлитель с измерительным разъемом 4 измерителя, обозначенным символом «**E**».
2. Токовый измерительный зонд вбивают в грунт на расстоянии, превышающем 40 м. от исследуемого заземлителя, и соединяют измерительным проводом с измерительным разъемом 1 «**H**».
3. Потенциальный зонд устанавливают в грунт на расстоянии 20 м от измеряемого заземлителя, соединенного с разъемом 2 «**S**». Заземлитель (токовый и потенциальный), измерительные зонды должны быть выстроены в одну линию.
4. Подключить измерительные клещи проводом к разъему 5 и охватить исследуемый зонд ниже места присоединения провода «**E**»
5. Поворотный переключатель функций 7 установить в положение **RE 3p** ℞.
6. Нажать клавишу 8 **START.**
7. Снять показания значения сопротивления заземления R_E, а также значения сопротивлений измерительных зондов R_S и R_H . Дополнительные результаты могут быть сняты с основного поля дисплея 19 после нажатия на клавишу 9 **SEL**.

8. Повторить измерения после перемещения потенциального зонда 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 $\mathbf{R_{E1}}$, $\mathbf{R_{E2}}$, $\mathbf{R_{E3}}$, $\mathbf{R_{E4}}$, определяют общую величину сопротивления системы по формуле:

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

3.9 Измерение удельного сопротивления грунта

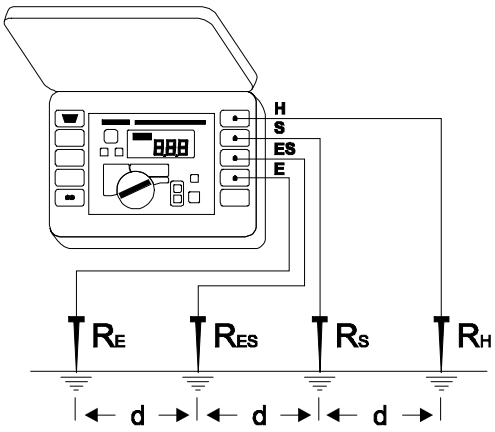
Для измерений удельного сопротивления грунта измерители используют сопротивления отдельных электродов системы заземлителя, для чего в геологии были разработаны специальные приборы.

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 $\boldsymbol{\rho = 2\pi\, d\, R_E}$, которая применяется в Методике измерения Веннера.

Вышеупомянутая методика предполагает равные расстояния между электродами.



Порядок проведения измерения:

- Измерительные зонды установить в грунт по прямой линии через равные расстояния и соединяют с измерительными разъемами **1**, **2**, **3** и **4**, обозначенными символами «**H**», «**S**», «**ES**» и «**E**», соответственно.
- Поворотный переключатель **7** установить в положение «**ρ**».

- Нажать клавишу 8 **START.**
- Используя клавиши управления стрелками 11 и 12 , установить на дисплее величину расстояния между зондами, чтобы она лучше всего согласовывалась с фактическим расстоянием.
- Нажать клавишу 8 **START.**
- Считать показания значения сопротивления заземления $\mathbf{R_E}$, а также значения сопротивлений измерительных щупов $\mathbf{R_S}$ и $\mathbf{R_H}$. Значения специфических параметров могут быть сняты с основного поля дисплея 19 после нажатия на клавишу 9 **SEL**.

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

4 Память результатов измерений

Измеритель MRU-105 оборудован памятью на 300 результатов измерений.

Место в памяти, куда записываются результаты измерения, называется ячейкой.

Каждый результат измерения может быть записан в ячейку с выбранным номером так, чтобы Пользователь измерителя мог согласно собственной системе назначать номера ячеек памяти.

Память результатов 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.

Рекомендуется удалять данные после их передачи на компьютер и началом нового цикла измерений для предотвращения наложения данных.

В памяти прибора сохраняются только величины сопротивления заземления и удельное сопротивление грунта. Значения сопротивлений измерительных зондов отображаются на дисплее непосредственно после выполнения измерения.

4.1 Просмотр памяти

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 дисплея 24 отображается номер текущей ячейки памяти, а в поле считывания результата 19 наблюдается содержание ячейки памяти:

1. Выбрать номер ячейки памяти клавишами 11 ▲ или 12 ▼.

2. Считать результат 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 ячейка памяти пуста.

