



Вольтамперфазометр

MI 2230

Руководство по эксплуатации

Версия 1.2, Кодовый №: 20 751 958

Содержание

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Предисловие | 5 |
| 2 | Меры предосторожности | 6 |
| 2.1 | Предупреждения..... | 6 |
| 2.2 | Батарея и ее заряд..... | 8 |
| 2.2.1 | <i>Использование новых батарей или батарей, не использовавшихся в течение длительного периода</i> | <i>9</i> |
| 2.3 | Список применимых стандартов | 10 |
| 3 | Описание прибора | 11 |
| 3.1 | Лицевая панель | 11 |
| 3.2 | Панель с соединительными разъемами | 12 |
| 3.3 | Задняя панель | 13 |
| 3.4 | Организация дисплея..... | 15 |
| 3.4.1 | <i>Управление клавишами.....</i> | <i>15</i> |
| 3.4.2 | <i>Выходной монитор оперативного напряжения.....</i> | <i>16</i> |
| 3.4.3 | <i>Индикация заряда батарей</i> | <i>16</i> |
| 3.4.4 | <i>Поле сообщений.....</i> | <i>17</i> |
| 3.4.5 | <i>Поле результатов</i> | <i>17</i> |
| 3.4.6 | <i>Меню помощи.....</i> | <i>17</i> |
| 3.4.7 | <i>Настройка подсветки и контрастности</i> | <i>18</i> |
| 3.5 | Комплект поставки прибора..... | 19 |
| 3.5.1 | <i>Комплект поставки MI 2230</i> | <i>19</i> |
| 3.5.2 | <i>Дополнительные принадлежности.....</i> | <i>19</i> |
| 4 | Работа с прибором | 20 |
| 4.1 | Выбор функции | 20 |
| 4.2 | Настройки..... | 21 |
| 4.2.1 | <i>Тип соединения</i> | <i>21</i> |
| 4.2.2 | <i>Настройки клещей</i> | <i>23</i> |
| 4.2.3 | <i>Память</i> | <i>24</i> |
| 4.2.4 | <i>Выбор языка</i> | <i>24</i> |
| 4.2.5 | <i>Дата и время</i> | <i>25</i> |
| 4.2.6 | <i>Первоначальные настройки.....</i> | <i>25</i> |
| 5 | Измерения..... | 27 |
| 5.1 | Напряжение, ток, мощность, THD, частота и последовательность фаз ... | 27 |
| 5.1.1 | <i>UIF.....</i> | <i>27</i> |
| 5.1.2 | <i>PQS</i> | <i>30</i> |
| 5.1.3 | <i>Векторная диаграмма</i> | <i>33</i> |
| 5.1.4 | <i>Суммарный коэффициент гармонических искажений THD.....</i> | <i>34</i> |
| 5.2 | Сопротивление соединений | 37 |
| 5.2.1 | <i>R 200мА, измерение сопротивления при токе 200 мА</i> | <i>38</i> |
| 5.2.2 | <i>Непрерывное измерение сопротивления при токе 7 мА.....</i> | <i>39</i> |
| 5.2.3 | <i>Компенсация сопротивления измерительных проводов</i> | <i>40</i> |
| 6 | Работа с результатами | 42 |
| 6.1 | Организация памяти..... | 42 |
| 6.2 | Структура данных..... | 42 |
| 6.3 | Сохранение результатов измерения..... | 43 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6.4 | Вызов результатов измерения | 44 |
| 6.5 | Удаление сохраненных результатов..... | 45 |
| 6.5.1 | Полная очистка содержимого памяти | 45 |
| 6.5.2 | Удаление результата(-ов) в выбранной ячейке | 45 |
| 6.5.3 | Удаление отдельных результатов | 46 |
| 6.5.4 | Переименование элементов структуры | 47 |
| 6.6 | Передача данных на ПК..... | 47 |
| 7 | Обслуживание | 49 |
| 7.1 | Замена предохранителей | 49 |
| 7.2 | Чистка | 49 |
| 7.3 | Периодическая калибровка | 50 |
| 7.4 | Ремонт..... | 50 |
| 7.5 | Замена версии АПО прибора | 50 |
| 8 | Технические характеристики | 51 |
| 8.1 | Общие характеристики..... | 51 |
| 8.2 | Напряжение | 51 |
| 8.3 | Частота* | 52 |
| 8.4 | Ток (для токовых клещей 10 А – А 1398) | 52 |
| 8.5 | Ток (для гибких токовых клещей А 1395) | 52 |
| 8.6 | Мощность (Вт, ВА, вар) | 52 |
| 8.7 | Коэффициент мощности - PF | 53 |
| 8.8 | Коэффициент сдвига фаз Cos φ..... | 53 |
| 8.9 | Фазовый угол | 53 |
| 8.10 | Суммарный коэффициент гармонических искажений (THD) напряжения и тока | 53 |
| 8.11 | Сопротивление / Непрерывность | 54 |
| 8.11.1 | Сопротивление R 200мА | 54 |
| 8.11.2 | Сопротивление R 7мА | 54 |

1 Предисловие

Поздравляем Вас с приобретением Вольтамперфазометра MI 2230 фирмы METREL. Прибор разработан на основании богатого многолетнего опыта работы с измерительным оборудованием для проверки безопасности электрических установок.

Вольтамперфазометр MI 2230 - это профессиональный, многофункциональный, переносной измерительный прибор, предназначенный для проведения полного набора измерений, необходимых для мониторинга состояния электроустановок и устройств в зданиях и в промышленности. С помощью прибора могут быть выполнены следующие измерения и испытания:

- Измерение напряжения;
- Измерение тока;
- Измерение частоты;
- Измерение активной, реактивной и полной мощности;
- Измерение фазового угла, $\cos \varphi$ и коэффициента мощности;
- Измерение сопротивления / Проверка непрерывности соединений.

Широкий ЖК-дисплей с подсветкой позволяет легко считывать получаемую в процессе измерений информацию: результаты, параметры измерения и сообщения. Вольтамперфазометр прост в обращении, и для работы с прибором оператору не нужно иметь специальной подготовки, кроме изучения настоящего Руководства по эксплуатации.

Для ознакомления пользователя с теоретическими основами измерений и их применением, рекомендуется прочесть учебник фирмы Metrel *"Modern Power Quality Measurement Techniques"* («Современные методы измерения параметров качества электроэнергии»).


В комплект поставки прибора входят все необходимые принадлежности для проведения измерений.

2 Меры предосторожности

2.1 Предупреждения

Для обеспечения безопасности оператора при выполнении различных испытаний и измерений, а также сохранности вольтамперфазометра MI 2230, необходимо соблюдать следующие основные меры предосторожности:

 **Общие предупреждения по мерам безопасности:**

-  **Данный знак на приборе означает «Внимательно ознакомьтесь с руководством по эксплуатации». Знак необходимо принимать во внимание!**
- **Если прибор будет использоваться в целях, не указанных в данном руководстве, защитные характеристики прибора могут быть снижены!**
- **Внимательно ознакомьтесь с данным руководством, иначе эксплуатация прибора может представлять опасность для оператора, прибора или для испытываемого оборудования!**
- **Не используйте прибор и принадлежности, если замечено какое-либо повреждение!**
- **Принимайте во внимание все известные меры предосторожности, чтобы исключить риск поражения электрическим током во время измерений при высоком напряжении!**
- **В случае перегорания предохранителя, замените его, следуя инструкции!**
- **Не используйте прибор в системах электропитания переменного тока напряжением выше 600 В переменного тока!**
- **Сервисное обслуживание, ремонт и калибровка прибора должны выполняться только уполномоченными лицами!**
- **Используйте стандартные или дополнительные измерительные принадлежности, поставляемые только нашими дистрибьюторами!**
- **В комплект поставки прибора входят перезаряжаемые NiMh батареи. При необходимости замены аккумуляторных батарей, на их место должны быть установлены батареи того же типа (смотрите метку в отсеке для батарей или описание в данном руководстве). Не используйте щелочные батареи при подключенном зарядном устройстве, в противном случае они могут взорваться!**

- ❑ **Внутри прибора присутствует опасное напряжение. Перед открытием крышки отсека для батарей, необходимо отсоединить все измерительные провода, кабель питания и выключить прибор.**
- ❑ **При работе с электроустановками должны быть приняты все необходимые меры безопасности во избежание поражения электрическим током!**



Предупреждения, касающиеся измерительных функций:

Измерения напряжения, тока, мощности, THD

- ❑ Во время проведения измерения пользователь может переходить по различным функциям. Во всех функциях при нажатии на клавишу TEST запускается / останавливается измерение!
- ❑ Перед началом любого измерения в меню настроек должны быть проверены Настройки токовых клещей и Тип соединения. Выберите соответствующую модель токовых клещей и установите наиболее подходящий диапазон измерений, учитывая ожидаемые значения тока.
- ❑ Учитывайте полярность токовых клещей (стрелка на токовых клещах должна быть направлена в сторону подключенной нагрузки), иначе результат может быть отрицательным!

Проверка непрерывности соединений

- ❑ Проверка непрерывности соединений и защитных проводников должна производиться на обесточенном объекте!
- ❑ На результат измерения могут повлиять параллельные сопротивления или токи переходного процесса.

2.2 Батарея и ее заряд

В приборе используются шесть щелочных или перезаряжаемых NiMH элементов питания размером AA. Номинальное время работы приведено для батарей номинальной емкостью 2100 мА/час.

Состояние батарей постоянно отображается в нижнем правом углу экрана.

В случае слишком низкого заряда батарей, прибор сигнализирует об этом, как показано на рисунке 2.1. Данная индикация отображается в течение нескольких секунд, затем прибор выключается.

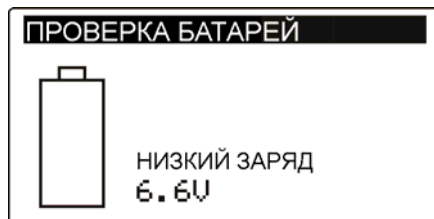


Рисунок 2.1: Индикация низкого заряда батарей

Батареи заряжаются всегда, когда адаптер питания подключен к прибору. Полярность разъема питания показана на рисунке 2.2. Встроенная система защиты контролирует процедуру зарядки и обеспечивает максимальную продолжительность работы батарей.



Рисунок 2.2: Полярность разъема питания

Прибор автоматически распознает подключенный адаптер питания и, если батареи присутствуют в приборе, начинает процесс заряда.

