



**Измеритель сопротивления
заземления
MI 2124
Руководство по
эксплуатации**

Версия 2.1 - Код № 20 751 103

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	4
1.1 Общее описание	4
1.2 Требования безопасности	4
1.3 Основные технические характеристики	5
2 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ	6
2.1 Корпус измерителя	6
2.2 Передняя панель	6
2.3 Панель с соединительными разъемами	7
2.4 Базовая панель	8
2.5 Обозначения органов индикации и управления измерителя	8
3 РЕЖИМЫ ИЗМЕРЕНИЯ	10
3.1 Сопротивление заземления	10
3.1.1 Стандартный четырехпроводный метод	10
3.1.2 Стандартный четырехпроводный метод в комбинации с чувствительными клещами (А 1018) (измерение селективного сопротивления заземления)	12
3.1.3 Измерение сопротивления заземления с двумя испытательными клещами	14
3.2 Удельное сопротивление заземления	17
3.3 Сила тока (среднеквадратическое значение сигнала произвольной формы)	19
4 ПАМЯТЬ И ДРУГИЕ ОПЕРАЦИИ	21
4.1 Память	21
4.1.1 Хранение результатов испытаний	22
4.1.2 Демонстрация записанных результатов	23
4.1.3 Удаление записанных результатов	24
4.2 Интерфейс RS 232	25
4.3 Перенастройка измерителя	26
4.4 Общие назначения	26
5 ОБСЛУЖИВАНИЕ	29
5.1 Батареи	29
5.2 Чистка	30
5.3 Поверка (калибровка)	30
5.4 Гарантийное обслуживание	30
6 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	30
6.1 Функции	31
6.1.1 Измерение сопротивления заземления 4-проводным методом	31
6.1.2 Измерение сопротивления заземления с помощью одних клещей в комбинации с 4-проводным методом	31
6.1.3 Измерение сопротивления заземления с помощью двух зажимов	32
6.1.4 Измерение удельного сопротивления грунта	32
6.1.5 Измерение силы тока (среднеквадратическое значение сигнала произвольной формы)	32
6.2 Общие характеристики	33
7 Стандартные принадлежности	34
7.1 Дополнительные принадлежности	34

1 ВВЕДЕНИЕ

Мы очень довольны высоким качеством прибора для измерения сопротивления заземляющих устройств и определения удельного сопротивления грунта.

1.1 Общее описание

Измеритель сопротивления заземления MI 2124 производства фирмы SMARTEC (далее – измеритель) является переносным прибором с внутренним источником питания. Измеритель предназначен для выполнения измерений сопротивления заземляющих устройств и удельного сопротивления грунта в соответствии с Европейским стандартом EN 61557 - 5.

Измеритель снабжен всеми основными принадлежностями, необходимыми для выполнения испытаний.

Электронная часть измерителя произведена с помощью SMD технологии, которая фактически не требует обслуживания (исключает ремонт). А традиционно разработанный ЖК-дисплей позволяет легко читать получаемую в процессе измерений информацию. Измеритель прост в обращении и оператору не нужно иметь специальной подготовки, кроме изучения настоящего Руководства по эксплуатации.

Пакет программ SmartLink позволяет осуществлять простую передачу результатов измерений и других параметров между измерителем и ПЕВМ.

1.2 Требования безопасности

Чтобы гарантировать безопасность оператора при выполнении различных измерений и испытаний и не повредить измеритель, необходимо выполнять следующие общие требования:

- 1) используйте измеритель только по назначению, указанному в настоящем руководстве по эксплуатации;**
- 2) не используйте измеритель и принадлежности, если замечено любое повреждение;**
- 3) сервисное обслуживание, а также калибровка должны выполняться уполномоченными на проведение этих процедур организациями;**
- 4) никогда не подсоединяйте измеритель к высокому напряжению.**
- 5) не заряжайте щелочные батареи, когда измеритель находится в рабочем состоянии;**
- 6) выключайте питание и прекращайте измерение перед тем как извлекать батареи.**

1.3 Основные технические характеристики

Основные технические характеристики измерителя приведены в таблице 1.

Измеряемые параметры	Обозначение положения переключателя	Возможности
Сопротивление заземления R_E (классический четырех – проводный метод)	R_{EARTH}	4 испытательных разъема 2 испытательных штанги
Селективное сопротивление заземления R_S (классический четырех – проводный метод и с применением чувствительных клещей)	R_S (clamp)	4 испытательных разъема 2 испытательных штанги 1 чувствительные клещи
Селективное сопротивление заземления R_E (двое клещей)	R_E (2 clamp)	2 испытательных клещей
Удельное сопротивление заземления ρ	ρ_{EARTH}	4 испытательных разъема 4 испытательных штанги
Сила тока (среднеквадратическое значение сигнала произвольной формы)	I_{CLAMP}	1 чувствительные клещи

Измеритель соответствует Европейским стандартам:

по безопасности – EN 61010-1;

EMC – EN 50081-1; EN 50082-1;

основным техническим характеристикам – EN 61557; EN 61557-5.

2 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

2.1 Корпус измерителя

Измеритель размещен в пластмассовом корпусе, который обеспечивает соответствующий класс защиты. Корпус состоит из основной части, которая включает панель оператора и разъемы, и крышки.

Крышка устанавливается стационарно на основную часть и не может быть отделена.

2.2 Передняя панель

На передней панели размещены ЖК-дисплей, вращающийся переключатель, управляющие кнопки. Вид передней панели представлен на рисунке 1.

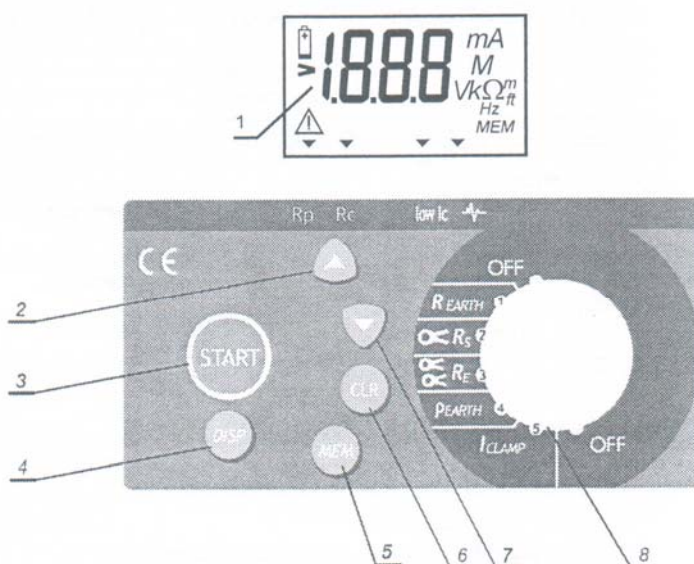


Рисунок 1 – Передняя панель

На рисунке 1 приведены следующие обозначения.

