



MRU-120

ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Версия 1.22 апр.2024г.



1	БЕЗОПАСНОСТЬ	5
2	МЕНЮ	6
2.1	Установки измерений	6
2.1.1	Выбор частоты	6
2.1.2	Калибровка измерительных клещей СЗ	7
2.1.3	Настройки измерения удельного сопротивления грунта	8
2.2	Установки прибора	8
2.2.1	Контрастность дисплея	8
2.2.2	Установки автовыключения	9
2.2.3	Установки дисплея	9
2.2.4	Дата\время	9
2.2.5	Разрядка аккумулятора	9
2.2.6	Обновление ПО	10
2.3	Выбор языка	10
2.4	Информация об изготовителе	10
3	ИЗМЕРЕНИЕ	10
3.1	Измерение сопротивления контактных соединений заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания потенциалов (2р)	10
3.2	Калибровка измерительных проводов	11
3.2.1	Компенсация сопротивления измерительных проводов (AUTO-ZERO)	11
3.2.2	Отключение компенсации сопротивления измерительных проводов (AUTO-ZERO)	12
3.3	Измерение сопротивления заземляющих устройств 3-х проводным методом (3р)	12
3.4	Измерение сопротивления заземляющих устройств 4-х проводным методом (4р)	15
3.5	Измерение сопротивления заземляющих устройств 3-х проводным методом + клещи (3р+клещи)	17
3.6	Измерение сопротивления методом двух клещей	19
3.7	Измерение удельного сопротивления грунта	21
4	ПАМЯТЬ	23
4.1	Сохранение результатов измерений в память	23
4.2	Удаление содержимого памяти	24
4.3	Считывание результатов, записанных в память	25
5	ИНТЕРФЕЙС	25
5.1	Оборудование для подключения	25
5.2	Подключение измерителя к компьютеру	25
6	ПИТАНИЕ	25
6.1	Информация о состоянии элементов питания	25
6.2	Установка элементов питания	26
6.3	Зарядка аккумуляторов	26
6.4	Разрядка аккумуляторов	28
7	ОБЩИЕ ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ NiMH АККУМУЛЯТОРОВ	29

8	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	30
8.1	Основные характеристики	30
8.1.1	Измерение сопротивления контактных соединений заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания потенциалов (2р).....	30
8.1.2	Измерение сопротивления заземляющих устройств (Зр, 4р)	30
8.1.3	Измерение сопротивления заземляющих устройств 3-х проводным методом + клещи (Зр+клещи).....	31
8.1.4	Измерение сопротивления методом двух клещей.....	31
8.1.5	Измерение удельного сопротивления грунта	31
8.2	Дополнительные характеристики.....	31
8.3	Дополнительные погрешности	32
8.3.1	Влияние величины напряжения помехи на измерение сопротивления заземляющих устройств для функций Зр, 4р, Зр + клещи	32
8.3.2	Влияние величины напряжения помехи на измерение сопротивления заземляющих устройств для функции р	32
8.3.3	Влияние сопротивления вспомогательных электродов на измерение сопротивления заземления для функций Зр, 4р, Зр + клещи	33
8.3.4	Влияние сопротивления вспомогательных электродов на измерение сопротивления заземления для функции р	33
8.3.5	Влияние тока помехи на результат измерения сопротивления заземления методом Зр+клещи	33
8.3.6	Влияние тока помехи на результат измерения сопротивления заземления с использованием двух клещей.....	33
8.3.7	Влияние соотношения части многоэлементного заземления, измеренного клещами, к общему сопротивлению (Зр + клещи).....	34
8.3.8	Дополнительная погрешность по ГОСТ IEC 61557-4-2013 (2р).....	34
8.3.9	Дополнительная погрешность по ГОСТ IEC 61557-5-2013 (Зр, 4р, Зр + клещи)	34
9	КОМПЛЕКТАЦИЯ.....	34
9.1	Стандартная комплектация.....	34
9.2	Дополнительная комплектация.....	35
10	ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА.....	35
10.1	Замена предохранителей.....	36
11	УТИЛИЗАЦИЯ.....	36
10	СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВИТЕЛЕ	36

1 БЕЗОПАСНОСТЬ

Приборы серии MRU-120 предназначены для измерений параметров заземляющих устройств и удельного сопротивления грунта.

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



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 серьёзной опасности для Пользователя.

- Прибором могут пользоваться лица, имеющие соответствующую квалификацию и допуск к данным работам;
- Во время измерений Пользователь не может иметь непосредственного контакта с открытыми частями, доступными для заземления (например, открытые металлические трубы центрального отопления, проводники заземления и т.п.); для обеспечения хорошей изоляции следует использовать соответствующую спецодежду, перчатки, обувь, изолирующие коврики и т. д.;
- Нельзя касаться открытых токоведущих частей, подключенных к электросети;
- **Недопустимо применение:**
 - измерителя, повреждённого полностью или частично;
 - проводов с повреждённой изоляцией;
 - измерителя, продолжительное время хранившийся в неправильных условиях (например, в сыром или холодном помещении);
- Ремонт прибора может выполняться лишь авторизованным Сервисным Центром.



Не выполнять измерения во взрывоопасной среде (например, в присутствии горючих газов, паров, пыли и т.д.). Использование измерителя в таких условиях может вызвать искрение и взрыв.

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.



Измеритель защищён двойной и усиленной изоляцией.



Знак соответствия стандартам Европейского союза.



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



Декларация о соответствии. Измеритель соответствует стандартам Российской Федерации.



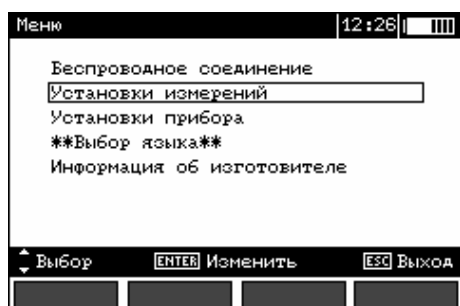
Свидетельство об утверждении типа. Измеритель внесён в Государственный реестр средств измерений.

CAT IV 300V \perp Маркировка на оборудовании означает, что оно используется в сетях напряжением до 300 В, относится к IV категории монтажа.

2 МЕНЮ

Меню доступно в любом положении поворотного переключателя.

①



Нажмите **MENU**.

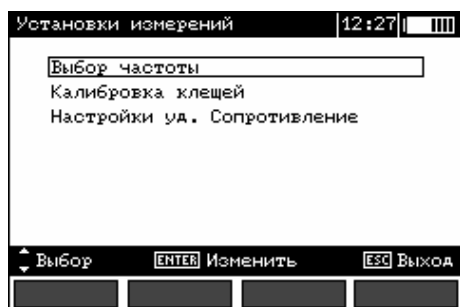
Используя клавиши ▲ и ▼, выберите нужный пункт.

Нажмите **ENTER** для входа в выбранный пункт.

2.1 Установки измерений

2.1.1 Выбор частоты

①

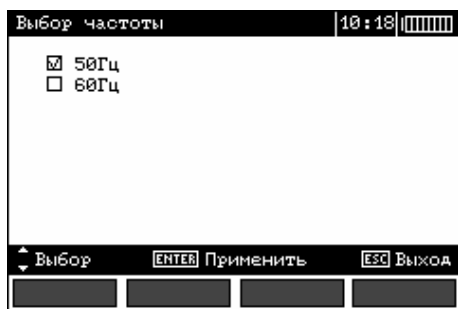


Используя клавиши ▲ и ▼, выберите нужный пункт.

Нажмите **ENTER** для входа в выбранный пункт.

Необходимо определить частоту измерительного сигнала для компенсации возможных помех. Только те измерения, которые основаны на правильном выборе частоты измерительного сигнала, могут гарантировать оптимальную фильтрацию помех. Измеритель имеет возможность определять помехи сетей 50 и 60 Гц.

②



Используя клавиши ▲ и ▼, выберите значение частоты и нажмите **ENTER** для подтверждения.

2.1.2 Калибровка измерительных клещей СЗ

Токоизмерительные клещи, приобретённые вместе с измерителем, перед их использованием должны быть откалиброваны.

Калибровка должна быть периодической, чтобы избежать влияния старения на точность измерения. Процедура калибровки должна выполняться, в частности, после закупки измерительных клещей отдельно от измерителя или после их ремонта.

①



Используя клавиши ▲ и ▼, выберите нужный пункт.

Нажмите **ENTER** для входа в выбранный пункт.

Следуйте инструкциям, отображаемым на дисплее прибора.

