



MPI-520

ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Версия 1.17



1	БЕЗОПАСНОСТЬ	5
2	МЕНЮ	6
2.1	Беспроводное соединение	6
2.2	Установки измерений	7
2.2.1	Напряжение сети и частота	7
2.2.2	Основной результат петли «фаза-нуль»	8
2.2.3	Установки измерений	8
2.2.4	Автоинкрементация ячейки	8
2.3	Установки прибора	9
2.3.1	Контрастность дисплея	9
2.3.2	Подсветка	9
2.3.3	Установки автовыключения	9
2.3.4	Дата/время	10
2.3.5	Заводские настройки	10
2.3.6	Обновление ПО	10
2.4	Выбор языка	10
2.5	Информация об изготовителе	10
3	ИЗМЕРЕНИЕ	11
3.1	Измерение напряжения переменного тока и частоты сети	11
3.2	Контроль правильности подключения защитного проводника РЕ	11
3.3	Измерение напряжения, тока, активной, реактивной и полной мощности, $\cos\phi$	12
3.4	Измерение параметров петли короткого замыкания	12
3.4.1	Измерение параметров петли короткого замыкания в цепи L-N или L-L	13
3.4.2	Измерение параметров петли короткого замыкания в цепи L-PE	14
3.4.3	Измерение параметров петли короткого замыкания в цепи L-PE с установленными УЗО	15
3.5	Измерение сопротивления заземляющих устройств	16
3.6	Измерение параметров устройств защитного отключения (УЗО)	18
3.6.1	Измерение тока срабатывания УЗО	19
3.6.2	Измерение времени срабатывания устройств защитного отключения (УЗО)	20

3.6.3	Автоматическое измерение параметров устройств защитного отключения (УЗО)	21
3.7	Измерение сопротивления изоляции.....	24
3.7.1	Измерение сопротивления изоляции с помощью адаптера AutoISO-1000с	26
3.7.2	Проверка работоспособности измерителя с помощью симулятора кабеля СК-1.....	27
3.8	Низковольтное измерение сопротивления.....	28
3.8.1	Измерение переходных сопротивлений контактов и проводников током не менее $\pm 200\text{mA}$	28
3.8.2	Измерение активного сопротивления	29
3.8.3	Компенсация сопротивления измерительных проводов (калибровка)	30
3.9	Определение правильности чередования и фаз и перекоса фаз по напряжению	31
4	ПАМЯТЬ.....	31
4.1	Запись в память результатов измерений	32
4.2	Считывание результатов, записанных в память.....	32
4.3	Удаление содержимого памяти.....	33
5	ИНТЕРФЕЙС	33
5.1	Оборудование для подключения	33
5.2	Подключение измерителя к компьютеру	34
6	ПИТАНИЕ	34
6.1	Информация о состоянии элементов питания	34
6.2	Установка элементов питания.....	34
6.3	Зарядка аккумуляторов.....	35
7	ОБЩИЕ ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИМН АККУМУЛЯТОРОВ	36
8	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	37
8.1	Основные технические характеристики	37
8.1.1	Измерение активной мощности P , реактивной мощности Q , полной мощности S и $\cos\phi$	38
8.1.2	Измерение параметров петли короткого замыкания Z_{L-PE} , Z_{L-N} , Z_{L-L}	38
8.1.3	Измерение параметров петли короткого замыкания Z_{L-PE} RCD	39
8.1.4	Измерение параметров устройств защитного отключения (УЗО)	40
8.1.5	Измерение сопротивления заземляющих устройств R_E	42

8.1.6	Низковольтное измерение сопротивления.....	43
8.1.7	Измерение сопротивления изоляции	43
8.1.8	Последовательность чередования фаз	44
8.2	Дополнительные характеристики.....	45
9	КОМПЛЕКТАЦИЯ.....	45
9.1	Стандартная комплектация.....	45
9.2	Дополнительная комплектация.....	46
10	ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА.....	47
11	УТИЛИЗАЦИЯ.....	47
12	ПОВЕРКА	47
13	СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВИТЕЛЕ	48
14	СВЕДЕНИЯ О ПОСТАВЩИКЕ	48
15	СВЕДЕНИЯ О СЕРВИСНОМ ЦЕНТРЕ.....	48
16	ССЫЛКИ В ИНТЕРНЕТ	48

1 БЕЗОПАСНОСТЬ

Приборы серии MPI – это переносные многофункциональные измерители, позволяющие всесторонне оценить состояние электроустановки с высокой точностью.

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

Внимание

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

Применение прибора, несоответствующее указаниям Изготовителя, может быть причиной поломки прибора и источником 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 предприятием.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

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.

Внимание

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

Символы, отображенные на приборе:



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



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



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.

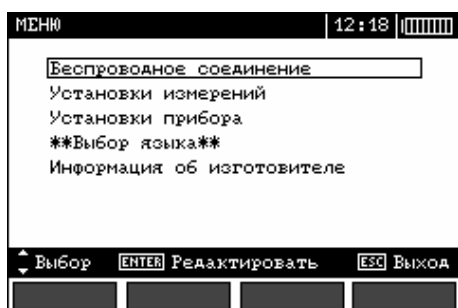


>550V Максимальное допустимое напряжение на входе прибора не должно превышать 550 В переменного напряжения.

2 МЕНЮ

Меню доступно в любом положении поворотного переключателя

①



Нажмите **MENU**.

Используя клавиши ▲ и ▼, выберите нужный пункт.

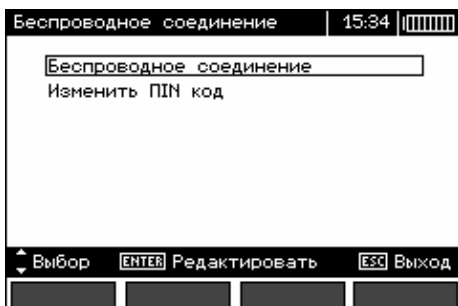
Нажмите **ENTER** для входа в выбранный пункт.

2.1 Беспроводное соединение

Внимание ⚠

Поддержка передачи данных с помощью адаптера OR-1 начиная с версии ПО 2.95 отключается.

①



Нажмите **ENTER** для подключения к ПО «SoneReader», при подключенном адаптере OR-1 к ПК.

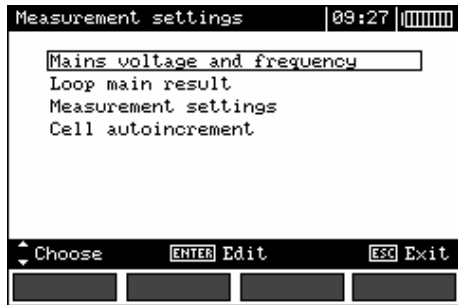
②



Установка персонального кода Пользователя, для работы с ПО «SonelReader»

2.2 Установки измерений

①



Используя клавиши ▲ и ▼, выберите нужный пункт.

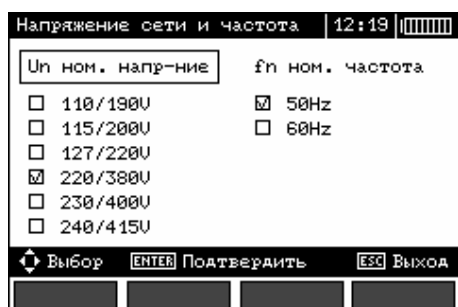
Нажмите **ENTER** для входа в выбранный пункт.

2.2.1 Напряжение сети и частота

Перед измерениями необходимо установить номинальное напряжение сети U_n (110/190 В, 115/200 В, 127/220 В, 220/380 В, 230/400 В или 240/415 В). Значение выбранного напряжения используется для расчёта ожидаемого тока короткого замыкания.

Установка частоты сети, которая является потенциальным источником помех, необходимо для правильного определения частоты измерительного сигнала для режима сопротивления заземляющих устройств. Только правильное определение параметров сети позволит отфильтровать помехи при измерениях. Прибор позволяет фильтровать помехи в сетях с номинальной частотой 50 или 60 Гц.

①

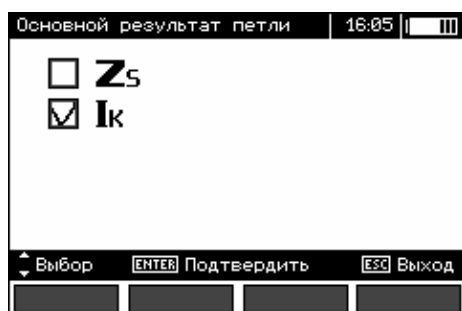


Используя клавиши ◀ ▶, выберите параметр, требующий изменений, а клавишами ▲ ▼ установите номинальные значения напряжения и частоты сети.

Подтвердите изменения нажатием клавиши **ENTER**.

2.2.2 Основной результат петли «фаза-нуль»

①



Используя клавиши ▲ ▼ выберите параметр для отображения на главном экране:

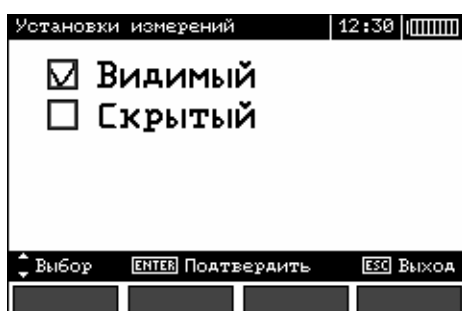
Z_s полное сопротивление петли K3

I_k ожидаемый ток короткого замыкания.

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

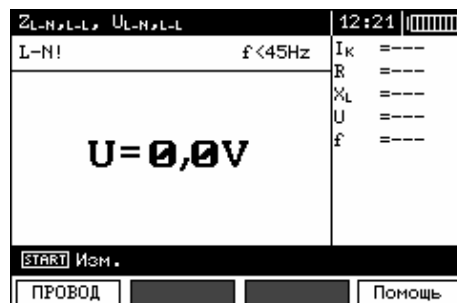
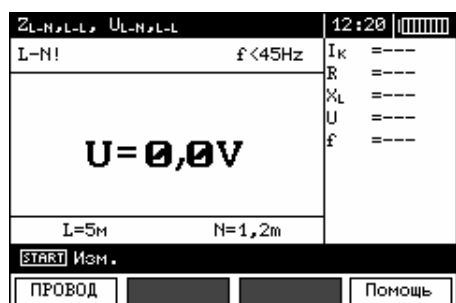
2.2.3 Установки измерений

①



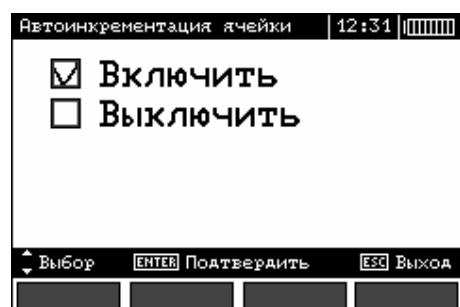
Настройка позволяет включить или выключить строку с параметрами, отображаемую на дисплее. Используя клавиши ▲ и ▼, установите необходимый вариант.

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.



2.2.4 Автоинкрементация ячейки

①

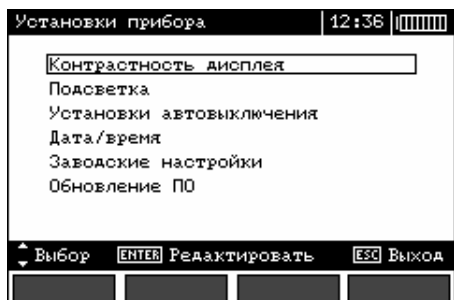


Используя клавиши ▲ ▼, выберите необходимый режим. Автоинкрементация ячеек памяти позволяет автоматически сохранять в следующую свободную ячейку памяти результаты измерений.

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

2.3 Установки прибора

①



Используя клавиши ▲ и ▼, выберите нужный пункт.

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

2.3.1 Контрастность дисплея



①



Выберите уровень контрастности клавишами ▲ ▼.

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

2.3.2 Подсветка

Вы можете включить подсветку экрана нажатием клавиши . Данная настройка позволяет определить периоды, через которые подсветка автоматически выключится. Если установлен режим «Постоянно», отключение подсветки осуществляется повторным нажатием клавиши .