Символы:

| | |
|--|---|
| | Индикация подключенного адаптера питания и процесса заряда батарей (при их наличии) |
|--|---|



Рисунок 2.3: Индикация заряда

- ❑ Когда прибор подключен к электроустановке, внутри отсека для батарей может присутствовать опасное напряжение! При замене батарей или перед открытием крышки отсека для батарей / предохранителей, отсоедините от прибора все измерительные принадлежности и отключите прибор.
- ❑ Убедитесь, что батареи вставлены правильно, иначе прибор может выйти из строя, а батареи могут разрядиться.
- ❑ Если прибор не будет использоваться в течение длительного времени, удалите все батареи из отсека для батарей.
- ❑ Используйте щелочные или перезаряжаемые NiMH батареи (размер AA). Metrel рекомендует использовать элементы питания с номинальной емкостью 2100 мА/час или выше.
- ❑ Не перезаряжайте щелочные батареи!

- Во избежание риска пожара или поражения электрическим током, используйте только адаптер питания, поставляемый производителем или дистрибьютором!

2.2.1 Использование новых батарей или батарей, не использовавшихся в течение длительного периода

При заряде новых батарей или батарей, не использовавшихся в течение длительного периода времени (более 3 месяцев), могут произойти непредсказуемые химические процессы. NiMH батареи могут быть подвержены эффекту уменьшения емкости (так называемому «эффекту памяти»). В результате данного эффекта время работы прибора может быть значительно сокращено в первоначальные циклы заряда / разряда.

В такой ситуации, для продления срока службы батарей, Metrel рекомендует сделать следующую процедуру:

| Процедура: | Примечания: |
|--|---|
| > Полностью зарядите батареи. | По крайней мере, в течение 14 часов с помощью встроенного зарядного устройства. |
| > Полностью разрядите батареи. | Это осуществляется при нормальной работе прибора до его полного разряда. |
| > Повторить цикл заряда / разряда батарей минимум два – четыре раза. | Для восстановления нормальной емкости батарей рекомендуются четыре цикла. |

Примечания:

- Зарядное устройство прибора представляет собой зарядное устройство группы элементов. Это означает, что во время заряда батареи соединены последовательно, поэтому все батареи должны быть в одинаковом состоянии (одинаково заряжены, одного типа и иметь одну дату выпуска).
- Даже одна поврежденная батарея (или просто батарея другого типа) может привести к некорректному заряду полного пакета батарей (нагревание пакета батарей, значительное сокращение времени работы, обратная полярность поврежденной батареи и т.д.).
- Если после выполнения нескольких циклов заряда / разряда не достигнуто увеличение времени работы батарей, необходимо определить состояние отдельных батарей (путем сравнения напряжения батарей, проверки их положения в ячейке зарядного устройства и т.д.). Вероятно, что только некоторые из батарей повреждены.
- Эффекты, описанные выше, не следует путать с естественным снижением емкости батареи с течением времени. Все перезаряжаемые батареи теряют часть своей производительности после неоднократного заряда / разряда. Фактическое уменьшение емкости батарей, связанное с количеством циклов заряда / разряда, зависит от типа батареи и приведено в технических характеристиках, данных производителем батарей.

2.3 Список применимых стандартов

Вольтамперфазометр MI 2230 произведен и испытан в соответствии со следующими стандартами:

Электромагнитная совместимость (EMC)

EN 61326 Электрическое оборудование для измерений, контроля и лабораторного использования – требования EMC
Класс В (переносное оборудование, используемое в контролируемой ЭМ среде).

Безопасность (LVD)

EN 61010-1 Требования безопасности для электрического оборудования для измерений, контроля и лабораторного использования – Часть 1: Общие требования.

EN 61010-2-030 Требования безопасности для электрического оборудования для измерений, контроля и лабораторного использования – Часть 2-030: специальные требования для измерительных контуров.

EN 61010-031 Требования безопасности для измерительных принадлежностей.

EN 61010-2-032 Требования безопасности для электрического оборудования для измерения, контроля и лабораторного использования – Часть 2-032: специальные требования для измерительных токовых клещей.

Функциональность

EN 61000-4-30 Методы тестирования и измерений – Методы измерений параметров качества электроэнергии.

EN 61557-12 Оборудование для проверки, измерения или мониторинга защитных мер – Часть 12: Работа измерительных и контрольно-измерительных устройств.

EN 61000-4-7 Общий справочник по измерениям гармоник и интергармоник и измерительной аппаратуре.

Примечания относительно стандартов EN и IEC:

Текст данного руководства содержит в себе ссылки на Европейские стандарты. Все стандарты серии EN 6XXXX (например, EN 61010) эквивалентны стандартам серии IEC с такими же номерами (например, IEC 61010) и отличаются только внесенными поправками.

3 Описание прибора

3.1 Лицевая панель

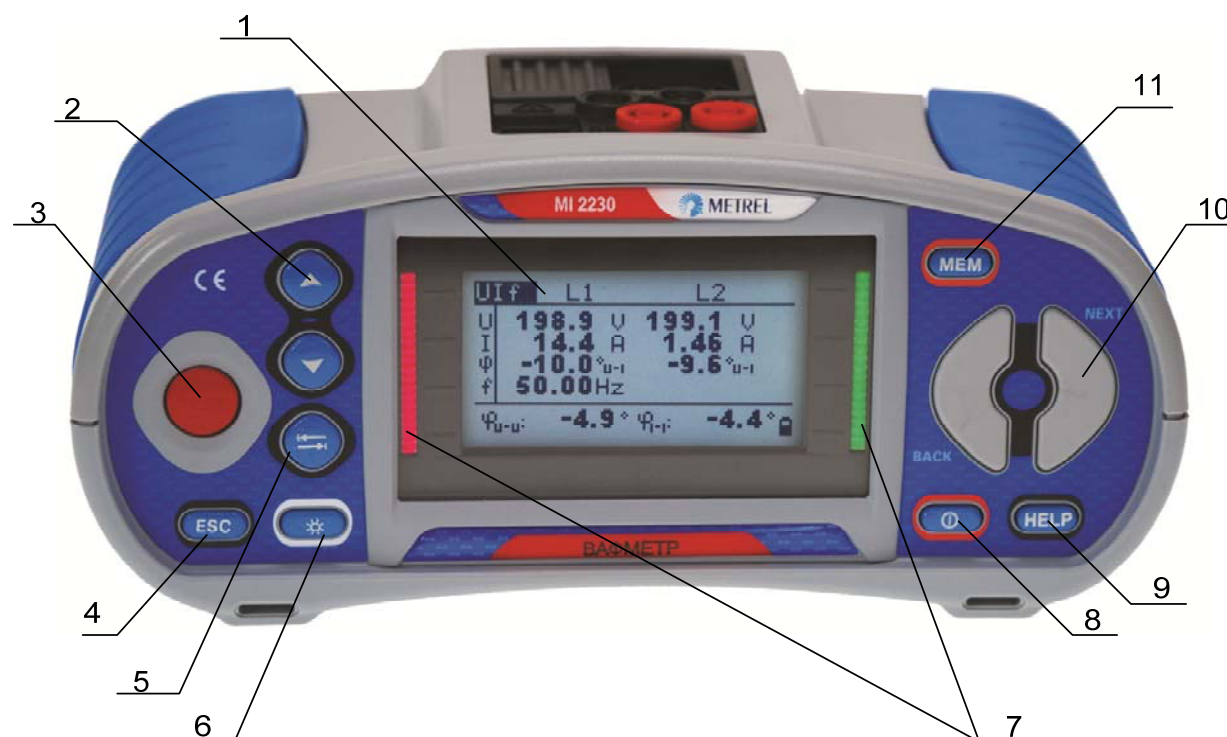


Рисунок 3.1: Лицевая панель

Условные обозначения:

| | | |
|----|----------------------------------|---|
| 1 | ЖКД | Графический дисплей с подсветкой, 128 x 64 пикселей. |
| 2 | ВВЕРХ / ВНИЗ | Изменение выбранного параметра. |
| 3 | TEST | Запуск измерения. |
| 4 | ESC | Возврат на один уровень назад. |
| 5 | Табулятор | Выбор параметра в выбранной функции. |
| 6 | Подсветка | Изменение уровня подсветки и контрастности. |
| 7 | Зеленый / Красный светоиндикатор | Отображение результата в виде «Соответствует / Не соответствует» при измерении сопротивления R 7мА / R 200мА. |
| 8 | ВКЛ / ВЫКЛ | Включение / выключение прибора. Прибор автоматически выключается, спустя 15 минут после последнего нажатия любой кнопки. |
| 9 | HELP / CAL | Вход в меню помощи. Компенсация сопротивления измерительных проводов при измерении сопротивления R 7мА / R 200мА. |
| 10 | Переключатель функций | Выбор функции измерений. |
| 11 | MEM | Сохранение / вызов / удаление результатов измерений из памяти прибора. |

3.2 Панель с соединительными разъемами

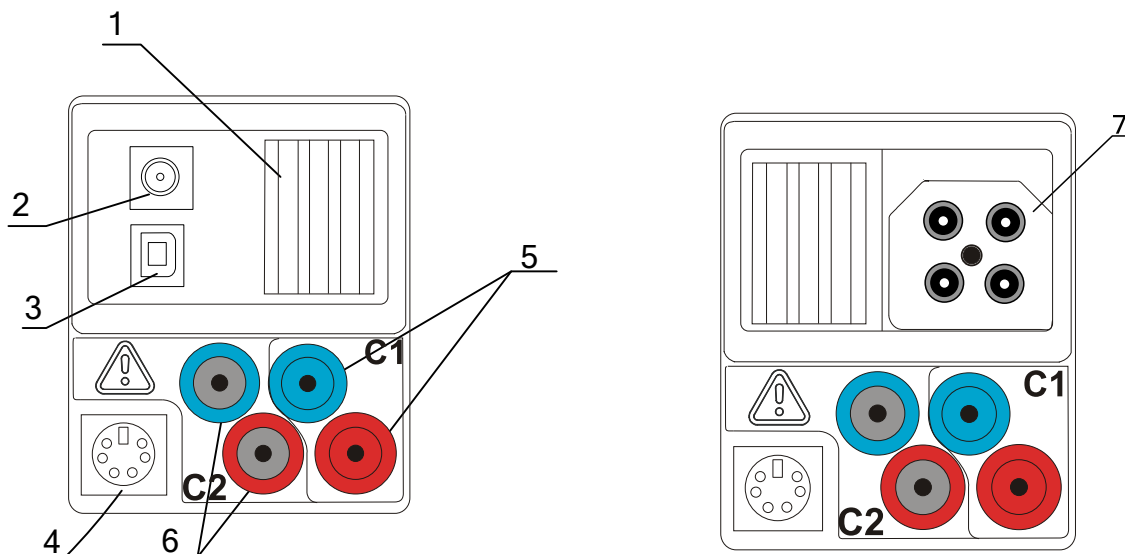


Рисунок 3.2: Панель с разъемами

Условные обозначения:

| | | |
|---|-----------------------------|---|
| 1 | Защитная крышка | |
| 2 | Разъем для адаптера питания | |
| 3 | Разъем USB | Коммуникация с портом ПК USB (1.1). |
| 4 | Разъем PS/2 | Коммуникация с серийным портом ПК и подключение дополнительных измерительных адаптеров. |
| 5 | C1 | Измерительный вход токовых клещей I_1 |
| 6 | C2 | Измерительный вход токовых клещей I_2 |
| 7 | Разъем для измерений | Измерительные входы / выходы |

Предупреждения!