1 – ЖК-дисплей

2 – кнопка ▲ «Вверх» с функциями:

- увеличение порядкового номера ячейки памяти;
- просмотр предыдущего результата;
- настройка измерителя на общие установки
- увеличение расстояния «а» между испытательными штангами (режим измерения удельного сопротивления заземления)

3 – кнопка START с функциями:

- начало любого измерения;
- оставить функцию отзыва;
- отмена процедуры сохранения или очищения;
- выбор/установка основных функциональных параметров:
- единицы удельного сопротивления заземления (Ωm или Ωft)
- частота (50 или 60), Гц

- 4 – **кнопка DISP** выводит на дисплей результаты выбранного режима измерения.
(Проверка тока и сопротивления потенциального зонда (**rC** и **rP**) в режимах **P_{EARTH}**, **R_{EARTH}**, **R_S**.)
- 5 – **кнопка MEM** сохраняет и повторно вызывает результаты.
- 6 – **кнопка CLR** стирает запоминаемые результаты и/или повторно устанавливает режим измерения
- 7 – **Кнопка «Вниз» ▼** с функциями:
- уменьшение порядкового номера ячейки памяти;
 - представление следующего результата;
 - уменьшение расстояния «а» между испытательными штангами (режим измерения удельного сопротивления заземления).
- 8 – Вращающийся переключатель с функциями:
- выбор режима измерения или выключение измерителя (автоматическое выключение измерителя происходит через 10 минут после последнего нажатия любой кнопки или функционирования вращающегося переключателя);
 - отмена, сохранение или очищение процедуры;
 - выход из выбранного режима.

2.3 Панель с соединительными разъемами

Предупреждение!

Использовать только вспомогательное оборудование, входящее в комплект измерителя!

Никогда не подключать измеритель к высокому напряжению!

Максимальный непрерывный ток между испытательными разъемами C1 – C2: 0,3 А!

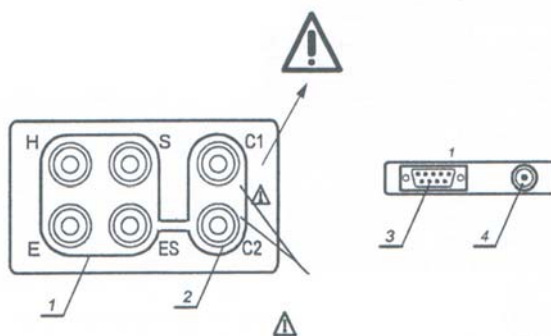


Рисунок 2 – Панель с разъемами

На рисунке 2 приведены следующие обозначения.

1 – Испытательные разъемы:

- синий кабель – к разъему H
- черный кабель – к разъему E
- красный кабель – к разъему S
- зеленый кабель – к разъему ES

- 2 – Разъемы C1 и C2 – для чувствительных испытательных зажимов
- 3 – Разъем для интерфейсного кабеля RS 232
- 4 – Разъем для зарядного устройства батареи

Панель с разъемами для подключения испытательных кабелей и дополнительного оборудования доступна, если крышка измерителя поднята. Разъемы для подключения интерфейсного кабеля RS232 и зарядного устройства батареи доступны, если крышка измерителя закрыта. Из соображений безопасности эти две зоны панели разъемов не могут быть доступны одновременно.

2.4 Базовая панель

Вид задней панели представлен на рисунке 3.

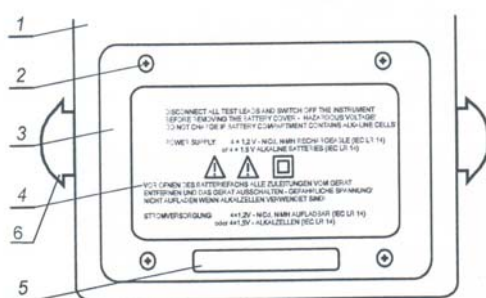


Рисунок 3 – Базовая панель

На рисунке 3 приведены следующие обозначения.

- 1 – пластмассовый отсек
- 2 – 4 винта для фиксации крышки отсека для батарей
- 3 – крышка, закрывающая отсек с батареями
- 4 – предупреждающие надписи
- 5 – маркировка фирмы-производителя
- 6 – пластмассовые держатели ремня для переноски измерителя.

2.5 Обозначения органов индикации и управления измерителя

Индикация на ЖК-дисплее появляется в виде специальных символов и чисел. Вид ЖК-дисплея представлен на рисунке 4. Возможности дисплея представлены в таблице 1.

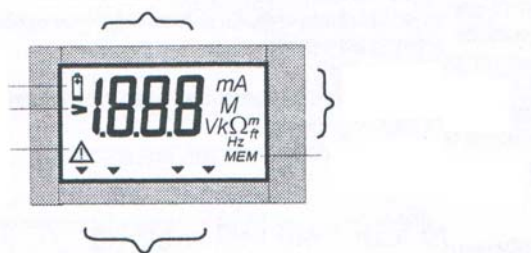



Рисунок 4 – ЖК-дисплей

Таблица 1.

>1999	Результат превышает диапазон измерения
-------	--

Δ and $> 20 \text{ V}$	Внешнее напряжение выше чем приблизительно 20 V
Δ and \blacktriangledown on R_c	Сопротивление токового зонда слишком высоко
Δ and \blacktriangledown on R_p	Сопротивление потенциального зонда слишком высоко
Δ and \blacktriangledown on $\text{Low } I_c$	XXX
Δ and \blacktriangledown on $\sim V$	Помехи в токовой цепи выше чем приблизительно 2.1 A или / и Помехи в цепи напряжения выше чем приблизительно 5 V
mem	Операции с памятью (сохранение или показ записанного)
NO mem	Нет записанного результата, который может быть воспроизведен.
RLC	Повторный вызов функции, которая была введена
Clr mem	Подтверждение или прекращение удаления записи последнего результата?
Clr / ALL alternating	Подтверждение или прекращение удаления всех записанных результатов?
FUL	Все ячейки памяти заняты
toP	Последний записанный результат в этой ячейке – нет больше результатов
bot	Первый записанный результат в этой ячейке – нет больше результатов
SEr	Активная последовательная связь
Fr	Общие назначения – выбор частоты
Len m	Общие назначения – выбор единиц измерения удельного сопротивления
t \square t \square	Общие назначения – выбор алгоритма измерения
	Батареи слишком слабы – замените батареи
rES	*Возвращение измерителя в исходное состояние (стирание памяти)

* Этот знак появляется при установке батарей после удаления их из отсека на неопределенный период времени, или если микропроцессор обнаруживает нарушение в памяти, или если повторно был перенастроен измеритель.

3 РЕЖИМЫ ИЗМЕРЕНИЯ

3.1 Сопротивление заземления

Измеритель может измерять сопротивление заземления, используя три различных метода. Соответствующий метод выбирается оператором в зависимости от специфики схемы заземляющей системы, которая будет проверяться.

Селективные сопротивления заземления могут быть измерены с применением испытательных клещей (без механического разъединения испытываемой схемы заземляющей системы).

Измерение с применением штанг может быть выполнено с применением двух испытательных клещей.

3.1.1 Стандартный четырехпроводный метод

Четырехпроводное соединение дает намного лучшие результаты, чем трехпроводное соединение, так как в этом случае отсутствуют проблемы, связанные с определением сопротивления контакта между испытательными клещами и (обычно ржавой) поверхностью электрода при испытании. Расстояние от испытываемого заземляющего электрода до (токового измерительного зонда H должно быть по крайней мере в 5 раз больше, чем длины штанги заземляющего электрода или длины полосового электрода (смотри рисунок 5).

При измерении полного сопротивления заземления комплексной заземляющей системы, требуемое расстояние зависит от самого длинного (диагонального) расстояния (d) между отдельными заземляющими электродами (смотри рисунок 6).

Шаг 1

Подсоединить испытательные провода к измерителю и испытываемому объекту в зависимости от выбранной схемы, представленной на рисунках 5, 6.