①

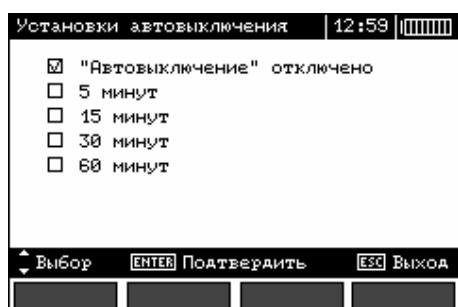


Выберите необходимый режим, используя клавиши ▲ ▼.

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

2.3.3 Установки автовыключения

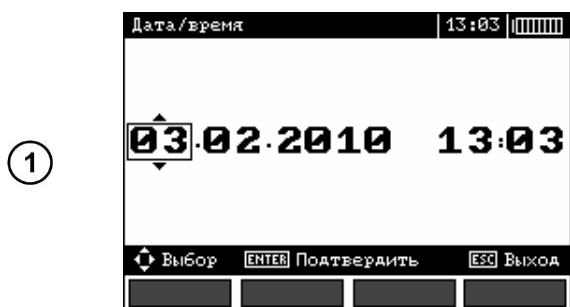
①



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

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

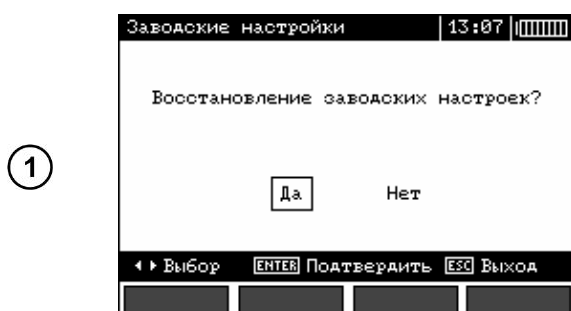
2.3.4 Дата/время



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

Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

2.3.5 Заводские настройки



Для возврата к заводским настройкам прибора выберите **ДА**, используя клавиши ◀ ▶ и нажмите **ENTER**.

2.3.6 Обновление ПО

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

Внимание ⚠
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.

2.4 Выбор языка

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

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


2.5 Информация об изготовителе


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

3 ИЗМЕРЕНИЕ



В случае продолжительного измерения на экране отображается статусная строка.

Результат измерения сохраняется до момента начала следующего измерения, изменения настроек прибора и/или изменения режима измерения. Результат последнего измерения отображается на экране в течение 20 секунд. Для его последующего отображения нажмите клавишу **ENTER**.

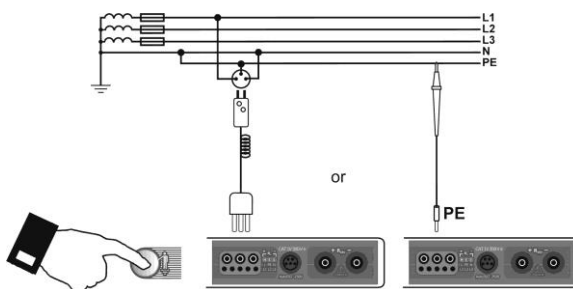
Внимание 
Во время измерения запрещается прикасаться до заземлённых или доступных проводящих элементов испытываемой электроустановки.

Внимание 
Во время измерения запрещено изменять положение поворотного переключателя MPI-520. Пренебрежение данным правилом может привести к повреждению прибора или/и поражению током Пользователя.


3.1 Измерение напряжения переменного тока и частоты сети

MPI-520 измеряет и отображает напряжение переменного тока и частоту сети во всех режимах измерения за исключением R_E , R_X , $R_{\pm 200mA}$, R_{iso} . Для режимов  и R_{iso} отображается только действующее напряжение сети. Напряжение измеряется при частоте сети, находящейся в диапазоне 45...65 Гц как True RMS. Если частота находится за пределами указанного диапазона на дисплее отображается соответствующее сообщение: $f < 45 \text{ Гц}$ или $f > 65 \text{ Гц}$. Напряжение отображается на основной части дисплея только в режимах $U_{L-N,L-L}$, $Z_{L-N,L-L}$, U_{L-PE} Z_{L-PE}  и $U, I, P, Q, S, f, \cos \varphi$.

3.2 Контроль правильности подключения защитного проводника PE



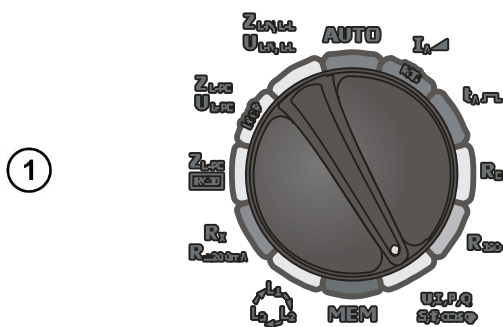
Подключите измеритель согласно схеме, представленной на рисунке и приложите палец к электроду прикосновения на 1 секунду. Если на PE проводнике будет обнаружено напряжение, на дисплее отобразится сообщение **PE!** (ошибка подключения, на PE проводнике обнаружено опасное напряжение). Данное сообщение будет сопровождаться продолжительным звуковым сигналом. Данная функция активна во всех режимах, связанных с измерением параметров УЗО или параметров петли короткого замыкания.

Внимание 
После обнаружения фазного напряжения на защитном проводе PE следует немедленно прервать измерение и устранить ошибку в проводке.

Внимание 

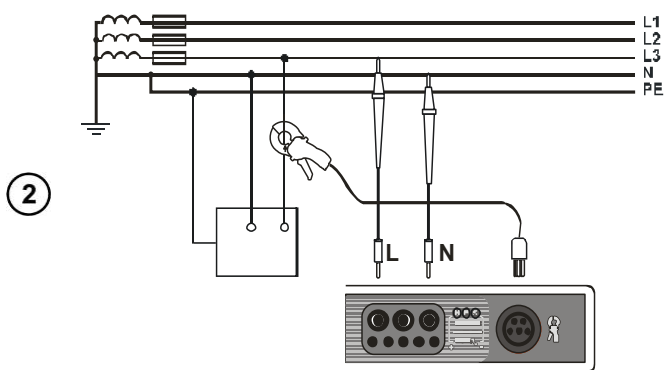
Следует убедиться, что в процессе измерения Пользователь находится на изолированном полу, в противном случае результат измерения может быть неверным.

3.3 Измерение напряжения, тока, активной, реактивной и полной мощности, $\cos\varphi$

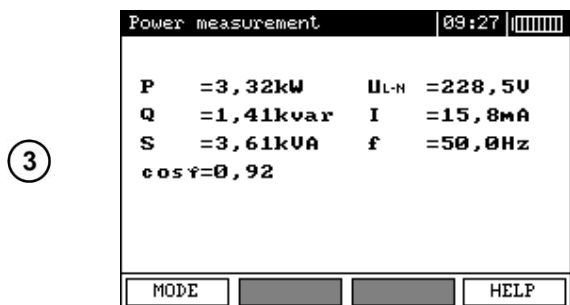


Установите поворотный переключатель в режим **U,I,P,Q,S,f,cosφ**.

Нажмите клавишу **F1**. Выберите клавишами ▲ и ▼ необходимые параметры. Для подтверждения нажмите клавишу **ENTER**.




Подключите измеритель согласно схеме.




Результаты измерения.


3.4 Измерение параметров петли короткого замыкания

Внимание 

Если в проверяемой цепи имеются выключатели УЗО, то на время измерения сопротивления их следует зашунтировать при помощи мостов. Нужно помнить, что таким образом производятся изменения в измеряемой цепи и результаты могут несколько отличаться от действительности. Каждый раз после измерений следует удалить изменения, проведённые на время измерений и проверить работу выключателя УЗО. Предыдущее замечание не касается замеров сопротивления петли при использовании функции **Z_{L-PE} RCD**.

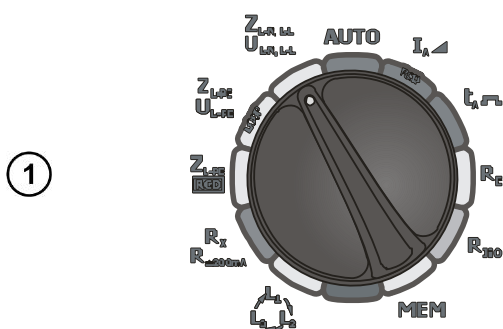
Внимание 

Проведение большого числа измерений в коротких промежутках времени приводит к тому, что на резисторе, ограничивающем ток, проходящий через измеритель, может выделяться тепло. В связи с этим корпус прибора может нагреваться. Это нормальное явление и измеритель имеет защиту от перегрева.

Внимание 

Минимальный перерыв между последующими измерениями составляет 5 секунд. Надпись «ГОТОВО», появляющаяся на дисплее, информирует о возможности выполнения измерения.

3.4.1 Измерение параметров петли короткого замыкания в цепи L-N или L-L



Установите поворотный переключатель в режим $Z_{L-N,L-L}/U_{L-N,L-L}$.



Нажмите клавишу **F1** если необходимо изменить длину L (фазного) провода.

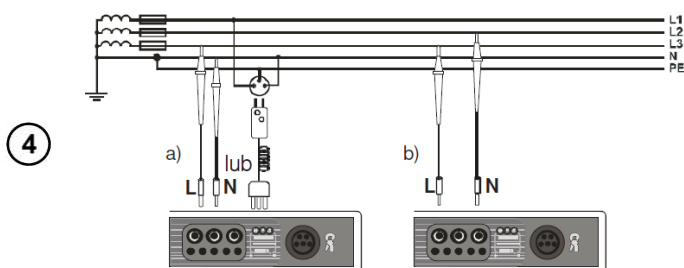
Клавишами \blacktriangle и \blacktriangledown установите необходимую длину и подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.



Нажмите клавишу **F2** для выбора опорного напряжения для расчёта тока КЗ.

U_N - номинальное напряжение сети.
 U_0 - действующее напряжение сети.

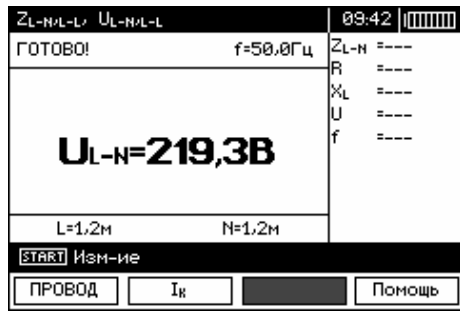
Клавишами \blacktriangle и \blacktriangledown установите необходимый параметр и подтвердите клавишей **ENTER**.



Подключите измеритель согласно схеме на следующем рисунке:

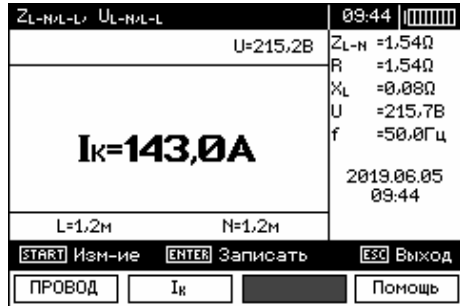
- a) для измерения в цепи L-N
- b) для измерения в цепи L-L

5



Надпись **ГОТОВО** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.

6





Для начала измерения нажмите клавишу **START**.

Результаты измерения.

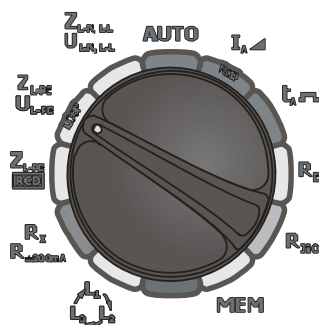
Для сохранения результатов измерения, нажмите клавишу **ENTER** (подробнее читайте в п. 4.1).