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

4.2 Запись результатов измерений в память

Сохранение результата возможно только тогда, когда прибор отображает результат измерения или одиночного элемента результата, выбранного клавишей **SEL**. В любом из случаев в память записывается только основной результат измерения: сопротивление заземления $\mathbf{R_E}$ или удельное сопротивление грунта **ρ**:

1. Включить режим сохранения данных, нажатием клавиши 10 ⇥. На дополнительном поле 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 нажатием клавиши 10 ⇥**.** При этом появляется символ 28 [ ] и текущий номер ячейки памяти увеличивается на 1.

Сохранение с выбором номера ячейки памяти:

1. Включить режим сохранения данных, нажатием клавиши 10 ⇥. На дополнительном поле 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 номер ячейки памяти.
3. Записать результат в текущую ячейку памяти нажатием клавиши 10 ⇥**.** При этом отображается символ 28 [ ] и текущий номер ячейки памяти увеличивается на 1.

При 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.

4.3 Очистка памяти

В режиме памяти установить 00 номер ячейки памяти. Никакой результат не может быть записан в эту ячейку, 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.

После окончания удаления данных памяти, прибор издает длинный звуковой сигнал (устанавливается 1 номер ячейки памяти).

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

5 Интерфейс с компьютером

5.1 Оборудование, необходимое для подключения

Для подключения измерителя к компьютеру необходимо использовать кабель последовательного интерфейса USB и соответствующее программное обеспечение.

В случае отсутствия данных устройств, его можно приобрести у производителя или авторизованного представителя.

Более подробную информацию по программному обеспечению можно получить у авторизованных представителей.

5.2 Подключение измерителя к компьютеру

Порядок подключения:

1. Подключить кабель к USB порту компьютера и разъему 5 прибора.
2. Запустить программное обеспечение.
3. Включить режим передачи данных - включить питание прибора клавишей **6** ⏻, удерживая нажатой клавишу **10** → до тех пор, пока на дисплее не отобразиться символ **23** **COMM**. Измеритель остается в режиме передачи данных пока питание прибора не будет выключено.
4. Следовать указаниям, данным в программе.

6 Питание измерителя

Пакет аккумуляторов помещен в батарейный отсек.

Зарядное устройство установлено внутри прибора.

Прибор эксплуатируется только с данным типом NiMH-MH аккумуляторов.

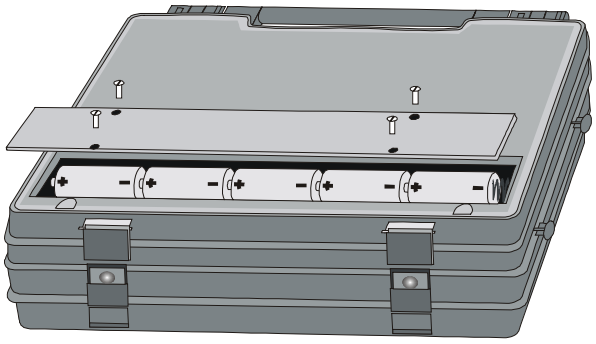
ВНИМАНИЕ
Аккумуляторы не обязательно поставляются в заряженном состоянии. Перед началом работы измерителя они должны быть обязательно заряжены.

6.1 Установка элементов питания

При разрядке элементов питания на дисплее прибора появляется сообщение 22 «**BAT**» или 32 bAt

Порядок замены элементов питания:

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.



6.2 Зарядка пакета аккумуляторов

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

ВНИМАНИЕ
При подаче питания к зарядному устройству прибора 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 NiMH аккумуляторов, а переключатель режимов работы прибора перестает действовать, так что процесс подзарядки не может быть прерван этим переключателем.

Зарядное устройство распознает, помещены ли NiMH 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 NiMH 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.

При использовании измерителя со значительно разряженными аккумуляторами появляется сообщение **22 BAT** или **32** bAt и 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 заряжайте 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** na Acc.

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

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

6.3 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 30^0С. Хранение аккумуляторов длительное время при высокой температуре, вследствие внутренних электрохимических 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 Устранение неполадок

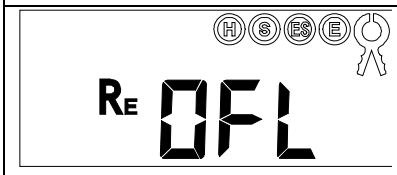
7.1 Предупреждения и информация, отображаемые на дисплее прибора

Измеритель MRU-105 отображает сообщения на дисплее о состоянии прибора и предупреждения, связанные с работой измерителя или с внешними условиями.