- ❑ Максимально допустимое напряжение между любыми измерительными выводами и землей – 600 В!
- ❑ Максимально допустимое напряжение между измерительными выводами – 600 В!
- ❑ Максимально допустимое напряжение между измерительными выводами C1, C2 – 3 В!
- ❑ Максимально допустимое кратковременное напряжение внешнего адаптера питания – 14 В!

3.3 Задняя панель

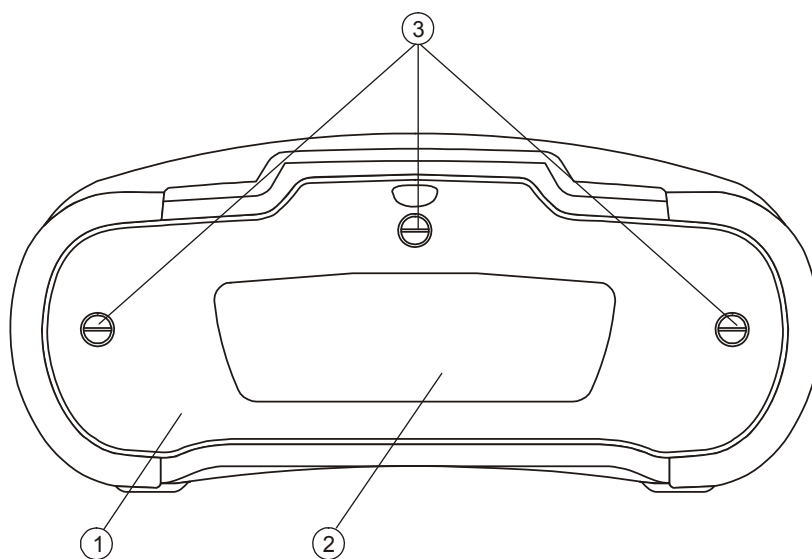


Рисунок 3.3: Задняя панель

Условные обозначения:

- 1 – Крышка отсека для батарей / предохранителей.
- 2 – Информационный ярлык.
- 3 – Винты для фиксации крышки отсека для батарей.

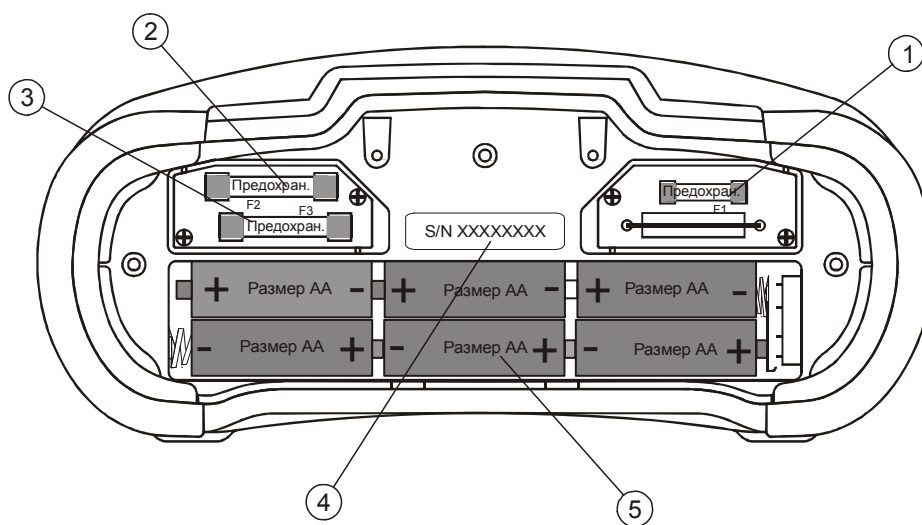


Рисунок 3.4: Отсек для батарей и предохранителей

Условные обозначения:

| | | |
|---|-------------------|---|
| 1 | Предохранитель F1 | T 315 мА / 250 В |
| 2 | Предохранитель F2 | T 4 А / 500 В |
| 3 | Предохранитель F3 | T 4 А / 500 В |
| 4 | Серийный номер | |
| 5 | Батареи | Щелочные или перезаряжаемые NiMH батареи, размер AA |

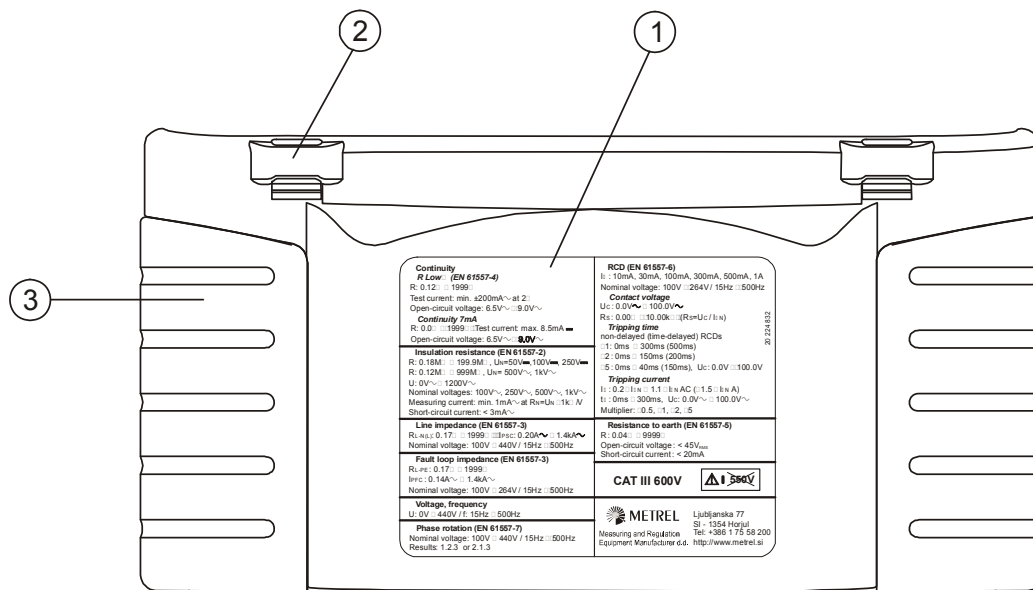


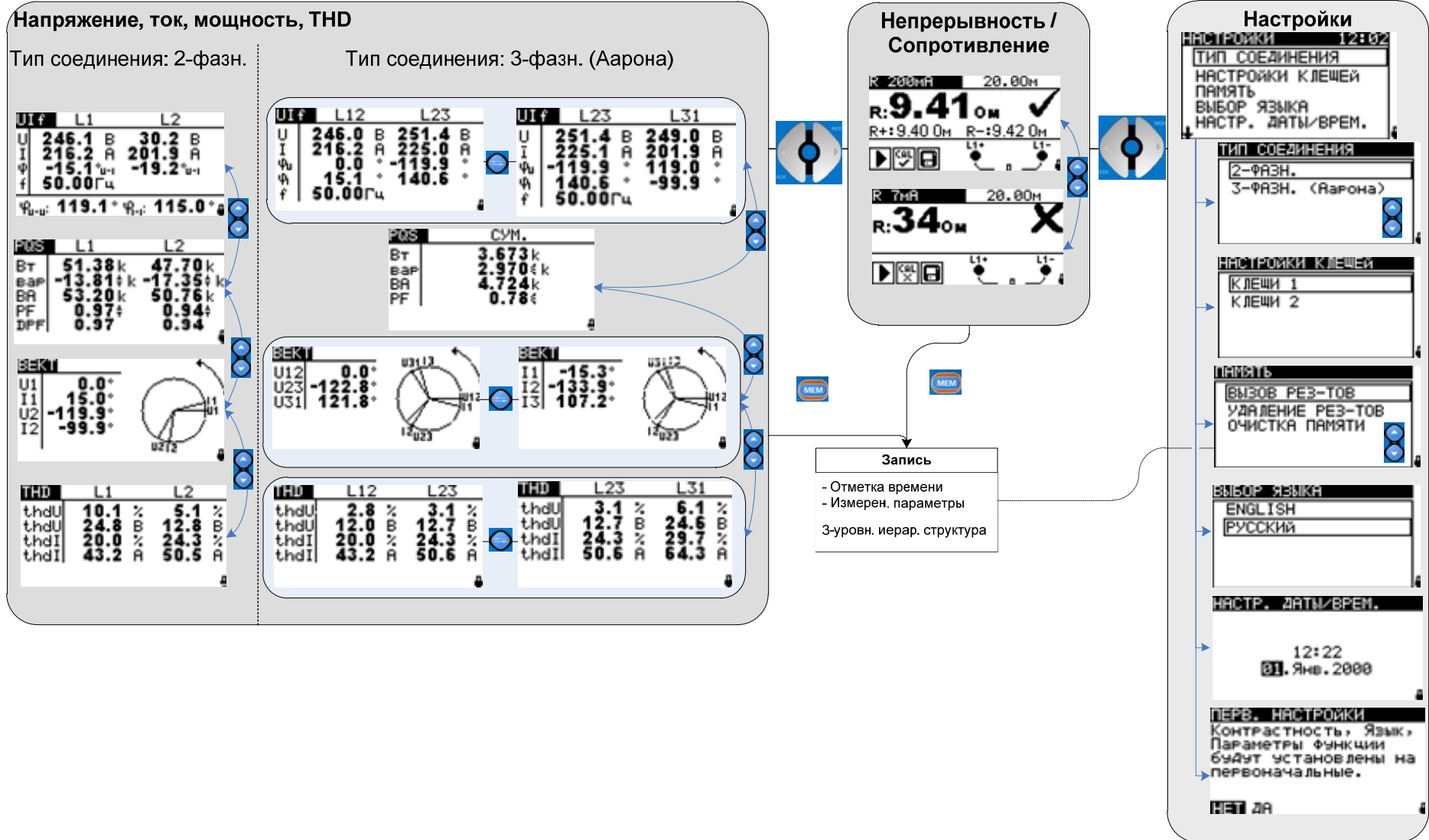
Рисунок 3.5: Вид снизу

Условные обозначения:

- 1 – Информационный ярлык.
- 2 – Держатели нашейного ремня.
- 3 – Боковое покрытие.