Возможные сообщения, отображаемые на экране:

ГОТОВО!	Измеритель готов к измерениям.
L-N!	U_{L-N} напряжение на разъёмах находится за пределами допустимого диапазона.
L-PE!	U_{L-PE} напряжение на разъёмах находится за пределами допустимого диапазона.
N-PE!	U_{N-PE} напряжение на разъёмах превышает допустимые 50В.
	Фаза подключена к разъёму N вместо L .
	Превышен температурный диапазон (перегрев прибора)
f!	Частота сети находится за пределами допустимого диапазона 45...65 Гц.
Ошибка измерения!	Невозможно отобразить результат измерения.
Петля L-N отсутствует!	Обратитесь в Сервисный Центр.
No U_{L-N}!	Напряжение U_{L-N} отсутствует.
$U > 500$ V! Продолжительный звуковой сигнал	Напряжение превышает 500 В.

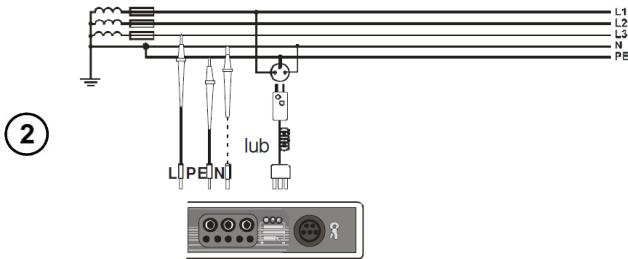
3.4.2 Измерение параметров петли короткого замыкания в цепи L-PE

1

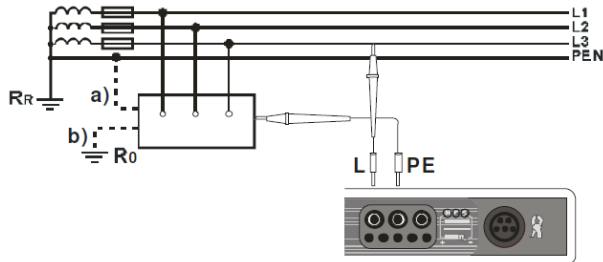


Установите поворотный переключатель в режим **Z_{L-PE}/U_{L-PE}**.

При необходимости проведите настройки согласно п.3.4.1



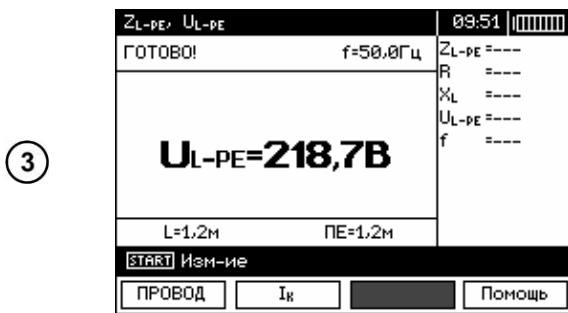
Подключите измеритель согласно схеме:



Схемы подключения для разных типов сетей:

a) для TN-сетей

b) для TT-сетей



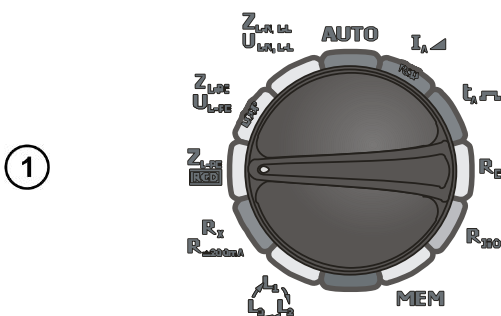
Надпись **ГОТОВО** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.



Для начала измерения нажмите клавишу **START**.

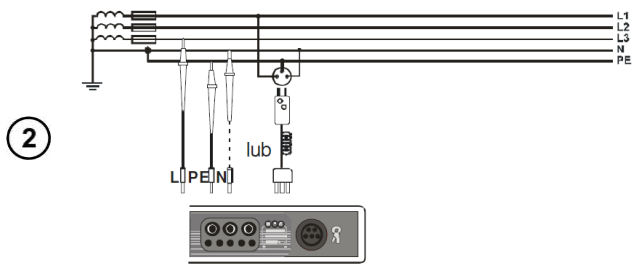
Результаты измерения.

3.4.3 Измерение параметров петли короткого замыкания в цепи L-PE с установленными УЗО

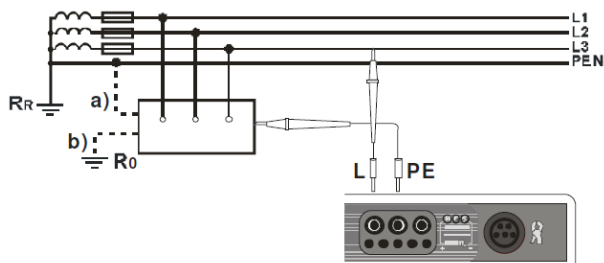


Установите поворотный переключатель в режим **Z_{L-PE} RCD**.

При необходимости проведите настройки согласно п.3.4.1



Подключите измеритель согласно схеме:



Схемы подключения для разных типов сетей:

- a) для TN-сетей
- b) для TT-сетей

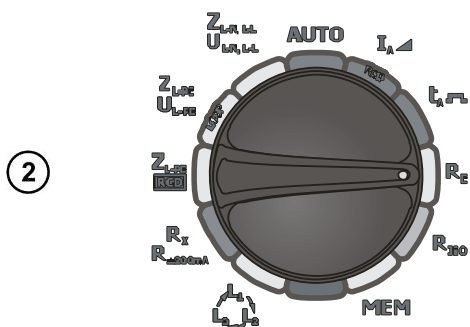
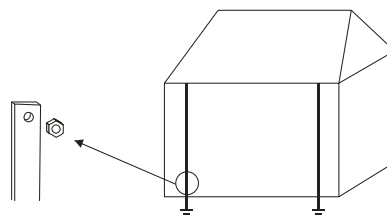
- Максимальное время измерения не превышает 32 секунды. Измерение может быть прервано нажатием клавиши **ESC**;
- Данная функция предназначена для сетей с выключателями дифференцированного тока не ниже 30 мА;
- Возможны ситуации, когда суммарный ток утечки и измерительный ток прибора приведут к срабатыванию УЗО с номинальным дифференциальным током 30 мА. Для проведения измерения без срабатывания УЗО необходимо уменьшить ток утечки (например, отключив часть потребителей энергии).

3.5 Измерение сопротивления заземляющих устройств

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

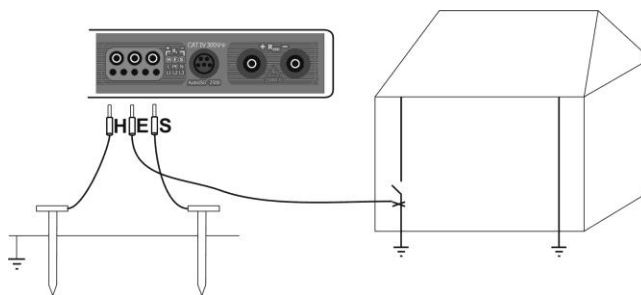


Отсоедините измеряемое заземляющее устройство от системы.



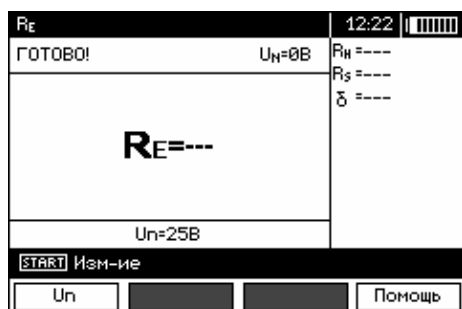
Установите поворотный переключатель в режим **R_ε**.

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



Надпись **ГОТОВО** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.

U_n - значение напряжения помех.

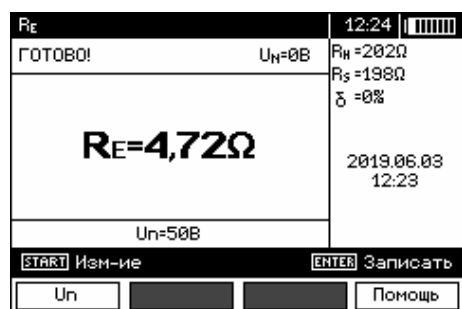
5



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**.

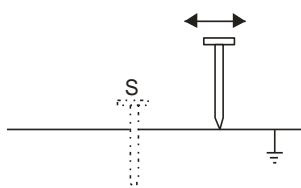
Результаты измерения:

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.7 и п.8) перемещая потенциальный зонд к/от ЗУ на несколько метров.

Если результаты R_ϵ отличаются более чем на 3%, то необходимо увеличить расстояние между токовым зондом и ЗУ и повторить измерение.

Внимание 

Измерение сопротивления возможно только в случае, если напряжение помех не превышает 24 В. Предел измерения напряжения помех – 100 В. Напряжение в диапазоне свыше 50 В сигнализируется как опасное.

Не подключайте прибор к объектам, напряжение на которых превышает 100 В.

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


Особенно большая ошибка измерения возникает, если измеряется малая величина заземляющего устройства зондами, которые имеют слабый контакт с грунтом (такая ситуация возникает, если заземлитель является хорошим проводником, в то время как верхний уровень грунта сухой и имеет плохую проводимость).

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


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

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

Возможные сообщения, отображаемые на экране измерителя:

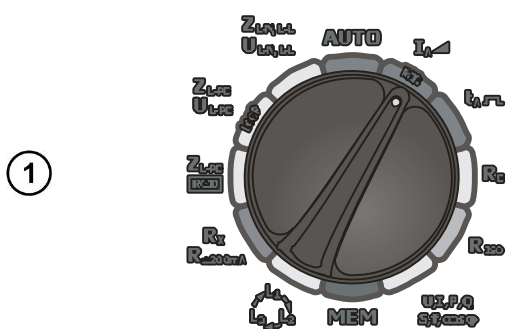
$R_E > 1,99 \text{ k}\Omega$	Превышен диапазон измерений.
$U_N!$	Напряжение на измеряемом объекте превышает 24 В, но меньше 40 В, измерение приостановлено.
$U_N > 50 \text{ V!}$ Продолжительный звуковой сигнал	Напряжение на измеряемых разъёмах превышает 50 В.
NOISE!	Превышен диапазон допустимого уровня помех – результат может быть недостоверным в связи с появлением дополнительной погрешности.
LIMIT!	Отношение сопротивления электродов к сопротивлению заземляющего устройства > 30 %.
	Разрыв в измерительной цепи или сопротивление измерительных зондов превышает 60 кОм.
Сопротивление зонда > 50кОм	Сопротивление зондов находится в пределах 50...60 кОм.
Прервано измерение!	Измерение было прервано нажатием клавиши ESC.

3.6 Измерение параметров устройств защитного отключения (УЗО)

Внимание 

Измерение величин U_B , R_E производится только синусоидальным током номиналом $0,4I_{Дп}$ независимо от пользовательских настроек.

3.6.1 Измерение тока срабатывания УЗО

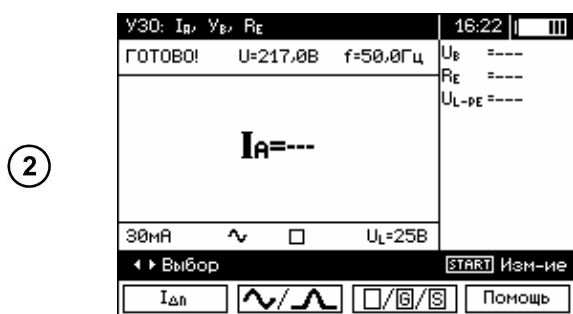


Установите поворотный переключатель в режим $I_{\Delta n}$.

Нажмите **F1** $I_{\Delta n}$ для выбора значения $I_{\Delta n}$.

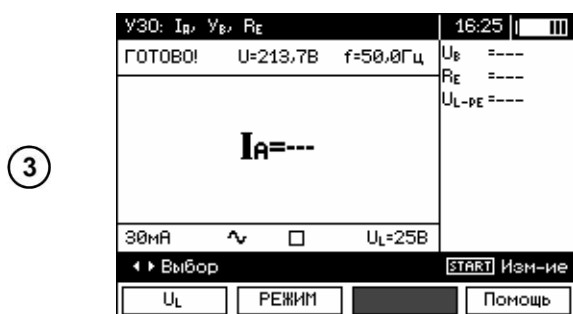
Нажмите **F2** \sim/\square для выбора формы тока срабатывания.