②



При условии правильной калибровки клещей, на экране отобразится следующая информация.

Измеритель определяет калибровочный коэффициент для подключенных клещей. Данный коэффициент хранится в памяти измерителя до тех пор, пока не будет произведена следующая калибровка.

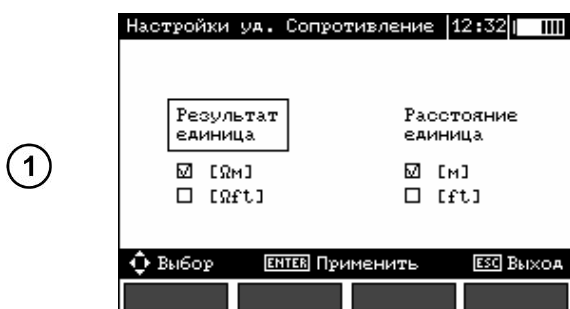


Убедитесь, что при калибровке испытательный проводник проходит строго через клещи!

Возможные сообщения, отображаемые на дисплее измерителя:

Сообщение	Причина	Решение
Ошибка: Не подключены клещи или не замкнуты на измерительный провод подключённый к разъёмам H и E! Калибровка прекращена. Нажмите ENTER!	Не подключены клещи.	Проверьте подключение клещей к прибору и на измерительный провод.
Ошибка: Измерительные провода не подключены к разъёмам H и E! Калибровка прекращена. Нажмите ENTER!	Отсутствует подключение измерительного провода.	Проверьте подключение измерительного провода к соответствующим разъёмам.
Ошибка: Калибровочный коэффициент находится вне диапазона. Калибровка прекращена. Нажмите ENTER!	Не правильное определение калибровочного коэффициента	Проверьте качество подсоединения к разъёмам и\или замените клещи.

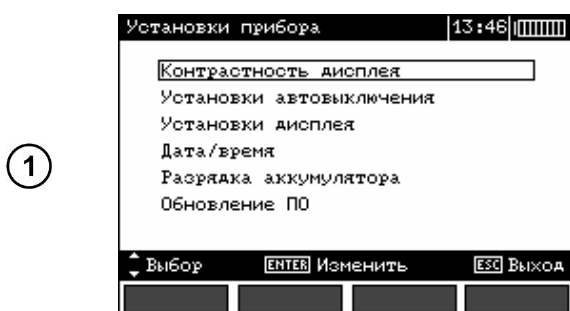
2.1.3 Настройки измерения удельного сопротивления грунта



Используя клавиши ▲ ▼ ◀ ▶, выберите размерность главного результата и расстояния.

Нажмите **ENTER** для подтверждения.

2.2 Установки прибора



Нажмите **MENU**.

Используя клавиши ▲ и ▼, выберите нужный пункт.

Нажмите **ENTER** для входа в выбранный пункт.

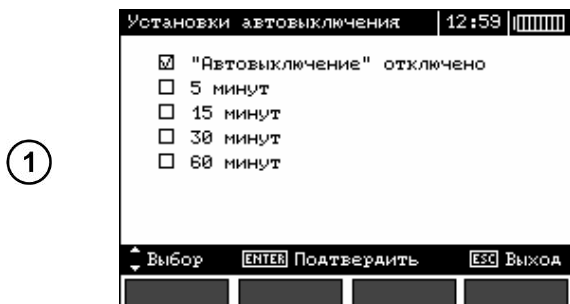
2.2.1 Контрастность дисплея



Используя клавиши ▲ и ▼, установите необходимый уровень контрастности дисплея и нажмите **ENTER**.

2.2.2 Установки автовыключения

Данная установка определяет время до самовыключения прибора, при условии его неиспользования.

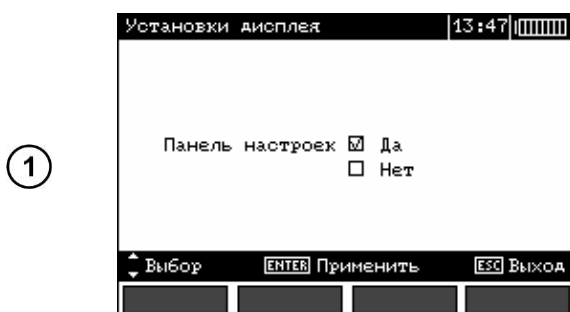


Установите необходимый период или отключите функцию, используя клавиши ▲ ▼.

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

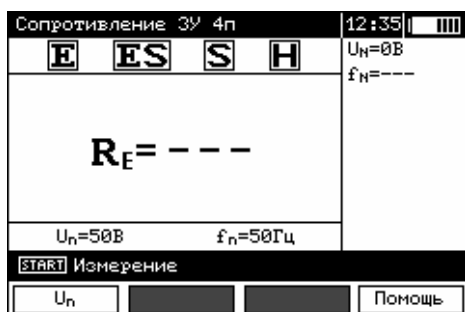
2.2.3 Установки дисплея

Настройка позволяет включить или выключить строку с параметрами, отображаемую на дисплее.



Используя клавиши ▲ и ▼, установите необходимый вариант.

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

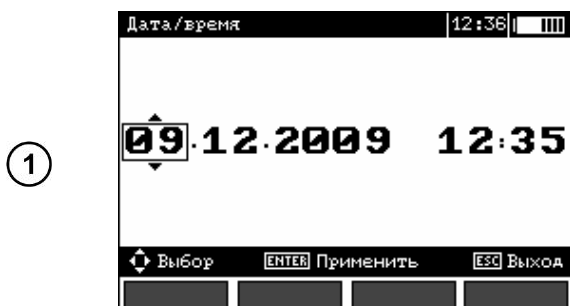


Отображаемая строка



Не отображаемая строка

2.2.4 Дата\время



Используя клавиши ◀ ▶, выберите значение для изменения (день, месяц, год, час, минута). Установите необходимое значение клавишами ▲ ▼.

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

2.2.5 Разрядка аккумулятора

Процедура описана в п.6.4 настоящего Руководства.

2.2.6 Обновление ПО



Гарантия не распространяется на поломки, связанные с неправильным использованием данной функции.

Перед началом обновления ПО зарядите аккумуляторы. Во время обновления ПО не выключайте измеритель и/или не отключайте кабель подсоединения к компьютеру.

Перед обновлением ПО скачайте с сайта разработчика www.sonel.pl или официального представителя www.sonel.ru программное обеспечение и установите на компьютер и подключите измеритель к компьютеру.

Выбрав режим **Обновления ПО** в **MENU** измерителя, следуйте инструкциям программы.

2.3 Выбор языка

Используя клавиши ▲ и ▼, выберете пункт **Выбор языка** в **MENU** измерителя и нажмите **ENTER**.

Используя клавиши ▲ и ▼, выберете необходимый язык и нажмите **ENTER**.

2.4 Информация об изготовителе

Используя клавиши ▲ и ▼ выберете пункт **Информация об изготовителе** и нажмите **ENTER**.

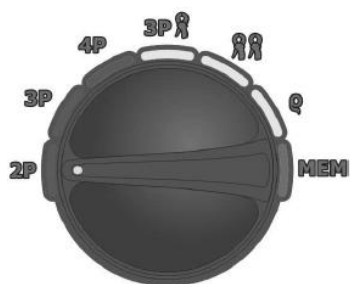
3 ИЗМЕРЕНИЕ

3.1 Измерение сопротивления контактных соединений заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания потенциалов (2р)



Измерение производится согласно требованиям ГОСТ IEC 61557-4-2013 ($U < 24 \text{ В}$, $I > 200 \text{ мА}$ для $R \leq 10 \text{ Ом}$).

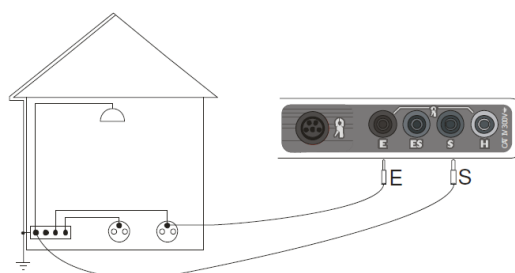
①



Включите измеритель.

Установите поворотный переключатель в режим **2P**.

②



Подключите измеряемый объект к разъёмам **S** и **E** измерителя.



Измеритель готов к работе.

На дополнительной части дисплея отображаются значения напряжения шума и частота. В строке настроек отображается значение частоты, установленное в **MENU** прибора.

Нажмите **START** для начала измерения.



Результаты измерения.

Результат отображается в течение 20 сек.