3.4 Организация дисплея

3.4.1 Управление клавишами



| | | |
|------------------|-----------------------|---------------------------|
| UI f | L1 | L2 |
| U | 30.7 В | 30.5 В |
| I | 216.1 А | 201.8 А |
| φ | -15.0° _{u-i} | -19.6° _{u-i} |
| f | 50.00 Гц | |
| φ _{u-u} | 119.6° | φ _{i-i} : 115.0° |

Рисунок 3.6: Типичный экран функции

| | |
|---|--------------------------------------|
| UI f | Название функции |
| U 30.7 В 30.5 В I 216.1 А 201.8 А φ -15.0° _{u-i} -19.6° _{u-i} f 50.00 Гц | Поле результатов |
| φ _{u-u} : 119.6° φ _{i-i} : 115.0° | |
| L1 L2 | Поле обозначений |
| ↓ | Индикация состояния батарей и заряда |

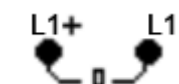
| | |
|-------------------------|----------|
| R 200mA | 20.00 Ом |
| R: 9.41 Ом ✓ | |
| R+: 9.40 Ом R-: 9.42 Ом | |
| ▶ CAL ◻ | L1+ L1- |

Рисунок 3.7: Типичный экран функции

| | |
|---|--------------------------------------|
| R 200mA | Название функции |
| R: 9.41 Ом ✓ R+: 9.40 Ом R-: 9.42 Ом | Поле результатов |
| ▶ CAL ◻ | Поле сообщений |
| L1+ L1- | Монитор оперативного напряжения |
| ↓ | Индикация состояния батарей и заряда |

3.4.2 Выходной монитор оперативного напряжения

Выходной монитор отображает оперативное напряжение на измерительных выводах, а также информацию об активных измерительных выводах.



Оперативное напряжение отображено вместе с индикацией измерительных выводов. При выбранном измерении используются измерительные выводы L2+ и L1-.

3.4.3 Индикация заряда батарей

Данная индикация отображает уровень заряда батарей и подключение внешнего зарядного устройства.



Индикация уровня заряда батарей.









Низкий уровень заряда батарей.




Пакет батарей имеет слишком слабый заряд, для того чтобы обеспечить правильный результат. Замените или зарядите батареи.

3.4.4 Поле сообщений

В поле сообщений отображаются предупреждения и другие сообщения.

| | |
|---|---|
|  | Идет процесс измерения. Принимайте во внимание отображаемые предупреждения. |
|  | Условия на входах позволяют запустить измерение. Принимайте во внимание отображаемые предупреждения и сообщения. |
|  | Условия на входах не позволяют запустить измерение. Принимайте во внимание отображаемые предупреждения и сообщения. |
|  | Результат(ы) может быть сохранен. |
|  | Сопротивление измерительных проводов в режиме измерения сопротивления не скомпенсировано. |
|  | Сопротивление измерительных проводов в режиме измерения сопротивления скомпенсировано. |

3.4.5 Поле результатов

| | |
|---|---|
|  | Результат измерения не выходит за заданный предел (СООТВЕТСТВУЕТ). |
|  | Результат измерения выходит за заданный предел (НЕ СООТВЕТСТВУЕТ). |
|  | Измерение прервано. Принимайте во внимание отображаемые предупреждения и сообщения. |

3.4.6 Меню помощи

| | |
|-------------|------------------------|
| HELP | Открывает меню помощи. |
|-------------|------------------------|

Меню помощи содержит схемы правильного подключения прибора к электроустановке. После выбора измерения нажмите кнопку **HELP**, чтобы просмотреть соответствующее меню помощи. Меню помощи не доступно в функциях измерения сопротивления / проверки непрерывности соединений R 7мА и R 200мА, а клавиша HELP используется для калибровки.

Клавиши в меню помощи:

| | |
|------------------------------------|--|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор следующего / предыдущего экрана меню помощи. |
| Табулятор | Прокрутка по меню помощи. |
| ESC / Переключатель функций | Выход из меню помощи. |

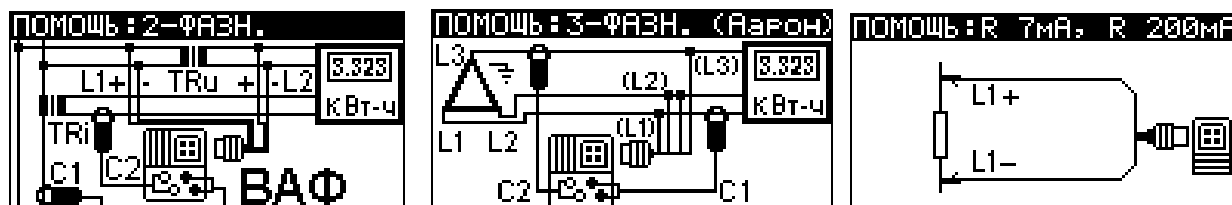


Рисунок 3.8: Примеры экранов в меню помощи

3.4.7 Настройка подсветки и контрастности

С помощью клавиши ПОДСВЕТКА могут быть отрегулированы уровень подсветки и контрастность дисплея.

| | |
|--------------------------------|--|
| Краткое нажатие | Меняет уровень интенсивности подсветки. |
| Нажатие в течение 1 сек | Фиксирует высокий уровень интенсивности подсветки до тех пор, пока прибор не будет выключен или пока клавиша не будет нажата повторно. |
| Нажатие в течение 2 сек | Отображение меню для регулировки контрастности дисплея. |

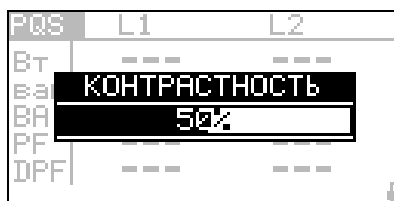


Рисунок 3.9: Меню регулировки контрастности

Клавиши для регулировки контрастности:

| | |
|--------------|--|
| ВНИЗ | Уменьшение уровня контрастности. |
| ВВЕРХ | Усиление уровня контрастности. |
| TEST | Подтверждение нового уровня контрастности. |

3.5 Комплект поставки прибора

3.5.1 Комплект поставки MI 2230

- Прибор MI 2230;
- Руководство по эксплуатации;
- Свидетельство о калибровке;
- Измерительный кабель, 4 x 1,5 м;
- Измерительный наконечник, 4 шт.
- Токовые клещи 10 А, А 1398, 2 шт.
- Зажим типа «крокодил», 4 шт.;
- Набор NiMH батарей;
- Адаптер питания;
- Копмакт-диск с руководством по эксплуатации, ПО EuroLink и учебником *“Modern Power Quality Measurement Techniques”*.
- Набор ремней для переноски

3.5.2 Дополнительные принадлежности

Дополнительные принадлежности, которые могут быть заказаны у Вашего дистрибьютора, приведены в прилагаемом списке.

4 Работа с прибором

4.1 Выбор функции

Для выбора измерительной функции используется **ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ**.

Клавиши:

| | |
|------------------------------|---|
| ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Выберите измерительную функцию: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <ВАФ> Напряжение и частота, последовательность фаз, мощность, THD; <input type="checkbox"/> <R 200mA> проверка целостности защитных проводников и эквипотенциальных соединений. <input type="checkbox"/> <НАСТРОЙКИ> Общие настройки прибора. |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор подфункции в выбранной измерительной функции. Выбор экрана для отображения (если результаты разделены на несколько экранов). |
| ТАБУЛЯТОР | Выбор параметра измерения для настройки. Выбор экрана для отображения (если результаты разделены на несколько экранов). |
| TEST | Запуск выбранной измерительной функции. |
| MEM | Сохранение полученных результатов измерения / просмотр сохраненных результатов. |
| ESC | Возврат на более высокий уровень. |

Клавиши в поле **параметров измерения**:

| | |
|------------------------------|--|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Изменение выбранного параметра. |
| ТАБУЛЯТОР | Выбор следующего параметра измерения. |
| ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Переключение между основными функциями. |
| MEM | Сохранение полученных результатов измерения / просмотр сохраненных результатов |

Основное правило активизации параметров для оценки результатов измерения:

| | | |
|----------|-------------|---|
| | ВЫКЛ | Предельное значение не установлено, индикация: <u> </u> . |
| Параметр | ВКЛ | Значение(я) – Результат будет отображаться с оценкой СООТВЕТСТВУЕТ или НЕ СООТВЕТСТВУЕТ , в зависимости от установленного предела. |

Обратитесь к *Главе 5* для получения более подробной информации о работе каждой измерительной функции.

4.2 Настройки

В меню **настроек** могут быть выполнены различные действия:

- Настройка типа соединения;
- Выбор токовых клещей;
- Вызов и удаление сохраненных результатов
- Выбор языка;
- Настройка даты и времени;
- Установка первоначальных настроек;
- Просмотр данных о приборе.

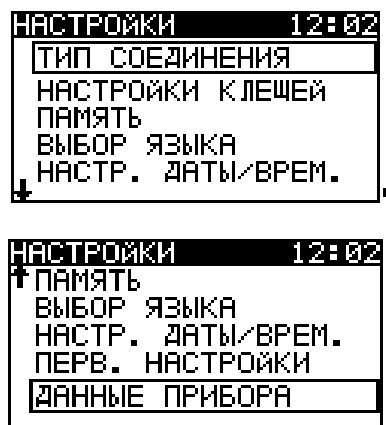


Рисунок 4.1: Опции в меню настроек

Клавиши:

| | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор опции. |
| TEST | Вход в выбранную опцию. |
| ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Возврат в основное меню функций. |

4.2.1 Тип соединения

В данном меню может быть установлен тип соединения прибора.

