

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана +7(7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395) 279-98-46
Киргизия (996)312-96-26-47

Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижегород (831)429-08-12
Казахстан (772)734-952-31

Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Таджикистан (992)427-82-92-69

Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

Эл. почта seh@nt-rt.ru || Сайт: <https://elecson.nt-rt.ru/>

МРІ-511

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Версия 1.03

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВСТУПЛЕНИЕ	6
2	ВВЕДЕНИЕ.....	7
3	БЕЗОПАСНОСТЬ	8
4	ПОДГОТОВКА ИЗМЕРИТЕЛЯ К РАБОТЕ	8
5	КЛАВИАТУРА И ДИСПЛЕЙ	9
5.1	Размещение гнезд и клавиш.....	9
5.1.1	Гнезда	9
5.1.2	Клавиатура.....	9
5.2	Графический дисплей (LCD).....	10
5.2.1	Отображаемые символы:.....	10
5.2.2	Отображение информации на дисплее.....	11
5.3	Сигнал.....	12
5.4	Измерительные провода	13
6	ИЗМЕРЕНИЯ	13
6.1	Выбор номинального напряжения сети.....	14
6.2	Запоминание результатов последнего измерения.....	14
6.3	Измерение напряжения переменного тока и частоты.....	14
6.4	Проверка правильности выполнения подключения защитного провода	14
6.5	Измерение тока, активной, реактивной, полной мощности и $\cos \varphi$	15
6.6	Измерение параметров петли короткого замыкания.....	15
6.6.1	Ожидаемый ток короткого замыкания.....	15
6.6.2	Отображение главного результата в виде полного сопротивления или тока.....	15
6.6.3	Выбор длины (типа) измерительных проводов	15
6.6.4	Отображение результатов измерений	16
6.6.5	Измерение параметров петли замыкания в цепях L-N и L-L	16
6.6.6	Измерение параметров петли короткого замыкания в цепи L-PE	17
6.6.7	Измерение полного сопротивления петли короткого замыкания в цепи L-PE с УЗО	18
6.7	Измерение сопротивления заземляющего устройства	19
6.8	Измерение параметров выключателей дифференциального тока УЗО	20
6.8.1	Измерение тока срабатывания УЗО	20
6.8.2	Измерение времени отключения УЗО.....	22
6.8.3	Автоматическое измерение параметров УЗО	23
6.9	Измерение сопротивления изоляции.....	25
6.9.1	Общее описание	25
6.9.2	Измерение сопротивления изоляции	26
6.9.3	Измерение сопротивления изоляции многожильных кабелей	27
6.10	Измерение сопротивления низким напряжением.....	29

6.10.1	Измерение целостности защитных и компенсационных соединений	29
6.10.2	Измерение целостности цепи	30
6.10.3	Компенсация сопротивления измерительных проводов – авто-сброс	31
6.11	Регистрация напряжения и переменного тока, мощности, $\cos \varphi$ и частоты.....	31
6.12	Проверка последовательности чередования фаз	33
7	ЗАПОМИНАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	34
7.1	Запись результатов измерений в память	35
7.2	Просмотр памяти.....	35
7.3	Просмотр памяти регистратора.....	37
7.4	Очистка памяти.....	37
7.5	Передача результатов из памяти прибора в компьютер	38
7.5.1	Пакет оснащения для работы с компьютером	38
7.5.2	Соединение измерителя с компьютером.....	38
8	МЕНЮ	39
8.1	Регулировка контрастности дисплея	39
8.2	Выбор номинального напряжения сети.....	39
8.3	Выбор величины, в качестве отображения главного результата, при измерении полного сопротивления петли короткого замыкания	39
8.4	Автоинкрементация ячейки памяти.....	39
8.5	Выбор периода измерения R_{ISO} с использованием адаптера AutoISO.....	40
8.6	Заводские установки	40
8.7	Установка даты и времени.....	40
8.8	Выбор языка	41
8.9	Обновление программы измерителя.....	41
8.10	Сведения об изготовителе и программе.....	41
9	РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ	41
9.1	Условия выполнения измерения и получения точных результатов	41
9.2	Сообщения об ошибках, обнаруженных в результате авто-теста	43
9.3	Прежде чем отдать прибор в Сервисный центр.....	43
10	ПИТАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ	46
10.1	Мониторинг напряжения питания.....	46
10.2	Питание измерителя от аккумуляторов	46
10.3	Замена элементов питания или аккумуляторов	46

10.4	Зарядка пакета аккумуляторов	47
10.5	Общие правила использования NiMH аккумуляторов.....	47
11	УХОД ЗА ПРИБОРОМ.....	48
12	УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	48
12.1	Нормальные условия окружающей среды	48
13	ХРАНЕНИЕ.....	48
14	УТИЛИЗАЦИЯ.....	48
15	ПРИЛОЖЕНИЯ	48
15.1	Технические данные.....	48
15.2	Стандартная комплектация.....	55
15.3	Дополнительная комплектация (по отдельному заказу)	55
15.4	Поверка.....	55
15.5	Сведения об Изготовителе.....	56
15.6	Сведения о Поставщике.....	56
15.7	Сведения о Сервисном центре	56
15.8	Ссылки в интернет.....	56

1 Вступление

Цифровой измеритель MPI-511 предназначен для измерения параметров петли короткого замыкания, сопротивления заземляющего устройства, параметров выключателей УЗО, сопротивления изоляции, измерения переменного напряжения, тока, мощности, $\cos \phi$, частоты, малых сопротивлений низким напряжением, а также – для проверки последовательности чередования фаз.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Прибор не должен применяться при работе с сетями и оборудованием в помещениях с особыми условиями: например, взрыво- и пожароопасных.

Функциональные возможности MPI-511:

Измерения параметров петли короткого замыкания:

- Измерение полного сопротивления током порядка 23 А при 230 В, максимум 44 А при 440 В ($R_{огр} = 10 \text{ Ом}$)
- Возможность измерения в замкнутой цепи фаза-фаза, фаза-ноль, фаза-защитный проводник
- Автоматический расчет тока короткого замыкания
- Распознавание фазного или междупазного напряжения при расчете тока короткого замыкания
- Измерения в сетях с напряжением: 115/200 В, 220/380 В и 230/400 В с частотой 45...65 Гц (граница измерений: 100...440 В)
- Выбор номинального напряжения 115/200, 220/380 или 230/400 В
- Измерение полного сопротивления петли короткого замыкания без срабатывания выключателей УЗО с разрешением до 0,01 Ом, в цепях, защищаемых выключателями УЗО
- Измерение напряжения переменного тока
- Быстрая проверка правильности подключения защитного провода РЕ при помощи электрода прикосновения

Проверка выключателей УЗО типа АС, А и В:

- Функция автоматического измерения параметров выключателей УЗО
- Вид генерируемого тока выбирается пользователем: синусоидальный (старт с сегмента нарастания или убывания), однополярный пульсирующий (положительный или отрицательный), однополярный пульсирующий с составляющей постоянного тока (положительной или отрицательной), постоянный (положительный или отрицательный)
- Измерения обычных и селективных выключателей с номинальными дифференциальными токами 10, 30, 100, 300, 500 и 1000 мА
- Измерение тока отключения выключателя нарастающим током
- Измерение времени отключения выключателя при токах $0,5 I_{\Delta n}$, $1 I_{\Delta n}$, $2 I_{\Delta n}$ и $5 I_{\Delta n}$
- Измерение напряжения прикосновения
- Измерение сопротивления заземления
- Возможность измерения напряжения прикосновения и сопротивления заземления без отключения выключателя
- Быстрая проверка правильности подключения защитного провода РЕ при помощи электрода прикосновения
- Возможность выбора порога срабатывания защиты перед превышением допустимого напряжения на уровнях 25 и 50 В, а для селективных выключателей – дополнительно 12,5 В
- Возможность одновременного измерения I_d и t_d

Измерение сопротивления изоляции:

Три измерительных напряжения: 250, 500 и 1000 В

Измерение сопротивления изоляции до 3 ГОм

Самостоятельная разрядка емкости измеряемого объекта по окончании измерения сопротивления изоляции

Акустическое обозначение пятисекундных интервалов времени, упрощающее фиксацию характеристик времени при измерении сопротивления изоляции

Автоматическое измерение всех сопротивлений в кабелях 3, 4, 5-ти жильных с использованием специального адаптера

Измерение сопротивления заземления

- Измерение с дополнительным электродом относительно земли

Измерение сопротивления низким напряжением:

- Измерение сопротивления малым током со звуковой сигнализацией
- Измерение целостности защитного провода током 200 мА в двух направлениях

Измерение и регистрация переменного тока и напряжения, частоты, мощности полной, активной и реактивной, а также $\cos \phi$

Проверка последовательности чередования фаз

Прочие:

- Автоматический выбор диапазона измерения
- Память результатов измерения (990 ячеек) с возможностью их передачи на ПК через порт RS-232
- Дополнительная память регистратора 10000 результатов измерения
- Автоматическая запись результатов измерения в память
- Большой четкий дисплей с подсветкой
- Мониторинг состояния заряда элементов питания или батареи аккумуляторов
- Самостоятельное отключение при бездействии прибора (AUTO-OFF)
- Эргономичное обслуживание
- Возможность питания измерителя от аккумуляторов

2 Введение

Благодарим за покупку нашего измерителя параметров электробезопасности электроустановок. Измеритель MPI-511 – современный прибор высокого качества, простой и безопасный в эксплуатации. Тем не менее, знакомство с настоящим Руководством позволит избежать ошибок при замерах и предотвратить возможные проблемы в эксплуатации измерителя.

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 сенсорного управления процессором для включения (ON) и выключения (OFF) питания измерителя.



Измеритель защищен двойной и усиленной изоляцией.



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



1000 V Внимание, опасное напряжение на клеммах преобразователя.



Сертификат безопасности Европейского стандарта.



Сертификат безопасности для Австралийского стандарта.



Сертификат соответствия средств измерения, Государственный стандарт РФ.



Сертификат утверждения типа в Государственном реестре средств измерений.



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

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

В Руководстве используется три вида предупреждений.

- Это тексты в рамках, указывающие на возможные опасности, как для Пользователя, так и для измерителя.
- Текст, начинающийся со слова «**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**» описывает ситуации, при которых может возникнуть угроза жизни или здоровью, если не следовать инструкции.
- Слово «**ВНИМАНИЕ!**» открывает описание ситуации, при которой отход от указаний Руководства угрожает поломкой прибора.

Указания на возможные проблемы предваряются словом «**Внимание:**».

Внимание

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

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Измерители MPI-511 должны эксплуатироваться только квалифицированными лицами, имеющими необходимые разрешения для работы в электроустановках. Работа с измерителем лиц некомпетентных может привести к поломке прибора и стать источником опасности для самих Пользователей.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

В процессе измерений нельзя переключать переключатель диапазонов, поскольку это может привести к повреждению измерителя и представлять опасность для Пользователя.

ВНИМАНИЕ:

В связи с непрерывным развитием программного обеспечения прибора вид (графическая часть) и работа некоторых функций (например МЕНЮ) могут меняться.

3 Безопасность

Прибор MPI-511, предназначенный для контрольных проверок противопожарной защиты и заземлений в электрических цепях переменного тока, служит для выполнения измерений, результаты которых отражают состояние электропроводки. Для того чтобы обеспечить соответствующую эксплуатацию и надежность получаемых результатов, следует придерживаться следующих рекомендаций:

Внимание

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

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

- Прибор должен обслуживаться исключительно лицами соответствующей квалификации, прошедшим переподготовку в рамках охраны труда и техники безопасности;
- Недопустимо использование:
 - Измерителя, который был поврежден и неисправен полностью или частично;
 - Проводов с поврежденной изоляцией;
 - Измерителя, хранившегося долгое время в неблагоприятных условиях (например, при большой влажности)
- Перед началом замеров следует проверить правильность подключения проводов к гнездам;
- Ремонт может производиться строго авторизованными мастерами.
- Кроме этого нужно помнить, что:
- надпись **ВАТ!** (БАТАРЕЯ), появляющаяся в верхнем правом углу дисплея (вместо знака батареи) означает слишком низкое напряжение питания и напоминает о необходимости замены элементов питания или зарядки аккумуляторов.

ВНИМАНИЕ!

Оставленные в измерителе разряженные элементы питания могут потечь и повредить измеритель.

- Измерения, проведенные измерителем со слишком низким напряжением питания, содержат дополнительные погрешности, которые Пользователь не может просчитать, они не могут служить основой для определения исправности и безопасности проверяемой цепи.

4 Подготовка измерителя к работе

Приобретя измеритель, следует:

- Проверить комплектность содержимого упаковки (пункт 13.2);
- Установить элементы питания или зарядить аккумуляторы (пункт 9.4);
- Проверить и в случае необходимости, изменить конфигурацию прибора для конкретной измерительной функции.

Перед началом проведения измерений надлежит:

- Убедиться, что состояние батареи позволит их провести;
- Проверить, не повреждены ли корпус измерителя и изоляция измерительных проводов.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Подключение несоответствующих или поврежденных проводов грозит поражением опасным током.

Внимание:

Если дисплей трудно читаем, следует нажать клавишу  и  а потом клавишами  и  выставить нужный контраст.

5 Клавиатура и дисплей

5.1 Размещение гнезд и клавиш

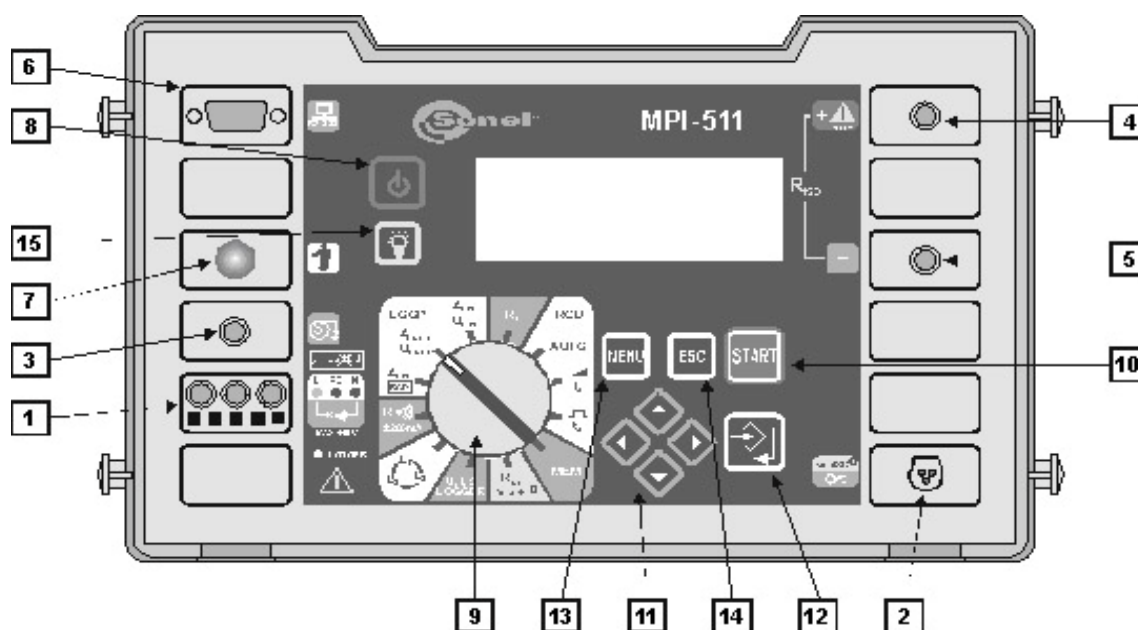


Рис.1. Размещение гнезд и клавиш измерителя MPI-511 (лицевая панель).

5.1.1 Гнезда

ВНИМАНИЕ!

Измеритель MPI-511 предназначен для работы при расчетных фазных напряжениях 115 В, 220 В и 230 В и межфазном напряжении 200 В, 380 В и 400 В. Подключение напряжения, выходящего за допустимые границы, может привести к поломке измерителя.

1 главное измерительное гнездо;

Гнездо для подключения измерительных проводов во время замера полного сопротивления петли короткого замыкания, выключателей УЗО, сопротивления заземлений, замера сопротивления низким напряжением и проверке последовательности фаз, а также измерения напряжения.

2 гнездо подключения клещей и управления модулем измерения сопротивления изоляции многожильных проводов;

Гнездо для подключения клещей при регистрации тока или провода управления модулем измерения сопротивления многожильных проводов.

3 измерительное гнездо R_E ;

Гнездо для подключения провода к потенциалу земли при измерении сопротивления заземления.

4 измерительное гнездо R_{iso+} ;

Выход трансформатора высокого напряжения для измерений сопротивления изоляции.

5 измерительное гнездо R_{iso-} ;

Гнездо подключения нулевого провода при измерении сопротивления изоляции.

6 разъем интерфейса RS-232;

Порт для подключения кабеля последовательной передачи данных (RS-232).

7 электрод прикосновения;

Сенсорный контакт для проверки правильности подключения провода PE в гнезде.

5.1.2 Клавиатура

8 клавиша ;

Включение/выключение питания измерителя.

9 поворотный переключатель функций;

Выбор функции измерения:

- **Z_{L-PE} RCD** – измерение полного сопротивления петли короткого замыкания током 15 мА в цепях, оснащенных выключателями дифференциального тока типа УЗО;
- **Z_{L-N,L-L} U_{L-N,L-L}** – измерение напряжения и полного сопротивления петли короткого замыкания в цепи фаза – фаза, фаза- нуль;
- **Z_{L-PE} U_{L-PE}** – измерение напряжения и полного сопротивления петли короткого замыкания в цепи фаза – защитный проводник;
- **R_E** – измерение сопротивления заземления;
- **AUTO** – автоматическое измерение параметров выключателей УЗО;
- **I_A**  – измерение тока отключения выключателей УЗО;
- **t_A**  – измерение времени отключения выключателей УЗО;
- **MEM**  – просмотр памяти;
- **R_{iso}** – измерение сопротивления изоляции;
- **U, I, S LOG** – регистрация напряжения и переменного тока, активной, реактивной и полной мощности, частоты сети;
-  – проверка последовательности чередования фаз;
- **R**  **±200 mA** – измерение целостности цепи и проверка сопротивления низким напряжением.

10 клавиша ;
Запуск измерения.

11 клавиши ;
Группа клавиш с повтором, включаемые удержанием;

- ,  – выбор опции по вертикали, изменение величины параметра;
- ,  – выбор опции по горизонтали.

12 клавиша ;

- подтверждение выбранной опции;
- после окончания измерения;
- запуск режима записи в память;
- в режиме записи в память – запись результата измерения в выбранную ячейку.

13 клавиша ;

- Выбор дополнительных функций:
- регулировка контрастности дисплея;
- запуск режима передачи данных;
- установка параметров измерения и отображения результатов;
- установка даты и времени;
- выбор языка;
- продвинутые функции;
- информация об Изготовителе и программе.

14 клавиша ;

- выход из функции;
- возвращение к предыдущему экрану.

15 клавиша ;

- включение/выключение подсветки графического дисплея.

5.2 Графический дисплей (LCD)

5.2.1 Отображаемые символы:

16  – превышение допустимой температуры внутри измерителя (знак показывается на месте надписи „ГОТОВО”);

17  – состояние заряда элементов питания;

18 **Bat**  – необходимость замены элементов питания;

19  – запись результатов измерений в память;

20  – синусоидальный ток с фазой положительного полупериода;

- 21 $\sqrt{}$ - синусоидальный ток с фазой отрицательного полупериода;
- 22 $\text{—}\wedge\text{—}$ - ток постоянно пульсирующий с положительной поляризацией;
- 23 $\text{—}\vee\text{—}$ - ток постоянно пульсирующий с отрицательной поляризацией;
- 24 $\text{—}\wedge\text{—}\text{—}$ - ток постоянно пульсирующий с постоянной составляющей и положительной поляризацией;
- 25 $\text{—}\vee\text{—}\text{—}$ - ток постоянно пульсирующий с постоянной составляющей и отрицательной поляризацией;
- 26 $\text{—}\text{—}\text{—}\text{—}$ - постоянный ток с положительной поляризацией;
- 27 $\text{—}\text{—}\text{—}\text{—}$ - постоянный ток с отрицательной поляризацией.
- 28 - светодиод контроля зарядки пакета аккумуляторов.