Для повторного отображения результата измерений нажмите **ENTER**.

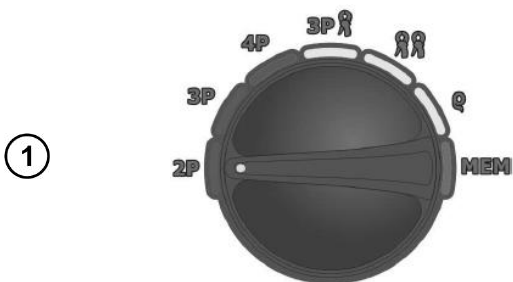
Возможные сообщения, отображаемые на экране измерителя:

R>20,0kΩ	Превышен диапазон измерения
U_n>40V! Совместно с продолжительным звуковым сигналом	Напряжение на измеряемом объекте превышает 40 В, измерение приостановлено.
U_n>24V!	Напряжение на измеряемом объекте превышает 24 В, но меньше 40 В, измерение приостановлено.
NOISE!	Превышен диапазон допустимого уровня помех – результат может быть недостоверным, в связи с появлением дополнительной погрешности.

3.2 Калибровка измерительных проводов

Во избежание влияния сопротивления измерительных проводов на результат измерения можно произвести её компенсацию (**AUTO-ZERO**). Для этого в режиме измерения сопротивления 2-х проводным методом (**2P**) предусмотрена функция автоматической установки обнуления сопротивления измерительных проводов (**AUTO-ZERO**).

3.2.1 Компенсация сопротивления измерительных проводов (**AUTO-ZERO**)



Включите измеритель.

Установите поворотный переключатель в режим **2P**.

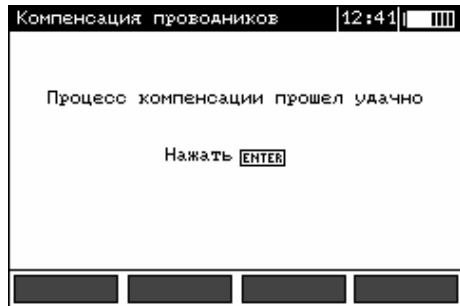
Нажмите **F1**.

2



Следуйте инструкциям, отображаемым на дисплее прибора.

3



При условии правильной калибровки, на экране отобразится следующая информация.

При включенной функции автоматической компенсации сопротивления измерительных проводов, в правой части дисплея активна надпись **AUTO-ZERO**.

3.2.2 Отключение компенсации сопротивления измерительных проводов (AUTO-ZERO)

Повторите настройки согласно п.3.2.1 при разомкнутых измерительных проводах.

При выключенной функции автоматической компенсации сопротивления измерительных проводов, в правой части дисплея отсутствует надпись **AUTO-ZERO**.

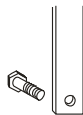


Следующую компенсацию сопротивления измерительных проводов необходимо проводить только в случае замены измерительных проводов, проведения сервисных и/или калибровочных работ.

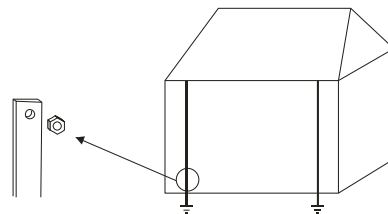
3.3 Измерение сопротивления заземляющих устройств 3-х проводным методом (3р)

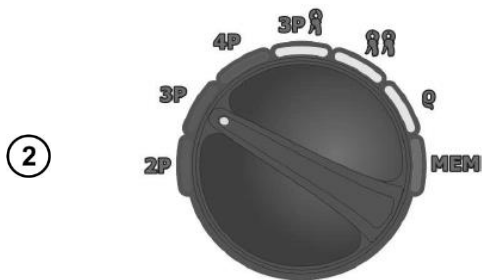
Измерение сопротивления заземляющих устройств базируется на 3-х (трёх) проводном методе измерения.

1



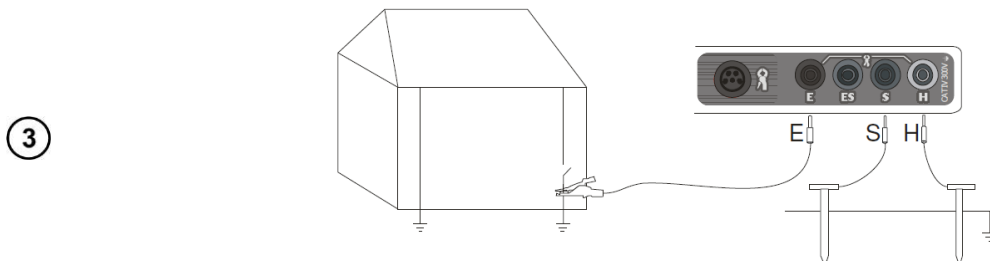
Отсоедините измеряемое заземляющее устройство от системы.





2

Установите поворотный переключатель в режим **3P**.



3

- Установите токовый зонд и подключите к разъёму **H** измерителя;
- Установите потенциальный зонд и подключите к разъёму **S** измерителя;
- Подключите измеряемое ЗУ к разъёму **E** измерителя;
- Соблюдайте однолинейность устанавливаемых зондов.

4



Измеритель готов к работе.

На дополнительной части дисплея отображаются значения напряжения шума и частота. В строке настроек отображается значение частоты, установленное в **MENU** прибора.

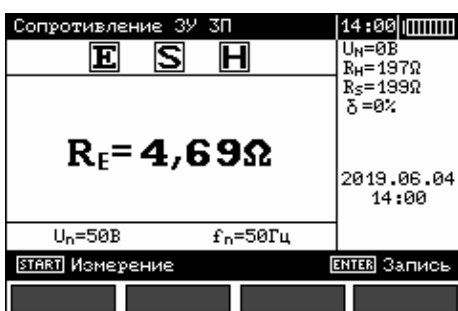
5



Нажмите клавишу **F1** для выбора значения измерительного напряжения.

Установите клавишами **▲** и **▼** необходимое значение измерительного напряжения и нажмите клавишу **ENTER**.

6



Для начала измерения нажмите клавишу **START**.

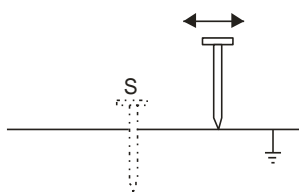
Результаты измерения:

R_n сопротивление токового зонда.

R_s сопротивление потенциального зонда.

δ дополнительная погрешность, зависящая от сопротивления измерительных зондов. (Надпись **LIMIT!** отображается при $\delta > 30\%$)

7



Повторите измерение (согласно п.3, п.6 и п.7) перемещая потенциальный зонд к/от ЗУ на несколько метров.

Если результаты R_E отличаются более чем на 3%, то необходимо увеличить расстояние между токовым зондом и ЗУ и повторить измерение. ($\pm 10\%$ от расстояния до потенциального зонда).




Измерение сопротивления возможно только в случае, если напряжение помех не превышает 24 В. Предел измерения напряжения помех – 100 В. Напряжение в диапазоне свыше 40 В сигнализируется как опасное. Не подключайте прибор к объектам, напряжение на которых превышает 100 В.

Следует обратить особое внимание на качество соединения исследуемого объекта с измерительным проводом - место контакта должно быть очищено от краски, ржавчины и т. д.

Если сопротивление измерительных электродов (зондов) слишком большое, то измеренное сопротивление R_E получит дополнительную погрешность. Особенно большая погрешность возникает во время измерения малой величины сопротивления заземления, при слабом контакте зондов с грунтом (такая ситуация часто имеет место, когда конструкция заземлителя выполнена хорошо, а верхняя часть почвы сухая и слабо проводит ток). Тогда отношение сопротивления зондов к измеренному сопротивлению заземления будет очень большое, как и погрешность измерения, зависящая от него. Можно тогда, в соответствии с формулами сделать расчеты, которые позволят оценить влияние условий измерений. Можно также улучшить контакт электрода с почвой, например, увлажняя водой место установки зонда, вбить его заново в другом месте или использовать удлинённый 80 см зонд. Также проверьте целостность изоляции измерительных проводов и убедитесь, что нет коррозии и плохого контакта в местах соединений: провод - разъём типа «банан» - зонд. В большинстве случаев достигнутой точности измерения, однако необходимо всегда знать величину дополнительной погрешности.