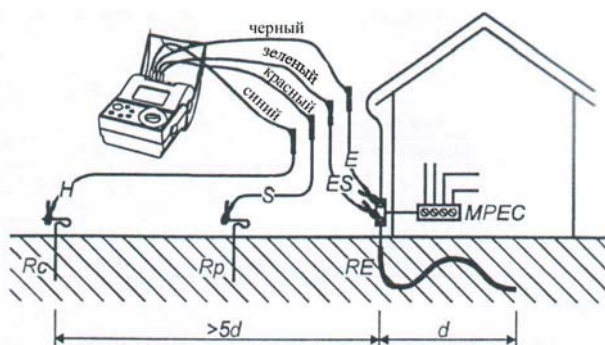


Рисунок 5 – Подключение стандартных испытательных проводов длиной 20 м

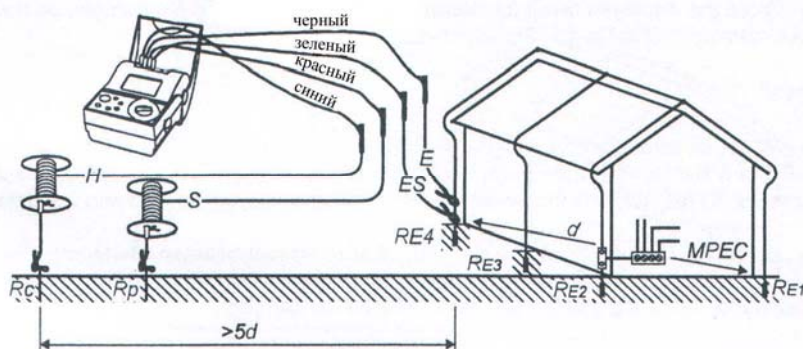


Рисунок 6 – Подключение дополнительных испытательных проводов длиной 50 М

$$P_{\text{Earthtot}} = R_{E1} // R_{E2} // R_{E3} // R_{E4}$$

$R_{E1...E2}$ - отдельные сопротивления заземления

R_P - сопротивления потенциального зонда

R_C - сопротивление токового зонда

P_{Earthtot} - общее сопротивление заземления испытуемой заземляющей системы

Шаг 2

Установите вращающийся переключатель в положение R_S , на дисплее будет показано следующее меню:



Рисунок 7 – Начальное меню для измерения сопротивления заземления

Шаг 3



Нажмите **кнопку START** и на экране ЖК-дисплея вы увидите результат испытаний. (Если Вы хотите провести, более чем одно измерение, нажмите кнопку START и подержите, пока результат на экране не стабилизируется, затем отпустите кнопку. Последний результат останется на дисплее).



Нажмите **кнопку DISP**, чтобы проверить сопротивления потенциального (**rP**) и токового (**rC**) испытательных зондов. После короткого промежутка времени главный результат будет автоматически показан снова.

- Если вы хотите сохранить в памяти показанный результат, см. инструкции о том, как использовать память в главе 4.1 Память.

Примечания!

Если внешнее напряжение выше чем 20 В пост./перем. между разъемами H и E или ES и S, измерение сопротивления заземления не будет выполнено после нажатия кнопки START, а на дисплее появится сообщение «> 20 V», маркированное символом «V»!

Если имеются помехи в цепи напряжения более чем приблизительно 5 В между разъемами H и E или ES и S, то курсор будет указывать на символ " " (шум), показывая, что результат измерения не может быть правилен!

Если сопротивление токовой или потенциальной штанги слишком высоко ($> (4 \text{ кОм} + 100 R_E)$ или $> 50 \text{ кОм}$), то результат измерения будет отмечен символом «v», и курсор будет указывать на символ rC или rP.

Если результат испытания превышает диапазон измерения (испытание открытого проводника), то дисплей появится сообщение «>19,99 кОм» !

3.1.2 Стандартный четырехпроводный метод в комбинации с чувствительными клещами (A 1018) (измерение селективного сопротивления заземления)

Если несколько заземляющих электродов соединены параллельно (см. рисунок 8), то очень важно знать качество каждого отдельного электрода. Это особенно важно, когда заземляющая система предназначена для защиты против атмосферных разрядов, потому что любая индуктивность в пределах заземляющей системы представляет потенциальную опасность (из-за увеличенного сопротивления на высокой частоте импульсу атмосферного разряда).

При проведении испытаний каждого заземляющего электрода отдельно, они должны быть механически разъединены, что обычно очень трудно сделать из-за коррозии соединительных компонентов.

Главное преимущество селективного метода измерения с клещами состоит в отсутствии необходимости механического разъединения электродов при испытании.

Шаг 1

Присоедините испытательные провода и чувствительные испытательные клещи (A 1018) к измерителю и к объекту испытания в соответствии с рисунком 8.

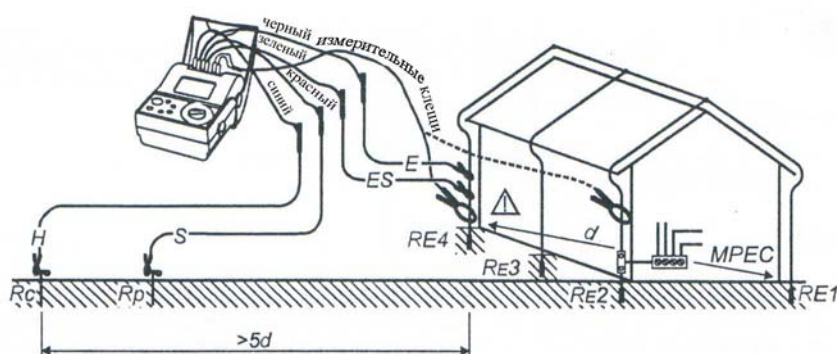


Рисунок 8 – Подключение стандартных испытательных проводов длиной 20 м и чувствительных испытательных клещей (A1018)

Предупреждение! Убедитесь, что испытательные чувствительные клещи (А 1018) соединены с разъемом Е, иначе будет измерено параллельное сопротивление всех других электродов (от R_{E1} до R_{E4})!

$$R_S = \frac{U}{I_{clamp}} = R_{E4}$$

R_{E4} – селективное сопротивление заземления электрода E_4

U – испытательное напряжение

I_{clamp} – ток, измеренный с помощью чувствительных испытательных клещей

R_S – селективное сопротивление заземления

Шаг 2

Установите вращающийся переключатель в положение R_S , на дисплее будет показано меню в соответствии с рисунком 9.



Рисунок 9 – Начальное меню для измерения сопротивления заземления

Шаг 3



Нажмите **кнопку START** и на экране ЖК-дисплея вы увидите результат испытаний. (Если Вы хотите провести, более чем одно измерение, нажмите кнопку START и подержите, пока результат на экране не станет стабильным, затем отпустите кнопку. Последний результат останется на дисплее).



Нажмите **кнопку DISP**, чтобы проверить сопротивления потенциального (**rP**) и токового (**rC**) испытательных зондов. После короткого промежутка времени главный результат будет автоматически показан снова.

- Если вы хотите сохранить в памяти показанный результат, см. инструкции о том, как использовать память в главе 4.1 Память.

Примечания!

- Если внешнее напряжение выше чем 20 В пост./перем. между разъемами Н и Е или ES и S, измерение сопротивление заземления не будет выполнено после нажатия кнопки START, а на дисплее появится сообщение «> 20 V», маркированное символом «V»!
- Если имеются помехи в цепи напряжения более чем приблизительно 5 В между разъемами Н и Е или ES и S, то курсор будет указывать на символ " " (шум), показывая, что результат измерения не может быть правилен!
- Если сопротивление токового или потенциального зондов слишком высоко (> 4 кОм + 100 R_E) или > 50 кОм, какой более низкий), то результат измерения будет отмечен символом «v», и курсор будет появляться на rC и/или на rP.