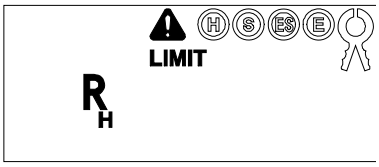
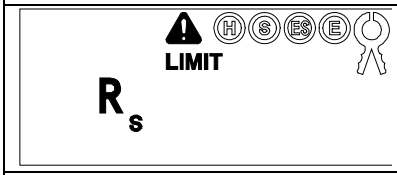
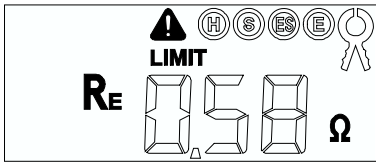
Для отображения данных используются упрощенные схемы записи символов на дисплее:

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

Превышение предела измерения

Символы	Ситуация	Решение
	Измеряемое сопротивление более чем 20 кОм	

Ошибки, связанные с сопротивлением измерительных зондов

Символы	Ситуация	Решение
	Сопротивление зонда R_H более чем 50 кОм	Улучшить контакт зонда с грунтом, например, увлажнением места его установки.
	Сопротивление R_S зонда более 50 кОм	Улучшить контакт зонда с грунтом, например, увлажнением места его установки.
	Дополнительная погрешность измерения из-за отношения сопротивления заземления R_E и сопротивления зондов превысила 30 %	Сопротивление зондов R_H и R_S, путем подбора подходящего значения.

Информация о соединении с измерительными зондами

Символы	Ситуация	Решение
	Прибор обнаружил высокое сопротивление соединения с измерительными зондами, символы которых отображаются.	Проверьте соединения с измерительными зондами, символы которых отображаются.
	Прибор обнаружил высокое сопротивление соединения между измерительными зондами, символы которых высвечиваются, или отсутствует соединение с измерительными клещами.	Проверьте правильность схемы измерения и устраните дефекты в соединениях.

Информация о напряжениях и токах в грунте

Символы	Ситуация	Решение
LIMIT U_N OFL	Напряжение шумов из-за блуждающих токов в грунте превышает 40 В. Измерение удельного сопротивления грунта невозможно.	Немедленно отключите прибор от измерительных зондов. Перед подключением измерителя к схеме измерения устранить источник напряжения шума.
LIMIT U_N 026 V	Напряжение шумов из-за блуждающих токов в грунте превышает 24 В, измерение удельного сопротивления грунта невозможно.	Выключите источник шумов напряжения. Попытайтесь расположить измерительные зонды другим способом.
LIMIT Hi d	Различия между последующими измерениями слишком большие.	Проверьте качество соединений. Ситуация может быть связана с большим уровнем шумов.
LIMIT $R_{E/HS}$ Hi I	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.

Информация о калибровке клещей

Символы	Ситуация	Решение
Err	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.

Символы	Ситуация	Решение
LIMIT Err	Погрешность измерения слишком большая после калибровки измерительных клещей.	Откалибровать клещи снова. Обратите особое внимание на центральное размещение измерительного провода в захвате измерительных клещей.
Err	Отсутствует ожидаемый ток в клещах.	Проверьте соединения.
Err	Отсутствует ожидаемый ток в клещах.	Проверьте соединения измерительных клещей с прибором или положение измерительных клещей по отношению к измерительному проводу, в котором измеряется ток.

Информация о состоянии элементов питания

Символ	Ситуация	Решение
BAT	Элементы питания или NiMH аккумуляторы разряжены.	Замените элементы питания новыми или зарядите аккумуляторы.
BAT bAt	Низкий уровень заряда элементов питания для стабильной работы прибора	Замените элементы питания новыми или зарядите аккумуляторы.
no Acu	Установлены элементы питания, бывшие в употреблении.	Замените элементы питания новыми

7.2 Сообщения об ошибках

Коды ошибок:

- **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.

Ошибка работе прибора может быть вызвана мгновенным влиянием внешних факторов, при этом прибор должен быть выключен и снова включен. Если проблема повторится, тогда измеритель должен быть передан в сервисный центр.

7.3 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.