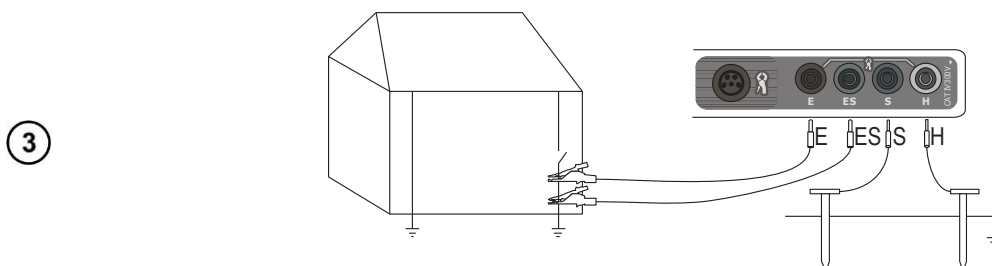
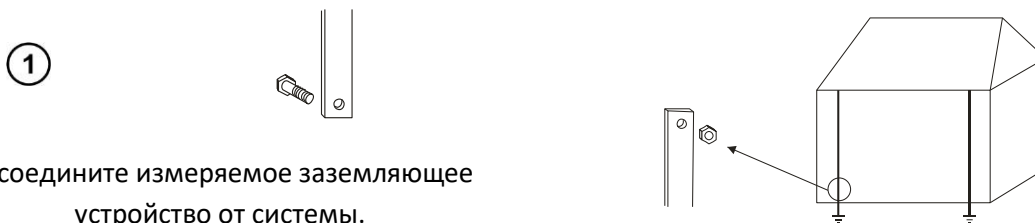
Если сопротивление H и S электродов или одного из них превышает 19,9 кОм, то на дисплее появится соответствующее сообщение.

Возможные сообщения, отображаемые на дисплее измерителя:

$R_E > 20,0 \text{ k}\Omega$	Превышен диапазон измерения
$U_N > 40 \text{ V!}$ Совместно с продолжительным звуковым сигналом 	Напряжение на измеряемом объекте превышает 40 В, измерение невозможно.
$U_N > 24 \text{ V!}$	Напряжение на измеряемом объекте превышает 24 В, но меньше 40 В, измерение приостановлено.
LIMIT!	Отношение сопротивления электродов к сопротивлению заземляющего устройства $\delta > 30\%$.
NOISE!	Превышен диапазон допустимого уровня помех – результат может быть недостоверным, в связи с появлением дополнительной погрешности.

3.4 Измерение сопротивления заземляющих устройств 4-х проводным методом (4p)

Четырёхпроводный метод рекомендуется применять при измерении сопротивления заземления очень малых значений. Он позволяет избежать влияния сопротивления измерительных проводов на результат измерения.



- Установите токовый зонд и подключите к разъёму **H** измерителя;
- Установите потенциальный зонд и подключите к разъёму **S** измерителя;
- Подключите измеряемое ЗУ к разъёму **E** измерителя;
- Подключите разъём **ES** к ЗУ ниже места подключения разъёма **E**;
- Соблюдайте однолинейность устанавливаемых зондов.



Измеритель готов к работе.

На дополнительной части дисплея отображаются значения напряжения шума и частота. В строке настроек отображается значение частоты, установленное в **MENU** прибора.

5



Нажмите клавишу **F1** для выбора значения измерительного напряжения.

Установите клавишами ▲ и ▼ необходимое значение измерительного напряжения и нажмите клавишу **ENTER**.

6



Для начала измерения нажмите клавишу **START**.

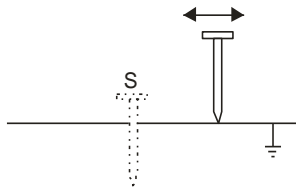
Результаты измерения:

R_N сопротивление токового зонда.

R_S сопротивление потенциального зонда.

δ дополнительная погрешность, зависящая от сопротивления измерительных зондов.

7



Повторите измерение (согласно п.3, п.6 и п.7) перемещая потенциальный зонд к/от ЗУ на несколько метров.

Если результаты R_E отличаются более чем на 3%, то необходимо увеличить расстояние между токовым зондом и ЗУ и повторить измерение. ($\pm 10\%$ от расстояния до потенциального зонда).



Измерение сопротивления возможно только в случае, если напряжение помех не превышает 24 В. Предел измерения напряжения помех – 100 В. Напряжение в диапазоне свыше 40 В сигнализируется как опасное. Не подключайте прибор к объектам, напряжение на которых превышает 100 В.

Следует обратить особое внимание на качество соединения исследуемого объекта с измерительным проводом - место контакта должно быть очищено от краски, ржавчины и т. д.

Если сопротивление измерительных электродов (зондов) слишком большое, то измеренное сопротивление R_E получит дополнительную погрешность. Особенно большая погрешность возникает во время измерения малой величины сопротивления заземления, при слабом контакте зондов с грунтом (такая ситуация часто имеет место, когда конструкция заземлителя выполнена хорошо, а верхняя часть почвы сухая и слабо проводит ток). Тогда отношение сопротивления зондов к измеренному сопротивлению заземления будет очень большое, как и погрешность измерения, зависящая от него. Можно тогда, в соответствии с формулами сделать расчеты, которые позволят оценить влияние условий измерений. Можно также улучшить контакт электрода с почвой, например, увлажняя водой место установки зонда, вбить его заново в другом месте или использовать удлинённый 80 см зонд. Также проверьте целостность изоляции измерительных проводов и убедитесь, что нет коррозии и плохого контакта в местах соединений:

3



Измеритель готов к работе.

На дополнительной части дисплея отображаются значения напряжения шума и частота. В строке настроек отображается значение частоты, установленное в **MENU** прибора.

4



Нажмите клавишу **F1** для выбора значения измерительного напряжения.

Установите клавишами **▲** и **▼** необходимое значение измерительного напряжения и нажмите клавишу **ENTER**.

5



Для начала измерения нажмите клавишу **START**.

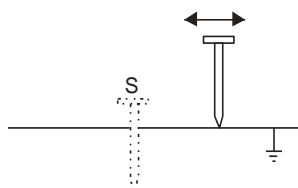
Результаты измерения:

R_n сопротивление токового зонда.

R_s сопротивление потенциального зонда.

δ дополнительная погрешность, зависящая от сопротивления измерительных зондов.

6



Повторите измерение (согласно п.2, п.5 и п.6) перемещая потенциальный зонд к/от ЗУ на несколько метров.

Если результаты R_E отличаются более чем на 3%, то необходимо увеличить расстояние между токовым зондом и ЗУ и повторить измерение. ($\pm 10\%$ от расстояния до потенциального зонда).

В данном режиме недопустимо использование гибких клещей!



Измерение сопротивления возможно только в случае, если напряжение помех не превышает 24 В. Предел измерения напряжения помех – 100 В. Напряжение в диапазоне свыше 40 В сигнализируется как опасное. Не подключайте прибор к объектам, напряжение на которых превышает 100 В.


Измерительные клещи должны быть откалиброваны при первом использовании. Также необходима периодическая калибровка клещей для учёта дополнительной погрешности, связанной со старением элементной базы. Для калибровки используйте соответствующий пункт **MENU**.

Следует обратить особое внимание на качество соединения исследуемого объекта с измерительным проводом - место контакта должно быть очищено от краски, ржавчины и т. д.

Если сопротивление измерительных электродов (зондов) слишком большое, то измеренное сопротивление R_E получит дополнительную погрешность. Особенно большая погрешность возникает во время измерения малой величины сопротивления заземления, при слабом контакте зондов с грунтом (такая ситуация часто имеет место, когда конструкция заземлителя выполнена хорошо, а верхняя часть почвы сухая и слабо проводит ток). Тогда отношение сопротивления зондов к измеренному сопротивлению заземления будет очень большое, как и погрешность измерения, зависящая от него. Можно тогда, в соответствии с формулами сделать расчеты, которые позволят оценить влияние условий измерений. Можно также улучшить контакт электрода с почвой, например, увлажняя водой место установки зонда, вбить его заново в другом месте или использовать удлинённый 80 см зонд. Также проверьте целостность изоляции измерительных проводов и убедитесь, что нет коррозии и плохого контакта в местах соединений: провод - разъём типа «банан» - зонд. В большинстве случаев достаточно достигнутой точности измерения, однако необходимо всегда знать величину дополнительной погрешности.

Если сопротивление H и S электродов или одного из них превышает 19,9 кОм, то на дисплее появится соответствующее сообщение.