5.2.2 Отображение информации на дисплее

Пример того, как выглядит информация при отображении всех результатов и только главного результата, или при записи результатов в память и просмотре памяти, можно видеть на Рис.2-4.

Чтобы отобразить линейку выбора параметров и режима замера, нужно нажать одну из клавиш 11. Активным (подсвеченным) вначале является первое слева поле.

Изменение поля выбора осуществляется клавишами $\leftarrow$ и $\rightarrow$ а изменение параметра или режима измерения - клавишами $\uparrow$ и $\downarrow$. В данный момент времени активным может быть только одно поле. Нажатие клавиши 10  гасит линейку выбора.

Сведения о состоянии готовности измерителя к замерам – смотри в описаниях отдельных функций.

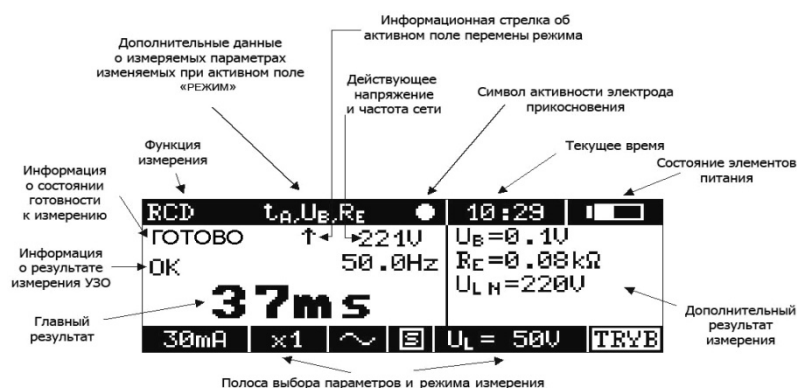


Рис.2. Отображение информации на дисплее



Рис.3. Отображение информации на дисплее при записи в память

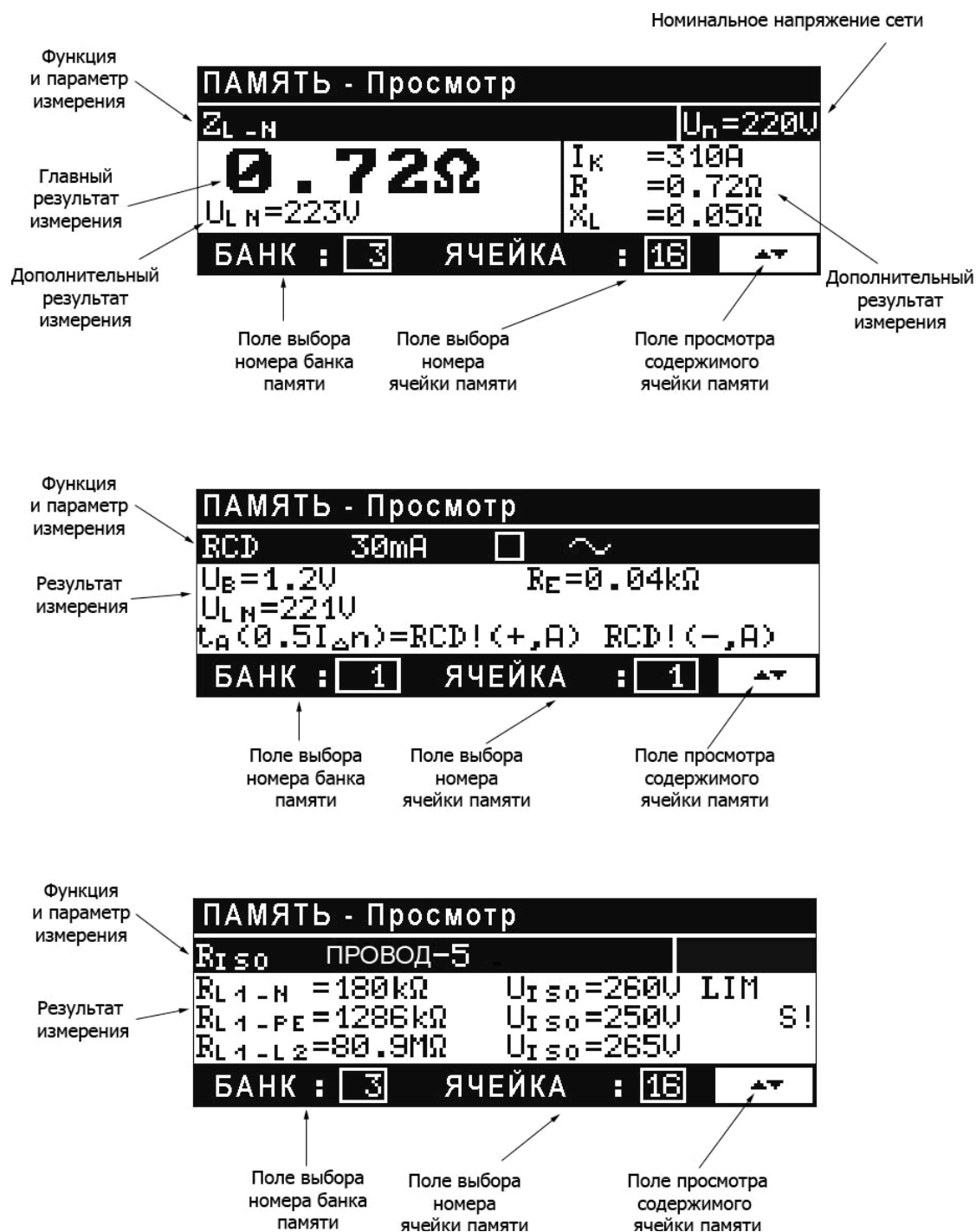


Рис.4. Отображение информации на дисплее при просмотре памяти :

- а) результаты измерений сопротивления петли короткого замыкания (похожий вид имеет экран с результатами измерений сопротивления изоляции, сопротивления заземления и сопротивления, измеряемого током с низким напряжением ± 200 мА),
 б) результаты измерений параметров УЗО (знак RCD! означает, что измерения проводятся без срабатывания УЗО, символы +/- - фазу или поляризацию положительную/отрицательную, буква А означает замер, выполненный в режиме (AUTO),
 в) результаты измерений сопротивления изоляции многожильных проводов.

5.3 Сигнал

Предупредительные сигналы;

Непрерывный звуковой сигнал:

- Напряжение на клеммах измерителя выше 440 В;

ВНИМАНИЕ!
 Подключение к измерителю напряжения, выше допустимого,
 угрожает его повреждением.

- Опасное напряжение на проводе РЕ (при касании электрода);
- В функции R_{iso} напряжение измерения достигло 90% или превысило 110% установленной величины;

- В функции R •» ±200 мА обнаружено напряжение на рабочем объекте;

Длительный звуковой сигнал (0,5 сек):

- Нажатие неактивной в данный момент для избранной функции измерения клавиши;
- Превышена температура внутри корпуса измерителя (после нажатия клавиши **10** ).

*Два длинных звуковых сигнала (после начала измерения нажатием клавиши **10** ):*

- Частота сети вне допустимых пределах (45..65 Гц);
- Входное напряжение слишком низкое для возможности измерения ($U < U_{min}$);
- При измерении петли короткого замыкания не подключены все необходимые провода;
- Исчезновение напряжения или ошибка во время замера;
- Повреждение цепи замыкания;
- Нарушение целостности цепи;
- Превышен диапазон измерения.

Подтверждающие и прочие сигналы:

Постоянный звуковой сигнал:

- В функции R •» ±200 мА величина сопротивления менее 10 Ом (для измерения током 200 мА).

Краткий звуковой сигнал:

Подтверждение нажатия клавиши и выполнения измерителем соответствующего действия;

Переход от экрана приветствия к экрану конкретной функции;

Возвращение к основному экрану после передачи сообщения об ошибке;

Выполнение измерения;

В функции **MEM** - возвращение в главное меню после очистки ячейки, банка или всей памяти;

Информация о возможности выполнения измерения (вместе с надписью **ГОТОВО**).

Долгий звуковой сигнал (0,5 сек):

- Сигнализация включения прибора;
- Сигнализация самовыключения прибора.

Три коротких сигнала:

- Запись результата измерений в память;
- Подтверждение новых установок **MENU**.

5.4 Измерительные провода

- Измерители MPI-511 для замера петли короткого замыкания имеют фабричную калибровку с учетом сопротивления фирменных измерительных проводов.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Подключение не подходящих или поврежденных проводов может привести к поражению опасным током. Нельзя оставлять неподключенные провода, если часть из них подключена к объекту. Нельзя оставлять измеритель подключенным к объекту без присмотра (в случае использования измерителя в качестве регистратора, необходимо обезопасить его от доступа посторонних лиц).

Внимание:

Изготовитель гарантирует точность результатов только при использовании фирменных проводов, поставляемых вместе с прибором. Использование удлинителей и иных проводов может стать дополнительной причиной ошибок.

6 Измерения

Следует подробно ознакомиться с содержанием данного раздела, поскольку в нем описаны схемы измерений, способы их выполнения и основы интерпретации результатов.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

В процессе измерений (петли короткого замыкания, параметров УЗО) нельзя прикасаться к заземленным частям, доступным в проверяемой цепи.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

В процессе измерений нельзя переключать переключатель диапазонов, потому что это может стать причиной поломки измерителя и источником опасности для Пользователя.

6.1 Выбор номинального напряжения сети

Перед началом измерений следует выбрать номинальное напряжение сети U_n (115/200 В, 220/380 В или 230/400 В), обязательное на месте проведения измерений. Напряжение используется для расчета величины ожидаемого тока короткого замыкания, а также для статистических расчетов при сборе данных о напряжении сети. Выбор номинального напряжения производится в **MENU** (пункт 7.3).

6.2 Запоминание результатов последнего измерения

Результат последнего измерения остается, пока не запустится следующее измерение или не будет изменена функция измерения поворотным переключателем **9**. После перехода к экрану выхода данной функции клавишей **14** **ESC** результат можно вернуть, снова нажав клавишу **14** **ESC**. Автоматическое изменение номера ячейки памяти после каждой записи устанавливается в **MENU** (пункт 7.5).

6.3 Измерение напряжения переменного тока и частоты

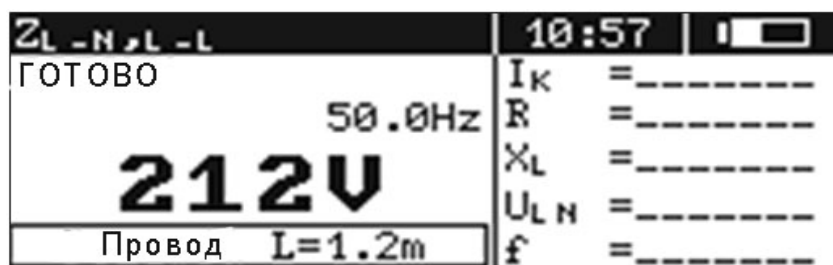


Рис.5. Измерение переменного напряжения для функции $U_{L-N, L-L}$, $Z_{L-N, L-L}$

Измеритель фиксирует и показывает напряжение переменного тока и частоту сети во всех измерительных функциях за исключением R_{ISO} (для функции R_{ISO} - только напряжение). Напряжение измеряется для частоты в пределах 45..65 Гц как True RMS, без устранения (с учетом) возможной постоянной составляющей. Если частота измеряемого процесса не укладывается в указанных границах, то вместо ее величины показывается соответствующее сообщение: $f < 45$ Гц или $f > 65$ Гц. Только для функции $U_{L-N, L-L}$, $Z_{L-N, L-L}$ или U_{L-PE} , Z_{L-PE} напряжение отображается как главный результат (Рис.5). Измерительные провода следует подключить согласно Рис.10 или Рис.11.

6.4 Проверка правильности выполнения подключения защитного провода

При помощи прибора MPI-511 можно проверять, превышает ли напряжение между электродом касания **7** и защитным проводом PE 50 В. Эта возможность доступна для всех измерительных функций, касающихся выключателей УЗО и петли короткого замыкания, за исключением $Z_{L-N, L-L}$. Измерение осуществляется в схеме измерения Рис.6. Результат можно считать с дисплея после прикосновения электрода касания **7** и задержки порядка 1 сек. Если напряжение на PE больше 50 В, на месте главного результата прибор показывает надпись **PE!** (ошибка в инсталляции) и генерирует постоянный звуковой сигнал.

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

Внимание:
Следует убедиться, что в процессе измерения мы находимся на изолированном полу, в противном случае результат проверки может быть неверным.

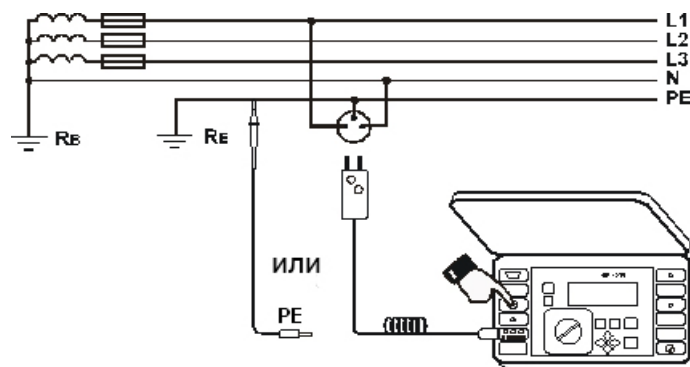


Рис. 6. Проверка правильности подключения защитного провода

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

В функции измерения сбора данных (LOGGER) возможно, помимо измерения напряжения, тока, мощности активной, реактивной, полной и коэффициента $\cos \varphi$, а также частоты. С этой целью следует на линейке выбора параметров выбрать опцию «BCE» (см. пункт 5.11). К гнезду [2] подключаются клещи измерительные типа SONEL C2 и формируется схема измерения Рис.42. Результаты отображаются так, как показано на Рис.40 и 41.

6.6 Измерение параметров петли короткого замыкания

ВНИМАНИЕ!

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

Внимание:

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

Внимание:

Минимальный перерыв между последующими измерениями составляет 5 секунд. Надпись „ГОТОВО”, появляющаяся на экране, информирует о возможности выполнения измерения.

6.6.1 Ожидаемый ток короткого замыкания

Измеритель всегда измеряет полное сопротивление, а отображаемый ток короткого замыкания рассчитывается по формуле:

$$I_k = \frac{U_n}{Z_s}$$

где: U_n – номинальное напряжение исследуемой цепи, Z_s – измеренное сопротивление.

Измеритель автоматически определяет параметр при межфазном напряжении (200 В, 380 В или 400 В) и учитывает его при расчетах.

Если напряжение измеряемой цепи находится за допустимыми пределами, измеритель будет не в состоянии определить действительное номинальное напряжение для расчета тока замыкания. В таком случае вместо величины тока замыкания отображаются горизонтальные черточки. На Рис.7 представлены диапазоны напряжений, для которых рассчитывается ток замыкания.

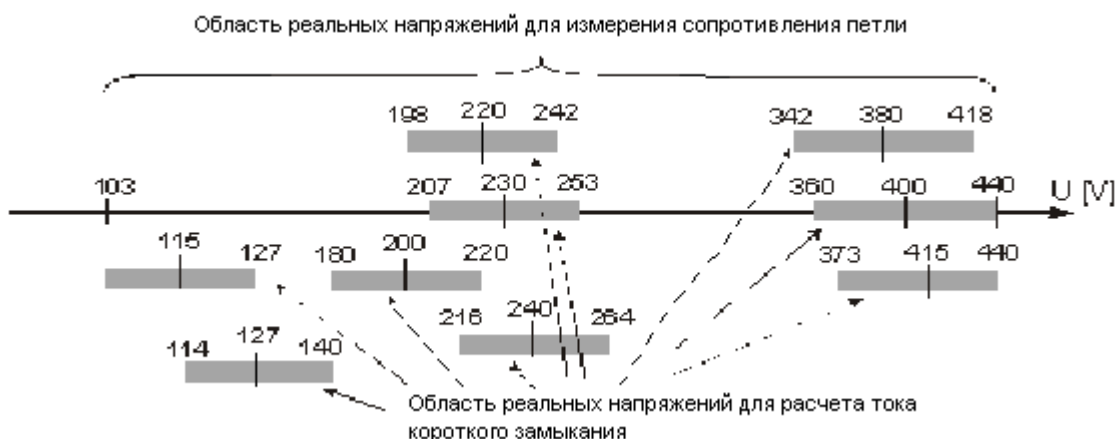


Рис.7. Зависимость между напряжением цепи и возможностью расчета тока короткого замыкания

6.6.2 Отображение главного результата в виде полного сопротивления или тока

Выбор величины для отображения в качестве главного результата (сопротивление Z_s или ожидаемый ток короткого замыкания I_k) осуществляется в MENU (пункт 7.4).

6.6.3 Выбор длины (типа) измерительных проводов

Перед началом измерения следует выбрать нужную длину (тип) проводов, используемых для измерения.

ВНИМАНИЕ!
Использование фирменных проводов и подбор их нужной длины
гарантирует сохранение заявленной точности замеров.

Выбор длины (типа) проводов производится согласно алгоритму, представленному на Рис.8.

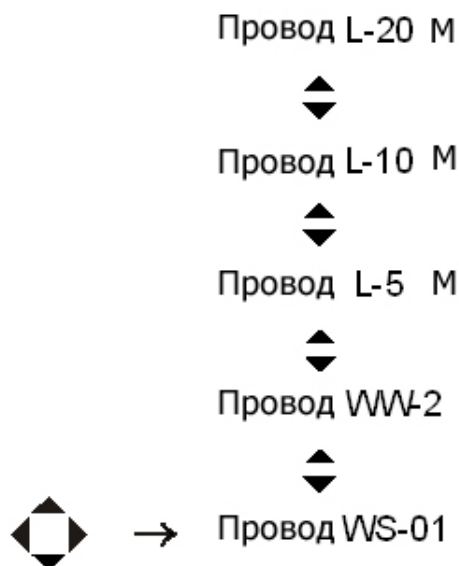


Рис.8. Выбор длины (типа) измерительных проводов.

Внимание:
Провод WS-02 заменяется проводом WS-01, измеритель автоматически
обнаруживает, какой из них подключен. В некоторых измерителях может
использоваться название провода L-1,2 м, это иное название провода -
WW-2.

6.6.4 Отображение результатов измерений

В качестве главного результата отображается сопротивление петли короткого замыкания Z_S или ожидаемый ток короткого замыкания I_K . С правой стороны экрана отображаются составляющие результаты измерения:

- ток замыкания I_K или полное сопротивление Z_S ;
- сопротивление активное R ;
- сопротивление реактивное X_L ;

а также:

- сетевое напряжение в момент измерения (U_{L-N} , U_{L-L} , U_{L-PE} или U_{-}); U_{-} - означает напряжение, величина которого не помещается в границах, указанных на Рис.7;
- частота в сети на момент измерения.

Примерный вид экрана после завершения измерения параметров петли короткого замыкания представлен на Рис.9.

6.6.5 Измерение параметров петли замыкания в цепях L-N и L-L

Для проведения измерения параметров петли короткого замыкания в цепи L-N или L-L необходимо:

- поворотный переключатель функции [9] установить в положение $U_{L-N,L-L}$, $Z_{L-N,L-L}$;
- измерительные провода подключить согласно Рис.10, 11 или 12;
- когда с левой стороны появится надпись **ГОТОВО**, нажать клавишу [10] .

Надпись **ГОТОВО** информирует о том, что напряжение на клеммах измерителя L и N находится в диапазоне, в котором можно выполнить измерения. В противном случае отображается надпись L-N. Если температура внутри измерителя возрастает выше допустимой, на том же самом месте появляется символ [17] .

Результат можно занести в память (смотри пункт 6) или, нажав клавишу [14] , вернуться к измерению напряжения.

Последний результат измерения помнится до момента повторного нажатия клавиши [10]  или смены положения переключателя [9]. После записи результата в память измеритель переходит в режим отображения напряжения (Рис.5) и линейка выбора параметров гаснет.