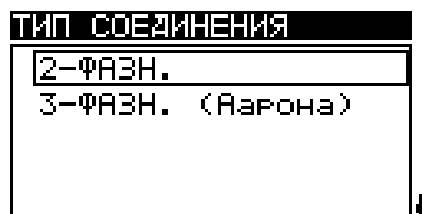


Рисунок 4.2: Установка типа соединения

Параметры для настройки:

2 –ФАЗН. Подключение к однофазной (только L1 и I1) или двухфазной (четырёхполюсной) сети:

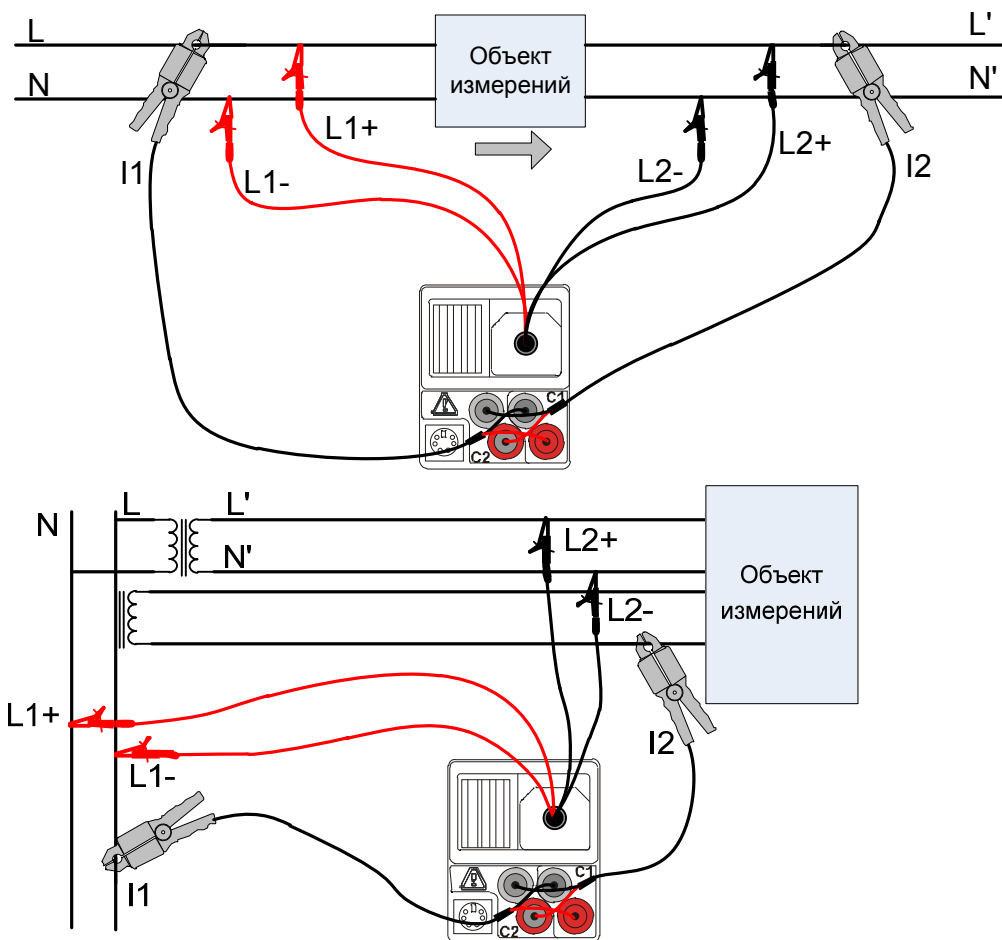


Рисунок 4.3: 2-фазное соединение

3-ФАЗН. (Аарона) Подключение к трехфазной, трехпроводной сети:

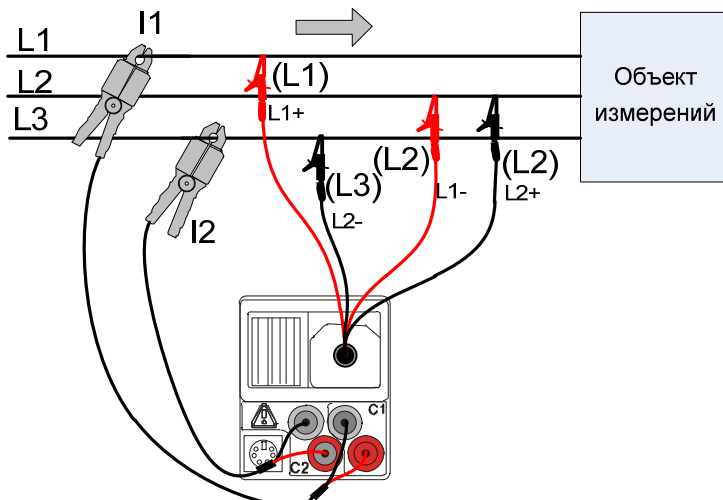


Рисунок 4.4: 3-фазное соединение

Выбор параметров измерения

Клавиши:

| | |
|--|------------------------------|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор соответствующей опции. |
| TEST | Подтверждение выбора. |
| ESC / ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Выход без подтверждения. |

4.2.2 Настройки клещей

В данном меню могут быть настроены измерительные входы С1 и С2.



Рисунок 4.5: Настройка измерительных входов токовых клещей

Выбор входа для клещей

Клавиши:

| | |
|--|--|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор измерительного входа для токовых клещей. |
| TEST | Вход в меню клещей. |
| ESC / ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Выход. |

Параметры для настройки:

| | |
|-----------------|--|
| Модель | Модель токовых клещей. |
| Диапазон | Измерительный диапазон токовых клещей. |

Выбор параметров

Клавиши:

| | |
|--|---|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор соответствующей опции. |
| TEST | Разрешает изменение выбранного параметра. |
| MEM | Подтверждение выбора. |
| ESC / ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Выход. |

Изменение выбранного параметра

Клавиши:

| | |
|--|--|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Настройка параметра. |
| TEST | Подтверждение установленного значения. |
| MEM | Подтверждение выбора. |
| ESC / ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Выход. |

4.2.3 Память

В данном меню могут быть просмотрены или удалены сохраненные данные. Для получения более подробной информации обратитесь к *главе 6 Работа с памятью*.

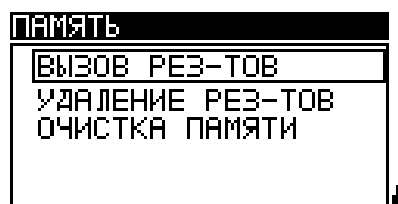


Рисунок 4.6: Меню Памяти

Клавиши:

| | |
|--|----------------------------------|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор опции. |
| TEST | Вход в выбранную опцию. |
| ESC / ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Возврат в основное меню функций. |

4.2.4 Выбор языка

В данном меню может быть установлен язык интерфейса прибора.



Рисунок 4.7: Выбор языка

Клавиши:

| | |
|--|---|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор языка. |
| TEST | Подтверждение выбранного языка и возврат в меню настроек. |
| ESC / ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Выход без подтверждения. |

4.2.5 Дата и время

В данном меню могут быть установлены дата и время.



Рисунок 4.8: Установка даты и времени

Клавиши:

| | |
|------------------------------------|--|
| ТАБУЛЯТОР | Выбор поля для настройки. |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Настройка выбранного поля. |
| TEST | Подтверждение новой настройки и выход. |
| ESC / ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Выход без подтверждения. |

Предупреждение:

- Если из прибора извлекаются батареи более чем на 1 минуту, то настройки даты и времени будут утеряны.

4.2.6 Первоначальные настройки

В данном меню могут быть установлены первоначальные (заводские) настройки прибора, параметры измерения и предельные значения.

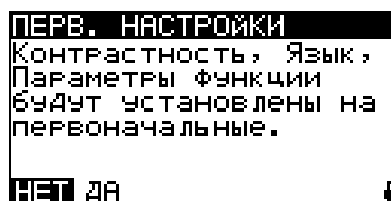


Рисунок 4.9: Диалог в меню первоначальных настроек

Клавиши:

| | |
|------------------------------------|--|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор ДА или НЕТ. |
| TEST | Восстановление первоначальных настроек (если выбрано ДА). Выход без изменений (если выбрано НЕТ). |
| ESC / ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ФУНКЦИЙ | Выход без изменений. |

Предупреждения:

- При использовании данной опции пользовательские настройки будут утеряны!
- Если из прибора извлекаются батареи более чем на 1 минуту, то пользовательские настройки также будут утеряны.

Первоначальные настройки приведены ниже:

| Настройка прибора | Первоначальное значение |
|-------------------|---|
| Контрастность | Как определено и сохранено при процедуре калибровки |
| Язык | English |
| Настройки клещей: | Модель: A 1359 Диапазон: 10 А |
| Тип соединения: | 2-фазн. |

| Функция Подфункция | Параметры / предельное значение |
|--|--|
| Целостность защитных проводников R 200mA R 7mA | Предел не установлен Предел не установлен |

Примечание:

- Первоначальные настройки (перезагрузка прибора) также могут быть восстановлены путем нажатия клавиши ТАБУЛЯТОР во время включения прибора.

5 Измерения

5.1 Напряжение, ток, мощность, THD, частота и последовательность фаз

5.1.1 UIF

На экране UIF отображаются СКЗ (среднеквадратические значения) напряжения, тока и углы сдвига фаз, измеряемые прибором. Прибор отображает измерения, соответствующие выбранному типу соединения: 2-фазной или 3-фазной (Аарона) схеме подключения.