Возможные сообщения, отображаемые на дисплее измерителя:

$R_E > 2k\Omega$	Превышен диапазон измерения
$U_N > 40V!$ Совместно с продолжительным звуковым сигналом 	Напряжение на измеряемом объекте превышает 40 В, измерение невозможно.
$U_N > 24V!$	Напряжение на измеряемом объекте превышает 24 В, но меньше 40 В, измерение приостановлено.
LIMIT!	Отношение сопротивления электродов к сопротивлению заземляющего устройства $\delta > 30\%$.
NOISE!	Превышен диапазон допустимого уровня помех – результат может быть недостоверным, в связи с появлением дополнительной погрешности.
$I_L > \max$	Большой ток утечки - результат может быть недостоверным, в связи с появлением дополнительной погрешности.

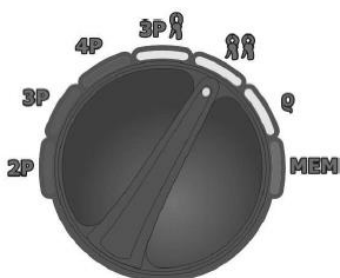
3.6 Измерение сопротивления методом двух клещей

Метод измерения сопротивления двумя клещами имеет практическое применение в тех случаях, когда подключение зондов для забивки в грунт невозможно.



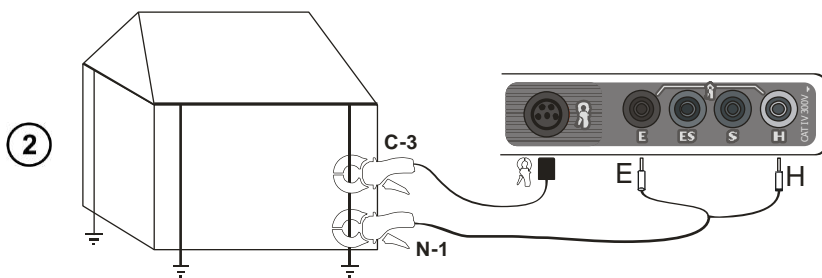
Метод двух клещей применим только в случае сложной заземляющей системы!

①



Включите измеритель.

Установите поворотный переключатель в режим Я Я .



Подключить измерительные провода согласно рисунку.

- Подключите передающие клещи к разъемам **H** и **E**, при этом измерительные клещи должны быть подключены к стандартному разъёму.
- Замкнуть губки передающих и приёмных клещей на измеряемом заземлении на расстоянии не менее 30 см друг от друга.



Измеритель готов к работе.

На дополнительной части дисплея отображаются значения тока утечки, протекающего через клещи, и его частота.



Для начала измерения нажмите клавишу **START**.

Результаты измерения отображены на дисплее.

Результат отображается в течение 20 сек.

Для повторного отображения результата измерений нажмите **ENTER**.



Измерение возможно только в случае, если ток помех не превышает 3А (RMS) частотой, соответствующей установленной в настройках прибора!

Измерительные клещи должны быть откалиброваны при первом использовании. Также необходима периодическая калибровка клещей для учёта дополнительной погрешности, связанной со старением элементной базы. Для калибровки используйте соответствующий пункт **MENU**.

Возможные сообщения, отображаемые на дисплее измерителя:

$R_E > 150 \Omega$	Превышен диапазон измерений
$U_N > 40V!$ Совместно с продолжительным звуковым сигналом 📢	Напряжение на измеряемом объекте превышает 40 В, измерение невозможно.
$U_N > 24V!$	Напряжение на измеряемом объекте превышает 24 В, но меньше 40 В, измерение приостановлено.
NOISE!	Превышен диапазон допустимого уровня помех – результат может быть недостоверным, в связи с появлением дополнительной погрешности.

3.7 Измерение удельного сопротивления грунта

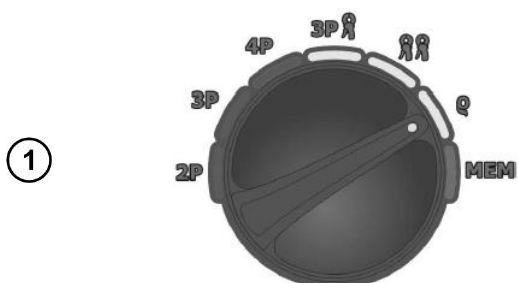
Для измерений удельного сопротивления грунта измерители используют сопротивления отдельных электродов системы заземлителя.

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

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

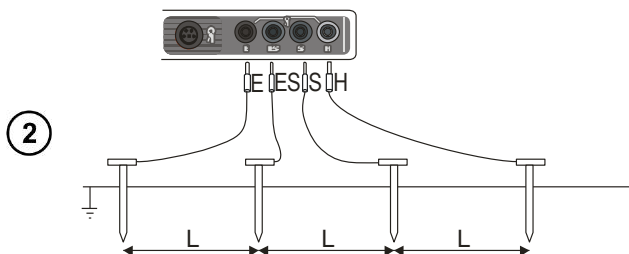
Результат измерения - величина удельного сопротивления грунта определяется автоматически согласно формуле $\rho = 2\pi LR_E$, которая применяется в методике измерения Венера.

Расчёт удельного сопротивления методом Веннера основан на условии равного расстояния между измерительными зондами.



Включите измеритель.

Установите поворотный переключатель в режим ρ .



Измерительные зонды устанавливаются однолинейно на одинаковом расстоянии L и подключаются к прибору согласно рисунку.

Глубина (h) измерения удельного сопротивления грунта зависит от расстояния (L) между измерительными зондами: $h = 0,7L$.



Измеритель готов к работе.

На дополнительной части дисплея отображаются значения напряжения шума и частота. В строке настроек отображается значение частоты, измерительное напряжение установленные в **MENU** прибора и расстояние между измерительными зондами.

4



Нажмите клавишу **F1** для выбора значения измерительного напряжения.

Установите клавишами ▲ и ▼ необходимое значение измерительного напряжения и нажмите клавишу **ENTER**.

5



Нажмите **START** для начала измерения. Измеритель предложит ввести расстояние между измерительными зондами.

Используя клавиши ▲ и ▼, установите расстояние между измерительными зондами и нажмите **ENTER** для начала измерения.

6



Результаты измерения:

R_n сопротивление токового зонда.

R_s сопротивление потенциального зонда.

δ дополнительная погрешность, зависящая от сопротивления измерительных зондов.




Измерение сопротивления возможно только в случае, если напряжение помех не превышает 24 В. Предел измерения напряжения помех – 100 В. Напряжение в диапазоне свыше 40 В сигнализируется как опасное. Не подключайте прибор к объектам, напряжение на которых превышает 100 В.

Следует обратить особое внимание на качество соединения исследуемого объекта с измерительным проводом - место контакта должно быть очищено от краски, ржавчины и т. д.

Если сопротивление измерительных электродов (зондов) слишком большое, то измеренное сопротивление R_E получит дополнительную погрешность. Особенно большая погрешность возникает во время измерения малой величины сопротивления заземления, при слабом контакте зондов с грунтом (такая ситуация часто имеет место, когда конструкция заземлителя выполнена хорошо, а верхняя часть почвы сухая и слабо проводит ток). Тогда отношение сопротивления зондов к измеренному сопротивлению заземления будет очень большое, как и погрешность измерения, зависящая от него. Можно тогда, в соответствии с формулами сделать расчеты, которые позволят оценить влияние условий измерений. Можно также улучшить контакт электрода с почвой, например, увлажняя водой место установки зонда, вбить его заново в другом месте или использовать удлинённый 80 см зонд. Также проверьте целостность изоляции измерительных проводов и убедитесь, что нет коррозии и плохого контакта в местах соединений: провод - разъём типа «банан» - зонд. В большинстве случаев достигнутой точности измерения, однако необходимо всегда знать величину дополнительной погрешности.

Если сопротивление **H** и **S** электродов или одного из них превышает 19,9 кОм, то на дисплее появится соответствующее сообщение.

Возможные сообщения, отображаемые на дисплее измерителя:

$\rho > 1M\Omega m$	Превышен диапазон измерения
$U_N > 40V!$ Совместно с продолжительным звуковым сигналом 	Напряжение на измеряемом объекте превышает 40 В, измерение невозможно.
$U_N > 24V!$	Напряжение на измеряемом объекте превышает 24 В, но меньше 40 В, измерение приостановлено.
LIMIT!	Отношение сопротивления электродов к сопротивлению заземляющего устройства > 30%.
NOISE!	Превышен диапазон допустимого уровня помех – результат может быть недостоверным, в связи с появлением дополнительной погрешности.

4 ПАМЯТЬ

Измеритель сопротивления заземляющих устройств и параметров молниезащит имеет собственную память на 990 результатов измерений. Для удобства пользователя память разбита на 10 (десять) **Bank** по 99 ячеек **Cell** в каждом. 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 определённой последовательности

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.