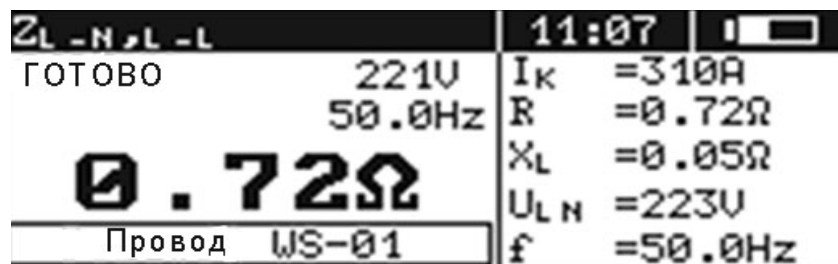


Рис.9. Отображение информации на дисплее при измерении параметров петли короткого замыкания

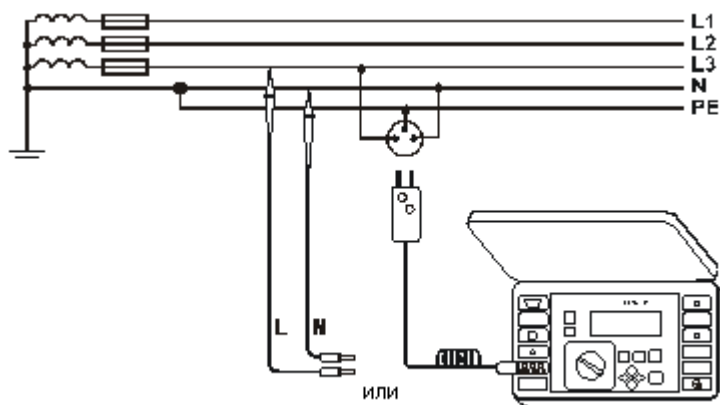


Рис.10. Измерение напряжения и полного сопротивления петли короткого замыкания в рабочей цепи (L-N)

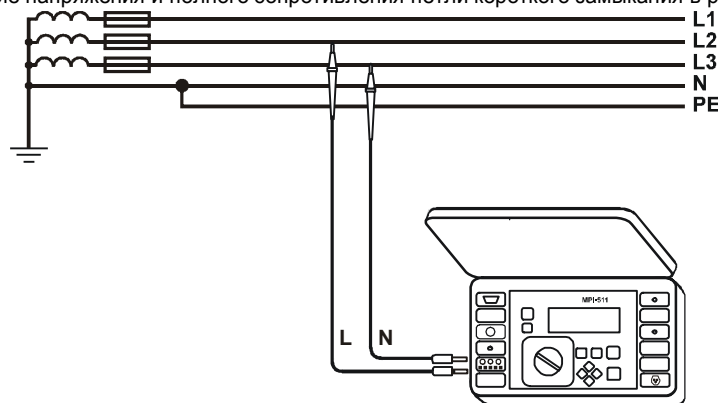


Рис.11. Измерение напряжения и полного сопротивления в рабочей цепи (L-L)

6.6.6 Измерение параметров петли короткого замыкания в цепи L-PE

Для измерения параметров цепи короткого замыкания в цепи L-PE необходимо:
поворотный переключатель функций [9] установить в положение U_{L-PE} , Z_{L-PE} ;
измерительные провода подключить согласно Рис. 12а или 13;

когда на левой стороне появится надпись **ГОТОВО**, нажать клавишу [10] ; надпись L-PE свидетельствует об отсутствии необходимой величины напряжения на клеммах L и PE.

Прочие вопросы, связанные с измерениями, аналогичны описанным измерениям в цепях L-N или L-L (пункт 5.6.5).

Внимание:
При наличии измерительного провода без сетевой вилки возможно
двухпроводное измерение.

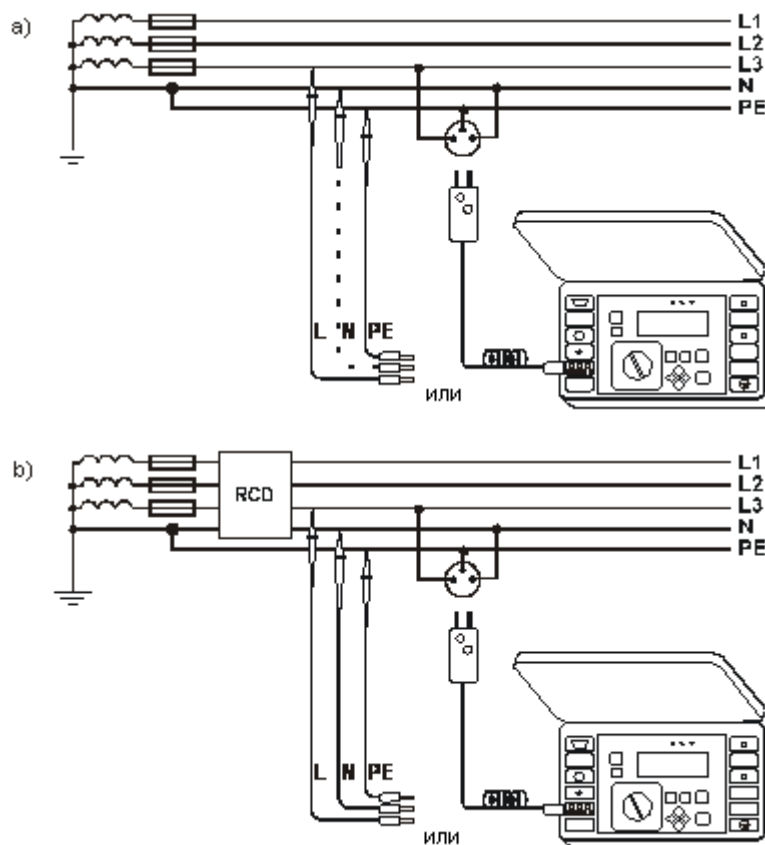


Рис.12. Измерение напряжения и полного сопротивления в защитной цепи (L-PE)

6.6.7 Измерение полного сопротивления петли короткого замыкания в цепи L-PE с УЗО

Прибор MPI-511 позволяет проводить измерения сопротивления петли короткого замыкания без изменений в сети с выключателями дифференцированного тока с расчетным током не ниже 30 мА.

Для проведения измерения сопротивления петли короткого замыкания в цепи L-PE с выключателем УЗО следует:

- поворотный переключатель функций **9** установить в положение $Z_{L-PE RCD}$
- измерительные провода подключить согласно Рис.12б или Рис.13 (провод N должен быть подключен);
- когда с левой стороны появится надпись **ГОТОВО**, нажать клавишу **10** **START**.

Измерение длится не более 32 секунд. Его можно прервать клавишей **14** **ESC**.

Прочие вопросы, связанные с проведением измерений, аналогичны пункту 5.6.5.

Внимание:

Надпись **ШУМ!** появляющаяся после измерения под надписью **ГОТОВО**, свидетельствует о сильных помехах в сети во время измерения. Результат измерения может содержать большую неопределимую неточность.

Внимание:

В цепях, где применяются выключатели дифференциального тока номиналом на 30 мА, может случиться, что сумма токов утечки проводки и тока измерения приведет к выключению УЗО. Тогда нужно попробовать уменьшить ток утечки исследуемой цепи (например, отключив потребителей энергии).

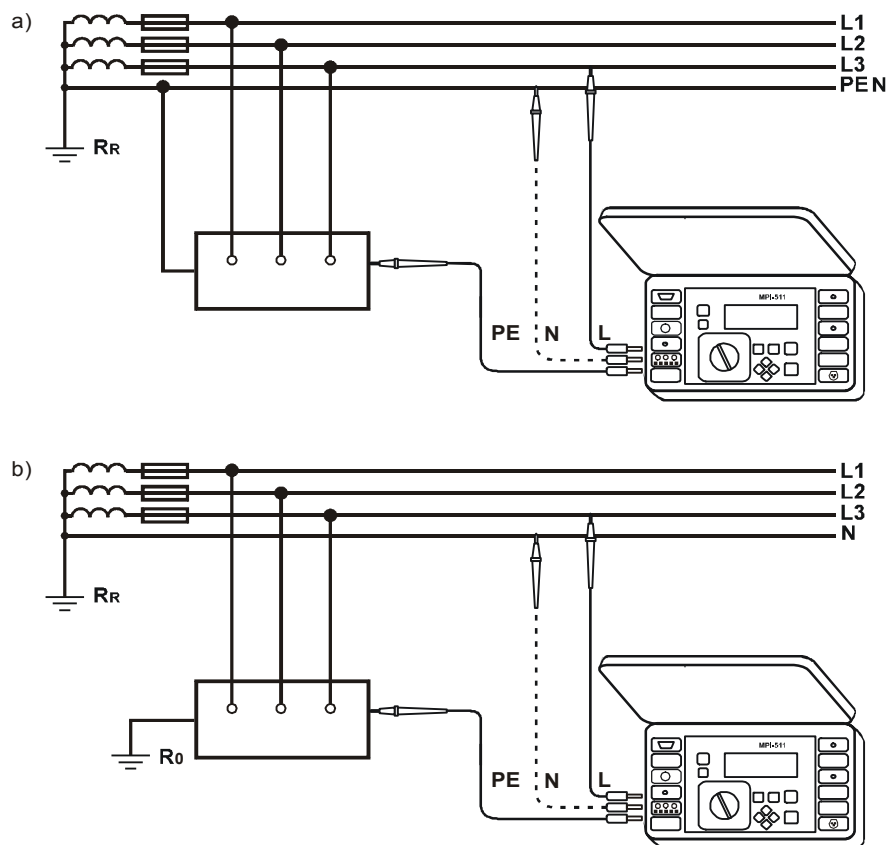


Рис.13. Тестирование эффективности защиты корпуса электроустановки в случае: а) сети TN, б) сети TT.
Провод N нужен только для измерений в функции Z_{L-PE} RCD.

6.7 Измерение сопротивления заземляющего устройства

Для измерения сопротивления заземления прибором MPI-511, в качестве дополнительного источника напряжения, служащего для создания измерительного тока, используется фазный провод сети. Для исключения влияния сопротивления рабочего заземления, источника и провода фазы, используется дополнительный электрод, вбиваемый в землю (сравнительная земля) и подключенный к гнезду $\boxed{S}$ - Рис.14.

Перед измерением сопротивления заземления необходимо ознакомиться с системой заземления сети и электрооборудования.

При измерении в сети TN-C, TN-C-S, используя фазу той же сети необходимо разъединить проводник PE, N от измеряемого заземлителя (Рис. 14. б)

Внимание:

Разъединение проводников заземляющего устройства создает серьезную угрозу для лиц, исполняющих измерения и посторонних лиц. По окончании измерений необходимо восстановить надежное соединение защитного, нейтрального проводника.

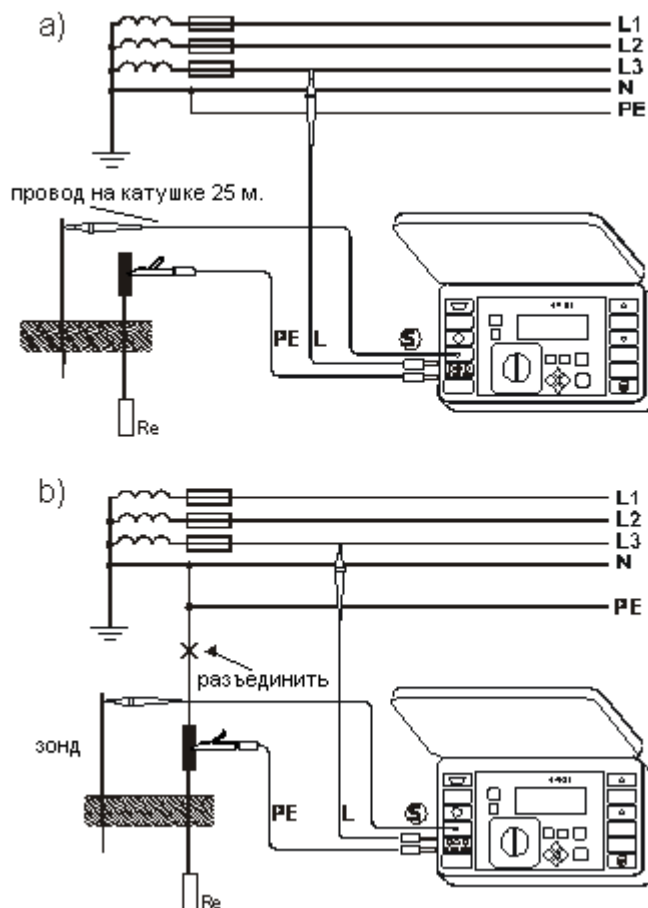


Рис.14. Способ подключения измерителя MPI-511 при измерении сопротивления заземления: а) для сети TN-S и TT, б) для сети TN-C, TN-C-S

Для проведения измерения сопротивления заземления нужно:

- поворотный переключатель функций [9] установить в положение R_E ;
- измерительные провода подключить в соответствии с Рис. 14; провод L может иметь произвольную длину;
- провод WS-01 используется для измерения сопротивления заземления цепи PE в сетевом гнезде;
- когда на левой стороне появится надпись **ГОТОВО**, нажать клавишу [10] **START**.

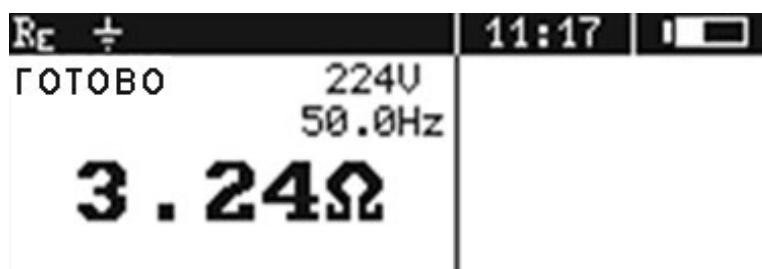


Рис.15. Отображение информации на дисплее при измерении сопротивления заземления

Надпись **ГОТОВО** сообщает о том, что напряжение на клеммах измерителя находится в диапазоне, для которого можно произвести измерение. В противном случае появляется надпись L-PE. С правой стороны отображаются напряжение и частота измеряемой цепи.

6.8 Измерение параметров выключателей дифференциального тока УЗО

Внимание:

Измерение U_B , R_E производится синусоидальным током $0,4I_{\Delta n}$ независимо от формы и кратности установленного номинального дифференциального тока $I_{\Delta n}$

6.8.1 Измерение тока срабатывания УЗО

Для выполнения измерения тока срабатывания I_A нужно:

- переключатель функций [9] установить в положение I_A ;
- выставить параметры измерения согласно алгоритму, представленному на Рис.17;

- измерительные провода подключить, как показано на Рис.16, перед запуском замера и после его окончания прибор измеряет и отображает текущее напряжение U_{L-PE} и частоту сети;
- когда на левой стороне появится надпись **ГОТОВО**, нажать клавишу **10** .

Внимание:
Надпись **L↔N** под надписью **ГОТОВО** сообщает о замене проводов **L** и **N** (появление напряжения между клеммами **PE** и **N**).

Внимание:
Из-за длительного времени продолжения (8 мин.) измерение времени запуска t_{AI} для селективных выключателей невозможно. После выбора измерения I_{Δ} , $t_{\Delta I}$, U_B , R_E для выбранного селективного выключателя и нажатия клавиши **10**  появится сообщение: «Замер t_{AI} для УЗО селективных невозможен». Возврат к режиму установки параметров происходит клавишей **14** .

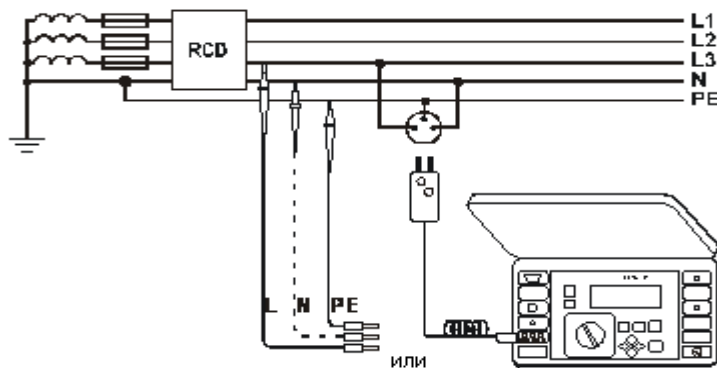


Рис.16. Измерение в цепи, оснащенной УЗО, при помощи зондов с острием или при помощи зонда в виде вилки (нулевой провод нужен только для тока ($I_{\Delta n}$) постоянного и пульсирующего, его отсутствие сигнализируется сообщением на дисплее.

Внимание:
Если выбрано измерение только U_B , R_E , то они меряются током $0,4I_{\Delta n}$ без запуска УЗО. Если во время замера отключится УЗО, к следующим измерениям можно приступить после нажатия клавиши **14** .

Измеритель позволяет проводить одновременное измерение времени срабатывания и тока срабатывания УЗО (выбор режима I_{Δ} , t_{Δ} , U_B , R_E). В этом режиме выключатель УЗО срабатывает только однократно.

Внимание:
Учитывая специфику измерений (ступенчатое нарастание тока I_{Δ}), результат измерения времени запуска $t_{\Delta I}$ может в этом режиме содержать ошибку. Или из-за бездействия выключателя УЗО может отобразиться „OFL”. Если не помещается в допустимом для данного выключателя УЗО диапазоне, следует повторить замер в режиме t_{Δ} (пункт 5.8.2).

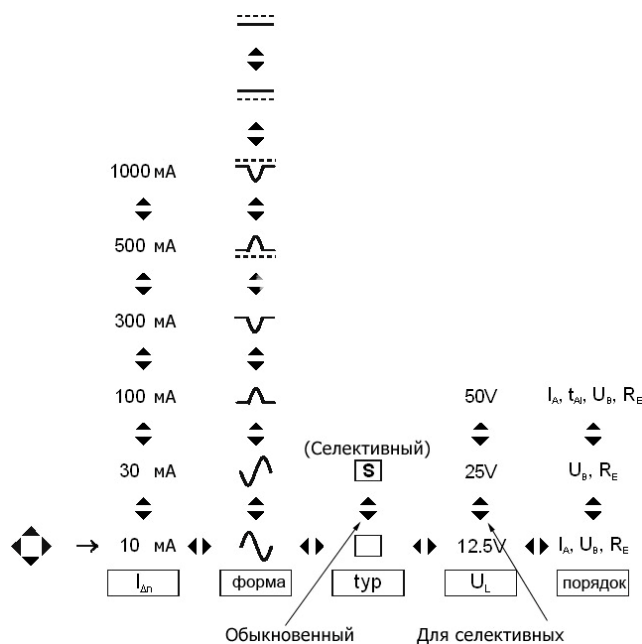


Рис.17. Выставление параметров измерения I_A

Примерный вид экрана представлен на Рис.18. Надпись **ГОТОВО** сообщает, что напряжение на клеммах измерителя соответствует диапазону, в котором можно выполнить замер. Если температура внутри измерителя превысит допустимую величину, на месте надписи **ГОТОВО** появится символ .



Рис.18. Отображение информации на дисплее при измерении тока отключения УЗО

Результат можно записать в память (см. пункт 6) или нажатием клавиши **14**, вернуться к отображению только напряжения и частоты. Последний результат запоминается только до момента повторного нажатия клавиши **10** или изменения положения переключателя **9**.

6.8.2 Измерение времени отключения УЗО

Для выполнения измерения времени отключения t_A нужно:

- поворотный переключатель функций **9** установить в положение t_A
- выставить параметры измерения согласно алгоритму, показанному на Рис.19;
- измерительные провода подключить так, как на Рис.16, перед запуском прибор измеряет и отображает напряжение U_{L-PE} и частоту цепи;
- когда на левой стороне появится надпись **ГОТОВО**, нажать клавишу **10**.

Внимание:
Если выбрано измерение только U_B , R_E то они измеряются током $0,4I_{\Delta n}$ без запуска УЗО. Если во время измерения выключится УЗО, к дальнейшим измерениям можно перейти, нажав клавишу **14**.