Нажмите **F3** $\square/G/S$ для выбора типа УЗО.



Используя клавиши \blacktriangle и \blacktriangledown установите необходимые параметры и подтвердите нажатием **ENTER**.

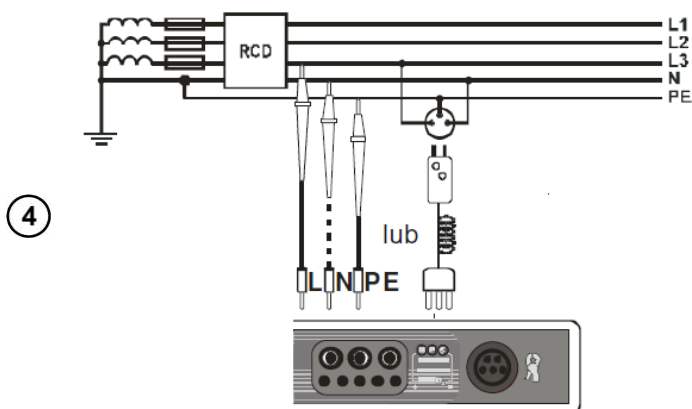
Для выбора второй группы параметров используйте клавиши \blacktriangleleft и \blacktriangleright .



Нажмите **F1** $U_{\Delta n}$ для выбора значения $U_{\Delta n}$.

Нажмите **F2** **РЕЖИМ** для установки измеряемых параметров.

Используя клавиши \blacktriangle и \blacktriangledown установите необходимые параметры и подтвердите нажатием **ENTER**.



Подключите измеритель согласно схеме.

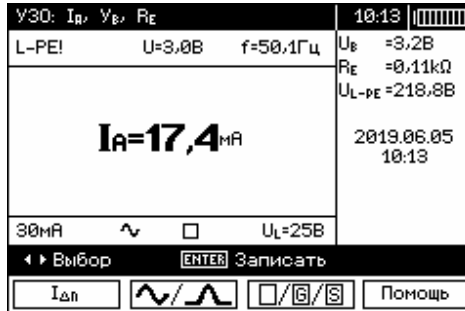
5



Надпись **ГОТОВО** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.

На дисплее отображаются значения действующего напряжения сети и частоты.

6



Для начала измерения нажмите клавишу **START**.

Результаты измерения.

Примечание:

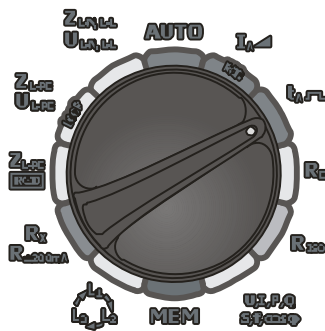
Измерение времени срабатывания t_{Δ} для селективных УЗО невозможно.

Возможные сообщения, отображаемые на экране измерителя:

$U_B > U_L!$	Напряжение прикосновения U_B превышает установленное значение U_L .
!	Знак ! , размещённый в правой части экрана, означает неисправность УЗО.
No $U_{L-N}!$	Отсутствие необходимого напряжения U_{L-N} для формирования $I_{\Delta n}$.

3.6.2 Измерение времени срабатывания устройств защитного отключения (УЗО)

1



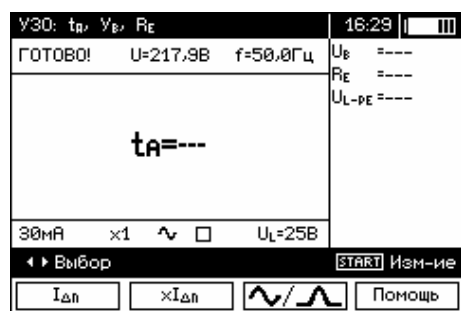
Установите поворотный переключатель в режим $t_{\Delta n}$.

Нажмите **F1** $I_{\Delta n}$ для выбора значения $I_{\Delta n}$.

Нажмите **F2** $xI_{\Delta n}$ для выбора множителя $I_{\Delta n}$.

Нажмите **F3** \sim/\square для выбора формы тока срабатывания.

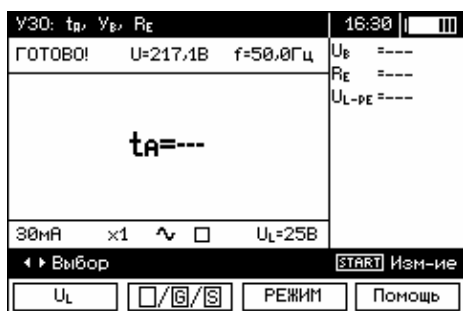
2



Используя клавиши \blacktriangle и \blacktriangledown установите необходимые параметры и подтвердите нажатием **ENTER**.

Для выбора второй группы параметров используйте клавиши \blacktriangleleft и \blacktriangleright .

3



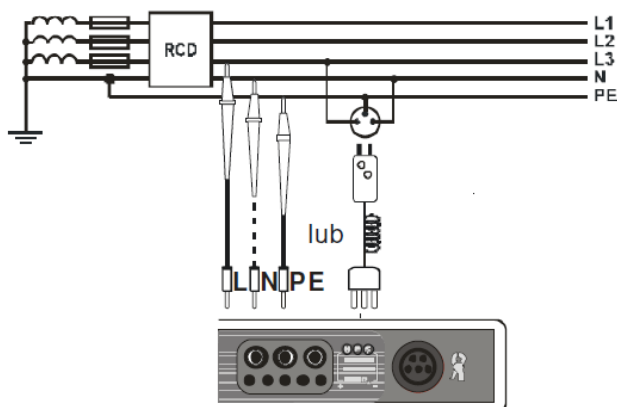
Нажмите **F1** U_L для выбора значения U_L .

Нажмите **F2** G/S для выбора типа УЗО.

Нажмите **F3** **РЕЖИМ** для установки измеряемых параметров.

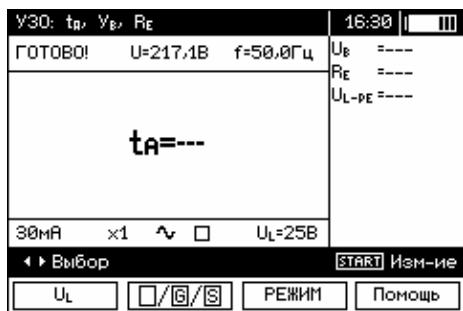
Используя клавиши \blacktriangle и \blacktriangledown установите необходимые параметры и подтвердите нажатием **ENTER**.

4



Подключите измеритель согласно схеме.

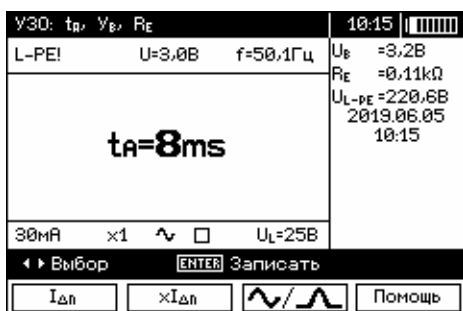
5



Надпись **ГОТОВО** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.

На дисплее отображаются значения действующего напряжения сети и частоты.

6



Для начала измерения нажмите клавишу **START**.

Результаты измерения.

Все замечания и сообщения идентичны режиму измерения тока срабатывания устройств защитного отключения (УЗО) I_A .

3.6.3 Автоматическое измерение параметров устройств защитного отключения (УЗО)

Функциональность прибора позволяет проводить автоматическое измерение следующих параметров:

- Ток срабатывания УЗО (I_A);

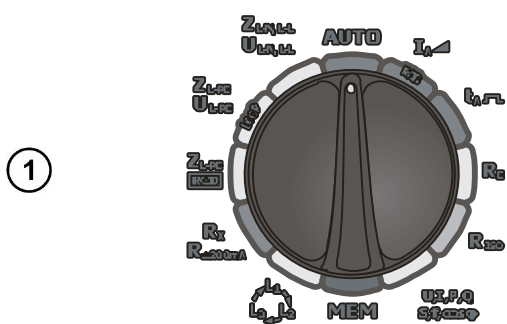
- Время срабатывания УЗО (t_A);
- Напряжение прикосновения (U_B);
- Сопротивление (R_E);
- Полное сопротивление петли короткого замыкания Z_{L-PE} **RCD**

Данная функция позволяет автоматически запускать процесс измерения. Пользователю необходимо в настройках определить необходимый набор параметров измерения и запустить процесс автоматического измерения однократным нажатием клавиши **START**. Последующие действия пользователя заключаются в приведении УЗО в рабочий режим.


В таблице представлены возможные параметры, которые измеряются в автоматическом режиме.


№.	Параметр	Условия измерения	
		Множитель $I_{\Delta n}$	Начальная фаза
1.	Z_{L-PE}		
2.	U_B, R_E		
3.	t_A	$0,5I_{\Delta n}$	положительная
4.	t_A	$0,5I_{\Delta n}$	отрицательная
5.*	t_A	$1I_{\Delta n}$	положительная
6.*	t_A	$1I_{\Delta n}$	отрицательная
7.*	t_A	$2I_{\Delta n}$	положительная
8.*	t_A	$2I_{\Delta n}$	отрицательная
9.*	t_A	$5I_{\Delta n}$	положительная
10.*	t_A	$5I_{\Delta n}$	отрицательная
11.*	I_A		положительная
12.*	I_A		отрицательная

* обозначены параметры, измерение которых приводит к срабатыванию УЗО



Установите поворотный переключатель в режим **AUTO**.

Нажмите **F1**  для выбора значения $I_{\Delta n}$.

Нажмите **F2**  для выбора формы тока срабатывания.

Нажмите **F3**  для выбора типа УЗО.



Используя клавиши \blacktriangle и \blacktriangledown , установите необходимые параметры и подтвердите нажатием **ENTER**.

3



Для выбора второй группы параметров используйте клавиши ◀ и ▶.

4



Нажмите **F1** **U_L** для выбора значения U_L и подтвердите нажатием **ENTER**.

5

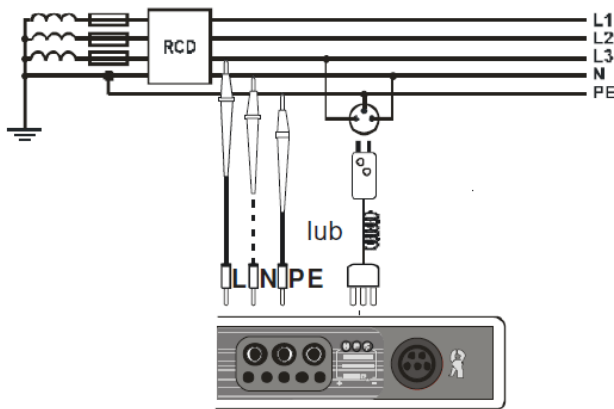


Нажмите **F2** **РЕЖИМ** для установки измеряемых параметров.

Используя клавиши ▲ и ▼ установите необходимые параметры и подтвердите нажатием **ENTER**.

Для сохранения настроек нажмите **Ок**.

6



Подключите измеритель согласно схеме.

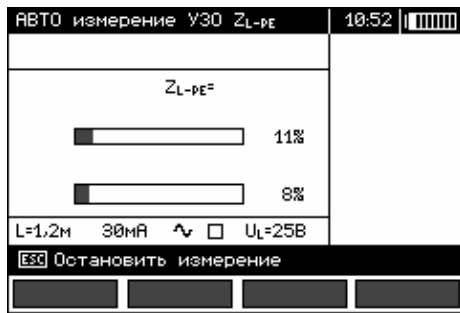
7



Надпись **ГОТОВО** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.

На дисплее отображаются значения действующего напряжения сети и частоты.

8



Для начала измерения нажмите клавишу **START**. Некоторые измерения могут привести к выключению УЗО. Для измерения следующих параметров достаточно привести УЗО в рабочий режим.