- Если результат испытания превышает диапазон измерения (испытание открытого проводника), то дисплее появится сообщение «>1,99 кОм» !
- Если ток, измеренный с чувствительными испытательными клещами меньше, чем 0,5 мА, то курсор будет указывать на символ «Low Is» (низкий ток), показывая, что результат измерения не может быть правилен!
- Это может происходить при измерении во время молнии или в случае высокого сопротивления токовой штанги.
- Если в петле клещей присутствует токовая помеха выше чем приблизительно 2,1 А, то курсор будет указывать на символ " " (шум), указывая, что результат измерения не может быть правилен! Величина тока может быть также измерена с применением функции CURRENT.

3.1.3 Измерение сопротивления заземления с двумя испытательными клещами

Метод с применением двух клещей позволяет провести измерения без штанг. Этот метод используется, если трудно или невозможно забить испытательные зонды в землю и измерить заземляющую систему в целом (см. рисунок 10). Преимущество этого метода состоит в том, что нет никакой необходимости забивать измерительные зонды или проводить измерения для каждого отдельного электрода.

Соответствующая электрическая схема изображена на рисунке 10.

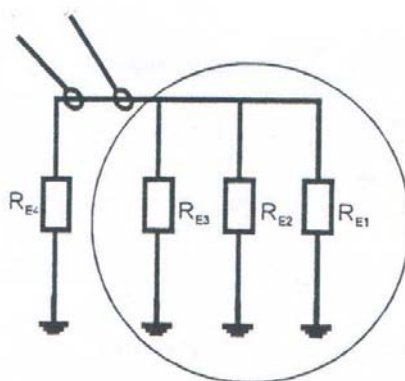


Рисунок 10 – Электрическая схема

Если общее сопротивление заземления соединенных параллельно электродов R_{E1} , R_{E2} , R_{E3} – намного ниже чем сопротивление проверенного электрода R_{E4} , то зарегистрирован будет следующий результат:

$$R_{\text{result}} = R_{E4} + (R_{E1} // R_{E2} // R_{E3}) = R_{E4}$$

Это хорошее приближение к селективному сопротивлению R_{E4} .
Другие сопротивления могут быть измерены при перемещении испытательных клещей на другие электроды

Шаг 1

Соедините испытательные клещи с измерителем и с объектом испытания в соответствии с рисунком 11 (испытательные клещи должны быть по крайней мере на расстоянии 30 см друг от друга).

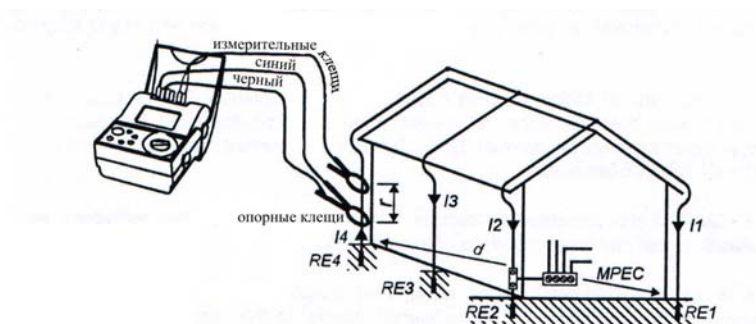


Рисунок 11 – Соединение с двумя испытательными клещами

Шаг 2

Установите вращающийся переключатель в положение R_E , на дисплее будет показано меню в соответствии с рисунком 12.



Рисунок 12 – Начальное меню для измерения сопротивления заземления

Шаг 3



Начало измерения – нажмите **кнопку START** (постоянное измерение), результат плавно меняется на дисплее.



Нажмите **кнопку START** еще раз и последний результат останется на дисплее.

- Если вы хотите сохранить в памяти показанный результат, см. инструкции о том, как использовать память в главе 4.1 Память.

Примечания!

- Если результат испытания превышает диапазон измерения (испытание открытого проводника), то на дисплее появится сообщение «**>99,9 Ом**» !
- Если ток, измеренный с использованием чувствительных испытательных клещей меньше, чем 0,5 мА, то курсор будет указывать на символ «**Low Ic**» (низкий ток), показывая, что результат измерения не может быть правилен!
- Если отношение **токовая помеха / измеренный ток** > 100 или токовая помеха, более чем 2,1 А, то курсор будет указывать на символ " " (шум), показывая, что результат измерения не может быть правилен! Величина токовой помехи может быть также измерена с помощью функции CURRENT.
- Присоединить чувствительные испытательные зажимы (А 1018) к испытательным разъемам C1/C2 и стандартные испытательные зажимы (А 1019) к испытательным разъемам E/H.
- Если используется генератор с другими зажимами, чем поставляет фирма «Metrel», то необходимо компенсировать его влияние на измеренные результаты. В этом случае применяют следующую процедуру.
- Результаты измерения можно улучшить при использовании третьих клещей, что дает возможность уменьшить испытательный ток. Однако точность измерения в этом случае не гарантируется.

Процедура для наладки нефирменных клещей (если используется генератор с другими зажимами).

Использование зажима, отличающегося от поставляемых фирмой «Metrel» клещей, может серьезно влиять на результаты измерений (из-за различных катушек индуктивности).

Компенсировать этот эффект возможно, применив клещи другого поставщика с соотношением по току 1 /1000.

Процедура компенсации для нефирменных зажимов:

Зажим должен иметь такую же электрическую спецификацию как А1019: соотношение по току – 1000 А/1 А; входной ток – 1000 А.

1. Выполнить перенастройку измерителя (см. главу 4.3).
2. Компенсация должна быть выполнена на катушке сопротивления 10 Ом.
3. Установите минимальное расстояние между обоими зажимами.
4. Выполните измерение.
5. После получения результата (он должен находиться между 3 Ом и 30 Ом) держите нажатой кнопку «Вверх» ▲ в течение 10 секунд. Если компенсация прошла успешно, на дисплее будет показано «CAL».
6. Нажать **кнопку MEM**, чтобы подтвердить компенсацию или любую другую кнопку, чтобы отменить процедуру.

Предупреждение!

В этом случае технические характеристики, указанные в настоящем руководстве по эксплуатации, не гарантируются изготовителем.

Измеритель возвращается к своим заводским настройкам, указанным в настоящем руководстве, после выполнения процедуры перенастройки.

3.2 Удельное сопротивления заземления

Чтобы гарантировать точные вычисления, желательно измерить удельное сопротивление грунта, при этом необходимо определить параметры заземляющей системы (требуемая длина и поверхность заземляющих электродов, соответствующая глубина их погружения и т.д.).

Четыре испытательных зонда располагают на равных расстояниях "а" друг от друга на глубине 5 % от "а". Удельное сопротивление грунта ρ рассчитывается по следующей формуле

$$\rho = 2 \pi a R$$

а - расстояние между двумя зондами

R - сопротивление грунта между серединами двух зондов.

Единицы, в которых может быть определено удельное сопротивление грунта:

Ωm (Ом) – Европейские страны

Ωft – Соединенные Штаты Америки

Поэтому измеритель предлагает обе эти единицы, также как и применение двух единиц для измерения расстояния "а" (m (метр) / ft (футы)) между испытательными зондами. О том, как выбрать соответствующую единицу, смотри в главе 4.4.

Шаг 1

Соедините испытательные провода с измерителем и объектом испытания так, как указано на рисунке 13.