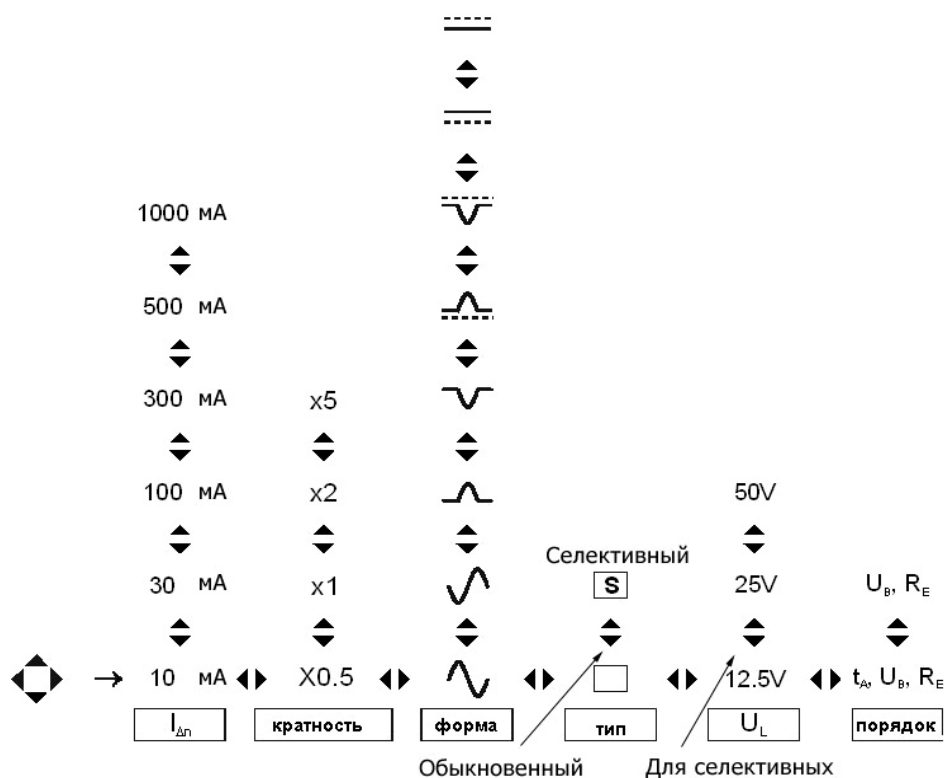


Рис.19. Отображение параметров измерения t_d

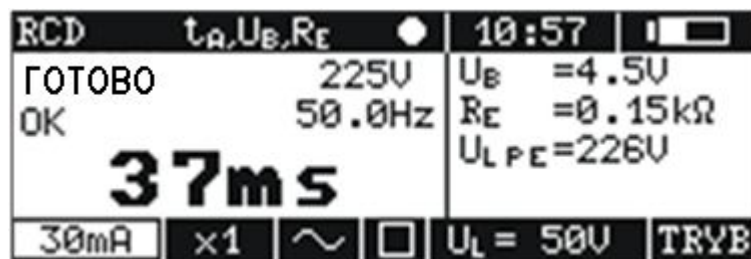


Рис.20. Отображение информации на дисплее при измерении времени отключения УЗО

6.8.3 Автоматическое измерение параметров УЗО

Прибор позволяет осуществлять измерение времени отключения t_d выключателя УЗО, а также – тока запуска $I_{\Delta n}$, напряжения прикосновения U_B и сопротивления заземления R_E автоматически. В этом режиме нет необходимости каждый раз устанавливать измерение и роль производящего измерение сокращается до запуска измерения и включения УЗО после каждого срабатывания. Максимальное количество измеряемых параметров, а также последовательность выполнения работ для установленного значения расчета тока $I_{\Delta n}$, избранного типа тока, типа выключателя (обычный/селективный), а также напряжения U_L сведены в следующую таблицу:

№	Измеряемые параметры	Условия измерения	
		Кратность $I_{\Delta n}$	Начальная фаза (поляризация)
1.	U_B, R_E		
2.	t_A	$0,5I_{\Delta n}$	положительная
3.	t_A	$0,5I_{\Delta n}$	отрицательная
4.*	t_A	$1I_{\Delta n}$	положительная
5.*	t_A	$1I_{\Delta n}$	отрицательная
6.*	t_A	$2I_{\Delta n}$	положительная
7.*	t_A	$2I_{\Delta n}$	отрицательная
8.*	t_A	$5I_{\Delta n}$	положительная
9.*	t_A	$5I_{\Delta n}$	отрицательная
10.*	I_A		положительная
11.*	I_A		отрицательная

* точки, в которых исправный выключатель УЗО должен отключиться

Установленные заводские параметры описаны в пункте 7.7. При желании ввести в режим **AUTO** дополнительные измерения для избранных параметров (кратность $I_{\Delta n}$ и начальная фаза или поляризация тока) нужно применить программу „Конфигурация измерителей Sonel”, описание которой находится в пункте 7.12.

Если в процессе измерения произойдет запуск (выключение) выключателя, то на экране появится надпись УЗО (Включи), сообщающая о необходимости включения выключателя. После включения УЗО измеритель осуществляет следующий замер. Если выключатель оказался исправным, по завершении серии измерений в качестве главного результата отображается надпись (Хороший). Если выключатель сработал при половинном токе $I_{\Delta n}$ или не сработал в остальных случаях, измерение прекращается и на экране появляется надпись (Плохой). Измерение прерывается также в случае превышенной предварительно установленной величины безопасного напряжения U_L .

Для выполнения автоматического измерения выключателя УЗО нужно:

- переключатель функций [9] установить в положение **AUTO**;
- выставить параметры замера согласно алгоритму, приведенному на Рис.22;
- измерительные провода подключить согласно Рис.18; перед запуском измерения прибор замеряет и отображает напряжение U_{L-N} и частоту сети;
- когда на левой стороне появится надпись **ГОТОВО**, нажать клавишу [10] ;
- после каждого срабатывания УЗО включать его вновь.

Отдельные составные части комплекта результатов измерения можно просмотреть, используя клавиши  и . Примерный вид экрана после окончания измерения представлен на Рис.23.

Для выполнения следующего измерения и/или изменения параметров, нужно нажать клавишу [14] .

Прочие вопросы – как в пункте 5.8.1.



Рис.21. Отображение информации на дисплее при автоматическом измерении УЗО

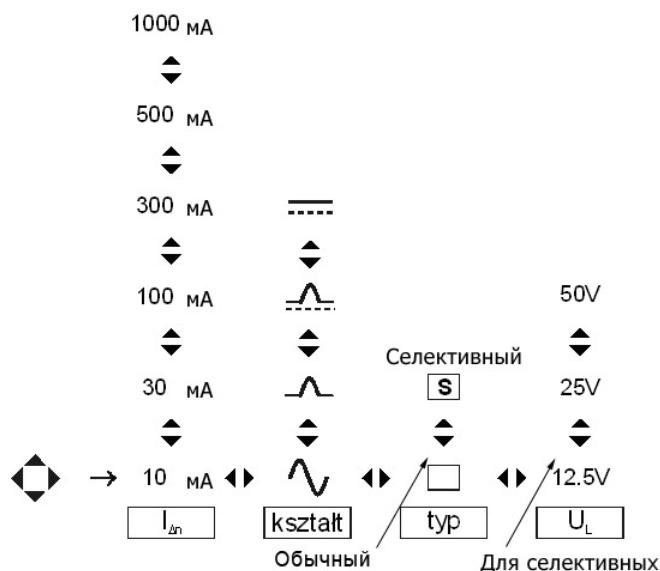


Рис.22. Выставление параметров в режиме AUTO

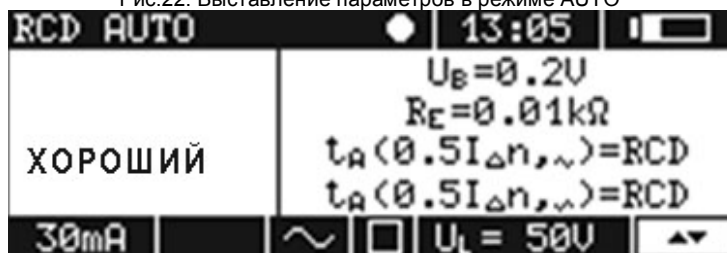


Рис.23. Отображение и просмотр результатов после автоматического измерения УЗО

6.9 Измерение сопротивления изоляции

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Исследуемый объект не должен находиться под напряжением.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Недопустимо отключение измерительных проводов до окончания замера. Это угрожает поражением высоким током и исключает возможность разрядки исследуемого объекта.

Внимание:
Электрические разряды в местах повреждения изоляции, искрение между окончанием измерительного зонда и исследуемым объектом могут стать причиной сильных электромагнитных помех. Эти помехи могут нарушить нормальную работу находящихся неподалеку электроприборов, равно как и самого измерителя. Поэтому необходимо тщательно соединять измерительные концы и измеряемый объект перед нажатием клавиши **10** .

6.9.1 Общее описание

Измеритель проверяет сопротивление изоляции, подавая на исследуемое сопротивление R_x напряжение измерения U и измеряя проходящий через него ток I , контролируемый на стороне зажима **4** R_{ISO+} . При расчете величины сопротивления изоляции измеритель использует технический метод измерения сопротивления ($R_x = U/I$). Напряжение измерения выбирается из трех величин: 250, 500 или 1000 В.

Выходной ток трансформатора ограничен величиной 1мА. О включении ограничения тока сигнализирует непрерывный звуковой сигнал и отображение надписи **ПРЕДЕЛ II** (ОГРАНИЧЕНИЕ ТОКА) на правой стороне экрана. Результат измерения в этот момент точен, но на клеммах измерения напряжение измерения ниже, чем выбранное перед измерением. Особенно часто ограничение тока может проявляться на первой стадии измерения из-за зарядки емкости исследуемого объекта.

Включение измерения наступает после нажатия и удержания клавиши **10**  (при автоматических измерениях многожильных проводов – после нажатия). Пока напряжение измерения не достигнет 90% избранной величины (а также после превышения 110%), измеритель передает непрерывный звуковой сигнал. В процессе измерения измеритель генерирует каждые пять секунд короткий звуковой сигнал, что облегчает снятие характеристик времени.



Рис.24. Фактическое напряжение измерения в функции измеряемого сопротивления изоляции R_x (для максимального напряжения измерения)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
При измерениях сопротивления изоляции на концах проводов измерителя **МРІ-511** создается опасное напряжение до 1 кВ.

ВНИМАНИЕ!
Отображение надписи «Напряжение на объекте» сообщает о том, что исследуемый объект находится под напряжением. Измерение заблокировано. Нужно немедленно отключить измеритель от объекта (оба провода). Тем не менее измерение возможно (без гарантированной точности), если переменное напряжение на объекте имеет величину в пределах 2...20 В, а постоянное напряжение не превышает 2 В. В поле дополнительных результатов экрана в таком случае высвечивается надпись «ШУМ».

С отпуском клавиши **10** , измерение прерывается. Чтобы не удерживать нажатую клавишу **10**  в процессе замера, после ее нажатия нужно нажать клавишу **12** . В таком случае измерение можно закончить повторным нажатием клавиши **10** .

Внимание:

Включение поддержки измерительного цикла клавишей **12**  сигнализируется: - кратким перерывом звукового сигнала, если измерительное напряжение не достигло 90% или превысило 110% установленной величины;
- кратким звуковым сигналом, если измерительное напряжение между 90% и 110% установленной величины.

Внимание:

Если через 60 секунд после нажатия клавиши **10**  измерительное напряжение не достигнет установленной величины (слишком мало сопротивление изоляции), то измерение заканчивается и на экране появляется надпись «Слишком большой ток утечки». Эта надпись появляется и тогда, когда во время измерения изоляция пробивается.

После окончания измерения происходит замыкание зажимов **4** R_{ISO+} и **5** R_{ISO-} через сопротивление 100 кОм, что обеспечивает разрядку емкости исследуемого объекта.

6.9.2 Измерение сопротивления изоляции

Для измерения сопротивления изоляции нужно:

- поворотный переключатель функций **9** установить в положение R_{ISO} ;
- выставить измерительное напряжение U_N и режим измерения R_{ISO} (видимый на линейке функции измерения) согласно алгоритму, представленному на Рис.25;
- подключить измерительные провода в соответствии с Рис.27, если объект находится под напряжением, его величина измеряется и отображается (Рис. 26);
- нажать и удерживать клавишу **10** , для поддержки измерения нажать одновременно клавишу **12** .

Результат можно внести в память (смотри пункт 6) или совершить следующее измерение. Последний результат измерения помнится до момента повторного нажатия клавиши **10**  или изменения положения переключателя **9**. После записи результата в память поля выбора параметров измерения становятся неактивными (не высвечиваются).

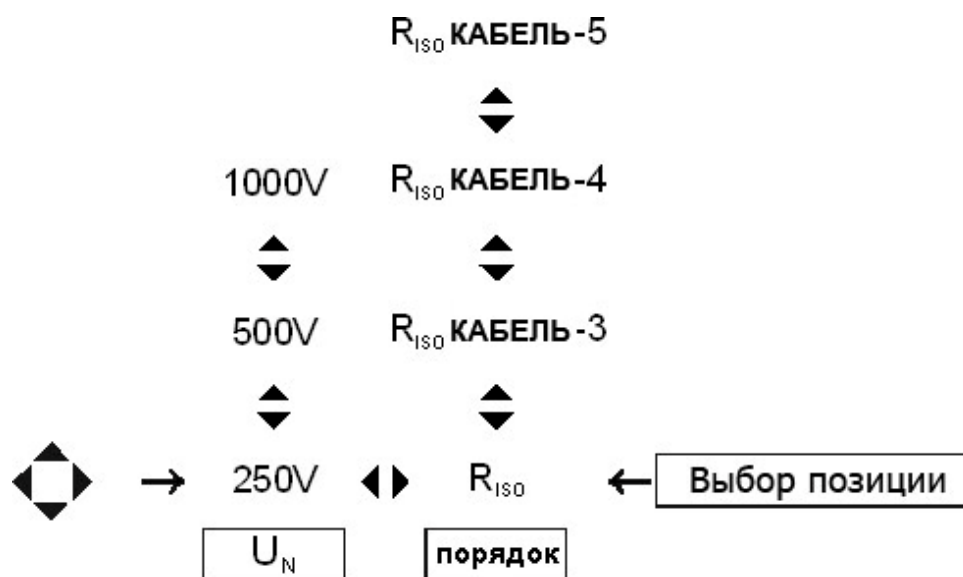


Рис.25. Установка измерительного напряжения и режима при измерении сопротивления изоляции

Напряжение на зажимах

Действующее значение
напряжения на выходе R_{ISO}

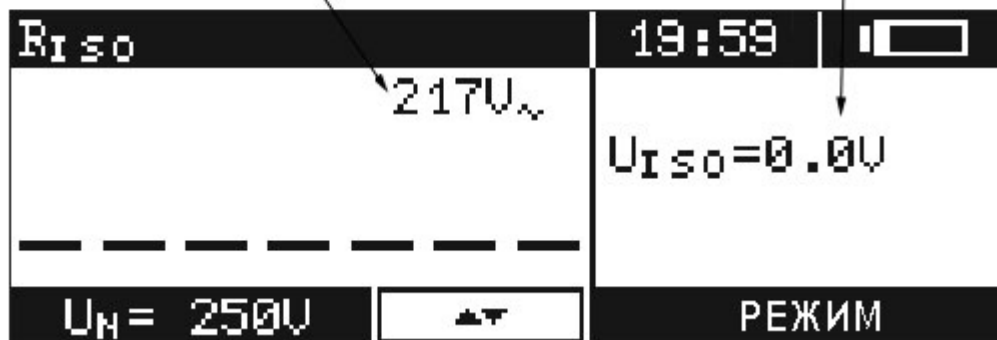


Рис.26. Отображение информации на дисплее при измерении сопротивления изоляции

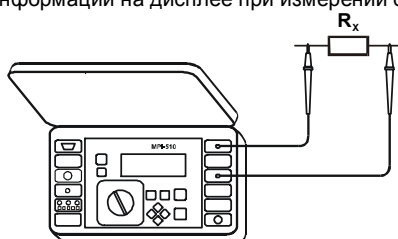


Рис.27. Измерение сопротивления изоляции

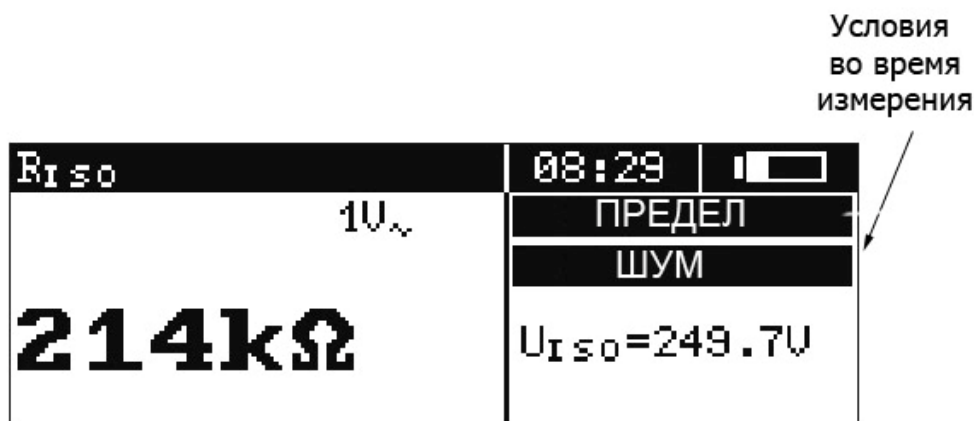


Рис.28. Отображение результатов после измерения сопротивления изоляции

6.9.3 Измерение сопротивления изоляции многожильных кабелей

Измеритель MPI-511 в соединении с адаптером AutoISO 1000 осуществляет измерение сопротивления изоляции между всеми парами жил в электрических кабелях трех, четырех и пятижильных.

Для измерения сопротивления изоляции надо;

- поворотный переключатель функций [9] выставить в положение R_{ISO} ;
- в **MENU** установить длительность отдельного измерения (пункт 7.6);
- установить напряжения измерения U_N и режим измерения R_{ISO} (видим на линейке функции параметров) согласно алгоритму, показанному на Рис.29, появится поле просмотра составных результата измерения (Рис.31);
- подсоединить измерительные провода в соответствии с Рис.30, провод управления адаптера AutoISO 1000 подключить к гнезду [2] измерителя, гнезда [4] R_{ISO+} и [5] R_{ISO-} с соответствующими разъемами адаптера, измерительные провода адаптера с соответствующими жилами измеряемого кабеля, если первая пара жил под измерительным напряжением, его величина измеряется и отображается;
- Нажать клавишу [10]

Примерный вид экрана по завершении измерения представлен на Рис.31. Отдельные составляющие результата измерения (сопротивление между последовательными парами жил) можно просмотреть при помощи клавиш и после подсвечивания клавишами и поля просмотра составляющих результата.

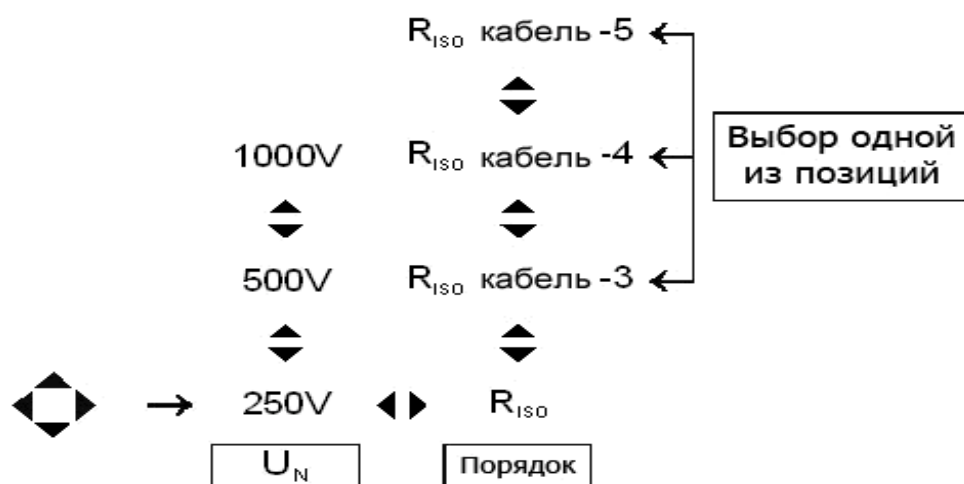


Рис.29. Установка измерительного напряжения и режима для измерения сопротивления изоляции многожильных кабелей

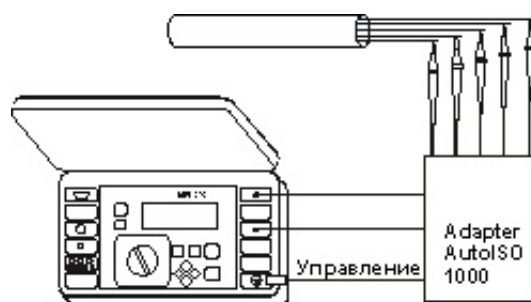


Рис.30. Измерение сопротивления изоляции многожильных кабелей

Отображение пары проводников, сопротивление которых измерялось



Рис.31. Отображение результатов после измерения сопротивления изоляции многожильного кабеля

Результат можно занести в память (смотри пункт 6) или приступить к последующим измерениям. Последний результат измерения хранится до повторного нажатия клавиши **10** **START** или изменения положения переключателя **9**. После записи результата в память поля выбора параметров неактивны (не светятся).