Символ	Ситуация	Решение
Измеритель не включается при нажатии клавиши ⏻	Разряжены, не установлены или установлены неправильно элементы питания	Проверьте правильность установки элементов питания или замените новыми; Зарядите аккумуляторы. Если проблема не решилась, передайте прибор в сервисный центр.
На дисплее изображен символ «**BAT»**		
Символ bAt изображен на дисплее и прибор автоматически выключается		
Показываются неясные и случайные сегменты дисплея		
При передаче данных не было связи или передача прошла с ошибками	При конфигурировании компьютерной программы была выбрана неверная модель прибора	Проверьте конфигурацию программы.
	Отключен 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

8 Обслуживание измерителя

ВНИМАНИЕ
В случае нарушения правил эксплуатации оборудования, установленных Производителем, может ухудшиться защита, примененная в данном приборе

Корпус измерителя можно чистить мягкой влажной фланелью. 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, упакованный в потребительскую и транспортную тару, может транспортироваться любым видом транспорта на любые расстояния.

Допускается чистка гнезд подключения измерительных проводников с использованием безворсистых тампонов.

Остальные работы по обслуживанию проводятся только в авторизированном сервисном центре ООО «СОНЭЛ».

Ремонт прибора осуществляется только в авторизованном сервисном центре.

В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров, кислот, щелочей, вызывающих коррозию.

9 Хранение

Во время хранения прибора следует придерживаться следующих рекомендаций:

- Отключить от измерителя все проводники
- Убедиться, что измеритель и принадлежности сухие
- При долгом хранении следует вынуть элементы питания
- Хранить согласно норме PN-85/T-06500/08; температура хранения указана в технических данных

10 Условия окружающей среды

Нормальные условия окружающей среды:

- рабочая температура от 0° до 35°C
- температура номинальная от 20° до 25°C
- температура хранения от -20°C до +60°C
- на высотах до 2000 м;

При максимальной относительной влажности 85 % для температур до 31°C и с линейным уменьшением относительной влажности до 60% при увеличении температуры до 40°C

11 Утилизация

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

12 Технические характеристики

12.1 Основные технические характеристики

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

Сокращение «и.в.» в определении основной погрешности обозначает «измеренная величина»

Измерение сопротивления заземляющих устройств R_E без использования клещей

Диапазон измерения согласно IEC 61557-5: 0,13 Ом...20,0 кОм

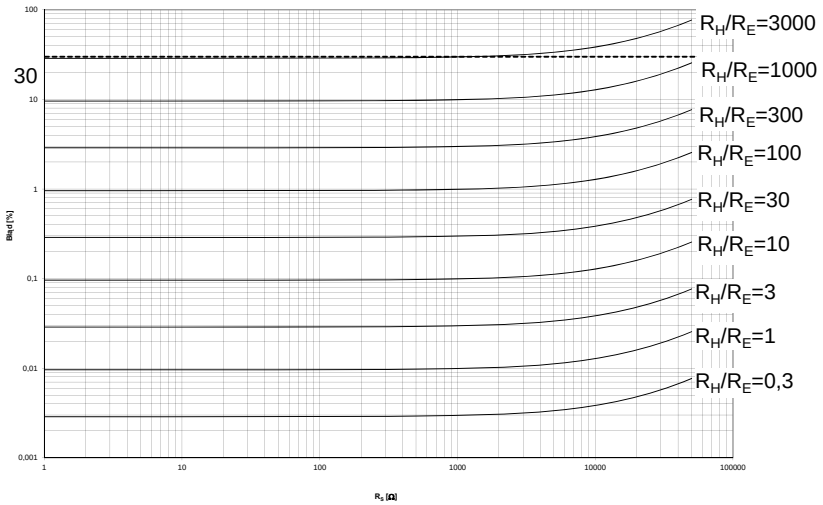
Диапазон	Разрешение	Погрешность
0,00...9,99 Ом	0,01 Ом	± (3% $\mathbf{R_E}$ +3 е.м.р.)
10,0...99,9 Ом	0,1 Ом	± (3% $\mathbf{R_E}$ +2 е.м.р.)
100...999 Ом	1 Ом	± (3% $\mathbf{R_E}$ +2 е.м.р.)
1,00...9,99 кОм	0,01 кОм	± (3% $\mathbf{R_E}$ +2 е.м.р.)
10,0...20,0 кОм	0,1 кОм	± (3% $\mathbf{R_E}$ +2 е.м.р.)