Процесс выполнения обозначен индикаторами выполнения: нижний – полный цикл; верхний – измерение Z_{L-PE} **RCD** и I_{Δ} .

9



Результаты измерения.

10



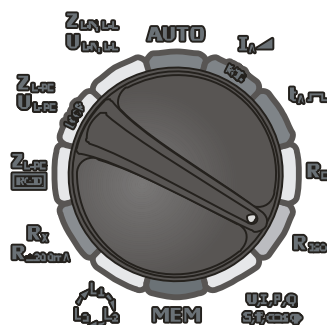
С помощью клавиш **F3** и **F4** возможно пролистать группы полученных результатов.

3.7 Измерение сопротивления изоляции

Внимание ⚠
Подключение повреждённых или нестандартных измерительных проводов, в частности, не рассчитанных на высокое напряжение, грозит поражением электрическим током или очень большими погрешностями измерения.

Внимание ⚠
Перед подключением измерителя к объекту, убедитесь в отсутствии на нём напряжения.

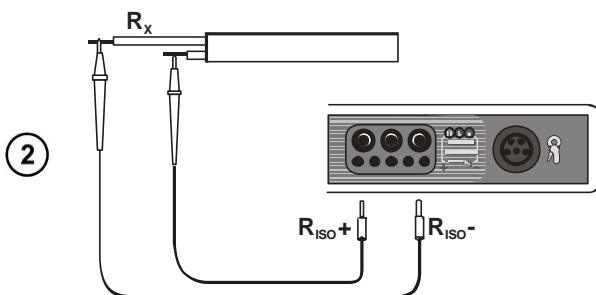
1



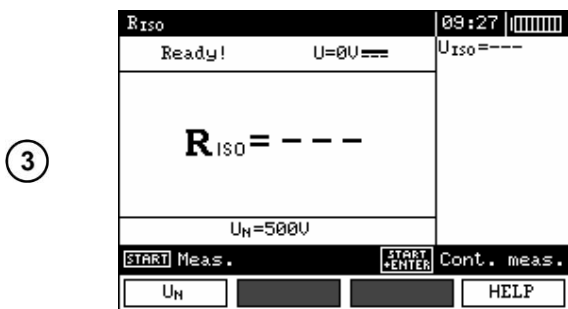
Установите поворотный переключатель в режим **R_{ISO}**.

Нажмите клавишу **F1** и установите необходимое измерительное напряжение U_N .

С помощью клавиш **▲** и **▼** установите необходимое значение и подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.



Подключите измеритель согласно схеме.

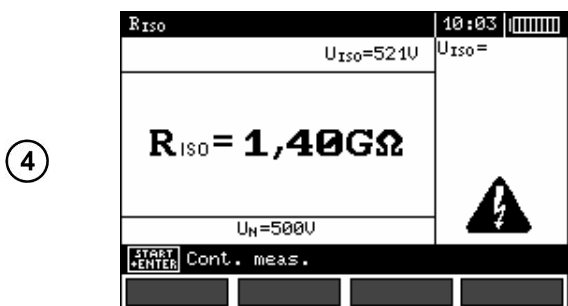


Надпись **ГОТОВО** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.

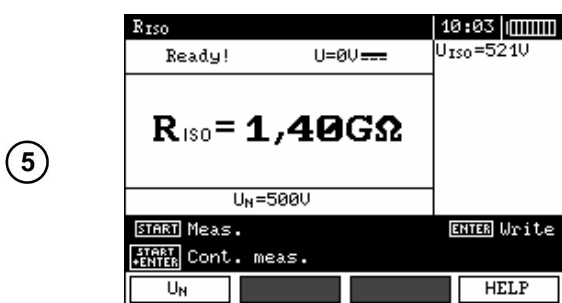
Нажмите и удерживайте клавишу **START**.

Измерение будет проводиться только при условии удерживания клавиши.

Для блокировки клавиши **START** нажмите её и удерживайте до звукового сигнала (3-5 сек). После нажмите клавишу **ENTER** и отпустите обе клавиши. Для остановки измерения нажмите клавишу **START**.



Отображаемая на экране информация при измерении



Результаты измерения.

Внимание ⚠




Во время измерения на выходах прибора MPI-520 формируется напряжение до 1000 В.

Внимание ⚠

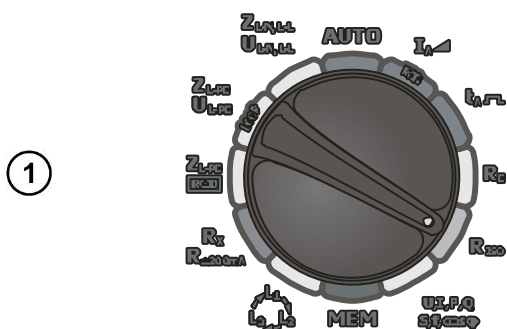
Во время измерений запрещается отключать измерительные провода или изменять положение поворотного переключателя MPI-520. Пренебрежение данным правилом может привести к повреждению прибора или/и поражению током пользователя.

После окончания измерения прибор автоматически разряжает ёмкость кабеля через внутреннее сопротивление 100 кОм.

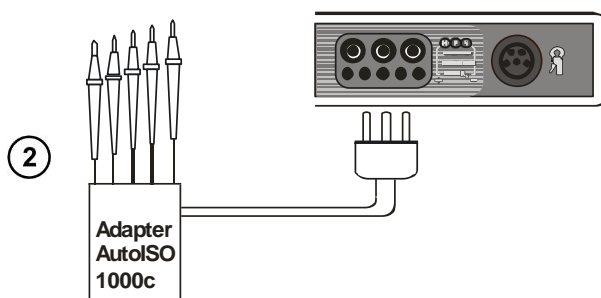
Возможные сообщения, отображаемые на экране измерителя:

	Наличие измерительного напряжения на выходе измерителя
NOISE!	На объекте измерения присутствует напряжение шума. Измерение продолжится, но стоит учесть возможность появления дополнительной погрешности.
LIMIT !!	Превышено значение максимального тока. Сопровождается продолжительным звуковым сигналом.
	На вход прибора подключены неверные измерительные провода (отличные от WS-03 или WS-04 или AutoISO-1000c).
	WS-03 или WS-04 измерение 3-х проводного объекта (измерение L-PE, L-N и N-PE проводников).

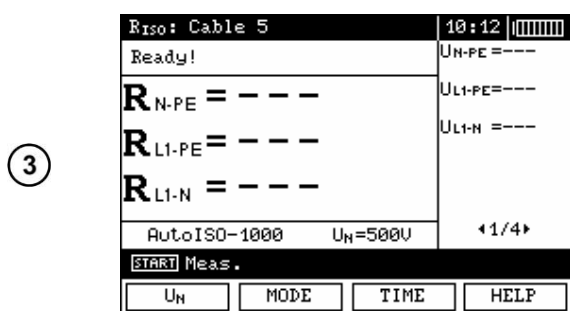
3.7.1 Измерение сопротивления изоляции с помощью адаптера AutoISO-1000c



Установите поворотный переключатель в режим R_{ISO} .



Измеритель MPI-520 автоматически определит подключение адаптера AutoISO-1000c и добавит необходимые возможности настройки.



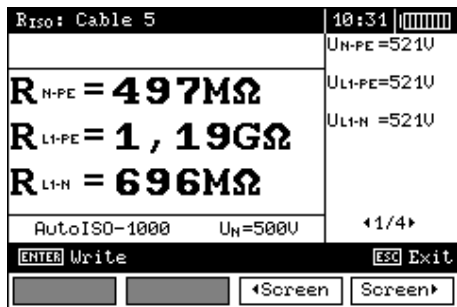
Нажмите **F1** U_N для установки измерительного напряжения.

Нажмите **F2** **РЕЖИМ** для выбора типа кабеля (3-х, 4-х или 5-ти жильный).

Нажмите **F3** **ВРЕМЯ** для установки времени измерения.

Используя клавиши \blacktriangle и \blacktriangledown установите необходимые параметры и подтвердите нажатием **ENTER**.

④

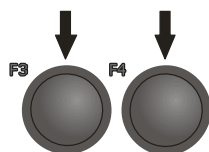


Нажмите **START** для начала измерения. Будет подано измерительное напряжение на первую пару проводов.

Если на объекте будет обнаружено напряжение, отобразится символ «!» (например, U_{N-PE} !) и процесс измерения будет прерван автоматически.

Результаты измерений.

⑤



Используя клавиши **F3** и **F4**, выберите необходимую группу результатов.

Примечание:

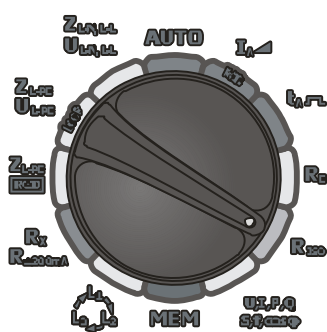
Все замечания и сообщения идентичны режиму измерения сопротивления изоляции.

3.7.2 Проверка работоспособности измерителя с помощью симулятора кабеля СК-1

Симулятор кабеля СК-1 предназначен для моделирования сопротивления изоляции жил силового кабеля.

Внимание ⚠
 Проверка работоспособности измерителя не является обязательной.
 Симулятор кабеля может применяться для быстрой проверки работоспособности прибора в режиме измерения сопротивления изоляции и не заменяет проведения периодической поверки.

①

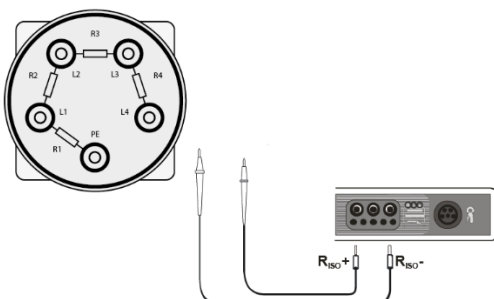


Установите поворотный переключатель в режим **R_{ISO}**.

Нажмите клавишу **F1** и установите необходимое измерительное напряжение U_N .

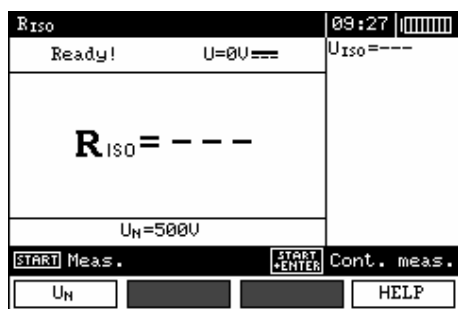
С помощью клавиш ▲ и ▼ установите необходимое значение и подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**.

②



Подключите измеритель согласно схеме.

3



Надпись **ГОТОВО** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.

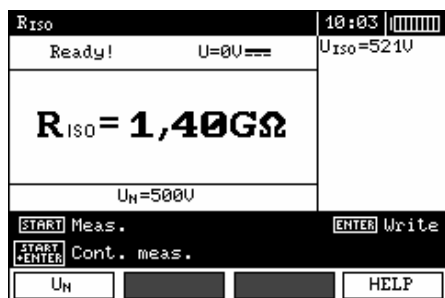
Нажмите и удерживайте клавишу **START**.

Измерение будет проводиться только при условии удерживания клавиши.

Для блокировки клавиши **START** нажмите её и удерживайте до звукового сигнала (3-5 сек).

После нажмите клавишу **ENTER** и отпустите обе клавиши. Для остановки измерения нажмите клавишу **START**.

4

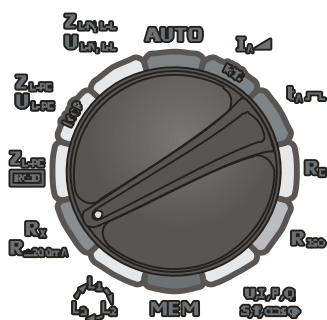


После окончания измерения сравните результат на дисплее с выставленным значением симулятора СК-1 согласно собранной схеме .

3.8 Низковольтное измерение сопротивления

3.8.1 Измерение переходных сопротивлений контактов и проводников током не менее $\pm 200\text{mA}$

1



Установите поворотный переключатель в режим **R_x**; **R_{±200mA}**.