Если нет адаптера AutoISO 1000, сопротивление изоляции между жилами кабеля можно измерять способом, описанным в предыдущем пункте, записывая результаты в последующие ячейки памяти. Чтобы все-таки инициировать работу программы архиватора и программы для обработки результатов электрических измерений «SONEL ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ», следует отдельные результаты заносить в память в определенной последовательности. Ниже приведена последовательность (алгоритм) записи результатов измерений между отдельными парами жил для различных видов кабеля и способов измерения:

Многожильный кабель управляющий – с защитным проводом (PE или PEN):

Z1 – PE, Z2 – PE, Zn-1 – PE, Zn – PE

Многожильный кабель управляющий – каждая с каждой:

Z1 – Z2, Z1 – Z3, Z1 – Zn, Z2 – Z3, Z2 – Z4, Z2 – Zn, Zn-1 – Zn,

$Z1 - PE, Z2 - PE, Z_{n-1} - PE, Z_n - PE$
 Многожильный кабель управляющий – соседние:
 $Z1 - Z2, Z2 - Z3, Z3 - Z4, Z_{n-1} - Z_n, Z_n - Z1$
 Силовой кабель 2-жильный: $L1 - N$
 Силовой кабель 3-жильный: $L1 - PE, L1 - N, PE - N$
 Силовой кабель 4-жильный
 $L1 - L2.3, L2 - L1.3, L3 - L1.2,$
 $L1 - PEN, L2 - PEN, L3 - PEN$
 Силовой кабель 5-жильный
 $L1 - L2.3, L2 - L1.3, L3 - L1.2,$
 $L1 - N, L2 - N, L3 - N,$
 $L1 - PE, L2 - PE, L3 - PE,$
 $PE - N$

Для того, чтобы записать в память измерителя результаты измерений нескольких кабелей, нужно:

- очистить содержимое памяти (смотри 6.4), если в том есть необходимость;
- выбрать начальную ячейку с номером 01 или кончающимся на 1;
- внести в память результаты измерений первого кабеля в соответствии с выбранным алгоритмом (см. 6.1);
- для записи последнего результата замера первого кабеля использовать нажатие **10** , установится знак – разделитель результатов измерений первого кабеля от результатов измерений последующего кабеля, а в качестве текущей ячейки установится ближайшая, кончающаяся на 1;
- записать в память результаты измерений последующих кабелей, не забывая нажимать **10**  при записи последнего результата измерения каждого кабеля.

6.10 Измерение сопротивления низким напряжением

ВНИМАНИЕ!
Подключение к измерителю напряжения выше 440 В переменного тока может привести к его повреждению.

6.10.1 Измерение целостности защитных и компенсационных соединений

Для измерения целостности защитного соединения (сопротивление проводов заземления и компенсации) низким напряжением и током ± 200 мА нужно:

- Переключатель функций **9** установить в положение R  ± 200 мА;
- Выбрать режим измерения ± 200 мА (видимый на линейке функции измерения) согласно алгоритму, представленному на Рис.32;
- Подсоединить измерительные провода согласно Рис.35;
- Нажать клавишу **10** .

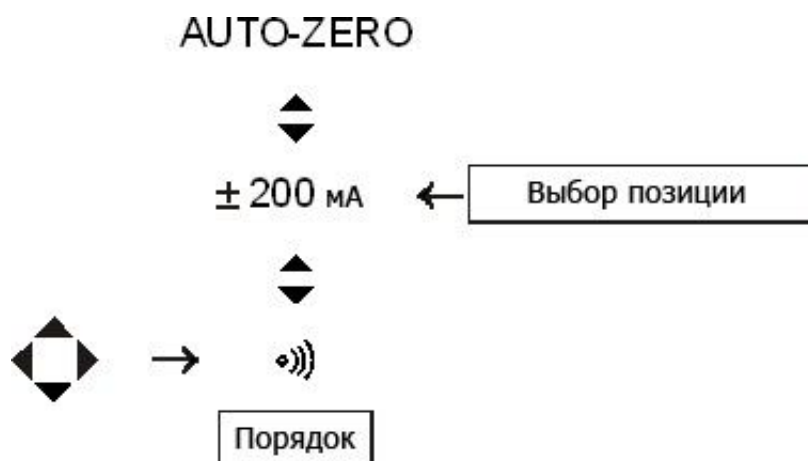


Рис.32. Выбор режима измерения целостности соединения током ± 200 мА

Напряжение на открытых зажимах находится в границах 4...8 В. Измерительный ток для измеряемого сопротивления не более 2 Ом, составляющий минимум 200 мА, пропускается в двух противоположных направлениях. В качестве главного результата отображается средняя величина, а сопротивление, измеренное для отдельных направлений, отображается в поле дополнительных результатов (Рис.33).

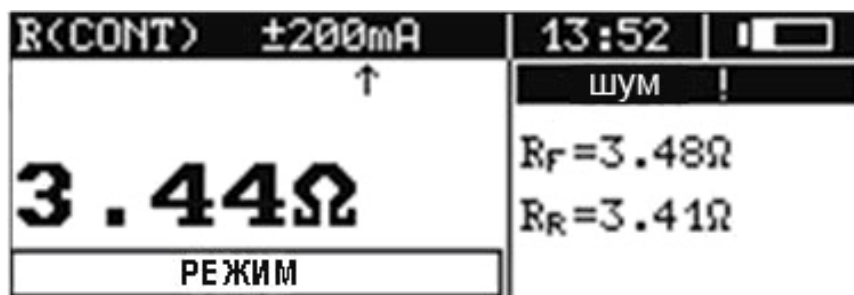


Рис.33. Отображение информации на дисплее при измерении целостности соединения током ± 200 мА

ВНИМАНИЕ!

Появление надписи „Напряжение на объекте” сообщает о том, что исследуемый объект находится под напряжением. Измерение блокируется. Необходимо незамедлительно отключить измеритель от объекта. Возможно измерение с дополнительной ошибкой (описанной в технических сведениях), если на объекте находится напряжение постоянного и/или переменного тока в пределах 0,1..1 В. В таком случае в поле дополнительных результатов на экране появляется надпись „ШУМ!”.

6.10.2 Измерение целостности цепи

Чтобы измерить сопротивление низким напряжением, нужно:

- Переключатель функций [9] установить в положение R ± 200 мА;
- Установить режим измерения ± 200 мА (видимый на линейке функции измерения) согласно алгоритму, представленному на Рис.34;
- Подключить измерительные провода в соответствии с Рис.35.

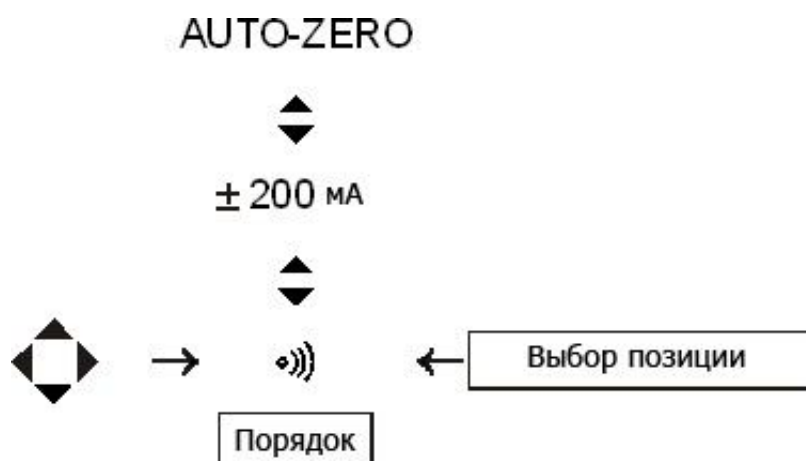


Рис.34. Установка режима измерения сопротивления низким напряжением

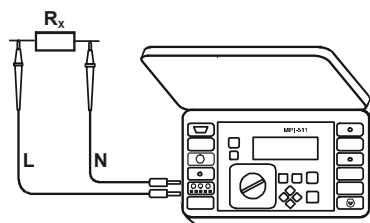


Рис.35. Измерение сопротивления низким напряжением

Внимание!

Появление надписи „Напряжение на объекте” сообщает, что исследуемый объект находится под напряжением. Измерение заблокировано. Нужно незамедлительно отключить измеритель от объекта. Возможно измерение с дополнительной ошибкой (описанной в технических сведениях), если на объекте находится напряжение постоянного и/или переменного тока в пределах 0,05..0,5 В. В таком случае в поле дополнительных результатов на экране отображается надпись „ШУМ!”.

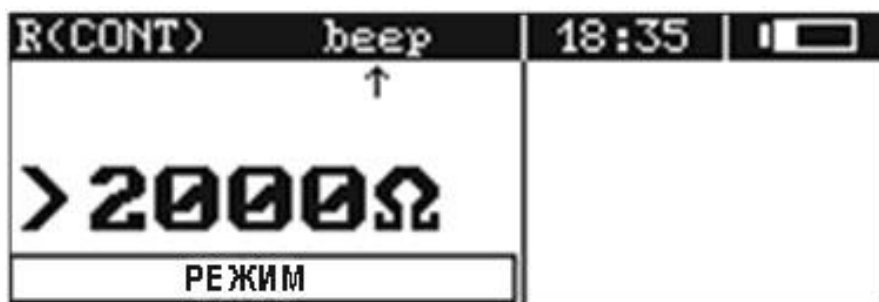


Рис.36. Отображение информации на дисплее при измерении целостности цепи

Падение напряжения на измеряемом сопротивлении не превышает 8 В, а ток измерений ограничен 10 мА. Если величина измеряемого сопротивления R_x менее 50 Ом, измеритель генерирует длительный звуковой сигнал.

6.10.3 Компенсация сопротивления измерительных проводов – авто-сброс

Чтобы компенсировать влияние сопротивления измерительных проводов на результат измерения, нужно:

- Переключатель функций [9] установить в положение R •))) ± 200 мА;
- Установить режим измерения **AUTO-ZERO** (видимый на линейке функций измерения) согласно алгоритму, представленному на Рис.37;
- Соединить концы измерительных проводов;
- Нажать клавишу [10] START.



Рис.37. Установка режима компенсации сопротивления измерительных проводов



Рис.38. Отображение информации на дисплее при компенсации сопротивления проводов

По окончании автосброса (Рис.38) отображается величина 0,00 Ом и надпись **AUTO-ZERO**, после чего измеритель автоматически переходит в режим, установленный ранее. Надпись **AUTO-ZERO** остается на экране, сообщая, что измерение проводится с компенсацией сопротивления измерительных проводов.

Чтобы удалить компенсацию, нужно совершить описанные выше действия без соединения измерительных проводов.

6.11 Регистрация напряжения и переменного тока, мощности, $\cos \varphi$ и частоты

Измеритель MPI-511 может регистрировать напряжение и частоту сети, ток, получаемый приемником, а также $\cos \varphi$. На основе измерений рассчитывается мощность полная S , активная P и реактивная Q .

Для регистрации упомянутых параметров надо:

- Поворотный переключатель функций [9] установить в положение **LOGGER**;
- в **MENU** выбрать номинальное напряжение сети (пункт 7.3), оно служит для расчетов отклонения измеряемого напряжения в [%] от номинальной величины;

- выбрать параметр (параметры) для регистрации а также выставить длительность (интервал между выборками) t_p и число выборок n согласно алгоритму, представленному на Рис.39;
- для регистрации тока к гнезду **2** подключить измерительные клещи типа SONEL C2;

Внимание:

Чтобы избежать неоднозначности в расчете мощности, клещи нужно устанавливать так, чтобы находящиеся на них стрелки показывали на точку подключения зажима измерителя L к исследуемому объекту (Рис.42.б).

- подключить измерительные провода согласно Рис.42, выбранные параметры измеряются и отображаются по ходу регистрации;

- чтобы запустить сбор данных, нажать клавишу **10** .

Прекращение сбора данных происходит после выполнении установленного количества проб или раньше, после нажатия клавиши **10** . В процессе сбора данных активным является правое поле выбора, позволяющее отслеживать, манипулируя клавишами  и , текущие и статистические значения напряжения сети U_{avs} , U_{min} , U_{max} и их процентное соотношение с U_n (Рис.41).

При длительном сборе данных измеритель экономит элементы питания, переходя в спящий режим. Чтобы посмотреть текущие и статистические результаты, надо вызвать его из данного состояния нажатием клавиши **8** .

Внимание:

Может быть необходимым подольше придержать клавишу. Во избежание случайного прекращения регистрации не следует нажимать клавишу **10** .

По окончании сбора данных (надпись **STOP**) в память вносятся также : дата и время начала и конца процесса, а также статистические значения напряжения сети в период регистрации U_{avs} , U_{min} , U_{max} и процентное отношение к U_n .

Для запуска следующего сбора данных следует очистить память регистратора. В противном случае попытка запуска регистрации вызовет появление предупреждающего сообщения. Нажатие клавиши **10**  после появления сообщения, запускает следующее измерение и предварительно записанные данные будут потеряны.

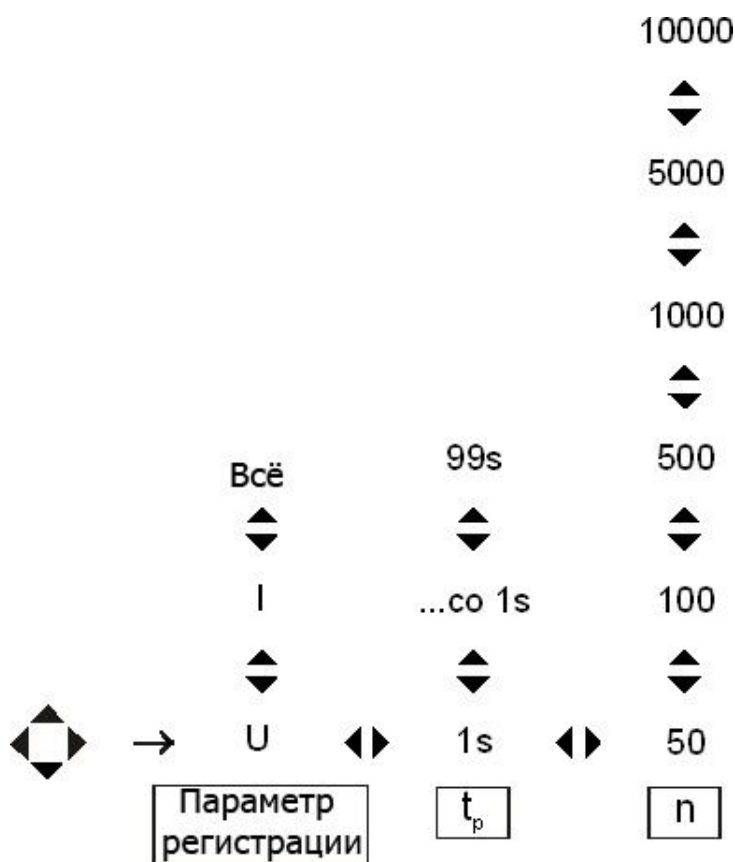


Рис.39. Выбор параметра, интервала между выборками и числа проб регистрации

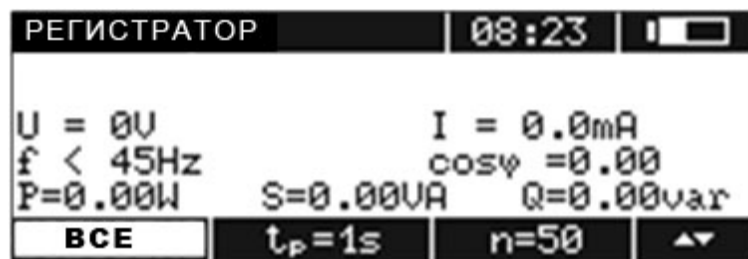


Рис.40. Отображение информации на дисплее регистратора перед началом сбора данных



Рис.41. Вид статистических значений в процессе регистрации напряжения сети

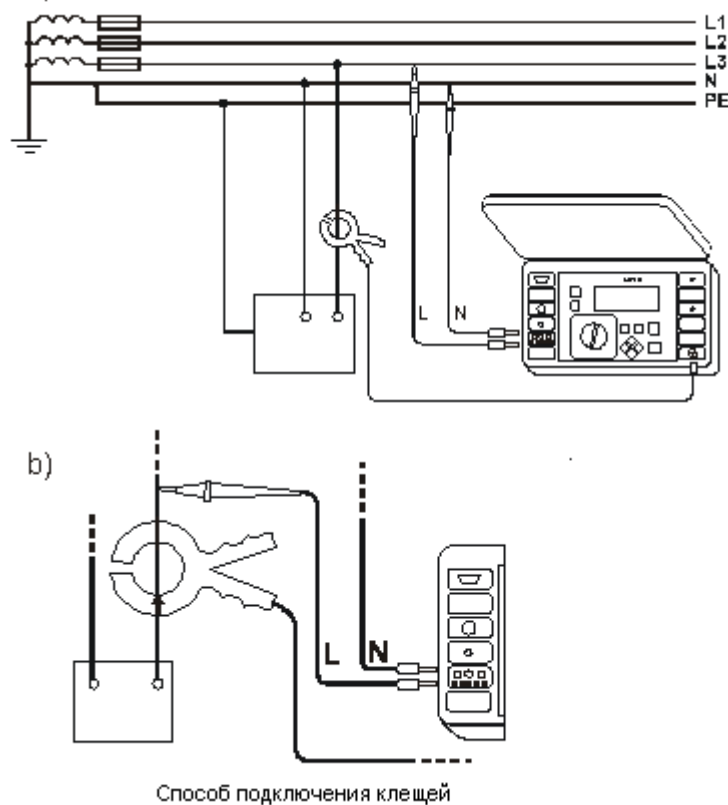


Рис.42. Схема измерения для сбора данных и измерения тока, мощности и $\cos\varphi$

6.12 Проверка последовательности чередования фаз

Чтобы проверить последовательность чередования фаз в трехфазной сети, необходимо:

- Переключатель функций **9** установить в положение ;
- Подключить провода для измерения соответственно Рис.43.

Вид экрана представляет Рис.44. На левой стороне отображается последовательность фаз как соответствующая или нет, а на правой – значения межфазового напряжения. Отсутствие или слишком низкое напряжение одной из фаз вызывает отсутствие отображения ее названия в нижней части дисплея.

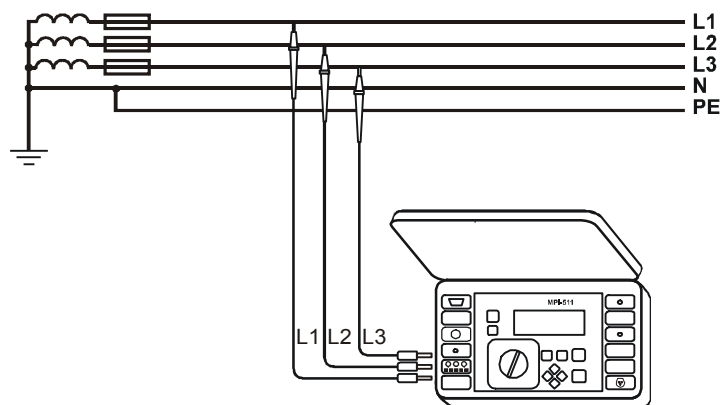


Рис.43. Проверка последовательности чередования фаз

ЧЕРЕДОВАНИЕ ФАЗ  ПРЯМАЯ L1 L2 L3	10:08 $U_{12}=389V$ $U_{13}=374V$ $U_{23}=384V$
ЧЕРЕДОВАНИЕ ФАЗ  ОБРАТНАЯ L1 L2 L3	13:20 $U_{12}=386V$ $U_{13}=374V$ $U_{23}=388V$

Рис.44. Отображение информации на дисплее при проверке последовательности фаз

7 Запоминание результатов измерений

Измерители MPI-511 оснащены памятью 10000 отдельных результатов измерений. Она независима от памяти регистратора. Вся память разделена на 10 банков по 99 ячеек. Благодаря динамическому свойству памяти каждая из ячеек может содержать различное количество отдельных результатов в зависимости от потребности. Это обеспечивает оптимальное использование объема памяти. Каждый результат можно записывать в ячейку с выбранным номером в выбранном банке, благодаря чему пользователь измерителя может по собственному разумению присваивать номера ячеек отдельным измерительным пунктам, а номера банков – отдельным объектам измерения, выполнять измерения в произвольной последовательности и повторять их без потери остальных данных.