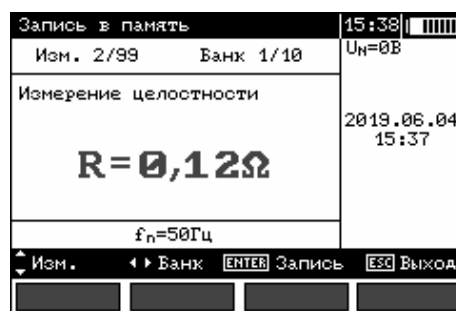
4.1 Сохранение результатов измерений в память



После завершения измерения нажмите **ENTER**.



Пустая ячейка

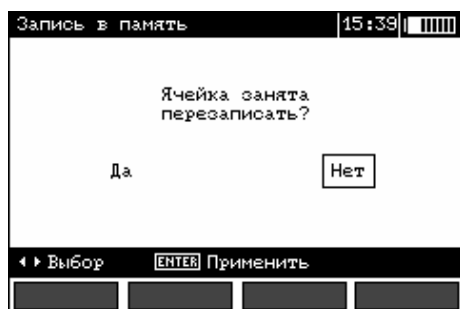


Ячейка с данными

Выбор ячейки для сохранения данных измерения осуществляется клавишами ▲ и ▼.

- ② Выбор **Bank** осуществляется клавишами ◀ и ▶.

Для сохранения нажмите **ENTER**.



При сохранении в ячейку с уже существующими данными на экране появится следующее сообщение.

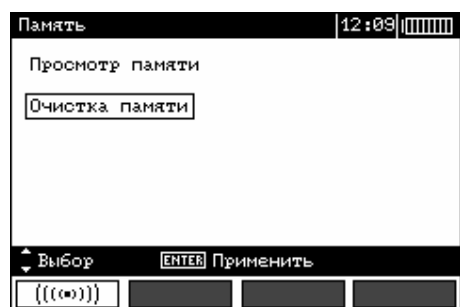
Выберите соответствующую команду клавишами ◀ ▶ и нажмите **ENTER**.

4.2 Удаление содержимого памяти

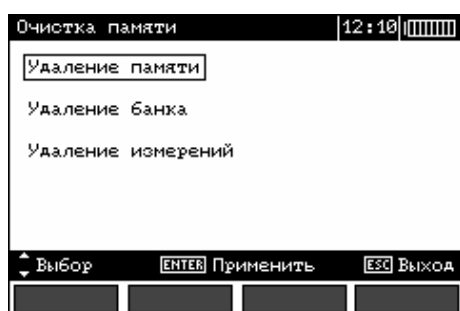


Включите измеритель.

Установите поворотный переключатель в режим **MEM**.



Выберите **Очистка памяти** клавишами ▲ и ▼, и нажмите **ENTER** для подтверждения.



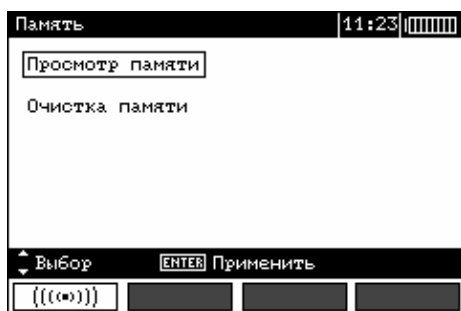
Используя клавиши ▲ и ▼, выберите необходимый раздел:

- «Удаление памяти»;
- «Удаление Bank»;
- «Удаление измерений».

Следуйте инструкциям на дисплее измерителя.

4.3 Считывание результатов, записанных в память

①



Используя клавиши ▲ и ▼, выберите «Просмотр памяти»

Нажмите ENTER.

②



Используя клавиши ◀ ▶, выберите **Bank**, а клавишами ▲ и ▼, выберите ячейку.

5 ИНТЕРФЕЙС



Передача данных невозможна во время зарядки аккумуляторов.

5.1 Оборудование для подключения

Для подключения измерителя необходим стандартный USB кабель 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.

- Установите поворотный переключатель в режим **MEM**;
- Подключите кабель к USB разъёму измерителя и компьютера;
- Запустите программное обеспечение.

6 ПИТАНИЕ

6.1 Информация о состоянии элементов питания

Уровень заряда элементов питания отображается соответствующим символом в правом верхнем углу дисплея.



Батарея заряжена.



Батарея разряжена



Батарея полностью разряжена



Батарея полностью разряжена.
Измерения невозможны.

Появление символа **БАТ!** на дисплее измерителя обозначает низкий уровень заряда элементов питания и необходимость в их подзарядке или замене.



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

6.2 Установка элементов питания

Измерители MRU-120 укомплектованы пакетом аккумуляторов (NiMH) и зарядным устройством. Пакет аккумуляторов устанавливается в специальное отделение на задней панели измерителя. Зарядное устройство подключается в специальный разъём на внешней панели измерителя. Питание осуществляется от сети 100...240 В частотой 50...60 Гц. Также в стандартной комплектации имеется автомобильное зарядное устройство.

Порядок замены элементов питания:

- Отключите все измерительные провода от соответствующих разъёмов и выключите измеритель;
- Открутите 4 (четыре) винта на задней панели прибора (нижняя часть корпуса);
- Снимите аккумуляторный отсек. В нём находится аккумулятор. Замена производится комплектом (отсек + аккумулятор);
- Установите заменяемый аккумуляторный отсек в измеритель;
- Закрутите 4 (четыре) винта.

6.3 Зарядка аккумуляторов

Для зарядки аккумуляторов подключите стандартное зарядное устройство к разъёму, размещённому под специальной резиновой заглушкой на внешней панели измерителя. Питание осуществляется от сети 100...240 В частотой 50...60 Гц.



Расположение разъёмов зарядки (1) и порт подключения компьютера USB (2)

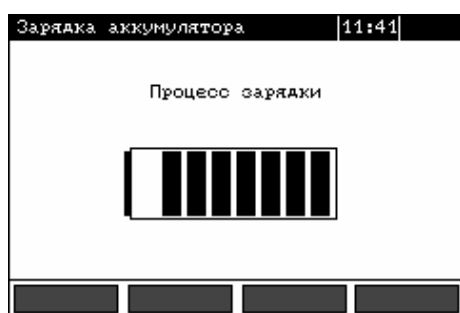
Также в стандартной комплектации имеется автомобильное зарядное устройство. Не рекомендуем использовать нестандартные зарядные устройства, т.к. это может привести к повреждению прибора или поражению током. При попытке зарядки батареек процесс зарядки будет остановлен автоматически, а на экране отобразится соответствующее сообщение.

Процесс зарядки начинается сразу же после подключения зарядного устройства к соответствующему разъёму на приборе, независимо включен он или отключен. Аккумуляторы заряжаются, согласно алгоритму, «быстрая зарядка»- этот процесс позволяет сократить время зарядки приблизительно до 4-х часов. Окончание процесса зарядки определяется появлением надписи «Зарядка завершена» на дисплее измерителя. Затем выключите измеритель и отсоедините зарядное устройство.



При подаче питания к зарядному устройству измерителя от электрической сети размещать оборудование следует таким образом, чтобы не было трудностей с его отключением.

Проведение измерений при низком уровне заряда элементов питания может привести к возникновению дополнительной погрешности.



Сообщение, указывающее на активность процесса зарядки.

Процесс зарядки (графическая индикация)

В случае слишком быстрой зарядки аккумуляторов необходимо отключить зарядное устройство и подключить его снова для возобновления процесса зарядки. Чаще всего такие ситуации возникают из-за перебоев в сети питания.

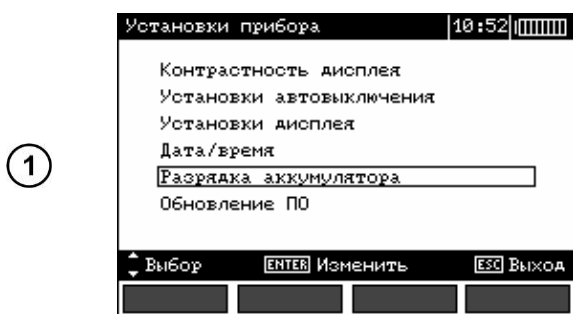
Сообщение	Причина	Решение
Ошибка подсоединения!	Повышенное напряжение на аккумуляторе во время зарядки.	Проверьте присоединение пакета аккумуляторов. Если причина не устранится, замените пакет аккумуляторов.