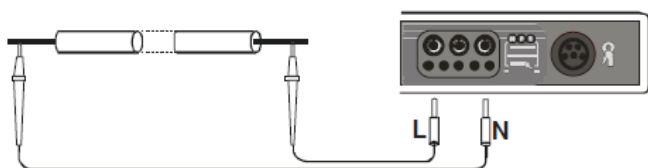
2



Нажмите клавишу **F1** для выбора режима измерения.

Выберите **R_{CONT ±200mA}** используя клавиши **▲** и **▼** и подтвердите выбор, нажатием клавиши **ENTER**.

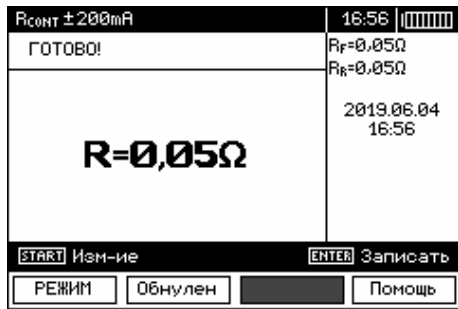
3



Подключите прибор к объекту.

Измерение начнётся автоматически.

④



Результаты измерения.

Нажмите клавишу **START** для повторного измерения без отключения измерительных проводников.

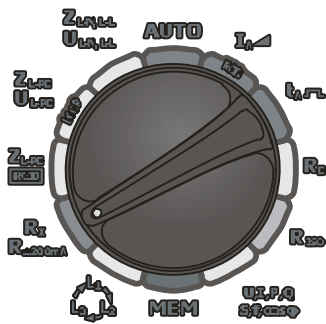
Внимание ⚠
 Если на дисплеи появится сообщение «Напряжение на объекте», измерение будет прервано. Отключите прибор от измеряемого объекта.

Возможные сообщения, отображаемые на экране измерителя:

NOISE!	На объекте измерения присутствует напряжение шума. Измерение продолжится, но стоит учесть возможность появления дополнительной погрешности.
---------------	---

3.8.2 Измерение активного сопротивления

①



Установите поворотный переключатель в режим **R_x**; **R_{±200mA}**.

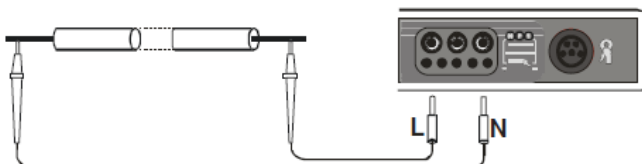
②



Нажмите клавишу **F1** для выбора режима измерения.

Выберите режим **R_x**, используя клавиши **▲** и **▼** и подтвердите выбор, нажатием клавиши **ENTER**.

③



Подключите прибор к объекту.

Измерение начнётся автоматически.

④



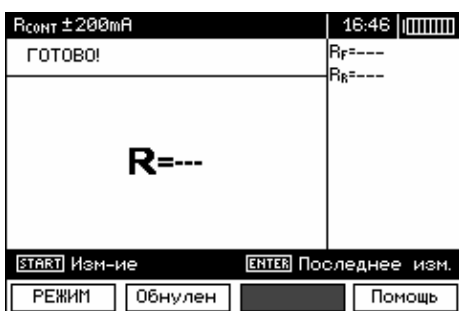
Результаты измерения.

Нажмите клавишу **START** для повторного измерения без отключения измерительных проводников.

3.8.3 Компенсация сопротивления измерительных проводов (калибровка)

При измерении малых сопротивлений существенное влияние на результат может оказывать сопротивление измерительных проводов. Для режимов R_x и $R_{\pm 200mA}$ используйте функцию **AUTOZERO** (компенсация).

①



Нажмите клавишу **F2**.

②



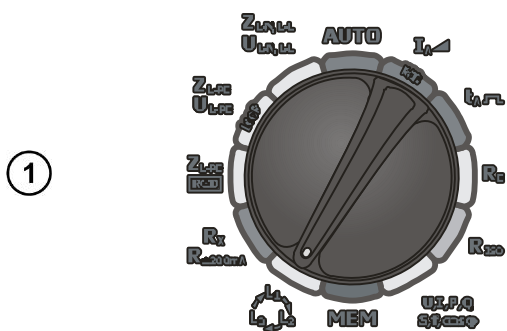
Следуйте инструкциям, отображаемым на дисплее.

③

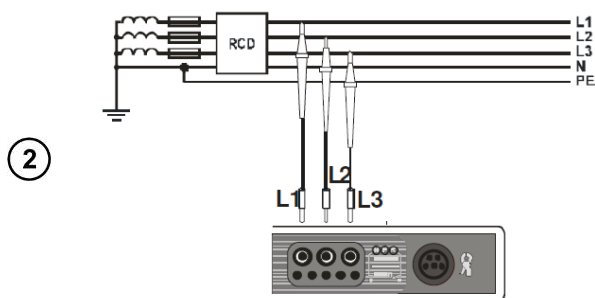


Для отмены **AUTOZERO** компенсации сопротивления (возврат к базовой калибровке), повторите описанный выше процесс, но в пункте 3 разомкните измерительные провода.

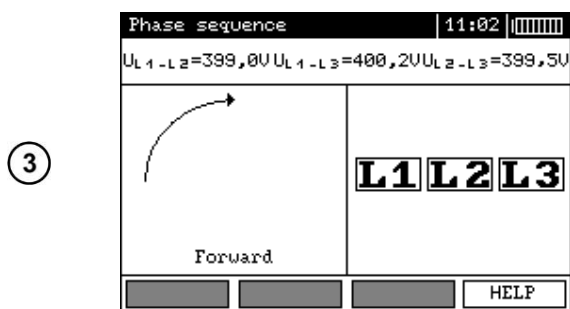
3.9 Определение правильности чередования и фаз и перекоса фаз по напряжению



Установите поворотный переключатель в режим режим.



Подключите измеритель согласно схеме.



Если направление по часовой стрелке – прямая последовательность чередования фаз, если против часовой – обратная.

На дисплее также отображены линейное напряжения и индикация отдельных фаз.

4 ПАМЯТЬ

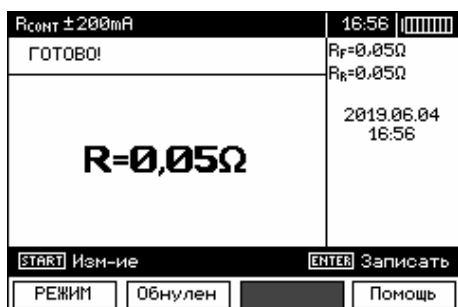
Измеритель MPI-520 имеет собственную память на 50000 отдельных результатов измерений. Для удобства пользователя память разбита на 10 (десять) **Bank** по 99 ячеек **Cell** в каждом. Каждый результат измерения может быть записан в ячейку с выбранным номером так, чтобы Пользователь измерителя мог согласно собственной системе назначать номера ячеек памяти в соответствии с точками измерений и выполнять измерения в определённой последовательности.

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

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

4.1 Запись в память результатов измерений

①



Нажмите клавишу **ENTER** после завершения измерения.

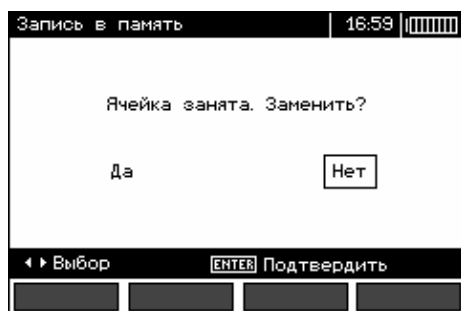
②



На дисплее отображаются:

- Тип измерения;
- Номер отображаемой ячейки;
- Номер **Bank**;
- Отображается ячейка доступная для сохранения данных;
- Отображается шесть результатов или шесть значений одного измерения.

③

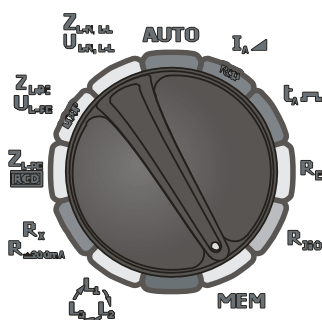


При сохранении в ячейку с уже существующими данными (измерения отображены на дисплее) появится следующее сообщение.

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

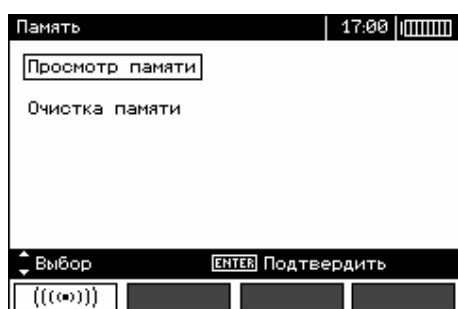
4.2 Считывание результатов, записанных в память

①



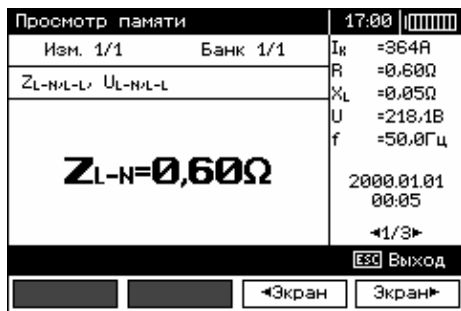
Установите поворотный переключатель в режим **MEM**.

②



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

③

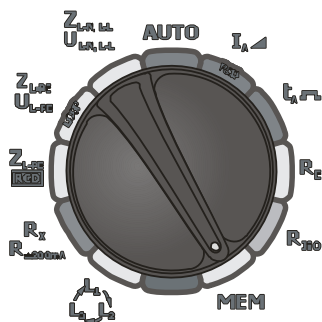


Отобразится первый из 4-х результатов, сохранённых в данной ячейке.

Измерения в ячейке памяти выбираются клавишами ▲ и ▼; в **Bank** памяти выбираются клавишами ◀ и ▶. Просмотр результатов в выбранной ячейке осуществляется клавишами F3 и F4.

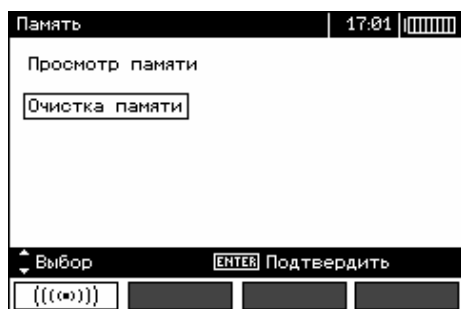
4.3 Удаление содержимого памяти

①



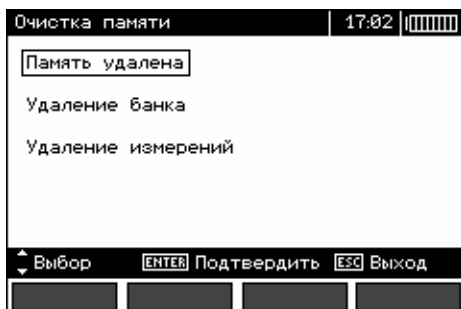
Установите поворотный переключатель в режим **MEM**.

②



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

③



Клавишами ▲ и ▼ выберите необходимый пункт.

Следуйте инструкциям, отображаемым на дисплее.

5 ИНТЕРФЕЙС

5.1 Оборудование для подключения

Для подключения измерителя необходим стандартный USB кабель или радиомодуль OR-1 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.

PIN-код по умолчанию – **123**.

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 не возможны.

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

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

6.2 Установка элементов питания

Измеритель MPI-520 укомплектован 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, 50 или 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 50 или 60 Гц.




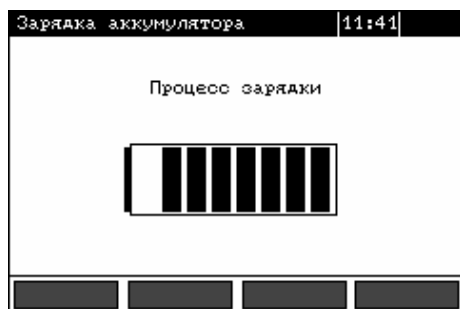
Расположение разъёмов зарядки (1) и порт подключения компьютера USB (2)

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.