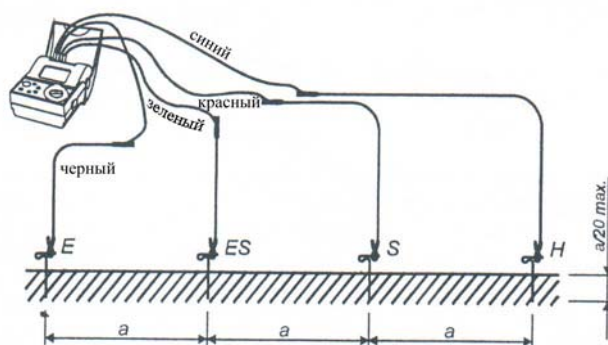


Рисунок 13 – Соединение со стандартными испытательными проводами длиной 20 м

Шаг 2

Установите вращающийся переключатель в положение ρ_{EARTH} , на дисплее появится меню, соответствующее рисунку 14.

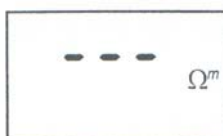


Рисунок 14 – Начальное меню при измерении удельного сопротивления грунта

Шаг 3

Установите расстояние "а" между испытательными штангами. Расстояние должно быть такое же, как используемое в практических измерениях, иначе результат измерений будет неправильный.

Кнопками ▲ «Вверх» , ▼ «Вниз» включите меню «Регулировка точного расстояния». Оно будет показано на дисплее – смотри рисунок 15.



Рисунок 15 – Меню регулировки точного расстояния

Возможные расстояния		Шаг
m	ft	
1 ÷ 30	1 ÷ 90	1

Кнопками ▲ «Вверх» , ▼ «Вниз» наберите соответствующее расстояние "а". Единичное нажатие будет увеличивать/уменьшать величину расстояния "а" с указанным шагом, в то время как непрерывное нажатие будет увеличивать/уменьшать непрерывно.

Последнее из набранного расстояние "а" загорится на дисплее.



Нажатие **кнопки START** возвращает к первоначальному меню – смотри рисунок 14.

Шаг 4



Нажмите **кнопку START** и на экране ЖК-дисплея вы увидите результат испытаний. (Если Вы хотите провести, более чем одно измерение, нажмите кнопку START и подержите, пока результат на экране не стабилизируется, затем отпустите кнопку. Последний результат останется на дисплее).



Нажмите **кнопку DISP**, чтобы проверить сопротивления потенциального (**rP**) и токового (**rC**) испытательных зондов. Через короткий промежуток времени главный результат будет автоматически показан снова.

- Если вы хотите сохранить в памяти показанный результат, см. инструкции о том, как использовать память в главе 4.1 Память.

Повторите измерение, перемещая испытательные зонды в различных направлениях и с различными расстояниями между ними. Проверяйте или исправляйте расстояние "а", введенное в измеритель, перед каждым измерением.

Примечания!

- Если внешнее напряжение выше чем 20 В пост./перем. между испытательными разъемами Н и Е или ES и S, измерение удельного сопротивления грунта не

будет выполнено после нажатия кнопки START, а на дисплее появится сообщение «> 20 V», маркированное символом «V»!

- Если имеются помехи в цепи напряжения более чем 5 В между испытательными разъемами Н и Е или ЕС и S, то курсор будет указывать на символ " " (шум), показывая, что результат измерения не может быть правилен!
- Если сопротивление токового или потенциального зондов слишком высоко ($> (4 \text{ кОм} + 100 R_E)$ или $> 50 \text{ кОм}$, какой более низкий), то результат измерения будет отмечен символом «v», и курсор будет появляться на гС или гР.
- Если результат испытания превышает диапазон измерения (например, испытание открытого проводника), то на дисплее появится сообщение «>999 кΩm ($a < 8 \text{ м}$)/ >1999 кΩm ($a \geq 8 \text{ м}$)» или «>999 кΩft ($a < 8 \text{ м}$)/ >1999 кΩft ($a \geq 8 \text{ м}$)»!

3.3 Сила тока (среднеквадратическое значение сигнала произвольной формы)

В комплексной заземляющей системе с многочисленными электродами, связанными параллельно или с другими заземляющими системами, могут присутствовать большие токи утечки.

Измеренный сигнал обычно имеет произвольную несинусоидальную форму за счет искажения сигнала различными нелинейными источниками. Поэтому так важно, что измеритель измеряет среднеквадратическое значение сигнала произвольной формы. В противном случае результат измерения может вводить в заблуждение.

Большие токи утечки могут быть вызваны различными нарушениями в электрическом оборудовании, их монтаже или в заземляющих системах.

Предупреждение! Не прикладывать никакого внешнего напряжения между испытательными разъемами C1 и C2!

Шаг 1

Присоединить испытательные клещи с соотношением по току 1000:1 к измерителю в соответствии с рисунком 15 или 16. Необходимо знать, что чувствительные клещи (A1018), поставляемые фирмой «Metrel», могут охватывать диапазон от 0,5 мА до 20 А, в то время как стандартный зажим имеет диапазон от 10 мА до 20 А.

Установите переключатель в положение CURRENT (зажим), на дисплее будет показано следующее меню (рисунок 16):



Рисунок 16 – Начальное меню измерения токов утечки

Шаг 2

Соедините чувствительные испытательные клещи с объектом испытания в соответствии с рисунками 17 или 18.

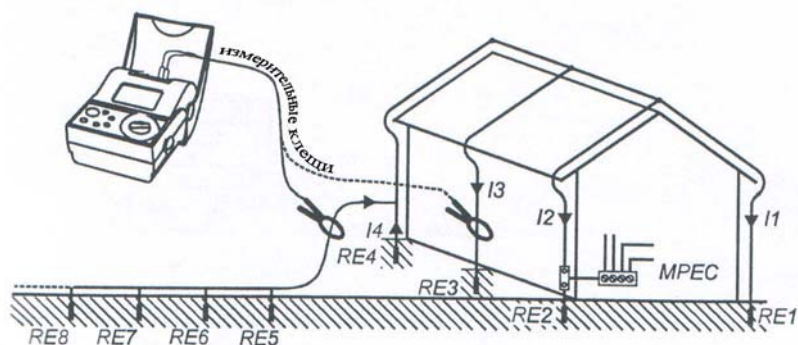


Рисунок 17 – Типичное соединение испытательных клещей (если измеряется токовая помеха)

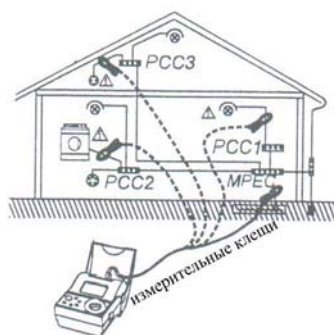


Рисунок 18 – Типичное соединение чувствительных испытательных клещей (A1018), если исследуется поврежденное сооружение

Шаг 3

START

Начало измерения – нажмите **кнопку START** (постоянное измерение), результат плавно меняется на дисплее.

START

Нажмите **кнопку START** еще раз и последний результат останется на дисплее.

- Если вы хотите сохранить в памяти показанный результат, см. инструкции о том, как использовать память в главе 4.1 Память.

4 ПАМЯТЬ И ДРУГИЕ ОПЕРАЦИИ

4.1 Память

Память для хранения результатов измерения представляет собой группу ячеек памяти. Оператор может использовать до 250 ячеек памяти. В каждой ячейке можно запомнить любой результат измерения. В меню «**запись результата**» с помощью кнопки **MEM** оператор выбирает код, после чего результат сохранен вместе со всеми его параметрами в выбранной ячейке памяти.

Все результаты могут быть сохранены под одним кодом MEM, например, № 001, если нет потребности создания группы ячеек.

Организация ячеек памяти, под определенным кодом MEM, объясняется на рисунке 19.