Сообщение	Причина	Решение
Отсутствие элементов питания!	Отсутствие соединения с аккумуляторным отсеком.	Проверьте присоединение пакета аккумуляторов. Если причина не устранится, замените батареи на пакет аккумуляторов.
Низкая температура элементов питания!	Окружающая температура менее 10 °С.	Невозможно провести корректно процесс зарядки при данных температурных условиях. Перенесите измеритель в более тёплое помещение. Данная ошибка может возникнуть из-за низкого уровня заряда аккумуляторов. Проведите несколько циклов зарядки.
Ошибка подзарядки!	Повреждение или сильный разряд аккумуляторов.	Данное сообщение появляется ненадолго на экране, а затем заново начинается процесс подзарядки. Если после нескольких попыток появляется сообщение: Высокая температура элементов питания! – замените пакет аккумуляторов.

6.4 Разрядка аккумуляторов

Для обеспечения нормальной функциональности и увеличения сроков службы аккумуляторных батарей рекомендуется периодически осуществлять полный цикл зарядки (с нулевого уровня).

Порядок проведения разрядки аккумуляторов:



Нажмите **MENU** и выберите «**Установки прибора**».

Нажмите **ENTER**.

Используя клавиши **▲** и **▼**, выберите «**Разрядка аккумулятора**», и нажмите **ENTER**.

Прочтите сообщение и нажмите **ENTER**.

Процесс разрядки может продолжаться до 12 часов. Данный показатель зависит от уровня заряда аккумуляторов перед разрядкой. Процесс разрядки сопровождается надписью на экране: **Процесс разрядки**.

7 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ NiMH АККУМУЛЯТОРОВ

При длительном хранении прибора следует извлечь аккумуляторы 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 °С. 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. Более глубокая разрядка аккумуляторов сокращает их срок службы.

Эффект памяти в аккумуляторах NiMH проявляется в ограниченной форме. Аккумуляторы можно без больших последствий дозарядить. Желательно, через определённое время эксплуатации, нескольких циклов, полностью 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 неиспользуемые).

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 предотвратить начало процесса зарядки, которая может окончательно повредить аккумулятор. Повышение температуры аккумулятора является сигналом для завершения зарядки и является типичным явлением. Зарядка при высокой температуре окружающей среды кроме уменьшения срока службы, вызывает быстрый рост температуры аккумулятора, который, впоследствии, не будет заряжен до полной ёмкости. Рекомендуемая температура окружающего воздуха, при которой возможна зарядка батареи 10...35°C.

Следует помнить, что при быстрой зарядке аккумуляторы заряжаются около 80% ёмкости. Лучших результатов можно получить, продлив зарядку: зарядное устройство будет переходить в режим подзарядки малым током и при последующих нескольких часах аккумуляторы заряжаются до полной ёмкости.

Не заряжайте и не используйте аккумуляторы в экстремальных температурах. Крайние температуры сокращают сроки службы элементов питания и аккумуляторов. Следует избегать размещения устройств, работающих от аккумуляторов в очень тёплых местах. Номинальная температура работы должна строго соблюдаться.

8 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

8.1 Основные характеристики

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

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

Измерение напряжения помех U_N (RMS)

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...100 В	1 В	\pm (2% и.в. + 3 е.м.р.)

- частота f_N 45...65 Гц
- частота измерения – минимум 2 измерения/сек.

8.1.1 Измерение сопротивления контактных соединений заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания потенциалов (2р)

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-4-2013: 0,24 Ом...19,9 кОм

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	\pm (2% и.в. + 2 е.м.р.)
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	
200...1999 Ом	1 Ом	
2,00...9,99 кОм	0,01 кОм	\pm (5% и.в. + 2 е.м.р.)
10,0...19,9 кОм	0,1 кОм	

8.1.2 Измерение сопротивления заземляющих устройств (3р, 4р)

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-5-2013: 0,3 Ом...19,9 кОм

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	\pm (2% и.в. + 2 е.м.р.)
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	
200...1999 Ом	1 Ом	
2,00...9,99 кОм	0,01 кОм	\pm (5% и.в. + 2 е.м.р.)
10,0...19,9 кОм	0,1 кОм	

Измерение сопротивления измерительных зондов

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...999 Ом	1 Ом	\pm 5% ($R_E + R_H + R_S$) + 8 е.м.р.
1,00...9,99 кОм	0,01 кОм	
10,0...19,9 кОм	0,1 кОм	

8.1.3 Измерение сопротивления заземляющих устройств 3-х проводным методом + клещи (Зр+клещи)

Диапазон измерения согласно IEC 61557-5-2013: 0,44...1999 Ом

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	± (8% и.в. + 3 е.м.р.)
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	
200...1999 Ом	1 Ом	

8.1.4 Измерение сопротивления методом двух клещей

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	± (10% и.в. + 3 е.м.р.)
20,0...149,9 Ом	0,1 Ом	± (20% и.в. + 3 е.м.р.)

8.1.5 Измерение удельного сопротивления грунта

Измерение согласно методу Веннера, $\rho = 2\pi LR_E$

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...199,9 Ом	0,1 Ом	± (2% и.в. + 3 е.м.р.)
200...1999 Ом	1 Ом	± (2% и.в. + 2 е.м.р.)
2,00...19,99 кОм	0,01 кОм	± (2% и.в. + 2 е.м.р.)
20,0...99,9 кОм	0,1 кОм	± (5% и.в. + 2 е.м.р.)
100...999 кОм	1 кОм	± (5% и.в. + 2 е.м.р.)

- расстояние между измерительными зондами (L): 1...50 м

8.2 Дополнительные характеристики

Питание	
Питание измерителя	Пакет аккумуляторов SONEL NiMH 4,8 В; 4,2 Ач
Параметры сети источника питания ЗУ	100...240 В; 50...60 Гц
Категория электробезопасности	CAT IV / 300 В

Условия окружающей среды и другие технические данные	
Диапазон рабочих температур	-10...50 °С
Диапазон температур при хранении	-20...80 °С
Влажность	30...80%
Степень защиты, согласно ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013)	IP54
Нормальные условия для поверки	Температура окружающей среды: 23 ± 2 °С Влажность: 40...60%
Размеры	288 x 223 x 75 мм
Масса	около 2 кг
Дисплей	Графический ЖКИ
Высота над уровнем моря	< 2000 м
Частота измерительного тока	125 Гц для сетей 50 Гц, 150 Гц для сетей 60 Гц

Количество измерений для R_E	> 800 ($R_E=10$ Ом, $R_H=R_S=100$ Ом, 2 измерения/мин.)
Количество измерений сопротивления R 2p	> 1100 (1 Ом, 2 измерения/мин.)
Максимальное напряжение шума, при котором выполняется измерение	24 В
Максимальное измеряемое напряжение шума	100 В
Максимальное значение тока шума, при котором может быть произведено измерение (с помощью клещей)	3 А RMS
Измерительное напряжение и ток для метода 2p	$U < 24$ В RMS, $I \geq 200$ мА для $R \leq 60$ Ом
Измерительное напряжение и ток для методов 3p, 4p	25 или 50 В, > 200 мА
Индикация тока помех (клещи)	$\leq 0,5$ мА
Максимальное сопротивление измерительных электродов	20 кОм
Длительность измерения сопротивления для метода 2p	< 6 секунд
Длительность измерения для остальных методов	< 8 секунд
Класс защиты	Двойная изоляция, согласно ГОСТ IEC 61010-1-2014 ГОСТ IEC 61557-1-2005
Электромагнитная совместимость	ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 ГОСТ Р 51522.2.2-2011 (МЭК 61326-2-2:2005)

8.3 Дополнительные погрешности

Данные о дополнительных погрешностях необходимы при использовании прибора в нестандартных условиях, а также для измерительных лабораторий при поверке.