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

Внимание 
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.
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°C.	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.

7 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ NiMH АККУМУЛЯТОРОВ

При длительном хранении прибора следует вынуть 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 °C. 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.

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 технические характеристики

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

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

Измерение напряжения переменного тока (True RMS)

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...299,9 В	0,1 В	± (2% и.в. + 6 е.м.р.)
300...500 В	1 В	± (2% и.в. + 2 е.м.р.)

- Диапазон частоты: 45...65 Гц

Измерение частоты

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
45,0...65,0 Гц	0,1	$\pm (0,1\% \text{ и.в.} + 1 \text{ е.м.р.})$

- Диапазон напряжений: 50...500 В

Измерение переменного тока (True RMS)

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность*
0...99,9 мА	0,1 мА	$\pm (5\% \text{ и.в.} + 3 \text{ е.м.р.})$
100...999 мА	1 мА	
1,00...9,99 А	0,01 А	$\pm (5\% \text{ и.в.} + 5 \text{ е.м.р.})$
10,0...99,9 А	0,1 А	
100...400 А	1 А	

- Номинальная частота сети f_n : 50 Гц, 60 Гц

* Погрешность клещей учитывается отдельно

8.1.1 Измерение активной мощности P , реактивной мощности Q , полной мощности S и $\cos\varphi$

Диапазон [Вт], [ВА], [вар]	Разрешение [Вт], [ВА], [вар]	Основная погрешность*
0...99,9	0,1	$\pm (7\% \text{ и.в.} + 3 \text{ е.м.р.})$
100...999	1	
1,00...9,99 к	0,01к	$\pm (7\% \text{ и.в.} + 5 \text{ е.м.р.})$
10,0...99,9 к	0,1к	
100...200 к	1к	

- Диапазон напряжения: 0...500 В;
- Диапазон тока: 0...400 А;
- Номинальная частота сети f_n : 50 Гц, 60 Гц;
- Количество исследуемых фаз: 1;
- Диапазон $\cos\varphi$: 0...1,00 (разрешение 0,01)
- U: 50...500 В, I: 10 мА...400 А.

Погрешность токоизмерительных клещей учитывается отдельно.

8.1.2 Измерение параметров петли короткого замыкания Z_{L-PE} , Z_{L-N} , Z_{L-L}

Измерение полного сопротивления петли короткого замыкания Z_S

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-3-2013:

Измерительный провод	Диапазон
1,2 м.	0,13...1999 Ом
5 м.	0,17...1999 Ом
10 м.	0,21...1999 Ом
20 м.	0,29...1999 Ом

WS-03, WS-04	0,19...1999 Ом
--------------	----------------

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

- Номинальное напряжение сети U_{nL-N}/U_{nL-L} : 110/190 В, 115/200 В, 127/220 В, 220/380 В, 230/400 В, 240/415 В;
- Рабочий диапазон напряжения: 95...270В (для Z_{L-PE} и Z_{L-N}) и 95...440В (для Z_{L-L});
- Номинальная частота сети f_n : 50Гц, 60Гц;
- Рабочий диапазон частоты: 45...65Гц;
- Максимальный измерительный ток (для 415В): 41,5А (продолжительность - 10мсек.).

Измерение активного R_S и реактивного X_S сопротивления петли короткого замыкания

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	± (5% + 5 е.м.р.) от Z_S

- Рассчитывается и отображается для $Z_S < 20$ Ом.

Ток короткого замыкания I_k петли

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-3-2013 рассчитывается на основании величины Z_S

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0,055...1,999 А	0,001 А	Определяется по основной погрешности полного сопротивления петли короткого замыкания.
2,00...19,99 А	0,01 А	
20,0...199,9 А	0,1 А	
200...1999 А	1 А	
2,00...19,99 кА	0,01 кА	
20,0...40,0 кА	0,1 кА	

8.1.3 Измерение параметров петли короткого замыкания Z_{L-PE} RCD

Измерение полного сопротивления петли короткого замыкания Z_S

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-3-2013: 0,5...1999 Ом для проводов 1,2 м., адаптеров WS-03 и WS-04 и 0,51...1999 Ом для 5 м., 10 м. и 20 м. проводов.

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	± (6% и.в. + 10 е.м.р.)
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	± (6% и.в. + 5 е.м.р.)
200...1999 Ом	1 Ом	

- Без отключения УЗО с $I_{\Delta n} \geq 30$ мА;
- Номинальное напряжение сети U_n : 110 В, 115 В, 127 В, 220 В, 230 В, 240 В;
- Рабочий диапазон напряжений: 95...270 В;
- Номинальная частота сети f_n : 50 Гц, 60 Гц;
- Рабочий диапазон частоты: 45...65 Гц.

Измерение активного R_s и реактивного X_s сопротивления петли короткого замыкания

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	$\pm (6\% + 10 \text{ е.м.р.}) Z_s$

- Рассчитывается и отображается для $Z_s < 20 \text{ Ом}$.

Ток короткого замыкания I_k петли

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-3-2013 рассчитывается на основании величины Z_s

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0,055...1,999 А	0,001 А	Определяется по основной погрешности полного сопротивления петли короткого замыкания
2,00...19,99 А	0,01 А	
20,0...199,9 А	0,1 А	
200...1999 А	1 А	
2,00...19,99 кА	0,01 кА	
20,0...40,0 кА	0,1 кА	

8.1.4 Измерение параметров устройств защитного отключения (УЗО)

- Номинальное напряжение сети U_n : 110 В, 115 В, 127 В, 220 В, 230 В, 240 В;
- Рабочий диапазон напряжений: 95...270 В;
- Номинальная частота сети f_n : 50 Гц, 60 Гц;
- Рабочий диапазон частоты: 45...65 Гц.

Время срабатывания УЗО t_A (для режима t_A)

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-6-2013: 10 мс ... до верхнего предела диапазона

Тип УЗО	Множитель	Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
Стандартные и с малой задержкой	0,5 $I_{\Delta n}$	0...300 мс	1мс	$\pm (2\% \text{ и.в.} + 2 \text{ е.м.р.})^1$
	1 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0...150 мс		
	5 $I_{\Delta n}$	0...40 мс		
Селективные	0,5 $I_{\Delta n}$	0...500 мс		
	1 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0...200 мс		
	5 $I_{\Delta n}$	0...150 мс		

¹⁾ - для $I_{\Delta n} = 10 \text{ мА}$ и $0,5 I_{\Delta n}$ основная погрешность $\pm (2\% \text{ и.в.} + 3 \text{ е.м.р.})$

Действительная величина создаваемого тока утечки при измерении времени отключения УЗО

$I_{\Delta n}$	Множитель							
	0,5				1			
								
10	5	3,5	3,5	5	10	20	20	20
30	15	10,5	10,5	15	30	42	42	60
100	50	35	35	50	100	140	140	200

300	150	105	105	150	300	420	420	600
500	250	175	175	—	500	700	700	1000*
1000	500	—	—	—	1000	—	—	—

$I_{\Delta n}$	Множитель							
	2				5			
10	20	40	40	40	50	100	100	100
30	60	84	84	120	150	210	210	300
100	200	280	280	400	500	700	700	1000*
300	600	840	840	—	—	—	—	—
500	1000	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	—	—	—	—

* - не соответствует при $U_n = 110 \text{ В}, 115 \text{ В}$ и 127 В

Измерение сопротивления защитного заземления R_E

$I_{\Delta n}$	Диапазон	Разрешение	Измерительный ток	Основная погрешность
10 мА	0,01...5,00 кОм	0,01кОм	4 мА	0...+10% и.в. ± 8 е.м.р.
30 мА	0,01...1,66 кОм		12 мА	0...+10% и.в. ± 5 е.м.р.
100 мА	1...500 Ом	10м	40 мА	0...+5% и.в. ± 5 е.м.р.
300 мА	1...166 Ом		120 мА	
500 мА	1...100 Ом		200 мА	
1000 мА	1...50 Ом		400 мА	

Измерение напряжения прикосновения U_B относительно $I_{\Delta n}$

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-6-2013: 10...100 В

Диапазон	Разрешение	Измерительный ток	Основная погрешность
0...9,9 В	0,1 В	0,4 $I_{\Delta n}$	$\pm (10\% \text{ и.в.} + 5 \text{ е.м.р.})$
10,0...99,9 В			$\pm 15\% \text{ и.в.}$

Измерение тока отключения УЗО I_A для синусоидального дифференциального тока

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-6-2013: $(0,3...1,0)I_{\Delta n}$

$I_{\Delta n}$	Диапазон	Разрешение	Измерительный ток	Основная погрешность
10 мА	3,3...10,0 мА	0,1 мА	0,3 $I_{\Delta n}$...1,0 $I_{\Delta n}$	$\pm 5\% I_{\Delta n}$
30 мА	9,0...30,0 мА			
100 мА	33...100 мА	1 мА		
300 мА	90...300 мА			
500 мА	150...500 мА			
1000 мА	330...1000 мА			

- Допускается начало измерения с положительного или отрицательного полупериода тока утечки;
- Время протекания тока измерения: макс. 3200 мс.

Измерение тока отключения УЗО (I_{Δ}) для однополярного пульсирующего дифференциального тока и однополярного пульсирующего дифференциального тока с постоянной составляющей 6 мА

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-6-2013: $(0,4...1,4)I_{\Delta n}$ для $I_{\Delta n} \geq 30$ мА и $(0,4...2)I_{\Delta n}$ для $I_{\Delta n} = 10$ мА

$I_{\Delta n}$	Диапазон	Разрешение	Измерительный ток	Основная погрешность
10 мА	4,0...20,0 мА	0,1 мА	0,35 $I_{\Delta n}$...2,0 $I_{\Delta n}$	$\pm 10\% I_{\Delta n}$
30 мА	12,0...42,0 мА		0,35 $I_{\Delta n}$...1,4 $I_{\Delta n}$	
100 мА	40...140 мА	1 мА		
300 мА	120...420 мА			
500 мА	200...700 мА			

- Допускается начало измерения с положительного или отрицательного полупериода тока утечки;
- Время протекания тока измерения: макс. 3200 мс.

Измерение тока отключения УЗО I_{Δ} для постоянного дифференциального тока

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-6-2013: $(0,4...2)I_{\Delta n}$

$I_{\Delta n}$	Диапазон	Разрешение	Измерительный ток	Основная погрешность
10 мА	4,0...20,0 мА	0,1 мА	0,2 $I_{\Delta n}$...2,0 $I_{\Delta n}$	$\pm 10\% I_{\Delta n}$
30 мА	12...60 мА	1 мА		
100 мА	40...200 мА			
300 мА	120...600 мА			
500 мА	200...1000 мА			

- Допускается измерение положительным и отрицательным постоянным током
- Время протекания тока измерения: макс. 5040 мс.

8.1.5 Измерение сопротивления заземляющих устройств R_E

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-5-2013: 0,5 Ом...1,99 кОм для измерительного напряжения 50 В и 0,56 Ом...1,99 кОм для измерительного напряжения 25 В

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...9,99 Ом	0,01 Ом	$\pm (2\% \text{ и.в.} + 4 \text{ е.м.р.})$
10,0...99,9 Ом	0,1 Ом	$\pm (2\% \text{ и.в.} + 3 \text{ е.м.р.})$
100...999 Ом	1 Ом	
1,00...1,99 кОм	0,01 кОм	

- Измерительное напряжение: 25 или 50 В RMS;
- Измерительный ток: 20 мА, синусоидальный RMS 125 Гц (для $f_n=50$ Гц) и 150 Гц (для $f_n=60$ Гц);
- Блокирование измерения при напряжении помех $U_N > 24$ В;
- Максимальное напряжение помех (измерение) $U_{Nmax} = 100$ В;
- Максимальное сопротивление вспомогательных зондов: 50 кОм.