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

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

- где R_E, R_H и R_S –величина сопротивления измерительных зондов в [Ом].
- размерность коэффициента ($3{,}2 \cdot 10^{-7}$) в формуле в [1/Ом]

Значение данной погрешности можно определить используя диаграмму, которая построена на основе расчетов по формуле, приведенной выше



Измерение активного сопротивления заземляющих устройств с использованием измерительных клещей

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

Диапазон	Разрешение	Погрешность
0,00...9,99 Ом	0,01 Ом	± (8% $\mathbf{R_E}$ +3 е.м.р.)
10,0...99,9 Ом	0,1 Ом	± (8% $\mathbf{R_E}$ +2 е.м.р.)
100...999 Ом	1 Ом	± (8% $\mathbf{R_E}$ +2 е.м.р.)
1,00...9,99 кОм	0,01 кОм	± (8% $\mathbf{R_E}$ +2 е.м.р.)
10,0...20,0 кОм	0,1 кОм	± (8% $\mathbf{R_E}$ +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, измеренную в том же пункте без использования клещей, а также дополнительную погрешность, вычисленную по формуле:

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

где R_C – величина, измеренная клещами, отображенная измерителем, а R_W - величина случайная – в [Ом].

Измерение удельного сопротивления грунта ρ

Диапазон	Разрешение	Погрешность
0,00...9,99 Ом м	0,01 Ом м	Зависит от основной погрешности R_E при измерении методом **4p** но не менее ±1 е.м.р.
10,0...99,9 Ом м	0,1 Ом м	
100...999 Ом м	1 Ом м	
1,00...9,99 кОм м	0,01 кОм м	
10,0...99,9 кОм м	0,1 кОм м	
100...999 кОм м	1 кОм м	

Приведенное значение ошибки не учитывает ошибку, введенную расстоянием между зондами. Дополнительно необходимо учесть ошибку, внесенную через величину активного сопротивления зондов согласно формуле, приведенной выше.

Измерение активного сопротивления R_H, R_S

Погрешность измерения активного сопротивления R_S и R_H в случае измерения без использования клещей
±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
±10% от суммы отображенных значений (R_E+ R_S + R_H)

Измерение напряжения шума (сумма переменного и постоянного тока)

Диапазон	Разрешение	Погрешность
0...40 В	1 В	±(10% **U** + 1 е.м.р.)

- Сопротивление входное: ок. 2 МОм

12.2 Дополнительные технические характеристики

1. класс изоляции ..... двойная, согласно PN-EN 61010-1 и IEC 61557
2. категория безопасности..... III 300В согласно PN-EN 61010-1
3. степень защиты корпуса ..... PN-EN 60529 IP54
4. максимальное напряжение шума (AC+DC), при котором могут проводиться измерения24 В
5. максимальное измерительное напряжение шумов .....40 В
6. частота измерительного тока ..... 128 Гц

7. напряжение измерительное .....40 В
8. ток измерительный .....225 мА
9. максимальное сопротивление измерительных зондов .....50 кОм
10. подача сигнала при слишком малом токе для клещей .....0,5 мА
11. питание измерителя..... пакет аккумуляторов типа SONEL NiMH-MH 7,2 V
12. питание зарядки аккумуляторов .....100…250В/50(60)Гц, 100 мА
13. время зарядки аккумуляторов ..... ок. 3 часов
14. время разрядки аккумуляторов в режиме разрядки ..... макс. 3 часа
15. 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
16. размер ..... 295 x 222 x 95 мм
17. масса измерителя MRU-100 с элементами питания .....ок. 1,6 кг
18. масса измерителя MRU-101 с аккумуляторами.....ок. 1,7 кг
19. температура рабочая .....0..40°C
20. температура номинальная .....20..25°C
21. температура хранения .....-20°C..+60°C
22. время до самовыключения .....2 минуты
23. стандарт качества ..... разработка, проект и производство согласно ISO 9001