Процедура измерения UIF

- Выберите тип соединения (см. раздел 4.2.1 *Тип соединения*).
- При необходимости установите настройки клещей (см. раздел 4.2.2 *Настройки клещей*).
- С помощью переключателя функций и клавиш ВВЕРХ / ВНИЗ выберите подфункцию **UIF**.
- Измерения начнутся автоматически.
- **Подключите** измерительный кабель и измерительные клещи к прибору.
- **Подключите** измерительные провода к объекту измерений (см. рисунок 4.3 и рисунок 4.4).
- **Охватите** провода, по которым протекает ток, который будет измеряться (см. раздел 4.2.1 *Тип соединения*).
- Нажмите клавишу **TEST** повторно, чтобы остановить измерения. Все подфункции будут остановлены.
- Сохраните результаты измерения, нажав клавишу **MEM** (опция).
- Нажмите клавишу **TEST**, чтобы снова запустить измерения. При этом будут запущены все подфункции.

| UIf | L1 | L2 |
|--------------------|-----------------------|---------------------------|
| U | 246.1 В | 30.2 В |
| I | 216.2 А | 201.9 А |
| φ | -15.1° _{U-I} | -19.2° _{U-I} |
| f | 50.00 Гц | |
| φ _{U-U} : | 119.1° | φ _{I-I} : 115.0° |

Рисунок 5.1: Измерения UIF для 2-фазной схемы подключения

Результаты, отображаемые для 2-фазной схемы подключения:

U₁ СКЗ напряжение между проводниками L1+ и L1-;

U₂ СКЗ напряжение между проводниками L2+ и L2-;

I₁ Ток, измеренный токовыми клещами I₁;

I₂ Ток, измеренный токовыми клещами I₂;

φ_{U1-I1} Угол сдвига фаз между напряжением U₁ и током I₁ основной частоты;

- $\varphi_{U_{2-12}}$Угол сдвига фаз между напряжением U_2 и током I_2 основной частоты;
- fЧастота напряжения U_1 . Если значение U_1 слишком низкое, отображается частота I_1 .
- φ_{U-U}Угол сдвига фаз между напряжениями U_1 и U_2
- φ_{I-I}Угол сдвига фаз между токами I_1 и I_2

| UIf | L12 | L23 |
|-------------|----------|----------|
| U | 246.0 В | 251.4 В |
| I | 216.2 А | 225.0 А |
| φ_U | 0.0 ° | -119.9 ° |
| φ_I | 15.1 ° | 140.6 ° |
| f | 50.00 Гц | |

| UIf | L23 | L31 |
|-------------|----------|---------|
| U | 251.4 В | 249.0 В |
| I | 225.1 А | 201.9 А |
| φ_U | -119.9 ° | 119.0 ° |
| φ_I | 140.6 ° | -99.9 ° |
| f | 50.00 Гц | |

Рисунок 5.2: Измерения UIf для 3-фазной схемы подключения (Аарона)

Результаты, отображаемые для 2-фазной схемы подключения (Аарона):

- U12.....Измеренное напряжение между фазами L1 и L2,
- U23..... Измеренное напряжение между фазами L2 и L3,
- U31..... Рассчитанное напряжение между фазами L3 и L1,
- I_{12} Измеренный ток I_1 на фазе L1.
- I_{23} Рассчитанный ток I_2 для фазы L2.
- I_{31} Измеренный ток I_3 на фазе L3.
- $\varphi_{U_{12}}$ Фазовый угол напряжения U_{12}
- $\varphi_{U_{23}}$ Фазовый угол напряжения U_{23}
- $\varphi_{U_{31}}$ Фазовый угол напряжения U_{31}
- $\varphi_{I_{12}}$ Фазовый угол тока I_{12} на фазе L1.
- $\varphi_{I_{23}}$ Фазовый угол тока I_{23} на фазе L2.
- $\varphi_{I_{31}}$ Фазовый угол тока I_{31} на фазе L3.
- f Частота напряжения U_{12} . Если значение U_{12} слишком низкое, то отображается частоты тока фазы L1.

Клавиши:

| | |
|------------------------------|--|
| Переключатель функций | Переключает между основными функциями. |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Переключает между подфункциями. |
| ТАБУЛЯТОР | Переключает между экранами с результатами. |
| TEST | Запуск / остановка измерений. |
| MEM | Сохранение измеренных результатов / вызов сохраненных результатов. |

Все результаты измерения напряжения и тока представляют собой СКЗ 512 выборки магнитуд напряжения за интервал времени 10 периодов.

Значения напряжения измеряются в соответствии со следующим уравнением:

Фазное напряжение:

$$U_p = \sqrt{\frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} u_{pj}^2} \quad [В], p: 1,2 \quad (1)$$

Межфазное напряжение:
$$U_{pg} = \sqrt{\frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} (u_{p_j} - u_{g_j})^2} \text{ [В], } pg: 12,23,31 \quad (2)$$

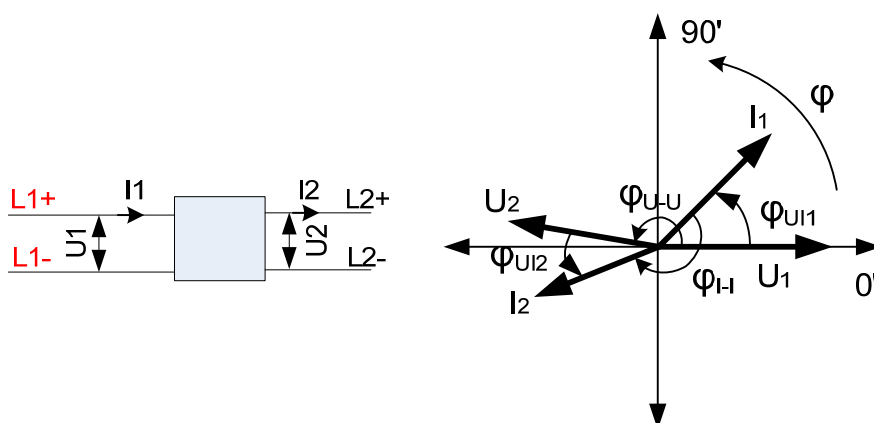
Прибор имеет 7 диапазонов измерения напряжения, которые переключаются автоматически, в зависимости от измеренного напряжения.

Значения тока измеряются в соответствии со следующим уравнением:

Фазный ток:
$$I_p = \sqrt{\frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} I_{pj}^2} \text{ [А], } p: 1,2 \quad (3)$$

Прибор имеет 4 диапазона измерения тока, которые переключаются автоматически, в зависимости от измеренного тока.

Измерения фазных углов производится на компонентах основной частоты тока и напряжения. Канал синхронизации (напряжение U_1 , U_{12} или ток I_1) отображен на положительной оси X и имеет угол, равный нулю. При 2-фазном подключении углы сдвига фаз измеряются между током и напряжением, напряжениями U_1 и U_2 и токами I_1 и I_2 , как показано на рисунке и в формулах, приведенных ниже.

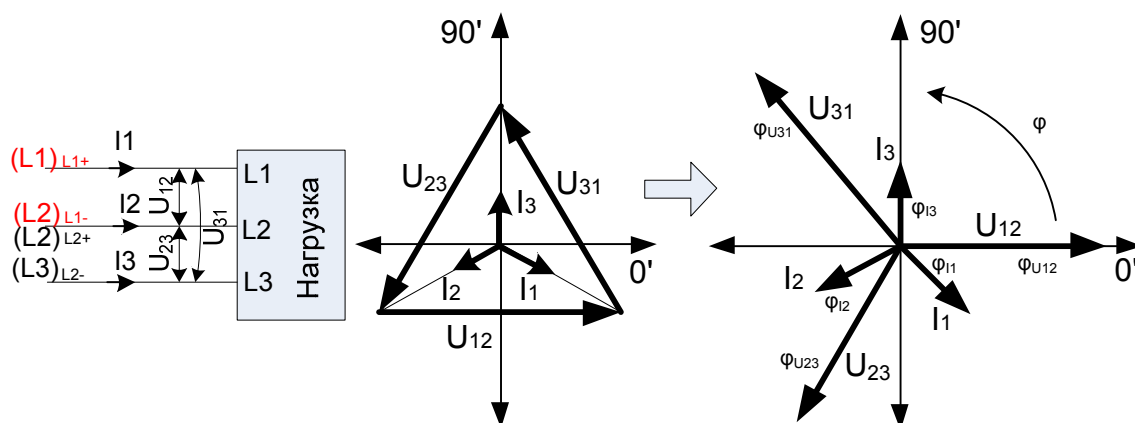


Фазовый угол напряжение – ток:
$$\varphi_{U_{Ip}} = \varphi(U_p) - \varphi(I_p) \text{ [}^\circ\text{], } p: 1,2 \quad (4)$$

Фазовый угол напряжение – напряжение:
$$\varphi_{U-U} = \varphi(U_1) - \varphi(U_2) \text{ [}^\circ\text{]} \quad (5)$$

Фазовый угол ток – ток:
$$\varphi_{I-I} = \varphi(I_1) - \varphi(I_2) \text{ [}^\circ\text{]} \quad (6)$$

При 3-фазном подключении (Аарона), углы, отображаемые прибором, представляют углы напряжения и тока векторов напряжения и тока в векторной диаграмме. Канал синхронизации (напряжение U_{12} или ток I_1) отображен на положительной оси X и имеет угол, равный нулю. На рисунке ниже графически представлены значения фазовых углов и их смысл.



Фазовый угол напряжения: $\varphi_{U_{pg}} = \varphi(U_{pg})$ [°], $pg: 12, 23, 31$ (7)

Фазовый угол тока: $\varphi_{I_p} = \varphi(I_p)$ [°], $p: 1, 2, 3$ (8)

Показание частоты получено за интервал 10 периодов как отношение 10 периодов к длительности периодов интегрирования.

Частота: $f = \frac{10}{\text{длительность}_{10_периодов}}$ [Гц] (9)

5.1.2 PQS

В данной подфункции может быть выполнено стандартное измерение мощности для 2-фазной и 3-фазной (Аарона) схемы подключения

Процедура измерения PQS

- ❑ Выберите тип соединения (см. раздел 4.2.1 Тип соединения).
- ❑ При необходимости установите настройки клещей (см. раздел 4.2.2 Настройки клещей).
- ❑ С помощью переключателя функций и клавиш ВВЕРХ / ВНИЗ выберите подфункцию **PQS**.
- ❑ Измерения начнутся автоматически.
- ❑ **Подключите** измерительный кабель и токовые клещи к прибору.
- ❑ **Подключите** измерительные провода к объекту измерений (см. рисунок 4.3 и рисунок 4.4).
- ❑ **Охватите** провода, по которым протекает ток, который будет измеряться.
- ❑ Нажмите клавишу **TEST** повторно, чтобы остановить измерения. Все подфункции будут остановлены.
- ❑ Сохраните результаты измерения, нажав клавишу **MEM** (опция).
- ❑ Нажмите клавишу **TEST**, чтобы снова запустить измерения. При этом будут запущены все подфункции.

| PQS | L1 | L2 |
|-----|----------|----------|
| Вт | 51.38 k | 47.70 k |
| Вар | -13.81 k | -17.35 k |
| ВА | 53.20 k | 50.76 k |
| PF | 0.97 | 0.94 |
| DPF | 0.97 | 0.94 |

Рисунок 5.3: Измерения мощности при 2-фазном подключении

Отображаемые результаты для 2-фазного подключения:

- P_1 (Вт) Активная мощность на канале L1;
- P_2 (Вт) Активная мощность на канале L2;
- Q_1 (вар) ... Реактивная мощность на канале L1;
- Q_2 (вар) ... Реактивная мощность на канале L2;
- S_1 (ВА)..... Полная мощность на канале L1;
- S_2 (ВА)..... Полная мощность на канале L2;
- PF_1 Коэффициент мощности на канале L1;
- PF_2 Коэффициент мощности на канале L2;
- DPF_1 $\cos \varphi_1$ на канале L1;
- DPF_2 $\cos \varphi_2$ на канале L2.

| PQS | СУМ. |
|-----|---------|
| Вт | 3.673 k |
| Вар | 2.970 k |
| ВА | 4.724 k |
| PF | 0.78 |

Рисунок 5.4: Измерения мощности при 3-фазном подключении (Аарона)

Отображаемые результаты для 3-фазного подключения (Аарона):

- P_{tot} (Вт) Суммарная активная мощность;
- Q_{tot} (вар) .. Суммарная реактивная мощность;
- S_{tot} (ВА) ... Суммарная полная мощность;
- PF_{tot} Суммарный коэффициент мощности.