Измерение сопротивления вспомогательных зондов R_H , R_S

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...999 Ом	1 Ом	$\pm (5\% (R_S + R_E + R_H) + 3 \text{ е.м.р.})$
1,00...9,99 кОм	0,01 кОм	
10,0...50,0 кОм	0,1 кОм	

Измерение напряжения помех

Внутреннее сопротивление: около 100 кОм

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

8.1.6 Низковольтное измерение сопротивления

Измерение переходных сопротивлений контактов и проводников током не менее ± 200 мА

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-4-2013: 0,12...400 Ом

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	$\pm (2\% \text{ и.в.} + 3 \text{ е.м.р.})$
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	
200...400 Ом	1 Ом	

- Напряжение на разомкнутых измерительных проводах: 4...9 В;
- Выходной ток при $R < 2$ Ом: мин. 200 мА (I_{sc} : 200...250 мА);
- Компенсация сопротивления измерительных проводов;
- Измерение двунаправленным током.

Измерение активного сопротивления малым током

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...199,9 Ом	0,1 Ом	$\pm (3\% \text{ и.в.} + 3 \text{ е.м.р.})$
200...1999 Ом	1 Ом	

- Напряжение на разомкнутых измерительных проводах: 4...9 В;
- Выходной ток < 8 мА;
- Звуковая индикация при сопротивлении < 30 Ом $\pm 5\%$;
- Компенсация сопротивления измерительных проводов.

8.1.7 Измерение сопротивления изоляции

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-2-2013 для $U_N = 50$ В: 50 кОм...250 МОм

Диапазон для $U_N = 50$ В	Разрешение	Основная погрешность
0...1999 кОм	1 кОм	$\pm (3\% \text{ и.в.} + 8 \text{ е.м.р.})$ $[\pm (5\% \text{ и.в.} + 8 \text{ е.м.р.})]^*$
2,00...19,99 МОм	0,01 МОм	
20,0...199,9 МОм	0,1 МОм	
200...250 МОм	1 МОм	

* - для адаптеров WS-03 и WS-04

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-2-2013 для $U_N = 100$ В: 100 кОм...500 МОм

Диапазон для $U_N = 100$ В	Разрешение	Основная погрешность
0...1999 кОм	1 кОм	$\pm (3 \% \text{ и.в.} + 8 \text{ е.м.р.})$ [$\pm (5 \% \text{ и.в.} + 8 \text{ е.м.р.})$] *
2,00...19,99 МОм	0,01 МОм	
20,0...199,9 МОм	0,1 МОм	
200...500 МОм	1 МОм	

* - для адаптеров WS-03 и WS-04

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-2-2013 для $U_N = 250$ В: 250 кОм...999 МОм

Диапазон для $U_N = 250$ В	Разрешение	Основная погрешность
0...1999 кОм	1 кОм	$\pm (3 \% \text{ и.в.} + 8 \text{ е.м.р.})$ [$\pm (5 \% \text{ и.в.} + 8 \text{ е.м.р.})$] *
2,00...19,99 МОм	0,01 МОм	
20,0...199,9 МОм	0,1 МОм	
200...999 МОм	1 МОм	

* - для адаптеров WS-03 и WS-04

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-2-2013 для $U_N = 500$ В: 500 кОм...2,00 ГОм

Диапазон для $U_N = 500$ В	Разрешение	Основная погрешность
0...1999 кОм	1 кОм	$\pm (3 \% \text{ и.в.} + 8 \text{ е.м.р.})$ [$\pm (5 \% \text{ и.в.} + 8 \text{ е.м.р.})$] *
2,00...19,99 МОм	0,01 МОм	
20,0...199,9 МОм	0,1 МОм	
200...999 МОм	1 МОм	
1,00...2,00 ГОм	0,01 ГОм	$\pm (4 \% \text{ и.в.} + 6 \text{ е.м.р.})$ [$\pm (6 \% \text{ и.в.} + 6 \text{ е.м.р.})$] *

* - для адаптеров WS-03 и WS-04

Диапазон измерения согласно ГОСТ IEC 61557-2-2013 для $U_N = 1000$ В: 1000 кОм...3,00 ГОм

Диапазон для $U_N = 1000$ В	Разрешение	Основная погрешность
0...1999 кОм	1 кОм	$\pm (3 \% \text{ и.в.} + 8 \text{ е.м.р.})$
2,00...19,99 МОм	0,01 МОм	
20,0...199,9 МОм	0,1 МОм	
200...999 МОм	1 МОм	
1,00...3,00 ГОм	0,01 ГОм	$\pm (4 \% \text{ и.в.} + 6 \text{ е.м.р.})$

- Измерительное напряжение: 50 В, 100 В, 250 В, 500 В, 1000 В;
- Погрешность формирования испытательного напряжения ($R [\text{Ом}] \geq 1000 \cdot U_N [\text{В}]$): -0+10% от установленной величины;
- Обнаружение опасного напряжения перед началом измерения;
- Разряд ёмкости объекта измерения;
- Измерение напряжения на разъёмах $+R_{ISO}$, $-R_{ISO}$ в диапазоне: 0...440 В;
- Измерительный ток < 2 мА.

8.1.8 Последовательность чередования фаз

- Индикатор последовательности: прямая, обратная;
- Диапазон напряжений U_{L-L} : 95...500 В (45...65 Гц);
- Отображение линейного напряжения.

8.2 Дополнительные характеристики

Питание	
Питание измерителя	- Пакет аккумуляторов SONEI NiMH 4,8В 4,2Ач.
Категория электробезопасности	CAT IV/300 В

Условия окружающей среды и другие технические данные	
Диапазон рабочих температур	0...50 °С
Диапазон температур при хранении	-20...70 °С
Влажность	40...60 %
Степень защиты, согласно ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013)	IP54
Нормальные условия для поверки	Температура окружающей среды: 23°С ± 2°С Влажность: 40...60 %
Размеры	288 x 222 x 75 мм
Масса	около 2,2 кг
Дисплей	Графический ЖКИ
Высота над уровнем моря	< 2000 м
Соответствие	ГОСТ Р МЭК 61557-1-2005
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)
Память	990 ячеек, 57500 результатов
Интерфейс	USB, OR-1

9 КОМПЛЕКТАЦИЯ

9.1 Стандартная комплектация

Наименование	Кол-во	Индекс
Измеритель параметров электробезопасности электроустановок MPI-520	1 шт.	WMRUMPI520
Руководство по эксплуатации/Паспорт	1/1 шт.	
Адаптер автомобильный (12В)	1 шт.	WAPRZLAD12SAM
Адаптер WS-03 с сетевой вилкой UNI-SCHUKO и кнопкой «START»	1 шт.	WAADAWS03
Аккумуляторная батарея NiMH SONEI-07 4,8V	1 шт.	WAAKU07
Зажим «Крокодил» изолированный жёлтый K02	1 шт.	WAKROYE20K02
Зажим «Крокодил» изолированный красный K02	1 шт.	WAKRORE20K02
Зарядное устройство для аккумуляторов Z7, модель SYS1319-3012	1 шт.	WAZASZ7CZ
Зонд измерительный для забивки в грунт 30 см	2 шт.	WASONG30
Зонд острый с разъёмом «банан» голубой	1 шт.	WASONBUOGB1
Зонд острый с разъёмом «банан» красный	1 шт.	WASONREOGB1
Зонд острый с разъёмом «банан» жёлтый	1 шт.	WASONYE0GB1
Кабель последовательного интерфейса USB	1 шт.	WAPRZUSB
Кабель сетевой	1 шт.	WAPRZLAD230CZ
Комплект ремней «Свободные руки»	1 шт.	WAPOZSZEKRU

Провод измерительный 1,2 м с разъёмами «банан» голубой	1 шт.	WAPRZ1X2BUBB
Провод измерительный 1,2 м с разъёмами «банан» жёлтый	1 шт.	WAPRZ1X2YEBB
Провод измерительный 1,2 м с разъёмами «банан» красный	1 шт.	WAPRZ1X2REBB
Провод измерительный 25 м на катушке с разъёмами «банан» красный	1 шт.	WAPRZ025REBBSZ
Провод измерительный 50 м на катушке с разъёмами «банан» жёлтый	1 шт.	WAPRZ050YEBBSZ
Футляр L2	1 шт.	WAFUTL2

9.2 Дополнительная комплектация

Наименование	Индекс
Аккумуляторная батарея NiMH SONEL-07 4,8V	WAAKU07
Адаптер AGT-16C	WAADAAGT16C
Адаптер AGT-16P	WAADAAGT16P
Адаптер AGT-16T	WAADAAGT16T
Адаптер AGT-32C	WAADAAGT32C
Адаптер AGT-32T	WAADAAGT32T
Адаптер AGT-63P	WAADAAGT63P
Адаптер AutoISO-1000C	WAADAAISO10C
Адаптер для тестирования устройств защитного отключения (УЗО) TWR-1J	WAADATWR1J
Беспроводной интерфейс OR-1 (USB)	WAADAUSBOR1
Зажим «Крокодил» изолированный голубой K02	WAKROBU20K02
Зажим специальный типа «струбцина» с разъёмом «банан»	WAZACIMA1
Зонд измерительный для забивки в грунт 80 см	WASONG80
Клещи измерительные С-3	WACEGC3OKR
Комплект измерительных разъёмов для фазных и нулевых шин AR-468	WAADAR468RU
Отсек для батареек LR14	WAPOJ1
Провод измерительный 25 м на катушке с разъёмами «банан» голубой	WAPRZ025BUBBSZ
Провод измерительный 5 м с разъёмами «банан» красный	WAPRZ005REBB
Провод измерительный 10 м с разъёмами «банан» красный	WAPRZ010REBB
Провод измерительный 20 м с разъёмами «банан» красный	WAPRZ020REBB
Программа автоматического формирования протоколов испытаний электроустановок «СОНЭЛ Протоколы 2.0»	#
Симулятор кабеля СК-1	WAADACK1
Соединитель электрический - адаптер AC-16	WAADAAC16
Футляр для двух зондов 80 см	WAFUTL3

10 ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА

Внимание 

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.

11 УТИЛИЗАЦИЯ

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

12 ПОВЕРКА

Измеритель параметров электробезопасности электроустановок MPI-520 в соответствии с Федеральным законом РФ №102 «Об обеспечении единства измерений» ст.13, подлежит поверке.

Методика поверки доступна для загрузки на сайте www.poverka.ru

Межповерочный интервал – 1 год.

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ООО «СОНЭЛ» осуществляет поверку как собственного парка реализуемого оборудования, так и приборов остальных производителей, и обеспечивает бесплатную доставку СИ в поверку и из поверки экспресс почтой.

115533, г. Москва, пр-т Андропова, д.22, БЦ «Нагатинский», этаж 19, оф.1902.
Тел.: 8 (800) 550-27-57 доб.501 или +7 (495) 465-80-25

standart@sonel.ru

www.poverka.ru

13 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

14 СВЕДЕНИЯ О ПОСТАВЩИКЕ

ООО «СОНЭЛ», Россия

142714, Московская обл., Ленинский р-н, д. Мисайлово, ул. Первомайская, д.158А.

Тел.: 8 (800) 550-27-57

info@sonel.ru

www.sonel.ru

15 СВЕДЕНИЯ О СЕРВИСНОМ ЦЕНТРЕ

Гарантийный и послегарантийный ремонт СИ SONEL осуществляет авторизованный Сервисный Центр компании СОНЭЛ и обеспечивает бесплатную доставку СИ в ремонт/из ремонта экспресс почтой.

Сервисный Центр расположен по адресу:

115533, г. Москва, пр-т Андропова, д.22, БЦ «Нагатинский», этаж 19, оф.1902.

Тел.: 8 (800) 550-27-57 доб.501 или +7 (495) 465-80-25

standart@sonel.ru

www.poverka.ru

16 ССЫЛКИ В ИНТЕРНЕТ

Каталог продукции SONEL

<http://www.sonel.ru/ru/products/>

Электронная форма заказа услуг поверки электроизмерительных приборов.

<http://poverka.ru/main/request/poverka-request/>

Электронная форма заказа ремонта приборов SONEL

<http://poverka.ru/main/request/repair-request/>

Аренда оборудования и приборов

<https://priborvarendu.ru/>