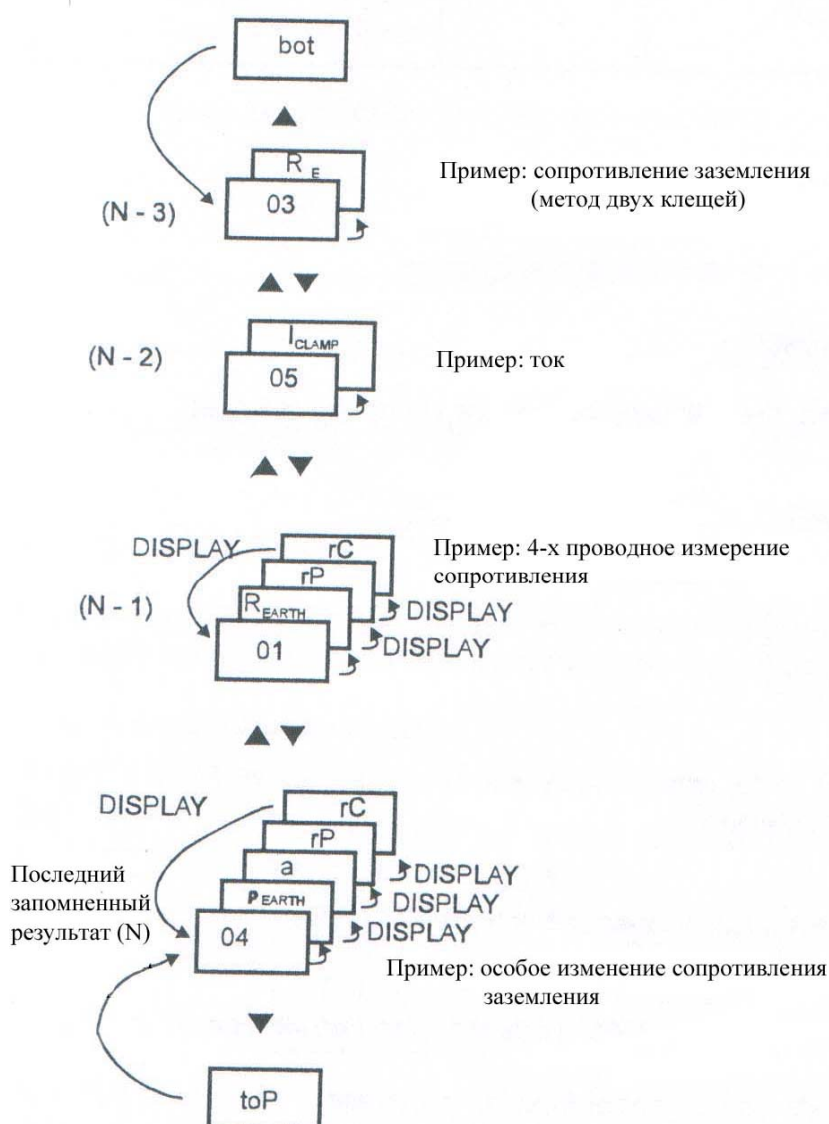


Рисунок 19 – Построение ячеек памяти

Ниже представлены результаты и параметры, которые сохраняются для каждой функции измерителя.

Функция	№	Записанные данные и параметры
R_{EARTH}	1	Код функции Сопротивление заземления Потенциальное и токовое сопротивления зонда
R_S (один зажим)	2	Код функции Селективное сопротивление заземления Потенциальное и токовое сопротивление зонда
R_E (2 зажима)	3	Код функции Селективное сопротивление заземления
ρ_{EARTH}	4	Код функции Сопротивление заземления Выбранное расстояние «а» Потенциальное и токовое сопротивление зонда
CURRENT	5	Код функции Ток

4.1.1 Хранение результатов испытаний

Все результаты испытаний могут быть сохранены для дальнейшего документирования.

Как сохранить результат испытаний, показанный на дисплее.

Как только результат испытаний показался на дисплее должна быть проведена следующая процедура:



Нажмите **кнопку MEM** и на дисплее загорится последний использованный код ячейки памяти.



Кнопками **▲ «Вверх»**, **▼ «Вниз»** выберите код памяти, под которым вы хотите сохранить результат. Он может быть выбран в диапазоне от 1 до 250.



Нажмите **кнопку MEM** и на дисплее будет показан результат под выбранным номером ячейки памяти.

После того, как результат получен, записать код MEM для более позднего воспроизведения записанного результата.

Главный результат, независимо от испытательной функции, и функциональные параметры, также как идентификационный номер функции измерителя (см. рисунок 20), записываются каждый раз, когда используется функция **"MEM"**.

Дальнейшие результаты испытаний (независимо от функции испытания) могут быть записаны под тем же самым кодом памяти. Это может быть просто сделано двойным нажатием **кнопки MEM** после каждого измерения.

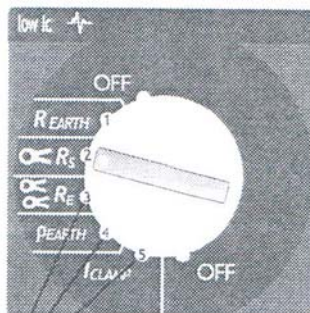


Рисунок 20 – Идентификационные номера функций

Примечания!

Каждый результат может быть записан только один раз.

Для отмены процедуры запоминания необходимо нажать кнопку START или изменить позицию вращающегося переключателя.

На дисплее появится сообщение FUL, если все ячейки памяти будут заняты.

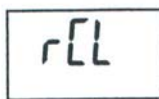
4.1.2 Демонстрация записанных результатов

Записанные ранее результаты могут быть показаны всякий раз, когда необходимо увидеть их визуально на дисплее. Главный результат, независимо от испытательной функции, и функциональные параметры функции могут быть показаны.

Как показать записанные ранее результаты.



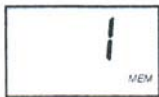
Нажмите **кнопку MEM**, на дисплее появится сообщение «rCL» в сопровождении номера последнего использованного кода памяти.



Кнопками ▲ «Вверх», ▼ «Вниз» наберите номер кода памяти.



Нажмите **кнопку MEM**, чтобы остановить мигание. Идентификационный номер функции измерителя будет следовать за выбранным номером ячейки памяти, а затем появиться последний записанный результат.





Нажмите **кнопку DISP**, чтобы проверить испытательную функцию и функциональный параметр.

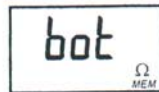


Кнопками ▲ «Вверх», ▼ «Вниз» можно перейти к другим результатам испытаний, записанным под тем же самым кодом памяти. На дисплее будет показан идентификационный номер функции, сопровождающийся главным результатом (установленный **кнопкой DISP**), перед применением кнопок ▲ ▼.



Нажмите **кнопку DISP**, чтобы проверить испытательную функцию и функциональный параметр.

Когда последний или первый результат достигнут, будет появляться сообщение **"toP"**, или **"bot"**, сопровождающая этот результат.



Нажмите **кнопку START**, чтобы закончить показ результатов и вернуться к начальному меню выбранной функции

Если есть не записанные результаты вообще, тогда сообщение **"no"** будет показано после нажима **кнопки MEM**.

Если есть не записанный результат под выбранным кодом, тогда сообщение **"no"** будет сопровождать выбранную функцию как незанятое состояние.

4.1.3 Удаление записанных результатов

Доступны два способа удаления записанных результатов, а именно:

Все записанные результаты могут быть стерты одним шагом;

Может быть удален последний записанный результат.

Как удалить все записанные результаты



Нажмите и держите нажатой **кнопку CLR**, сообщения Clr MEM/All MEM начинают чередоваться (с шагом приблизительно 3 с).