13 Комплектация

13.1 Стандартная комплектация

Наименование	Кол-во	Индекс
Измеритель параметров заземляющих устройств MRU-105	1 шт.	WMPLMRU105
Измеритель параметров заземляющих устройств MRU-105 Руководство по эксплуатации	1 шт.	-
Измеритель параметров заземляющих устройств MRU-105 Паспорт	1 шт.	-
Провод измерительный 50 м на катушке с разъемами «банан» желтый	1 шт.	WAPRZ050YEBBSZ
Провод измерительный 25 м на катушке с разъемами «банан» красный	1 шт.	WAPRZ025REBBSZ
Провод измерительный 25 м на катушке с разъемами «банан» голубой	1 шт.	WAPRZ025BUBBSZ
Провод измерительный 1,2м с разъемами "банан" желтый	1 шт.	WAPRZ1X2YEBB
Провод измерительный 2,2 м с разъемами «банан» черный	1 шт.	WAPRZ2X2BLBB
Зонд острый с разъемом «банан» желтый	1 шт.	WASONYEOGB1
Зонд измерительный для забивки в грунт (30 см)	4 шт.	WASONG30
Зажим «Крокодил» изолированный чёрный К01	1 шт.	WAKROBL20K01
Клещи измерительные С-3	1 шт.	WACEGC3OKR
Футляр L2	1 шт.	WAFUTL2

Ремни “Свободные руки”	1 шт.	WAPOZSZE1
Аккумуляторная батарея NiMH SONEL-05 7,2 V	1 шт.	WAAKU05
Кабель сетевой	1 шт.	WAPRZLAD230
Кабель последовательного интерфейса USB	1 шт.	WAPRZUSB
Первичная поверка	-	

13.2 Дополнительная комплектация

Наименование	Индекс
Катушка для намотки измерительного провода	WAPOZSZP1
Зонд измерительный для забивки в грунт 80 см	WASONG80
Зажим специальный типа «струбцина» с разъемом «банан»	WAZACIMA1
Футляр для двух зондов (80 см)	WAFUTL3
СОНЭЛ-ПРОТОКОЛЫ	
Методика измерения сопротивления заземляющих устройств всех типов и удельного сопротивления земли приборами MRU-100, MRU-101, MRU-105	

14 Поверка

Измеритель MRU-105 в соответствии с Законом РФ «Об обеспечении единства измерений» (Ст.13) подлежит поверке.
Поверка измерителей проводится в соответствии с методикой поверки, согласованной с ФБУ “РОСТЕСТ-МОСКВА”.
Межповерочный интервал – 1 год.
Методика поверки доступна для загрузки на сайте www.sonel.ru

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ООО «СОНЭЛ»

Осуществляет поверку СИ SONEL и обеспечивает бесплатную доставку СИ в поверку и из поверки экспресс почтой.
115583, Москва, Каширское шоссе, 65
тел./факс +7(495) 287-43-53; E-mail: standart@sonel.ru, Internet: www.sonel.ru

15 Сведения об изготовителе

SONEL S.A., Poland, 58-100 Swidnica, ul. Wokulskiego 11
tel. (0-74) 858 38 78 (Dział Handlowy)
(0-74) 858 38 79 (Serwis)
fax (0-74) 858 38 08
e-mail: dh@sonel.pl
internet: www.sonel.pl

16 Сведения о поставщике

ООО «СОНЭЛ», Россия
115583, Москва, Каширское шоссе, 65

тел./факс +7(495) 287-43-53;
E-mail: info@sonel.ru
Internet: www.sonel.ru

17 Сведения о сервисном центре

Гарантийный и послегарантийный ремонт прибора осуществляют авторизованные Сервисные центры. Обслуживанием Пользователей в России занимается Сервисный центр в г. Москва, расположенный по адресу:
115583, Москва, Каширское шоссе, 65
тел./факс +7(495) 287-43-53;
E-mail: standart@sonel.ru
Internet: www.sonel.ru
Сервисный центр компании СОНЭЛ осуществляет гарантийный и не гарантийный ремонт СИ SONEL и обеспечивает бесплатную доставку СИ в ремонт/ из ремонта экспресс почтой.

18 Ссылки в интернет

Каталог продукции SONEL
http://www.sonel.ru/ru/products/
Метрология и сервис
http://www.sonel.ru/ru/service/metroloГical-service/
Поверка приборов SONEL
http://www.sonel.ru/ru/service/calibrate/
Ремонт приборов SONEL
http://www.sonel.ru/ru/service/repair/
Электроизмерительная лаборатория
http://www.sonel.ru/ru/electrical-type-laboratory/
Форум SONEL
http://forum.sonel.ru/
КЛУБ SONEL
http://www.sonel.ru/ru/sonel-club/