8.3.1 Влияние величины напряжения помехи на измерение сопротивления заземляющих устройств для функций 3p, 4p, 3p + клещи

R_E	Дополнительная погрешность [Ом]
0...19,99 Ом	$\pm \left(25 * 10^{-4} * R_E + 2 * 10^{-4} * \frac{U_N}{R_E} \right) * U_N$
> 19,99 Ом	$\pm (5 * 10^{-4} * R_E + 2 * 10^{-2}) * U_N$

8.3.2 Влияние величины напряжения помехи на измерение сопротивления заземляющих устройств для функции p

$$\Delta_{add}[\Omega] = \pm 2,5 * (10^{-3} * R_E + 10^{-6} * U_N) * U_N$$

где,

$$R_E = \frac{\rho}{2 * \pi * L}$$

8.3.3 Влияние сопротивления вспомогательных электродов на измерение сопротивления заземления для функций Зр, 4р, Зр + клещи

R_H, R_S	Дополнительная погрешность [%]
$R_H \leq 1 \text{ кОм}$ и $R_S \leq 1 \text{ кОм}$	В границах основной погрешности
$R_H > 1 \text{ кОм}$ или $R_S > 1 \text{ кОм}$ или R_H и $R_S > 1 \text{ кОм}$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} * 200 + \frac{R_H^2}{R_E * R_H + 200} * 5 * 10^{-3} + R_H * 4 * 10^{-4} \right)$

$R_E[\text{Ом}]$, $R_S[\text{Ом}]$ и $R_H[\text{Ом}]$ являются значениями, отображаемыми на измерительном приборе.

8.3.4 Влияние сопротивления вспомогательных электродов на измерение сопротивления заземления для функции р

$$\pm \left(\frac{R_H * (R_S + 30000)}{R_E} * 3,2 * 10^{-7} + 4 * 10^{-4} * \sqrt{R_H^2 + R_S^2} \right)$$

$R_E[\text{Ом}]$, $R_S[\text{Ом}]$ и $R_H[\text{Ом}]$ являются значениями, отображаемыми на измерительном приборе.

8.3.5 Влияние тока помехи на результат измерения сопротивления заземления методом Зр+клещи

Прибор MRU-120 может выполнять измерения при величине тока помехи, не превышающем значения 3 А RMS и частоты, соответствующей установленной в **MENU**.

R_E	U_N	Дополнительная погрешность [Ом]
$\leq 50 \text{ Ом}$	25	$\pm (5 * 10^{-3} * R_E * I_t^2)$
	50	$\pm (2,5 * 10^{-3} * R_E * I_t^2)$
$> 50 \text{ Ом}$	25	$\pm (70 * 10^{-6} * R_E^2 * I_t^2)$
	50	$\pm (50 * 10^{-6} * R_E^2 * I_t^2)$

Для значений тока $> 3 \text{ А}$ происходит блокировка измерений.

8.3.6 Влияние тока помехи на результат измерения сопротивления заземления с использованием двух клещей

Прибор MRU-120 может выполнять измерения при величине тока помехи, не превышающем значения 3 А RMS и частоты, соответствующей установленной в **MENU**.

R_E	Дополнительная погрешность [Ом]
0...4,99 Ом	В границах основной погрешности
5,00...19,9 Ом	$\pm (5 * 10^{-3} * R_E^2 * I_t^3)$
20,0...149,9 Ом	$\pm (6 * 10^{-2} * R_E^2 * I_t^3)$

Для значений тока $> 3 \text{ А}$ происходит блокировка измерений.

8.3.7 Влияние соотношения части многоэлементного заземления, измеренного клещами, к общему сопротивлению (Z_p + клещи)

R_c	Дополнительная погрешность [Ом]
$\leq 99,9 \text{ Ом}$	$\pm(3 * 10^{-3} * \frac{R_c}{R_W^2})$
$> 99,9 \text{ Ом}$	$\pm(6 * 10^{-2} * \frac{R_c}{R_W^2})$

R_c [Ом] – это значение сопротивления части заземления, измеренного клещами и отображаемой прибором, а R_W [Ом] результирующая величина многоэлементного заземления.

8.3.8 Дополнительная погрешность по ГОСТ IEC 61557-4-2013 (Z_p)

Влияющая величина	Обозначение	Дополнительная погрешность
Положение	E_1	0%
Напряжение питания	E_2	0% (не горит ВАТ)
Температура	E_3	$\pm 0,2$ е.м.р./°C для $R < 1$ кОм $\pm 0,07\%/^{\circ}\text{C} \pm 0,2$ е.м.р./°C для $R \geq 1$ кОм

8.3.9 Дополнительная погрешность по ГОСТ IEC 61557-5-2013 (Z_p , $4p$, Z_p + клещи)

Влияющая величина	Обозначение	Дополнительная погрешность
Положение	E_1	0%
Напряжение питания	E_2	0% (не горит ВАТ)
Температура	E_3	$\pm 0,2$ е.м.р./°C для $R < 1$ кОм $\pm 0,07\%/^{\circ}\text{C} \pm 0,2$ е.м.р./°C для $R \geq 1$ кОм
Последовательное напряжение помех	E_4	По формуле из п.8.3.1 ($U_N = 3 \text{ В}, 50/60 \text{ Гц}$)
Сопротивление зондов и вспомогательных электродов	E_5	По формуле из п.8.3.3

9 КОМПЛЕКТАЦИЯ

9.1 Стандартная комплектация

Наименование	Кол-во	Индекс
Измеритель параметров заземляющих устройств MRU-120	1 шт.	WMRUMRU120
Руководство по эксплуатации/Паспорт	1/1 шт.	#
Адаптер автомобильный (12В)	1 шт.	WAPRZLAD12SAM
Аккумуляторная батарея NiMH SONEL-07 4,8V	1 шт.	WAAKU07
Зажим «Крокодил» изолированный черный K01	1 шт.	WAKROBL20K01
Зарядное устройство для аккумуляторов Z7	1 шт.	WAZASZ7CZ
Зонд измерительный для забивки в грунт 30 см	4 шт.	WASONG30
Зонд острый с разъёмом «банан» красный	1 шт.	WASONREOGB1
Кабель последовательного интерфейса USB	1 шт.	WAPRZUSB
Кабель сетевой	1 шт.	WAPRZLAD230CZ
Клещи измерительные C-3	1 шт.	WACEGC3OKR

Комплект ремней «Свободные руки»	1 шт.	WAPOZSZEKPL
Провод измерительный 25 м на катушке с разъёмами «банан» голубой	1 шт.	WAPRZ025BUBBSZ
Провод измерительный 50 м на катушке с разъёмами «банан» жёлтый	1 шт.	WAPRZ050YEBBSZ
Провод измерительный 25 м на катушке с разъёмами «банан» красный	1 шт.	WAPRZ025REBBSZ
Провод измерительный 1,2 м с разъёмами «банан» красный	1 шт.	WAPRZ1X2REBB
Провод измерительный 2,2 м с разъёмами «банан» чёрный	1 шт.	WAPRZ2X2BLBB
Футляр L2	1 шт.	WAFUTL2

9.2 Дополнительная комплектация

Наименование	Индекс
Адаптер ERP-1	WAADAERP1V2
Аккумуляторная батарея NiMH SONEL-07 4,8V	WAAKU07
Беспроводной интерфейс OR-1 (USB)	WAADAUSBOR1
Зажим «Крокодил» изолированный красный K02	WAKRORE20K02
Зажим специальный типа «струбцина» с разъёмом «банан»	WAZACIMA1
Зонд измерительный для забивки в грунт 80 см	WASONG80
Катушка для намотки измерительного провода	WAPOZSZP1
Клещи передающие N-1	WACEGN1BB
Комплект измерительных проводов 2 м с разъёмами «банан»	WAPRZ002DZBB
Комплект измерительных разъёмов для фазных и нулевых шин AR-468	WAADAR468RU
Отсек для батареек LR14	WAPOJ1
Футляр для двух зондов 80 см	WAFUTL3

10 ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА



В случае нарушения правил эксплуатации оборудования, установленных Изготовителем, может ухудшиться защита, применяемая 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 проводов.

Измеритель, упакованный в потребительскую и транспортную тару, может транспортироваться любым видом транспорта на любые расстояния.

Допускается чистка гнезд подключения измерительных проводов с использованием безворсистых тампонов.

Все остальные работы по обслуживанию проводятся только в авторизованном Сервисном Центре ООО «СОНЭЛ».

Ремонт прибора осуществляется только в авторизованном Сервисном Центре

10.1 Замена предохранителей

При извлечении батарейного отсека есть слот для двух сменных предохранителей типа:

- FST 1 A 250 VAC, 5x20 мм

- 2 A 250 VAC, 5x20 мм

Если прибор или зарядное устройство не работают, перед отправкой его в Сервисный Центр проверьте предохранители. Предохранители расположены в держателях. Для их извлечения используйте узкий инструмент (например, отвертку).

11 УТИЛИЗАЦИЯ

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

12 СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВИТЕЛЕ

SONEL S.A., Poland, 58-100 Swidnica, ul. Wokulskiego 11

Tel: +48 74 85 83 800

Fax: +48 74 85 83 809

sonel@sonel.pl

www.sonel.pl