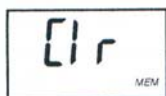
Нажмите **кнопку CLR**, когда появляется сообщение All MEM, подтвердив удаление, все записанные результаты будут удалены.

Для отмены процедуры необходимо нажать **кнопку START** или изменить позицию вращающегося переключателя

Как удалить последний записанный результат



Когда появляется сообщение Clr MEM, подтвердите удаление.



Эта процедура может быть повторена, чтобы удалить другие записанные результаты.

Для отмены процедуры нажмите **кнопку START** или измените положение вращающегося переключателя.

4.2 Интерфейс RS 232

Записанные результаты могут быть переданы в ПЭВМ, где будут сформированы окончательные результаты испытаний. Для этого необходимо программное обеспечение SmartLink (поставляемое в стандартном комплекте поставки).

Как передавать записанные результаты:

Инсталлировать SmartLink на ПЭВМ

Установить команду COM в меню Configuration/COM Port.

Включить измеритель.

Присоединить порт COM к измерителю интерфейсным кабелем как показано на рисунке 21.



Рисунок 21 – Соединение измерителя с компьютером

Управляйте программой **SmartLink.exe**

Нажать кнопку "Receive Results" (третья слева). ПЭВМ и измеритель автоматически признают друг друга.

Программа на ПЭВМ позволяет производить следующие операции:

-загружать данные;

- готовить простую форму сообщения;
- готовить файл, чтобы импортировать в крупноформатную таблицу.

Программа SmartLink.exe работает в Windows 95, 98, 2000, XP.

4.3 Перенастройка измерителя

Если во время работы с измерителем произошел любой сбой, желательно, перенастроить измеритель повторно. В этом случае все параметры возвратятся к их начальным значениям, см. таблицу ниже.

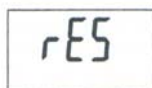
Как повторно настроить измеритель

Выключите измеритель.

Нажмите **кнопку CLR**.



Держите кнопку нажатой пока включаете кнопку «ON» измерителя. На дисплее высветится сообщение **rES**.



Нажмите **кнопку CLR**. После подтверждения перенастройки, сообщение **rES** будет показано в течение короткого периода времени, означая, что функция **ПЕРЕНАСТРОЙКИ** была закончена.

Таблица 2

Параметры	Функция	Начальные значения
Частота		50 Гц
Расстояние «а» между испытательными штангами	ρ_{EARTH}	10 м

Примечание!

После выполнения функции перенастройки (**кнопка CLR**), измеритель автоматически войдет в режим "частоты" и в процедуру "выбор единицы".

4.4 Общие назначения

Есть обычные помехи по напряжению или току в заземляющей системе при испытании, вызванные напряжением сети где-нибудь рядом или неподалеку. Частота напряжения сети различна в различных странах (50 Гц в Европейских странах, 60 Гц в Соединенных Штатах и т.д.). Чтобы получать устойчивые результаты испытаний, независимо от уровней помех, желательно задать номинальную частоту сети.

Система измерения инструмента гарантирует превосходную помехоустойчивость. В условиях сильных помех стабильность результатов может быть далее улучшена посредством усреднения результатов измерений.

Частота и алгоритм, однажды набранные, останутся заданными даже после замены батарей.

Установите частоту напряжения сети (50/60 Гц).

Установите единицы измерения удельного сопротивления заземления (Qm/Qft).

Установите алгоритм измерения.

Выключите измеритель.



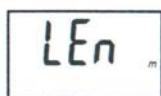
Нажмите кнопку ▲ «Вверх», держите ее нажатой пока включаете «ON» измерителя, и пока **Fr** не достигнет значения **50** или **60** (последнее выбранное) начнет вспыхивать.



Кнопками ▲ «Вверх», ▼ «Вниз» выберите соответствующую частоту напряжения сети.



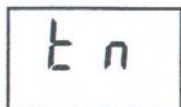
Нажмите кнопку **START**, подтверждая выбранную "Частоту". Единицы **m** или **ft** (последняя выбранная), используемая при измерении удельного сопротивления заземления, начнет вспыхивать.



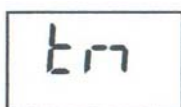
Кнопками ▲ «Вверх», ▼ «Вниз» выберите соответствующую единицу.



Нажмите кнопку **START**, подтверждая "выбор единицы". Начнет вспыхивать тип алгоритма измерения.



Нормальный алгоритм



Улучшенный алгоритм (подавление шумов)
посредством усреднения



Нажмите кнопку **START**, подтверждая алгоритм измерения. Измеритель готов к правильным измерениям.

Примечания:



Вообще рекомендует использовать «Нормальный алгоритм» измерения из-за высокой помехоустойчивости измерителя.


Если результаты все-таки нестабильные, дальнейшее улучшение может быть достигнуто применением «Улучшенного алгоритма измерения». Однако это значительно увеличивает время проведения измерений (до 20 с.).

Новый выбор общих назначений также предлагается после каждой перенастройки измерителя (см. в главу 4.3. Перенастройка измерителя).

5 ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1 Батареи

Символ **батареи** «» в верхнем левом углу дисплея указывает на низкое напряжение батареи ($U_{\text{бат}} < 4.2 \text{ В}$). Если появился этот символ, то необходимо заменить батареи, чтобы гарантировать точность выполняемых измерений. Следите за состоянием батареи даже при выполнении измерений. Результаты, полученные с низким напряжением батареи (результаты могут быть неправильны) будут отмечены после окончания измерения символом **батареи** «».

Измеритель выключается автоматически, когда снижение напряжения батареи достигает 4.0 В! Символ **батареи** «» будет показан за несколько секунд перед выключением.

Номинальное напряжение электропитания - 6 В_{пост.}. Используйте четыре 1,5 V щелочные батареи с номинальным напряжением 1,5 В с маркировкой IEC LR14 (с размерами: диаметр = 26 мм, высота = 50 мм).

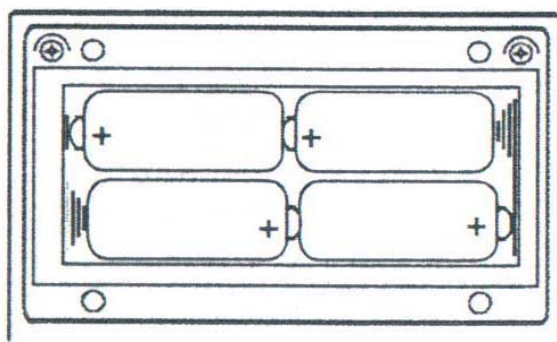


Рисунок 22 – Правильная полярность вставленных батарей

Один комплект полностью заряженных батарей обеспечивает работоспособность измерителя в течение приблизительно 50 часов.

NiCd или NiMH аккумуляторные батареи могут использоваться вместо щелочных. Измеритель имеет дополнительный разъем для зарядного устройства.

Примечания!

- Заменяйте все четыре батареи одновременно!
- ⚠ Выключите электропитание измерителя и отсоедините его от любого объекта измерения перед открыванием крышки батарейного отсека.
- Вставляйте батареи правильно, иначе измеритель не будет работать, в соответствии с рисунком 22.
- Если измеритель не должен использоваться в течение длительного периода времени, удалите все батареи из отсека для них.
- Передайте записанные результаты в ПЕВМ перед удалением батарей! Результаты будут потеряны при удалении батареи, и все общие назначения будут повторно установлены после замены батарей, смотри главу 4.5. Перенастройка измерителя!