Клавиши:

| | |
|------------------------------|--|
| Переключатель функций | Переключает между основными функциями. |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Переключает между подфункциями. |
| TEST | Запуск / остановка измерения. |
| MEM | Сохранение измеренных результатов / вызов сохраненных результатов. |

Все измерения активной мощности представляют собой СКЗ 512 выборок мгновенной мощности за интервал 10 периодов.

Фазная активная мощность:

$$P_p = \frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} p_{pj} = \frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} U_{pj} * I_{pj} \quad [\text{Вт}], p: 1,2 \quad (10)$$

Полная и реактивная мощность, коэффициент мощности и коэффициент сдвига мощности ($\cos \varphi$) рассчитываются в соответствии со следующими уравнениями:

Фазная полная мощность: $S_p = U_p * I_p$ [ВА], $p: 1,2$ (11)

Фазная реактивная мощность:
 $Q_p = \text{Sign}(Q_p) * \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$ [вар], $p: 1,2$ (12)

Знак реактивной мощности:

$$\text{Sign}(Q_p) = \begin{cases} +1, \varphi_p \in [0^\circ \div 180^\circ] \\ -1, \varphi_p \in [0^\circ \div -180^\circ] \end{cases} p: 1,2$$
 (13)

Фазный коэффициент мощности: $PF_p = \frac{P_p}{S_p}$, $p: 1,2$ (14)

$\cos \varphi$:
 $\cos \varphi_p = \cos(\varphi_{u_p} - \varphi_{i_p})$, $p: 1,2$ (15)

Суммарная активная, реактивная и полная мощность и суммарный коэффициент мощности рассчитываются в соответствии со следующими уравнениями:

Суммарная активная мощность: $P_t = P_1 + P_2$ [Вт], (16)

Суммарная реактивная мощность (вектор):
 $Q_t = Q_1 + Q_2$ [ВАр], (17)

Суммарная полная мощность (вектор):
 $S_t = \sqrt{(P_t^2 + Q_t^2)}$ [ВА], (18)

Суммарный коэффициент мощности (вектор): $PF_{tot} = \frac{P_t}{S_t}$. (19)

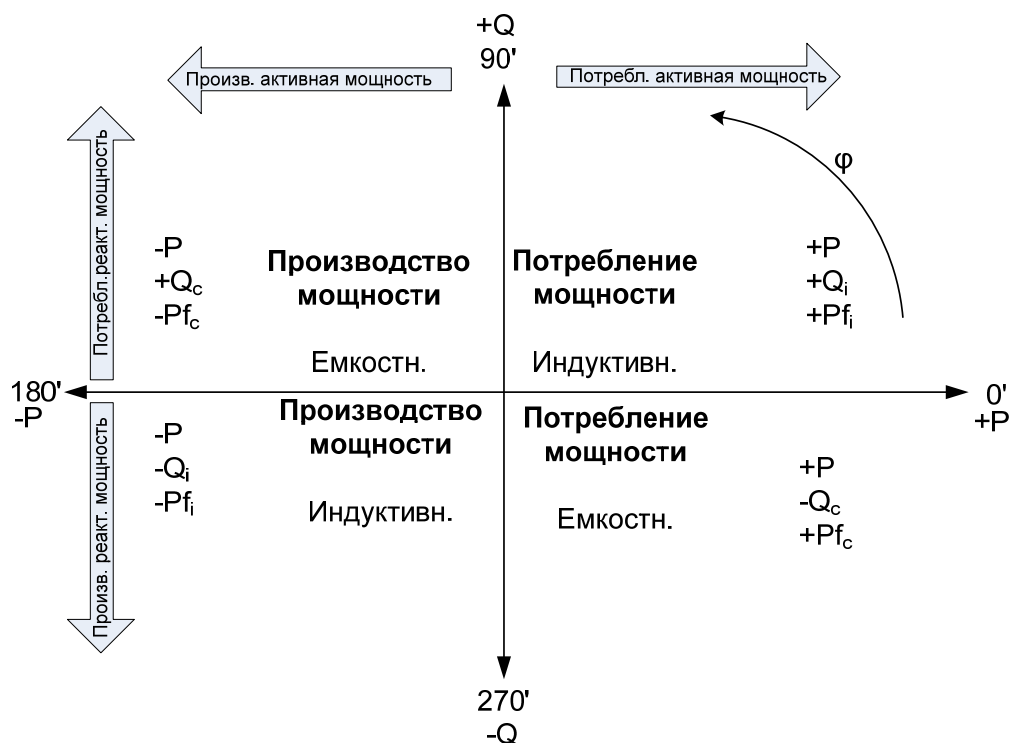


Рисунок 5.5: Векторное представление 4-квadrантного исчисления мощности

5.1.3 Векторная диаграмма

Векторная диаграмма представляет углы векторов напряжения и тока в градусах. Прибор отображает измерения, соответствующие выбранному типу соединения: 2-фазной или 3-фазной (Аарона) схеме подключения.

Процедура измерения векторной диаграммы

- ❑ Выберите тип соединения (см. раздел 4.2.1 *Тип соединения*).
- ❑ При необходимости установите настройки клещей (см. раздел 4.2.2 *Настройки клещей*).
- ❑ С помощью переключателя функций и клавиш ВВЕРХ / ВНИЗ выберите подфункцию **ВЕКТ**.
- ❑ Измерения начнутся автоматически.
- ❑ **Подключите** измерительный кабель и измерительные клещи к прибору.
- ❑ **Подключите** измерительные провода к объекту измерений (см. рисунок 4.3 и рисунок 4.4).
- ❑ **Охватите** провода, по которым протекает ток, который будет измеряться (см. раздел 4.2.1 *Тип соединения*).
- ❑ Нажмите клавишу **TEST** повторно, чтобы остановить измерения. Все подфункции будут остановлены.
- ❑ Сохраните результаты измерения, нажав клавишу **MEM** (опция).
- ❑ Нажмите клавишу **TEST**, чтобы снова запустить измерения. При этом будут запущены все подфункции.

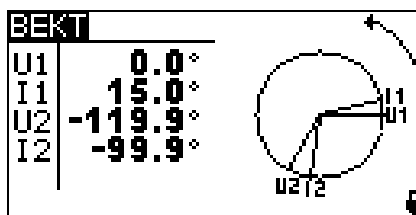


Рисунок 5.6: Векторная диаграмма при 2-фазной схеме подключения

Отображаемые результаты для 2-фазной схемы подключения:

- U₁..... Фазовый угол вектора напряжения U₁
- U₂..... Фазовый угол вектора напряжения U₂
- I₁..... Фазовый угол вектора тока I₁
- I₂..... Фазовый угол вектора тока I₂

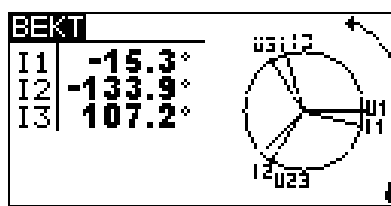
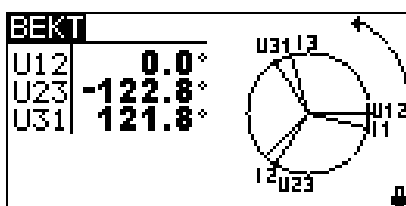


Рисунок 5.7: Векторная диаграмма при 3-фазной схеме подключения (Аарона)

Отображаемые результаты для 3-фазной схемы подключения (Аарона):

- U₁₂..... Фазовый угол вектора напряжения U₁₂
- U₂₃..... Фазовый угол вектора напряжения U₂₃
- U₃₁..... Фазовый угол вектора напряжения U₃₁
- I₁..... Фазовый угол вектора тока I₁
- I₂..... Фазовый угол вектора тока I₂
- I₃..... Фазовый угол вектора тока I₃

Клавиши:

| | |
|------------------------------|--|
| Переключатель функций | Переключает между основными функциями. |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Переключает между подфункциями. |
| ТАБУЛЯТОР | Переключает между экранами с результатами. |
| TEST | Запуск / остановка измерения. |
| MEM | Сохранение измеренных результатов / вызов сохраненных результатов. |

Векторные угла получены из преобразования Фурье, которое выполняется на основе интервала в 10 периодов, включающего 512 выборок. Более подробная информация о расчете углов приведена в разделах 5.1.4 и 5.1.1.

5.1.4 Суммарный коэффициент гармонических искажений THD

Экран THD отображает суммарные коэффициенты гармонических искажений напряжений и токов, которые измеряются прибором. Прибор отображает

измерения, соответствующие выбранному типу соединения: 2-фазной или 3-фазной (Аарона) схеме подключения.