Внимание:

В одну ячейку можно записать результаты измерений всех функций измерения. При выключенной автоинкрементации номера ячейки запись в память отдельного результата (группы результатов) не увеличивает автоматически номера текущей ячейки, чтобы позволить записывать в нее последующие результаты измерений, касающиеся данного пункта измерения (объекта). При выполнении серии измерений для одной функции можно в MENU установить автоматическое увеличение номера ячейки после каждой записи в память (включение автоинкрементации – пункт 7.5).

Память результатов параметров не подлежит очистке после выключения измерителя, благодаря чему они могут быть позднее считаны или переданы в компьютер. Не подлежит изменению и номер текущей ячейки и банка.

Рекомендуется очистка памяти после считывания данных или перед выполнением новой серии измерений, которые могут быть записаны в те же самые ячейки, что предыдущие.

Внимание:

В память можно записывать только результаты измерений, запускаемых клавишей **10**  (за исключением самосброса при проверке сопротивления низким напряжением).

7.1 Запись результатов измерений в память

Чтобы занести результат измерения в память следует (после окончания замера):

- нажать клавишу **12** . На экране появляется окно с номером используемого в данный момент банка и номером текущей ячейки (Рис.45). Ободок вокруг номера банка означает, что как минимум в одной его ячейке записан хотя бы один результат. Ободок вокруг номера ячейки означает, что в ней записан как минимум один результат измерения. Если в ячейке уже есть результат данного вида, он отображается вместо горизонтальных черточек. Подсвечивая правое поле нижней полосы экрана клавишами  и  можно просмотреть записанные результаты, пользуясь клавишами  и .

Внимание:
Серый фон при просмотре результатов появляется тогда, когда вид записи результатов в памяти не отличается или незначительно отличается от формы записей после измерения.

- клавишами  и  подсветить поле выбора банка или ячейки, а клавишами  и  выбрать номер банка и ячейки или оставить текущие номера (рекомендуется, если перед измерениями банк был очищен);
- Повторно нажать клавишу **12** .



Рис.45. Отображение информации на дисплее в режиме записи в память

В память вносится комплект результатов (главный и дополнительные) данной измерительной функции а также установленные параметры измерения.

Попытка осуществления записи результатов измерения в ячейку клавишей **12** , при том, что такой результат в ней уже находится, приводит к появлению на экране предупреждающего сообщения: «Записать на предыдущий результат?», а следующее нажатие клавиши – запись нового результата измерения и утрату предыдущего. Чтобы отказаться от записи и выбрать другую, свободную ячейку, нужно нажать клавишу **14** .

Внимание:
В случае с выключателями УЗО предыдущее сообщение появится также при попытке записи результата измерения данного рода (составляющей), произведенного при установленном токе $I_{\Delta n}$ или для другого установленного типа выключателя (обычный/селективный) нежели результаты, записанные в данной ячейке, несмотря на то, что место, предназначенное для составляющей, может быть свободным. Запись результатов измерений, проведенных для другого типа выключателя УЗО или тока $I_{\Delta n}$, приведет к потере всех до этого записанных результатов, касающихся данного выключателя УЗО.

Занесение в память подтверждается появлением на экране символа **19**  и тремя короткими звуковыми сигналами.

В процессе записи в последнюю ячейку данного банка на экране вместо символа **19**  появляется надпись: Последняя ячейка в банке.

7.2 Просмотр памяти

Чтобы просмотреть записанные в память результаты измерений, нужно переключатель **9** установить в положение **MEM**. В меню выбрать «Просмотр». На экране появится содержимое последней записанной ячейки (Рис.4).

Чтобы выбрать номер ячейки, содержимое которой нужно просмотреть, следует клавишами  и  подсветить поле выбора банка или ячейки, а клавишами  и  выбрать номер банка и ячейки. Для просмотра содержания ячейки надо подсветить поле со стрелками и клавишами  и  просмотреть отдельные результаты. Отображаются только результаты выполненных измерений. Если в ячейке не записан ни один результат, отображаются горизонтальные черточки.

Последовательность записи отдельных результатов замеров приведена в следующей таблице.

№.	Главный результат	Дополнительные результаты
1	Z_{L-N} или I_K	I_K или Z_{L-N}
		R
		X_L
		U_{L-N}
2	Z_{L-L} или I_K	I_K или Z_{L-L}
		R
		X_L
		U_{L-L}
3	Z_{L-PE} или I_K	I_K или Z_{L-PE}
		R
		X_L
		U_{L-PE}
4	Z_{L-PE} УЗО или I_K	I_K или Z_{L-PE} УЗО
		R
		X_L
		U_{L-PE}
5	R_E	
6	U_B, R_E	
	U_{L-N}	
	t_A при $0,5I_{\Delta n}$, ток синусоидальный, фаза начальная положительная и отрицательная	
	t_A при $1I_{\Delta n}$, ток синусоидальный, фаза начальная положительная и отрицательная	
7	t_A при $2I_{\Delta n}$, ток синусоидальный, фаза начальная положительная и отрицательная	
	t_A при $5I_{\Delta n}$, ток синусоидальный, фаза начальная положительная и отрицательная	
	t_A при $1I_{\Delta n}$, ток синусоидальный, фаза начальная положительная и отрицательная	
	t_A при $2I_{\Delta n}$, ток синусоидальный, фаза начальная положительная и отрицательная	
8	I_A , ток синусоидальный, фаза начальная положительная и отрицательная	
9-11	ток однонаправленный пульсирующий с положительной и отрицательной поляризацией	
12-14	ток однонаправленный пульсирующий с постоянным номиналом и положительной и отрицательной поляризацией	
15-17	постоянный ток и поляризация положительная и отрицательная	
22	R_{ISO}	[ПРЕДЕЛ I!]
		[ШУМ I]
		U_{ISO}
23	ПРОВОДА-3: $R_{ISO(N-PE)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L1-PE)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L1-N)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$	
24	ПРОВОДА-4: $R_{ISO(L1-N)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L2-N)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L3-N)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$	
25	ПРОВОДА-4: $R_{ISO(L1-L2)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L1-L3)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L2-L3)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$	
26	ПРОВОДА-5: $R_{ISO(N-PE)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L1-PE)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L1-N)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$	
27	ПРОВОДА-5: $R_{ISO(L2-N)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L3-N)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L1-L2)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$	
28	ПРОВОДА-5: $R_{ISO(L1-L3)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L2-L3)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$ $R_{ISO(L2-PE)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$	
29	ПРОВОДА-5: $R_{ISO(L3-PE)}, U_{ISO}, [ПРЕДЕЛ I], [ШУМ]$	
30	$R \pm 200 \text{ мА}$	[ШУМ I]
		R_F
		R_R

Внимание:
Отдельные Lp включают группы результатов, отображаемых на одном экране (при записи всех возможных результатов). Позиции 22, 23, 24-25 и 26-29 могут быть записаны альтернативно.

7.3 Просмотр памяти регистратора



Рис.46. Отображение информации на дисплее при просмотре памяти регистратора

Чтобы прочесть записанные в памяти регистратора результаты замеров, нужно переключатель [9] установить в положение **MEM**. В меню выбрать позицию «Память регистратора». На нижней полосе отобразится период регистрации t_p и число выборок n . Подсвеченное вначале поле просмотра (Рис.46) позволяет отображение даты и часа начала и конца регистрации, статистических значений напряжения сети во время регистрации U_{avr} , U_{min} , U_{max} и их процентное соотношение к U_n с последующим просмотром проб. Это производится клавишами $\leftarrow$ и $\rightarrow$.

7.4 Очистка памяти

Очистить можно всю память, отдельные банки или ячейки, а также память регистратора. Чтобы очистить ячейку, нужно:

- Переключатель [9] установить в положение **MEM**;
- выбрать «Очистка ячейки»;
- клавишами $\leftarrow$ и $\rightarrow$ подсветить поле выбора банка или ячейки и клавишами $\uparrow$ и $\downarrow$ выбрать номер банка и ячейки, которую нужно очистить (Рис.47)



Рис.47. Очистка ячейки памяти: 1 – № банка, 8 – № ячейки, [1] – банк с минимум одной занятой ячейкой, [8] – занятая ячейка

- нажать клавиши [12] $\rightarrow$, на экране появится вопрос, действительно ли следует очистить ячейку;

- после выбора возможности **«ДА»** нажать клавишу **12** , на экране появится надпись: **«Очистка выбранной ячейки»**, а также полоса, информирующая о процессе очистки. По окончании очистки появится надпись: **«Ячейка очищена»** и измеритель издаст короткий звуковой сигнал.

Чтобы очистить банк надо:

- переключатель **9** установить в положение **MEM**;
- выбрать **«Очистка банка»**;
- клавишами  и  выбрать номер банка;
- нажать клавишу **12** , на экране появится вопрос, действительно ли следует очистить банк;
- после выбора возможности **«ДА»** нажать клавишу **12** , на экране появится надпись: **«Очистка всего банка»**, а также полоса, информирующая о процессе очистки. По окончании очистки появится надпись: **«Банк очищен»** и измеритель издаст короткий звуковой сигнал.

Для очистки всей памяти нужно:

- переключатель **9** установить в положение **MEM**;
- из меню выбрать **«Очистка памяти»**;
- нажать клавишу **12** , на экране появится вопрос, действительно ли следует стереть всю память;
- после выбора опции **«ДА»** нажать клавишу **12** , на экране появится надпись: **«Очистка всей памяти»** и полоса, информирующая о процессе очистки. По окончании очистки появится надпись: **«Вся память очищена»** и измеритель издаст короткий звуковой сигнал.

Для очистки памяти регистратора надо:

переключатель **9** установить в положение **MEM**;

- в меню выбрать **«Очистка памяти регистратора»**;
- нажать клавишу **12** , на экране появится вопрос, действительно ли следует очистить память регистратора;
- после ответа **«ДА»** нажать клавишу **12** , на экране появится надпись: **«Очистка памяти регистратора»**, а также полоса, информирующая о процессе очистки. По окончании очистки появится надпись: **«Память регистратора очищена»**, а измеритель издаст короткий звуковой сигнал.

Чтобы отказаться от очистки, следует нажать клавишу **14** .

7.5 Передача результатов из памяти прибора в компьютер

7.5.1 Пакет оснащения для работы с компьютером

Для работы измерителя с компьютером необходим кабель последовательной передачи и соответствующее программное обеспечение. Если пакет не был приобретен вместе с измерителем, его можно купить у изготовителя или авторизованного дистрибьютера.

Имеющийся пакет можно использовать для работы с многими приборами производства SONEL, оснащенными портами RS232.

Подробная информация о программном обеспечении доступна у Изготовителя и дистрибьютеров.

7.5.2 Соединение измерителя с компьютером

Для соединения измерителя с компьютером надо:

- Подключить кабель к последовательному порту (RS-232) компьютера и к разъему **6** измерителя;
- в **MENU** выбрать режим передачи данных (см. пункт 7.2);
- Запустить программу;
- Следовать указаниям программы.

Если Ваш компьютер не имеет разъема RS-232, то Вы можете произвести подключение с помощью специального переходника – Адаптера интерфейса конвертора USB / последовательный порт TU-S9 (рис. 48). Если данный адаптер-переходник Вами не был приобретен совместно с прибором, то Вы можете приобрести его отдельно.



Рис. 48 Адаптер интерфейса конвертор USB / последовательный порт TU-S9

8 Меню

Меню доступно в каждом положении поворотного переключателя. Вход в эту опцию нажатием клавиши **MENU** позволяет выполнять следующие операции:

- Регулировка контрастности дисплея (0...100%);
- Передача данных через порт RS232;
- Выбор номинального напряжения сети U_n ;
- Выбор величины для отображения в качестве главного результата (Z_S или I_K) при замере сопротивления петли короткого замыкания;
- Включение автоинкрементации номера ячейки памяти;
- Установка автоматического режима измерения УЗО;
- Установка автоматического отключения измерителя AutoOFF;
- Установка времени измерения с использованием адаптера AutoISO 1000;
- Набор установок измерения;
- Возврат к заводским установкам;
- Установка даты и времени;
- Выбор языка;
- Обновление программы (продвинутая функция);
- Получение основных сведений о Производителе;
- Версия программы.

Чтобы выйти из **MENU** нужно нажать клавишу **14** .

Внимание:
После нажатия клавиши **13**  по умолчанию выбирается позиция
«Контраст дисплея».

8.1 Регулировка контрастности дисплея

Чтобы установить контрастность дисплея, нужно:

- нажать клавишу **13** .
- нажать клавишу **12** .
- клавишами  и  установить нужную контрастность;
- выйти из опции нажатием клавиши **14**  или **12** .

8.2 Выбор номинального напряжения сети

Для выбора номинального напряжения сети нужно:

- в **MENU** выбрать позицию Номинальное напряжение сети;
- нажать клавишу **12** .
- в появившемся окне клавишами  и  выбрать нужную величину ;
- нажать клавишу **12** .

Выход из **MENU** производится нажатием **14** .

8.3 Выбор величины, в качестве отображения главного результата, при измерении полного сопротивления петли короткого замыкания

Чтобы выбрать отображение главного результата как Z_S или I_K ,нужно:

- в **MENU** выбрать позицию «Главный результат измерения петли»;
- нажать клавишу **12** .
- в появившемся окне клавишами  и  выбрать Z_S или I_K ;
- нажать клавишу **12** .

Выйти из **MENU** нажатием клавиши **14** .

8.4 Автоинкрементация ячейки памяти

Чтобы выбрать автоматическое увеличение номера ячейки после каждой записи в память нужно:

- в **MENU** выбрать позицию «Установки записи в память»;
- нажать клавишу **12** .

- в показавшемся окне клавишами выбрать опцию «Автоинкрементация ячейки»;
- нажать клавишу **12** .

Выход из **MENU** произойдет после нажатия клавиши **14** .

8.5 Выбор периода измерения R_{ISO} с использованием адаптера AutoISO

Для выбора отдельного замера R_{ISO} при помощи адаптера AutoISO 1000 надо:

- в **MENU** выбрать позицию Время измерения AutoISO;
- нажать клавишу **12** .
- в открывшемся окне клавишами  и  выбрать нужное время; позиция «Автоматически» обозначает время, необходимое для стабилизации результата измерения;
- нажать клавишу **12** .

Выход из **MENU** произойдет после нажатия **14** .

8.6 Заводские установки

Чтобы вернуть заводские установки, нужно:

- в **MENU** выбрать позицию «Заводские установки»;
- нажать **12** .
- в открывшемся окне выбора отметить опцию «ДА»;
- нажать клавишу **12** .

Параметры заводских установок:

1. контраст дисплея: 50%;
 2. номинальное напряжение сети: 230/400 В;
 3. в измерении петли короткого замыкания главный параметр: Z_S ;
 4. автоинкрементация ячейки: выключена;
 5. время измерения AutoISO: автоматическое;
 6. параметры УЗО, измеряемые в режиме AUTO:
 - вид тока: синусоидальный;
 - тип УЗО: неселективного типа;
 - U_B ;
 - R_E ;
 - t_A для 0,5 $I_{\Delta n}$ и фазы начальной положительной и отрицательной;
 - t_A для $I_{\Delta n}$ и фазы начальной положительной и отрицательной;
 - I_A для фазы начальной положительной и отрицательной;
 7. В функции регистратора измерение, регистрация напряжения сети;
 8. язык: польский;
 9. установки экрана:
 - замеры петли замыкания;
 - Провод WS-01;
 - замер R_E ;
- Провод $L=1,2$ м;
- замеры УЗО;
 - $I_{\Delta n}$: 30 мА;
 - кратность: $\times 1$;
 - вид: синусоидальный с начальной фазой положительной;
 - тип УЗО: обычный;
 - U_L : 50 В;
 - режим: I_A , U_B , R_E (для функции I_A) или t_A , U_B , R_E (для функции t_A);
 - измерение сопротивления изоляции;
 - U_N : 250 В;
 - режим: RISO;
 - измерения сопротивления низким напряжением;
 - режим: beep
 - LOGGER:
 - Регистрация напряжения;
 - $t_p = 1$ с;
 - $n = 1000$.

8.7 Установка даты и времени

Для установки даты и времени:

в **MENU** выбрать позицию «**Установка даты и времени**»;

нажать клавишу **12** ;

клавишами  и  выбрать установку даты или времени;

нажать **12** ;

клавишами  и  выставить текущую дату и/или время, переходя от цифры к цифре клавишами  и ;

подтвердить установку клавишей **12** ;

клавишей  и  перейти в позицию «**Установить**»;

нажать клавишу **12** ;

чтобы выйти из опции, нажать **14** .

8.8 Выбор языка

Входя в подменю «**Язык**» Пользователь измерителя получает возможность выбора языка, на котором прибор будет показывать все надписи.

8.9 Обновление программы измерителя

Есть возможность обновления программы управления измерителя без отправки его в мастерскую.

ВНИМАНИЕ!
Функция предназначена строго для Пользователей, умеющих обращаться с компьютерной техникой. Гарантия не включает неправильной работы прибора из-за неумелого использования этой функции.

Для необходимого обновления программы нужно:

- скачать программу для измерителя;
- подключить измеритель к компьютеру;
- в **MENU** выбрать позицию «**Продвинутые**»;
- нажать клавишу **12** ;
- клавишей **12**  войти в функцию «Обновление программы» и подтвердить прочтение показанных сведений;
- в компьютере установить и запустить программу программирования измерителя;
- в программе выбрать порт, включить функцию «Проверка подключения», а затем запустить функцию «Программирование»;
- следовать указаниям программы.

ВНИМАНИЕ!
На время программирования следует заменить батарею на новую.
В процессе программирования нельзя выключать измеритель или разъединять передающие провода.

Внимание:
Во время программирования клавиатура (за исключением клавиши **8** ) не действует. В этой функции измеритель самостоятельно не выключается.

8.10 Сведения об изготовителе и программе

Войдя в это подменю можно получить основные сведения об изготовителе прибора и версии программы.

9 Решение проблем

9.1 Условия выполнения измерения и получения точных результатов

Измерители MPI-511 передают на дисплей предупреждающие сообщения, связанные с работой прибора, а также с внешними факторами, связанными с процессом измерения.

ВНИМАНИЕ!
Подключение напряжения переменного тока выше 440 В между любыми измерительными клеммами может привести к повреждению измерителя.