Чтобы гарантировать, что записанные данные не потеряны, необходимо твердо придерживаться следующей процедуры при замене батарей:

- Разъединить все кабели.
- Выключить измеритель.
- Заменить батареи в пределах одной минуты.
- Включить измеритель, если сообщение «**Clr mem**» не будет показано, значит записанные данные не были удалены.

Предупреждения!

Не заряжайте, если применяются щелочные батареи!

Принимайте во внимание требования по обработке, обслуживанию и подзарядке соответствующих стандартов и изготовителей щелочных или аккумуляторных батарей.

используйте только зарядное устройство, поставляемое изготовителем измерителя.

5.2 Чистка

Используйте мягкую ткань, слегка увлажненную мыльной водой или спиртом для чистки поверхность измерителя, после чего оставьте измеритель до полного его высыхания. Только после этого его можно использовать по назначению.

Примечания!

Не используйте жидкости, основанные на бензине или углеводороде!

Не проливайте чистящую жидкость на измеритель!

5.3 Поверка (калибровка)

Технические характеристики измерителя гарантированы только в том случае, если измеритель проходит поверку (калибровку) не реже одного раза в год

5.4 Гарантийное обслуживание

Ремонт в течение или после гарантийного времени:

Для получения информации свяжитесь с производителем.

Адрес производителя:

Metrel d.d.

Horjul 188

1354 Horjul

Словения

tel.: +386 1 7558 200

fax.: +386 1 7549 095

Неуполномоченным людям не вскрывать измеритель. Не менять заменяемые компоненты внутри измерителя.

6 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

6.1 Функции

6.1.1 Измерение сопротивления заземления 4-проводным методом

Диапазон измерения R_E : от 0,11 Ом до 19,99 кОм

Диапазоны на дисплее, Ом	Разрешение, Ом	Погрешность
0,00 ÷ 19,99	0,01	$\pm(2 \% *X + 3 K)$
20,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 999	1	
1,000 к ÷ 1,999 к	1	
2,00 к ÷ 19,99 к	10	$\pm(5 \% *X)$
X – измеренное значение; K – значение единицы младшего разряда на пределе измерения		

Дополнительная погрешность сопротивления зонда в R_C макс. или R_P макс.:

$$\pm(3 \% *X + 10 K)$$

R_C макс. (4 кОм + 100 R_E) или 50 кОм (который ниже)

R_P макс. (4 кОм + 100 R_E) или 50 кОм (который ниже)

Дополнительная погрешность при напряжении помехи 3 В (50 Гц)

$$\pm(5 \% *X + 10 K)$$

Открыто-предельное испытательное напряжение 40 В перем.

Форма испытательного напряжения синусоидальная

Частота испытательного напряжения 125/150 Гц

Короткий контур испытательного тока менее 20 мА

Автоматическое испытание сопротивления токового и потенциального зонда – имеется

Автоматическое испытание напряжения помехи – имеется

6.1.2 Измерение сопротивления заземления с помощью одних клещей в комбинации с 4-проводным методом

Все технические данные, указанные для измерения с помощью 4-проводного метода в п.6.1.1, имеют силу, кроме диапазонов измерения, которые представлены ниже.

Диапазон измерения R_E : от 0,11 Ом до 1,99 кОм

Диапазоны на дисплее, Ом	Разрешение, Ом	Погрешность
0,00 ÷ 19,99	0,01	$\pm(2 \% *X + 3 K)$
20,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 999	1	
1,000 к ÷ 1,99 к	10	

Дополнительная спецификация:

Дополнительная погрешность при самой низкой токовой помехе, когда символ токовой помехи уже показан на дисплее

(при максимальном отношении $R_{Earthtotal} / R_S = 1/2$)

$$\pm(10 \% *X + 10 K)$$

Символ токовой помехи

более 2,1 А

Дополнительная погрешность отношения сопротивления $R_{\text{Earthtotal}} / R_S * 1\%$
 Индикация в случае низкого тока в зажиме менее 0,5 А
 Автоматическое испытание токовой помехи имеется
 Дополнительная погрешность зажима должна быть рассмотрена.

6.1.3 Измерение сопротивления заземления с помощью двух зажимов

Диапазоны на дисплее, Ом	Разрешение, Ом	Погрешность ¹⁾
0,00 ÷ 19,99	0,1	±(10 % *X + 2 К)
20,0 ÷ 100	1	±(20 % *X)

¹⁾Расстояние между двумя зажимами более 30 см.

Дополнительная погрешность при самой низкой токовой помехе, когда символ токовой помехи уже показан на дисплее ±(10%*X + 10 К)

Символ токовой помехи начинает появляться на дисплее, когда $I_{\text{noise}} / I_{\text{signal}} > 100$

Дополнительная погрешность зажима должна быть рассмотрена.

6.1.4 Измерение удельного сопротивления грунта

Все технические данные, указанные для измерения с помощью 4-проводного метода в п.6.1.1, имеют силу, кроме диапазонов измерения, которые представлены ниже.

Диапазоны ρ на дисплее, Ωm	Разрешение, Ωm	Погрешность
0,00 ÷ 19,99	0,01	См. погрешность при измерении R_E
20,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 1999	1	
2,00 к ÷ 19,99 к	10	$\rho = 2\pi a R_E$
20,0 к ÷ 199,9 к	0,1 к	
200 к ÷ 999 к («а» < 8 м) 200 к ÷ 1999 к («а» ≥ 8 м)	1 к	±(5 % *X)
Диапазоны ρ на дисплее, Ωft	Разрешение, Ωft	Погрешность
0,00 ÷ 19,99	0,01	См. погрешность при измерении R_E
20,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 1999	1	
2,00 к ÷ 19,99 к	10	$P = 2\pi a R_E$
20,0 к ÷ 199,9 к	0,1 к	
200 к ÷ 999 к («а» < 8 футов) 200 к ÷ 1999 к («а» ≥ 8 футов)	1 к	±(5 % *X)

Расстояние между испытательными штангами от 1 до 30 м или от 1 до 90 футов.

6.1.5 Измерение силы тока (среднеквадратическое значение сигнала произвольной формы)

Диапазоны ρ на дисплее, А	Разрешение, А	Погрешность
0,0 ÷ 99,9 м	0,1 м	±(5 % *X + 3 К)

100 ÷ 999 м	1 м	±(5 % *X)
1,00 ÷ 9,99	0,01	
10,0 ÷ 19,9	0,1	

Входное сопротивление 10 Ом/1 В

Измерительный ток зажима 1 А/ 1 мА

Номинальная частота 50/60 Гц

Дополнительная погрешность зажима должна быть рассмотрена.

Погрешности, указанные в технических характеристиках измерителя, действительны в течение 1 года.

Температурный коэффициент вне этих пределов составляет 0,1 % измеренного значения на 1 °С и 2 значения единицы младшего разряда на пределе измерения.

6.2 Общие характеристики

Электропитание 6 В пост. (4x1,5 В батареи IEC LR 14) или 4,8 В пост. (4x1,2 В NiCd, NiMH аккумуляторные батареи LR14)

Батарея заряжается 1.5 час до полной зарядки (использование быстрой зарядки)

Автоматическое выключение через приблизительно 10 минут отсутствия деятельности

Визуальные предупреждения имеются

Габаритные размеры 15.5 x 9.5 x 19 см

Масса (без принадлежностей, с батареями) 1.3 кг

ЖК-дисплей

Память 1000 измерений

Интерфейс RS-232

Класс защиты двойная изоляция

Степень защиты IP 54

Рабочие условия применения:

диапазон температур от 0 до 40 °С;

относительная влажность 85 %.

Нормальные условия применения:

диапазон температур от 10 до 30 °С;

относительная влажность от 40 до 60 %.

Автоматическое выключение питания