Для начала измерения необходимо выполнить несколько условий. Измеритель автоматически блокирует начало каждого измерения (это не относится к измерению напряжения сети) в случае обнаружения какого-либо отклонения:

Функция измерения	Ситуация	Отображаемые символы и предупредительные сигналы	Замечания
Все	Напряжение на измерителе выше 440 В	Надпись: $U > 440V!$ и постоянный звуковой сигнал.	Надо немедленно отключить измеритель от проверяемой сети!
Петля короткого замыкания и УЗО	Неверные напряжения в сетевом гнезде: U_{L-N} , U_{L-PE} вне диапазона (Рис.9), слишком большое U_{N-PE}	Символы: $L-N$ $L-PE$ $N-PE$	Вместо надписи: ГОТОВО
Петля короткого замыкания	Частота напряжения в сети вне границ 45..65Гц	Надписи: «Ошибка» и: $f < 45$ Гц или $f > 65$ Гц Два длинных сигнала	Надписи и звуковой сигнал после нажатия клавиши 
Петля короткого замыкания R_E	При измерении сопротивления петли напряжение падает ниже U_{min}	Надпись: «Исчезновение напряжения при измерении». Два длинных звуковых сигнала.	
Петля короткого замыкания	При измерении сопротивления создается ситуация, не позволяющая его окончание	Надпись: « Ошибка при замере ». Два длинных сигнала	
Петля короткого замыкания	При замере сопротивления петли перегорает предохранитель или другая аварийная ситуация в цепи тока	Надпись: « Повреждение цепи замыкания ». Два длинных звуковых сигнала	
R_E	напряжение U_{L-PE} вне диапазона (Рис.9)	Символ: $L-PE$	Вместо надписи: ГОТОВО
УЗО	Превышена безопасная величина напряжения касания	надпись: $U_B > U_L!$ Два длинных сигнала	
R_{iso}	При замере сопротивления изоляции измеритель обнаружил присутствие напряжения на объекте, постоянного выше 2 В или переменного выше 20 В.	Надпись: « Напряжение на объекте ». Продолжительный звуковой сигнал	Немедленно отключить измеритель от исследуемого объекта!
$R_{\bullet})$ $\pm 200mA$	При измерении целостности цепи измеритель обнаружил наличие напряжения постоянного и/или переменного тока на объекте выше 0,5В . При измерении целостности провода защиты током $\pm 200 mA$ измеритель обнаружил наличие напряжения постоянного и/или переменного тока на объекте выше 1В.	Надпись: « Напряжение на объекте ». Длительный сигнал	Немедленно отсоединить измеритель от проверяемого объекта!
Петля короткого	Теплозащита блокирует измерение	Показан символ 	Звуковой сигнал после нажатия

Функция измерения	Ситуация	Отображаемые символы и предупредительные сигналы	Замечания
замыкания и УЗО		 Длинный звуковой сигнал	клавиши 
R _{iso}	Превышен диапазон измерения	Надпись: >1000МОм или >1999МОм или >3 ГОм. Два долгих звуковых сигнала	
Все, кроме R _{iso}	Превышен диапазон измерения	Надпись: OFL . Два долгих сигнала	
Все	Разрядка батареи	Отображается символ 	Замеры возможны, с учетом дополнительных ошибок.

Внимание:
Надписи, сообщающие о неисправностях (кроме: „U>440В!” и „Напряжение на объекте!”) показываются 3 секунды.

Нужно обратить внимание на правильный подбор измерительных концов, поскольку качество измерений зависит от качества соединений. Они должны обеспечивать надежный контакт и непрерывное течение большого измерительного тока. Недопустимо, например, зацепление крокодила за заснеженные или заржавевшие части – сначала их нужно очистить или использовать для замеров острый зонд.

9.2 Сообщения об ошибках, обнаруженных в результате авто-теста

Если в результате самопроверки прибор обнаруживает неполадки, нормальный режим работы прерывается и отображается сообщение об ошибке. Могут появиться следующие надписи;

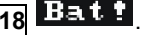
- «Внутренняя ошибка»;
- «Поврежденный контроллер ФЛЭШ»;
- «Поврежденные калибровочные данные»;

Демонстрация сообщения об ошибке может быть вызвана кратковременным воздействием внешних факторов. Поэтому нужно для начала просто выключить прибор и затем включить его вновь. Если проблема не исчезла – отдать его в ремонт.

9.3 Прежде чем отдать прибор в Сервисный центр

Перед отправкой прибора в Сервисный центр рекомендуем связаться с Сервисным центром по телефону или электронной почте - возможно, что прибор не поврежден, и проблема возникла по другой причине. Устранение повреждений измерителя должно производиться только в Сервисных центрах, указанных Изготовителем.

В таблице ниже описаны рекомендуемые действия в некоторых ситуациях, возникающих при использовании измерителя.

Функция измерения	Симптом	Причина	Действия
Все	Прибор не включается нажатием   При измерении напряжения появляется символ  Измеритель отключается в процессе последующего теста	Разряженная или плохо вставленная батарея	Проверить надежность установки батареи, заменить ее на новую. Если не помогло – отдать в ремонт.
	Ошибки измерений при переносе прибора с мороза в теплое помещение и при высокой влажности	Не акклиматизировался	Не проводить замеров, пока прибор не примет температуру окружающей среды – около получаса, и пока он не высохнет.
Петля короткого замыкания и УЗО	Результаты последовательных измерений в одном и	Неправильные соединения в исследуемой	Проверить и устранить дефекты соединений

Функция измерения	Симптом	Причина	Действия
	том же пункте разнятся друг от друга значительно	проводке	
		Сеть с большим числом помех или нестабильным напряжением	Провести большое число замеров, усреднить результат
Петля короткого замыкания	Измеритель показывает величины, близкие к нулю или нулевые, независимо от места замера и эти величины сильно отличаются от ожидавшихся	Повреждение цепи замыкания	Отправить прибор в ремонт
УЗО	При замере напряжения касания или сопротивления заземления происходит срабатывание УЗО (УЗО уже при 40% установленного $I_{\Delta n}$)	Слишком большой установленный $I_{\Delta n}$	Выставить правильный $I_{\Delta n}$
		Относительно большие токи утечки	Обратиться к сноске в начале части 5.8.2
		Дефект проводки	Проверить правильность подсоединения проводов N и PE
	При проверке запуска выключателя он не срабатывает	Маленький установленный $I_{\Delta n}$	Установить правильный $I_{\Delta n}$
		Неправильно установлен вид тока	Установить нужный вид тока
		Поврежденный УЗО	Проверить УЗО кнопкой TEST, при необходимости заменить УЗО
	При измерении тока срабатывания отображается надпись УЗО, хотя выключатель сработал	Дефект проводки	Проверить правильность подключения N и PE
		Время срабатывания выключателя больше времени измерения	Выключатель надо считать неисправным
	Большая разница результатов при повторении измерений на одном и том же УЗО	Входное подмагничивание трансформатора внутри выключателя	Явление нормальное для некоторых выключателей дифф. тока прямого действия, попытаться провести следующие измерения при противоположной полярности тока дифференцированного.
			Проверить соединения провода защиты
	Выполнение замера t_A или I_A невозможно	Напряжение касания которое возникает при замере t_A или I_A , может превысить безопасную величину – измерение автоматически блокируется	Проверить правильность выбора УЗО по отношению к расчетному дифференцированному току
		Слишком велик выставленный $I_{\Delta n}$	Выставить нужный $I_{\Delta n}$
	Нестабильный	Значительные токи	Обратиться к сноске в

Функция измерения	Симптом	Причина	Действия
	результат измерения U_B или R_E , то есть результаты последовательных замеров, проводимых в той самой точке проводки, существенно разнятся	утечки, характеризующиеся высокой изменчивостью	начале части 5.8.2
	Надпись PE не появляется, хотя напряжение между электродом касания и проводом PE превышает порог срабатывания детектора (ок. 50V)	Поворотный переключатель неправильно установлен. Электрод касания работает неправильно или повреждены цепи ввода измерителя.	Измеритель – в ремонт, использование неисправного прибора недопустимо
	Отображается надпись RE!	Слишком велико R_E для создания установленного тока $I_{\Delta n}$	Электрод касания активен для измерения параметров петли замыкания и УЗО за исключением функции $Z_{L-N,L-L} U_{L-N,L-L}$ Установить меньший ток $I_{\Delta n}$
R_E	Измеритель показывает 0,00Om	Нет соединения зажима S с землей	Проверить соединение
R_{iso}	Нестабильный результат замеров сопротивления изоляции	Помехи в тестируемом объекте	Устранить источник помех
		Повреждены измерительные провода	Заменить провода
		Утечка через поверхностное сопротивление	Применить замер трехзажимный
	Слишком малая, по сравнению с предыдущей, величина R_{iso} при замере на том же объекте с напряжением сначала большим, затем меньшим	Типичное физическое явление: влияние предварительной поляризации электрических диполей в диэлектрике	Подождать несколько минут и повторить замер
	Измеритель издает длительный звуковой сигнал с короткими перерывами	Повреждена изоляция проверяемого объекта, напряжение измерения отличается от установленного больше, чем на 10%	Закончить измерения - изоляция проверяемого объекта повреждена. Если то же самое повторяется и на другом объекте, отдать прибор в ремонт.
	При измерении сопротивления изоляции работа прибора нарушается (напр. Слишком раннее автоотключение)	Повреждена изоляция объекта, пробой или искрение на проверяемом объекте	
	После нажатия кнопки START динамик подает постоянный звуковой сигнал	Сработало ограничение тока при зарядке емкости исследуемого объекта	Подождать несколько секунд (до минуты), не прерывая замер
	По окончании измерения и	Зонды были отсоединены до	Недопустимо отсоединение

Функция измерения	Симптом	Причина	Действия
	отключении зондов от объекта он остается заряженным опасным напряжением	окончания измерения	проводов измерения от проверяемых объектов до окончания измерения
		Повреждена схема разрядки	Если, несмотря на правильное выполнение измерения, объект по-прежнему заряжен, измеритель следует отдать в ремонт.

10 Питание измерителя

10.1 Мониторинг напряжения питания

Уровень зарядки элементов питания или аккумуляторов отображается символом, располагающимся в правом верхнем углу экрана, как показано на Рис. 51.



Рис. 51. Мониторинг состояния зарядки элементов питания или аккумуляторов

10.2 Питание измерителя от аккумуляторов

Измеритель MPI-511 может быть запитан и от пакета аккумуляторов. Для их зарядки служит специальный внешний блок зарядного устройства, поставляемый дополнительно. Пакет аккумуляторов размещается в контейнере нижней части корпуса прибора.

ВНИМАНИЕ:
Измерители MPI-511 работают нормально с пакетом аккумуляторов типа SONEC NiMH 7,2В. Аккумуляторы поставляются в незаряженном состоянии. Перед использованием измерителя они должны быть обязательно заряжены.

10.3 Замена элементов питания или аккумуляторов

Измеритель MPI-511 питается пятью элементами питания R14 (рекомендуется применять алкалоидные элементы питания) или пакетом аккумуляторов, расположенными в блоке в нижней части корпуса.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Не оставляйте провода в гнездах во время замены элементов питания или пакета аккумуляторов, это может угрожать поражением опасным напряжением

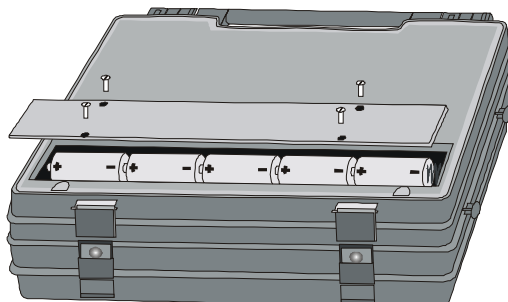


Рис. 52. Вскрытие контейнера для пакета элементов питания или аккумуляторов

Разрядка элементов питания или аккумуляторов отображается символом **18 Bat !**. Для замены элементов питания или поврежденного аккумулятора необходимо:

- Вынуть все провода из гнезд и выключить измеритель;
- Снять крышку контейнера элементов питания (в нижней части корпуса), открутив четыре винта;
- Заменить все элементы питания или поврежденный пакет аккумуляторов. Элементы питания (5 шт. R14) или новый пакет аккумуляторов нужно уложить согласно схеме на внутренней стороне крышки. Неправильная укладка элементов питания не повлечет повреждения прибора или элементов питания, просто измеритель не будет работать;
- Поставить на место и привинтить крышку контейнера.

10.4 Зарядка пакета аккумуляторов

Внимание 
При подаче питания от электрической сети прибор следует размещать таким образом, чтобы не было трудностей с его отключением.

При подключении к гнезду **1** измерителя специального разъема от внешнего зарядного устройства автоматически распознается процесс зарядки пакета аккумуляторов (рис. 53). Превышение необходимого напряжения на выходе зарядного устройства контролируется измерителем. Устройство распознавания измерителя определяет стандартный пакет аккумуляторов, и попытка произвести зарядку элементов питания отвергается.

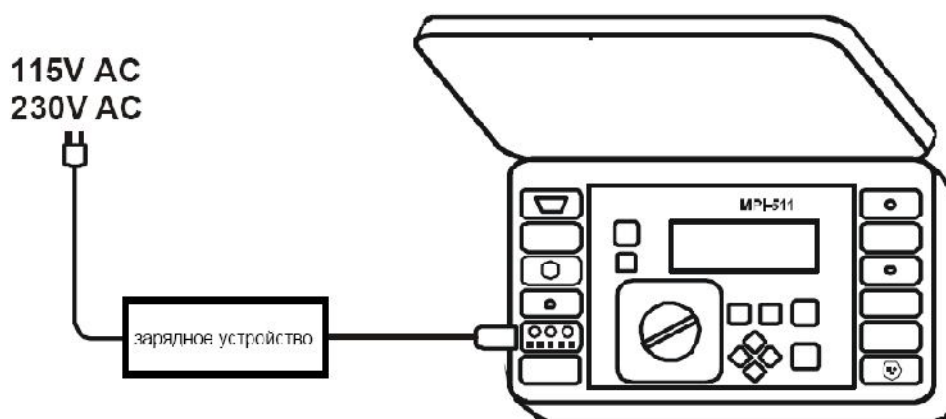


Рис. 53. Схема подключения прибора при зарядке аккумулятора

Аккумуляторы заряжаются согласно алгоритма “быстрая зарядка”- этот процесс позволяет сократить время зарядки приблизительно до 3-х часов.

В процессе зарядки температура, изменение напряжения и зарядного тока контролируется прибором. При нормальном режиме зарядки мигает светодиод **28** с частотой приблизительно 1 Гц. Об окончании процесса зарядки сообщает непрерывное свечение светодиода. Аварийная ситуация (нестандартный пакет аккумуляторов, попытка зарядки элементов питания) сигнализируется частым миганием светодиода.

ВНИМАНИЕ:
Вследствие нарушения в сети может случиться преждевременное окончание зарядки аккумуляторов. В случае установки слишком короткого времени заряда (аккумуляторы не заряжаются до конца), необходимо вынуть вилку из сети и начать зарядку еще раз.

10.5 Общие правила использования NiMH аккумуляторов.

- При длительном хранении прибора следует вынуть аккумуляторы из него и хранить отдельно.

- Храните аккумуляторы в сухом, прохладном, хорошо вентилируемом помещении, а также защищайте их от перегрева под прямыми лучами солнца. Температура окружающей среды для длительного хранения должна быть ниже 30°C. Хранение аккумуляторов длительное время при высокой температуре, вследствие внутренних электро- химических процессов, сокращает их срок службы.

- Аккумуляторы NiMH рассчитаны на 500-1000 циклов зарядки и достигают максимальной энергоёмкости после формирования 2-3 циклов зарядки-разрядки (изначально или при малом ресурсе энергоёмкости). Важнейшим фактором, влияющим на срок службы аккумулятора, есть глубина разрядки. Или более глубокая разрядка аккумуляторов сокращает их срок службы.

- Эффект памяти в аккумуляторах NiMH проявляется в ограниченной форме. Те аккумуляторы можно без больших последствий дозарядить. Желательно, однако, через определенное время эксплуатации, несколько циклов полностью его разрядить.

- Во время хранения аккумуляторов NiMH происходит самопроизвольная их разрядка со скоростью около 30% в месяц. Хранение аккумуляторов в высоких температурах может ускорить этот процесс даже вдвое. Чтобы не допустить лишней разрядки аккумуляторов, рекомендуется через некоторое время дозарядить их (даже неупотребляемые).

- Современные быстродействующие зарядные устройства распознают в одинаковой степени очень низкую, так и очень высокую температуру аккумуляторов и соответственно откликаются на эти ситуации. Очень низкая температура должна сделать невозможным начало процесса зарядки, который может окончательно повредить аккумулятор. Рост температуры аккумулятора является сигналом для завершения зарядки и является типичным явлением. Зарядка при высокой температуре окружающей среды кроме уменьшения срока службы, влечет более быстрый рост температуры аккумулятора, который не будет заряжен до полной емкости.

- Следует помнить, что при быстрой зарядке аккумуляторы заряжаются к около 80% емкости. Лучших результатов можно получить, продлив зарядку: зарядное устройство будет переходить тогда в режим подзарядки малым током и после следующих нескольких часов аккумуляторы заряжаются до полной емкости.

- Не заряжайте и не употребляйте аккумуляторы в экстремальных температурах. Крайние температуры сокращают сроки службы элементов питания и аккумуляторов. Надлежит избегать размещений установок, пополняемых аккумуляторами в очень теплых местах. Номинальная температура работы должна очень строго соблюдаться.

11 Уход за прибором

Внимание

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

Корпус измерителя можно чистить мягкой влажной фланелью, применяя любой доступный мыльный раствор. Нельзя использовать растворители, абразивные чистящие средства (порошки, пасты и так далее).

Электронная схема измерителя не нуждается в очистке, за исключением гнезд подключения измерительных проводников.

Измеритель MPI-511 укомплектован пакетом аккумуляторов SONEL Ni-MH 7,2 В.

Ремонт измерителя осуществляется после квалифицированной диагностики в сервисном центре.

12 Условия окружающей среды

12.1 Нормальные условия окружающей среды

- а) рабочая температура от 0° до 40°C
- б) температура номинальная от 20° до 25°C
- в) температура хранения от -20°C до +60°C
- г) при максимальной относительной влажности 85 % для температур до 31°C и с линейным уменьшением относительной влажности до 60% при увеличении температуры до 40°C

13 Хранение

При хранении прибора следует придерживаться следующих рекомендаций:

- Отключить от измерителя все провода;
- Убедиться, что измеритель и все его аксессуары сухие;
- При длительном хранении вынуть батареи;
- Хранить согласно норме PN-85/T-06500/08, допускается температура хранения, приведенная в спецификации.

14 Утилизация

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

15 Приложения

15.1 Технические данные

«емр» - единица младшего разряда

Измерение напряжений (кроме функции LOGGER)

Диапазон	Разрешение	Погрешность основная
0...440 В	1 В	$\pm(2 U + 2 \text{ емр})$

- Диапазон частоты: 45...65 Гц

Измерение напряжения (для функции LOGGER)

Диапазон	Разрешение	Погрешность основная
0...440 В	1 В	$\pm(2 U + 2 \text{ емр})$

- True RMS номинальная частота сети f_n : 50 Гц, 60 Гц

Измерение частоты

Диапазон	Разрешение	Погрешность основная
45,0...65,0 Гц	0,1 Гц	$\pm(0,1\% f + 1 \text{ емр})$

- Диапазон напряжения: 50...440 В

Измерение тока (True RMS)

Диапазон	Разрешение	Погрешность основная*)
0,0...99,9 мА	0,1 мА	$\pm(5\% I + 3 \text{ емр})$
100...999 мА	1 мА	$\pm(5\% I)$
1,00...9,99 А	0,01 А	$\pm(5\% I)$
10,0...99,9 А	0,1 А	$\pm(5\% I)$
100...999 А	1 А	$\pm(5\% I)$

- Номинальная частота сети f_n : 50 Гц, 60 Гц

*) нужно дополнительно учесть ошибку токовых клещей 0,3 %

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

Диапазон [Вт], [ВА], [ВАр]	Разрешение [Вт], [ВА], [вар]	Погрешность основная*)
0,00...9,99	0,01	$\pm(7\% S + 10 \text{ емр})$
10,0...99,9	0,1	$\pm(7\% S + 5 \text{ емр})$
100...999	1	$\pm 7\% S$
1,00 К...9,99 К	0,01 К	$\pm 7\% S$
10,0 К...99,9 К	0,1 К	$\pm 7\% S$
100 К...440 К	1 К	$\pm 7\% S$

- Диапазон напряжений: 0...440 В;
- Диапазон токов: 0...1000 А;
- Номинальная частота сети f_n : 50 Гц, 60 Гц;
- Число фаз измеряемой цепи: 1;
- Диапазон отображения $\cos \varphi$: 0,00...1,00 (разрешение 0,01);
- *) U: 50...440 В, I: 10 мА...1000 А
Нужно учесть дополнительную ошибку токовых клещей 0,3 %.

Измерение полного сопротивления петли короткого замыкания Z_{L-PE} , Z_{L-N} , Z_{L-L}

Измерение сопротивления петли Z_S

Диапазон измерений согласно IEC 61557:

Провод измерительный	Диапазон измерения Z_S
1,2 м	0,13...1999 Ом
5 м	0,15...1999 Ом
10 м	0,19...1999 Ом
20 м	0,25...1999 Ом
WS-01	0,25...1999 Ом

Диапазон отображения	Разрешение	Погрешность основная
0...19,99 Ом	0,01 Ом	$\pm(5\% Z_S + 5 \text{ емр})$
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	$\pm(5\% Z_S + 5 \text{ емр})$
200...1999 Ом	1 Ом	$\pm(5\% Z_S + 5 \text{ емр})$

- Номинальное напряжение цепи U_{L-N}/U_{L-L} : 115/200 В, 220/380 В, 230/400 В, 240/415 В;
- Рабочий диапазон напряжений: 100...250 В (для Z_{L-PE} и Z_{L-N}) или 100...440 В (для Z_{L-L});
- Номинальная частота сети f_n : 50 Гц, 60 Гц;
- Рабочий диапазон частоты: 45...65 Гц;
- Максимальный ток (для 400 В): 40 А (10 мс);
- Контроль правильности зажима РЕ при помощи электрода касания (касается Z_{L-PE}).

Показания активного (R_S) и реактивного (X_S) сопротивления петли короткого замыкания

Диапазон	Разрешение	Погрешность основная
0..19,99 Ом	0,01 Ом	$\pm(5\% Z_S + 5 \text{ емр})$
20,0..199,9 Ом	0,1 Ом	$\pm(5\% Z_S + 5 \text{ емр})$

Расчет и отображение для $Z_S < 200$ Ом

Показания тока короткого замыкания I_K

Диапазоны измерения согласно IEC 61557 (для измерительного провода с сетевой вилкой);

0,058...467 А для $U_n = 115$ В;
 0,064...515 А для $U_n = 127$ В;
 0,100...813 А для $U_n = 200$ В, только Z_{L-L} ;
 0,110...894 А для $U_n = 220$ В;
 0,115...935 А для $U_n = 230$ В;
 0,120...975 А для $U_n = 240$ В;
 0,190...1545 А для $U_n = 380$ В, только Z_{L-L} ;
 0,200...1626 А для $U_n = 400$ В, только Z_{L-L} ;
 0,207...1687 А для $U_n = 415$ В, только Z_{L-L} ;

Диапазон отображения	Разрешение	Основная погрешность
0,058...1,999 А	0,001 А	Рассчитывается на основании погрешности для 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	

Измерение полного сопротивления петли короткого замыкания Z_{L-PE} УЗО (без отключения выключателя УЗО)

Измерение сопротивления петли короткого замыкания Z_S

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

Диапазон отображения	разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	$\pm(6\% Z_S + 10 \text{ емр})$
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	$\pm(6\% Z_S + 5 \text{ емр})$
200...1999 Ом	1 Ом	$\pm(6\% Z_S + 5 \text{ емр})$

- Не вызывает срабатывания выключателей УЗО с $I_{\Delta n} \geq 30$ мА;
- Номинальное рабочее напряжение U_n : 115 В, 127 В, 220 В, 230 В, 240 В;
- Рабочий диапазон напряжений: 100...250 В;
- Номинальная частота сети f_n : 50 Гц, 60 Гц;
- Рабочий диапазон частоты: 45...65 Гц;
- Контроль правильности соединения зажима РЕ при помощи электрода касания.

Показания активного (R_s) и реактивного (X_s) сопротивления петли короткого замыкания

Диапазон отображения	Разрешение	Основная погрешность
0...19,99 Ом	0,01 Ом	$\pm(6\% Z_s + 10 \text{ емр})$
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	$\pm(6\% Z_s + 5 \text{ емр})$

Расчет и отображение для величины $Z_s < 200$ Ом

Показания тока короткого замыкания I_K

Диапазоны измерения согласно IEC 61557;

0,058...230 А для $U_n = 115$ В;

0,064...254 А для $U_n = 127$ В;

0,100...400 А для $U_n = 200$ В;

0,110...440 А для $U_n = 220$ В;

0,115...460 А для $U_n = 230$ В;

0,120...480 А для $U_n = 240$ В;

0,190...760 А для $U_n = 380$ В;

0,200...800 А для $U_n = 400$ В;

0,207...830 А для $U_n = 415$ В.

Диапазон отображения	Разрешение	Основная погрешность
0,058...1,999 А	0,001 А	Расчет на основании погрешности для 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	

Измерение параметров отключения УЗО

- Номинальное напряжение работы U_n : 115, 127, 220, 230, 240 В;
- Рабочий диапазон напряжений: 100...250 В;
- Номинальная частота сети f_n : 50, 60 Гц;
- Рабочий диапазон частоты: 45...65 Гц.

Тест отключения УЗО и измерение времени отключения t_A (для функции измерения t_A)

Диапазон измерений согласно IEC 61557: 0 мс...до верхней границы отображаемой величины

Тип выключателя	Установка кратности	Диапазон измерения	Разрешение	Основная погрешность		
Общего типа	0,5 I _{Δn}	0..300 мс	1 мс	± (2% t _A +2 емр)		
	1 I _{Δn}					
	2 I _{Δn}	0..150 мс				
	5 I _{Δn}	0..40 мс				
Селективного	0,5 I _{Δn}	0..500 мс				
	1 I _{Δn}					
	2 I _{Δn}	0..200 мс				
	5 I _{Δn}	0..150 мс				

Точность установки дифференциального тока:

для 1 $I_{\Delta n}$, 2 $I_{\Delta n}$ и 5 $I_{\Delta n}$ 0..8%;

для 0,5 $I_{\Delta n}$ -8..0%.

Действительная величина создаваемого тока утечки при измерении времени отключения УЗО

$I_{\Delta n}$	Установка кратности							
	0,5				1			
10	5	10	10	10	10	20	20	20
30	15	21	21	30	30	42	42	60
100	50	70	70	100	100	140	140	200
300	150	210	210	300	300	420	420	600
500	250	350	350	—	500	700	700	1000*
1000	500	700	700	—	1000	—	—	—

$I_{\Delta n}$	Установка кратности							
	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	—	—	—	—	—	—	—	—

Измерение сопротивления заземления R_E

Выборный номинальный ток выключателя	Диапазон измерения	Разрешение	Ток измерения	Основная погрешность
10 мА	0,01..5,00 кОм	0,01 кОм	4 мА	$\pm(0..10\% R_E + 8\text{еmp})$
30 мА	0,01..1,66 кОм		12 мА	$\pm(0..10\% R_E + 5\text{еmp})$
100 мА	1 Ом..500 Ом	1 Ом	40 мА	$\pm(0..5\% R_E + 5\text{еmp})$
300 мА	1 Ом..166 Ом		120 мА	
500 мА	1 Ом..100 Ом		200 мА	
1000 мА	1 Ом..50 Ом		400 мА	

Измерение напряжения прикосновения U_B , отнесенного к номинальному дифференциальному току.

Диапазон измерения согласно IEC 61557: 10...50 В

Выборный номинальный ток выключателя	Диапазон измерения	Разрешение	Ток измерения	Основная погрешность
10 мА	0..50 В	0,1 В	4 мА	$\pm(0..10\% U_B + 5\text{еmp})$
30 мА			12 мА	
100 мА			40 мА	
300 мА			120 мА	
500 мА			200 мА	
1000 мА			400 мА	

Измерение тока отключения УЗО I_A для синусоидального дифференциального тока

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

Выбранный номинальный ток выключателя	Диапазон измерения	Разрешение	Ток измерения	Основная погрешность
10 мА	3,3..10,0 мА	0,1 мА	0,3 x I _{Δn} ..1,0 x I _{Δn}	± 5 % I _{Δn}
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_A для дифференциального пульсирующего однонаправленного тока

Выборный номинальный ток выключателя	Диапазон измерения	Разрешение	Ток измерения	Основная погрешность
10 мА	4,0..20,0 мА	0,1 мА	$0,4 \times I_{\Delta n}..2,0 \times I_{\Delta n}$	$\pm 14\% I_{\Delta n}$
30 мА	12,0..42,0 мА		$0,4 \times I_{\Delta n}..1,4 \times I_{\Delta n}$	$\pm 10\% I_{\Delta n}$
100 мА	40..140 мА	1 мА		

300 мА	120..420 мА		$I_{\Delta n}$	
500 мА	200..700 мА			
1000 мА	400..1400 мА			

- Возможно измерение для положительных или отрицательных полупериодов вынужденного тока утечки;
- Время протекания тока измерения:..... макс. 3200 мс.

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

Выбранный номинальный ток выключателя	Диапазон измерения	Разрешение	Ток измерения	Основная погрешность
10 мА	4,0..20,0 мА	0,1 мА	$0,4 \times I_{\Delta n}..2,0 \times I_{\Delta n}$	$\pm 14 \% I_{\Delta n}$
30 мА	12,0..42,0 мА			
100 мА	40..140 мА	1 мА	$0,4 \times I_{\Delta n}..1,4 \times I_{\Delta n}$	$\pm 10 \% I_{\Delta n}$
300 мА	120..420 мА			
500 мА	200..700 мА			
1000 мА	400..1400 мА			

- Допускается измерение для положительных и отрицательных полупериодов вынужденного тока утечки;
- Время протекания тока измерения:..... макс. 3200 мс.

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

Настройка УЗО для постоянного дифференциального тока				
Выбранный номинальный ток выключателя	Диапазон измерения	Разрешение	Ток измерения	Основная погрешность
10 мА	4,0..20,0 мА	0,1 мА	0,4 x I _{Δn} ..2,0 x I _{Δn}	± 14 % I _{Δn}
30 мА	12..60 мА	1 мА		
100 мА	40..200 мА			
300 мА	120..600 мА			

- Возможно измерение для положительного или отрицательного полупериода вынужденного тока утечки;
- Время протекания тока измерения:..... макс. 3200 мс.

Измерение сопротивления заземления R_E

Диапазон измерения согласно IEC 61557-5: 0,3...1999 Ом

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0,00...19,99 Ом	0,01 Ом	$\pm(5\% R_E + 5 \text{ емр})$
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	$\pm(5\% R_E + 5 \text{ емр})$
200...1999 Ом	1 Ом	$\pm(5\% R_E + 5 \text{ емр})$

- Номинальное напряжение сети, используемой в качестве дополнительного источника U_n : 115, 220, 230, 240 В (100...250 В);
- Номинальная частота дополнительной сети f_n : 50, 60 Гц (45...65 Гц);
- Максимальный ток измерения (для $U_n=230$ В): 23 А (10 мс).

Измерение целостности цепи и сопротивления низким напряжением

Измерение целостности защитных и компенсационных соединений током ± 200 мА

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0,00...19,99 Ом	0,01 Ом	$\pm(2\% R + 3 \text{ емр})$
20,0...199,9 Ом	0,1 Ом	
200...400 Ом	1 Ом	

- Напряжение на открытых зажимах: 4...7 В;
- Исходящий ток при $R < 2$ Ом: мин. 200 мА;
- Компенсация сопротивления измерительных проводов;
- Измерения для тока обеих полярностей.

Измерение целостности цепи малым током

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0,0...199,9 Ом	0,1 Ом	$\pm(3\% R + 3 \text{ емр})$
200...2000 Ом	1 Ом	

- Напряжение на открытых зажимах: 4...7 В;
- Исходящий ток < 7 мА;
- Звуковой сигнал для измеряемого сопротивления < 30 Ом;
- Компенсация сопротивления измерительных проводов.

Измерение сопротивления изоляции

Диапазон измерения согласно IEC 61557-2 для $U_N = 250$ В: 250 кОм...1000 МОм

Диапазон отображения для $U_N=250$ В	Разрешение	Основная погрешность

200...1999 кОм	1 кОм	$\pm (3 \% R_{ISO} + 8 \text{ емр})$
2,00...19,99 МОм	0,01 МОм	
20,0...199,9 МОм	0,1 МОм	
200...1000 МОм	1 МОм	

Диапазон измерения согласно IEC 61557-2 для $U_N = 500 \text{ В}$: 500 кОм...1999 МОм

Диапазон отображения для $U_N = 500 \text{ В}$	Разрешение	Основная погрешность
200...1999 кОм	1 кОм	$\pm (3 \% R_{ISO} + 8 \text{ емр})$
2,00...19,99 МОм	0,01 МОм	
20,0...199,9 МОм	0,1 МОм	
200...1999 МОм	1 МОм	

Диапазон измерения согласно IEC 61557-2 для $U_N = 1000 \text{ В}$: 1000 кОм...3,00 ГОм

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

- Напряжения измерения: 250, 500 и 1000 В;
- Точность подачи напряжения ($R_{abc} [\text{Ом}] \geq 1000 \cdot U_N [\text{В}]$): -0+10% от установленной величины;
- Обнаружение опасного напряжения перед замером;
- Разрядка измеряемого объекта;
- Измерение сопротивления изоляции многожильных проводов (макс.5) при помощи внешнего дополнительного приспособления;
- Измерение напряжения на клеммах $+R_{ISO}$, $-R_{ISO}$ в диапазоне: 0..440 В.

Последовательность фаз

- Указания последовательности фаз: соответствующая, несоответствующая;
- Диапазон напряжений сети U_{L-L} : 100...440 В (45...65 Гц);
- Отображение величины межфазных напряжений.

Регистратор напряжения и переменного тока

- Регистрация напряжения U_{L-N} : 0...440 В (точность и диапазон частоты как для измерения напряжений функции LOGGER);
- Диапазон регистрации частоты: 45...65 Гц;
- Регистрация тока (параметры как для измерения тока);
- Регистрация активной мощности P , реактивной Q и полной S (параметры те же, что для мощности);
- Выбор интервала между пробами: 1...99 с (шагом в 1сек);
- Число проб: 40000 (регистрация напряжения или тока) или 10000 (регистрация напряжения, тока и мощности);
- Отображаемые величины: средняя, максимум, минимум и отношение % к номинальной величине.

Прочие технические данные

- а) класс изоляции двойная, согласно PN-EN 61010-1 и IEC 61557
- б) категория безопасности III 300 В согласно PN-EN 61010-1
- в) степень защиты корпуса согласно PN-EN 60529 IP54
- г) питание элементы питания щелочные R14 (5 шт)
- д) пакет аккумуляторов SONEC NiMH 7,2 V
- е) размеры 295 x 222 x 95 мм
- ж) масса измерителя ок. 2,2 кг
- з) температура хранения -20...+60°C
- и) температура рабочая 0...+40°C
- к) температура номинальная +20...+25°C
- л) время до самовыключения 120 секунд
- м) время работы регистратора (щелочные элементы питания или заряженный аккумулятор) $\geq 24 \text{ ч}$
- н) память результатов измерения 990 ячеек, 10000 записей
- о) интерфейс порт RS-232
- п) стандарт качества разработка, проект и производство согласно ISO 9001
- р) Зарядное устройство для аккумуляторов
- вход 100-240 В /max 50-60 Гц/1,0А/70-80 VA
- выход напряжения постоянного тока 12 В/2,5 А
- с) прибор соответствует нормам IEC 61557

15.2 Стандартная комплектация

Наименование	Количество	Индекс
Измеритель параметров электробезопасности электроустановок MPI-511.	1 шт.	
Измеритель параметров электробезопасности электроустановок MPI-511. Руководство по эксплуатации	1 шт.	
Измеритель параметров электробезопасности электроустановок MPI-511. Паспорт	1 шт.	
Провод измерительный 1,2 м с разъемом типа «банан» желтый	1 шт.	WAPRZ1X2YEBB
Провод измерительный 1,2 м с разъемом типа «банан» красный	1 шт.	WAPRZ1X2REBB
Провод измерительный 1,2 м с разъемом типа «банан» голубой	1 шт.	WAPRZ1X2BUBB
Острый зонд красный	1 шт.	WASONREOGB1
Острый зонд желтый	1 шт.	WASONYEOGB1
Острый зонд голубой	1 шт.	WASONBUOGB1
Провод измерительный 25 м на катушке с разъемами типа «банан»	1 шт.	WAPRZ025REBBSZ
Зажим «Крокодил» изолированный желтый K02	1 шт.	WAKROYE20K02
Зажим «Крокодил» изолированный красный	1 шт.	WAKRORE20K07
Кабель последовательного интерфейса RS-232	1 шт.	WAPRZRS232
Зонд измерительный для забивки в грунт 30 см	1 шт.	WASONG30
Адаптер WS-01 с сетевой вилкой UNI-SCHUKO и кнопкой «СТАРТ»	1 шт.	WAADAWS01
Программное обеспечение «SONEL MPI»	1 шт.	
Футляр с ремнем	1 шт.	WAFUTL1
Ремни «свободные руки»	1 шт.	WAPOZSZE1
Пакет аккумуляторов SONEL NiMH 7,2 V	1 шт.	WAAKU05
Кабель для зарядки аккумуляторов	1 шт.	WAPRZLAD230
Зарядное устройство для аккумуляторов	1 шт.	WAZASJZ3

15.3 Дополнительная комплектация (по отдельному заказу)

Наименование	Индекс
Провод измерительный 5 м с разъемом типа «банан»	WAPRZ005REBB
Провод измерительный 10 м с разъемом типа «банан»	WAPRZ010 REBB
Провод измерительный 20 м с разъемом типа «банан»	WAPRZ020 REBB
Зонд измерительный с сетевой вилкой UNI-SCHUKO WS-02	WAADAWS02
Клещи измерительные C-2	WACEGC2OKR
Адаптер AutoISO-1000 (автоматизация измерения сопротивления изоляции кабелей)	WAADAAISO10
Адаптер трехфазных гнезд AGT-16J	WAADAAGT16J
Адаптер трехфазных гнезд AGT-32J	WAADAAGT32J
Адаптер трехфазных гнезд AGT-63J	WAADAAGT63J
Адаптер TWR-1J для тестирования устройств защитного отключения (УЗО)	WAADATWR1J
Зонд измерительный для забивки в грунт 80 см	WASONG80
Зажим специальный типа «струбцина» с разъемом типа «банан»	WAZACIMA1
Футляр для двух зондов (80 см)	WAFUTL3
Пакет аккумуляторов SONEL NiMH 7,2 V 3Ah	WAAKU5
Элемент питания щелочной (alkaline) SONEL C LR14 1,5 V 2шт/уп.	
Адаптер интерфейса конвертор USB / последовательный порт TU-S9	

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
 Астана +7(7172)727-132
 Астрахань (8512)99-46-04
 Барнаул (3852)73-04-60
 Белгород (4722)40-23-64
 Брянск (4832)59-03-52
 Владивосток (423)249-28-31
 Волгоград (844)278-03-48
 Вологда (8172)26-41-59
 Воронеж (473)204-51-73
 Екатеринбург (343)384-55-89
 Иваново (4932)77-34-06
 Ижевск (3412)26-03-58
 Иркутск (395) 279-98-46
 Киргизия (996)312-96-26-47

Казань (843)206-01-48
 Калининград (4012)72-03-81
 Калуга (4842)92-23-67
 Кемерово (3842)65-04-62
 Киров (8332)68-02-04
 Краснодар (861)203-40-90
 Красноярск (391)204-63-61
 Курск (4712)77-13-04
 Липецк (4742)52-20-81
 Магнитогорск (3519)55-03-13
 Москва (495)268-04-70
 Мурманск (8152)59-64-93
 Набережные Челны (8552)20-53-41
 Нижний Новгород (831)429-08-12
 Казахстан (772)734-952-31

Новокузнецк (3843)20-46-81
 Новосибирск (383)227-86-73
 Омск (3812)21-46-40
 Орел (4862)44-53-42
 Оренбург (3532)37-68-04
 Пенза (8412)22-31-16
 Пермь (342)205-81-47
 Ростов-на-Дону (863)308-18-15
 Рязань (4912)46-61-64
 Самара (846)206-03-16
 Санкт-Петербург (812)309-46-40
 Саратов (845)249-38-78
 Севастополь (8692)22-31-93
 Симферополь (3652)67-13-56
 Таджикистан (992)427-82-92-69

Смоленск (4812)29-41-54
 Сочи (862)225-72-31
 Ставрополь (8652)20-65-13
 Сургут (3462)77-98-35
 Тверь (4822)63-31-35
 Томск (3822)98-41-53
 Тула (4872)74-02-29
 Тюмень (3452)66-21-18
 Ульяновск (8422)24-23-59
 Уфа (347)229-48-12
 Хабаровск (4212)92-98-04
 Челябинск (351)202-03-61
 Череповец (8202)49-02-64
 Ярославль (4852)69-52-93