Процедура измерения THD

- Выберите тип соединения (см. раздел 4.2.1 *Тип соединения*).
- При необходимости установите настройки клещей (см. раздел 4.2.2 *Настройки клещей*).
- С помощью переключателя функций и клавиш ВВЕРХ / ВНИЗ выберите подфункцию **THD**.
- Измерения начнутся автоматически.
- **Подключите** измерительный кабель и токовые клещи к прибору.
- **Подключите** измерительные провода к объекту измерений (см. *рисунок 4.3* и *рисунок 4.4*).
- **Охватите** провода, по которым протекает ток, который будет измеряться.
- Нажмите клавишу **TEST** повторно, чтобы остановить измерения. Все подфункции будут остановлены.
- Сохраните результаты измерения, нажав клавишу **MEM** (опция).
- Нажмите клавишу **TEST**, чтобы снова запустить измерения. При этом будут запущены все подфункции.

| THD | L1 | L2 |
|------|--------|--------|
| thdU | 10.1 % | 5.1 % |
| thdU | 24.8 В | 12.8 В |
| thdI | 20.0 % | 24.3 % |
| thdI | 43.2 А | 50.5 А |

Рисунок 5.8: Измерения THD при 2-фазной схеме подключения

Отображаемые результаты для 2-фазной схемы подключения:

thdU₁(%).....Суммарный коэффициент гармонических искажений U₁,
выраженный в процентах от первой гармоники;

thdU₁(В)Суммарный коэффициент гармонических искажений U₁,
выраженный в Вольтах;

thdU₂(%).....Суммарный коэффициент гармонических искажений U₂,
выраженный в процентах от первой гармоники;

thdU₂(В)Суммарный коэффициент гармонических искажений U₂,
выраженный в Вольтах;

thdI₁(%).....Суммарный коэффициент гармонических искажений I₁,
выраженный в процентах от первой гармоники;

thdI₁(А).....Суммарный коэффициент гармонических искажений I₁,
выраженный в Амперах;

thdI₂(%)..... Суммарный коэффициент гармонических искажений I₂
выраженный в процентах от первой гармоники;

thdI₂(А).....Суммарный коэффициент гармонических искажений I₂,
выраженный в Амперах.

| THD | L12 | L23 | THD | L23 | L31 |
|------|--------|--------|------|--------|--------|
| thdU | 2.8 % | 3.1 % | thdU | 3.1 % | 6.1 % |
| thdU | 12.0 В | 12.7 В | thdU | 12.7 В | 24.6 В |
| thdI | 20.0 % | 24.3 % | thdI | 24.3 % | 29.7 % |
| thdI | 43.2 А | 50.6 А | thdI | 50.6 А | 64.3 А |

Рисунок 5.9: Измерения THD при 3-фазной схеме подключения (Аарона)

Отображаемые результаты для 3-фазной схемы подключения (Аарона):

thdU₁₂(%)Суммарный коэффициент гармонических искажений U₁₂,
выраженный в процентах от первой гармоники;

thdU₁₂(В)Суммарный коэффициент гармонических искажений U₁₁,
выраженный в Вольтах;

thdU₂₃(%)Суммарный коэффициент гармонических искажений U₂₃,
выраженный в процентах от первой гармоники;

thdU₂₃(В)Суммарный коэффициент гармонических искажений U₂₃,
выраженный в Вольтах;

thdU₃₁(%)Суммарный коэффициент гармонических искажений U₃₁,
выраженный в процентах от первой гармоники;

thdU₃₁(В)Суммарный коэффициент гармонических искажений U₃₁,
выраженный в Вольтах;

thdI₁₂(%)Суммарный коэффициент гармонических искажений тока I₁ на
фазе L1, выраженный в процентах от первой гармоники;

thdI₁₂(А)Суммарный коэффициент гармонических искажений тока I₁ на
фазе L2, выраженный в Амперах;

thdI₂₃(%)Суммарный коэффициент гармонических искажений тока I₂ на
фазе L2, выраженный в процентах от первой гармоники

thdI₂₃(А)Суммарный коэффициент гармонических искажений тока I₂ на
фазе L2, выраженный в Амперах;

thdI₃₁(%)Суммарный коэффициент гармонических искажений тока I₃ на
фазе L3, выраженный в процентах от первой гармоники

thdI₃₁(А)Суммарный коэффициент гармонических искажений тока I₃ на
фазе L3, выраженный в Амперах.

Клавиши:

| | |
|------------------------------|--|
| Переключатель функций | Переключает между основными функциями. |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Переключает между подфункциями. |
| ТАБУЛЯТОР | Переключает между экранами с результатами. |
| TEST | Запуск / остановка измерения. |
| MEM | Сохранение измеренных результатов / вызов сохраненных результатов. |

Суммарный коэффициент гармонических искажений рассчитывается в соответствии со следующими уравнениями:

Сумм. коэффициент гармонических искажений напряжения (%): (20)

$$THD_{U_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{25} \left(\frac{U_p h_n}{U_p h_1} \right)^2}, p: 1,2,3$$

Сумм. коэффициент гармонических искажений напряжения (В):

$$THD_{U_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{25} (U_p h_n)^2}, p: 1,2,3$$

Сумм. коэффициент гармонических искажений тока (%):

$$THD_{I_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{25} \left(\frac{I_p h_n}{I_p h_1} \right)^2}, p: 1,2,3 \quad (21)$$

Сумм. коэффициент гармонических искажений тока (А):

$$THD_{I_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{25} (I_p h_n)^2}, p: 1,2,3 \quad (22)$$

5.2 Сопротивление соединений

Измерение сопротивления проводится для проверки надежности эквипотенциальных и других соединений. Доступны 2 подфункции:

- R 200мА – измерение сопротивления соединений в соответствии с требованиями стандарта EN 61557-4 (при токе 200 мА);
- R 7мА - непрерывное измерение сопротивления при токе 7 мА.

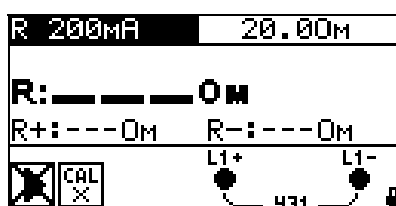


Рисунок 5.10: Экран функции R 200мА

Параметры измерения при измерении сопротивления

| | |
|--------|---|
| TEST | Подфункция измерения сопротивления [R 200мА, R 7мА] |
| Предел | Максимальное сопротивление [ВЫКЛ, 0,1 Ом ... 20,0 Ом] |

Клавиши в поле параметров измерения:

| | |
|--------------|--|
| ТАБУЛЯТОР | Выбор параметра измерения для настройки. |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Настройка значения параметра измерения. |

5.2.1 R 200mA, измерение сопротивления при токе 200 мА

Измерение проводится с автоматической сменой полярности измерительного напряжения.

Схема подключения при проверке непрерывности R 200mA

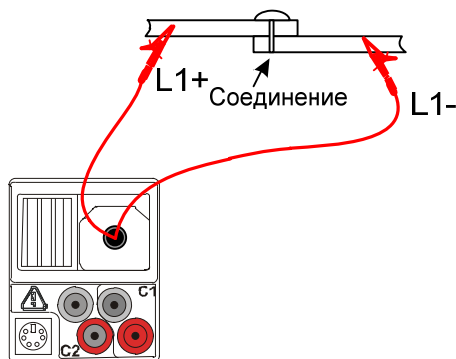


Рисунок 5.11: Пример измерения сопротивления соединения

Процедура измерения сопротивления

- ❑ С помощью переключателя функций и клавиш ВВЕРХ / ВНИЗ выберите подфункцию **R 200mA**.
- ❑ Активируйте и установите **предельные значения** (опция).
- ❑ **Подключите** измерительный кабель к прибору.
- ❑ При необходимости проведите **компенсацию** сопротивления измерительных проводов (см. раздел 6.2.3).
- ❑ **Отключите** от питания и разрядите объект измерений.
- ❑ **Подключите** измерительные провода L1+ и L1- к объекту измерений (см. рисунок 6.12).
- ❑ Нажмите клавишу **TEST**, чтобы запустить измерение.
- ❑ После завершения измерения сохраните результат измерения, нажав клавишу **MEM** (опция).

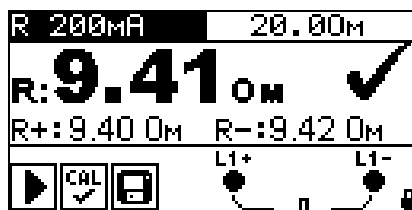


Рисунок 5.12: Пример результата функции R 200mA

Отображаемые результаты:

- R..... сопротивление R 200mA;
- R+..... сопротивление при положительной полярности;
- R-..... сопротивление при отрицательной полярности.

Клавиши:

| | |
|------------------------------|--|
| Переключатель функций | Переключает между основными функциями. |
|------------------------------|--|

| | |
|---------------------|--|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Переключает между подфункциями. |
| | Настройка значения параметра измерения. |
| ТАБУЛЯТОР | Выбор поля параметров измерения. |
| TEST | Запуск измерения. |
| MEM | Сохранение измеренных результатов / вызов сохраненных результатов. |

5.2.2 Непрерывное измерение сопротивления при токе 7 мА

В целом данная функция работает как обычный омметр с малым измерительным током. Измерение выполняется непрерывно и без переключения полярности измерительного напряжения. Данная функция может применяться для проверки индуктивных элементов.

Схема подключения при проверке непрерывности R 7мА

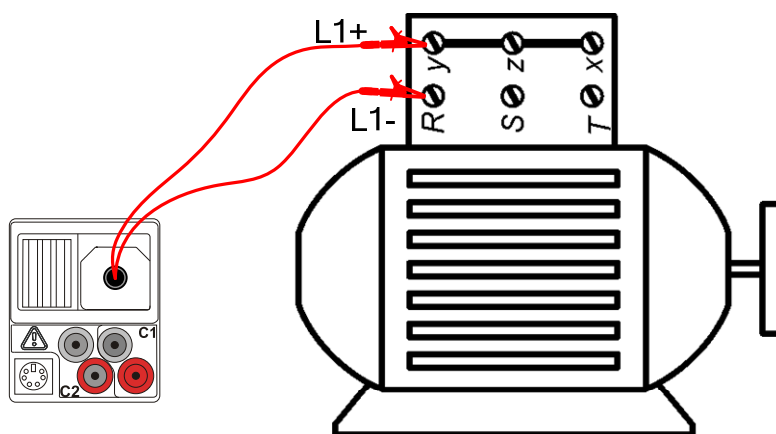


Рисунок 5.13: Подключение 2-проводного измерительного кабеля

Процедура измерения сопротивления при 7 мА

- ❑ С помощью переключателя функций и клавиш **ВВЕРХ / ВНИЗ** выберите подфункцию **R 7мА**.
- ❑ Активируйте и установите **предельные значения** (опция).
- ❑ **Подключите** измерительный кабель к прибору.
- ❑ При необходимости проведите **компенсацию** сопротивления измерительных проводов (см. *раздел 5.2.3*).
- ❑ **Отключите** от питания и разрядите объект измерений.
- ❑ **Подключите** измерительные провода L1+ и L1- к объекту измерений (см. *рисунок 6.13*).
- ❑ Нажмите клавишу **TEST**, чтобы запустить непрерывное измерение.
- ❑ Нажмите клавишу **TEST** повторно, чтобы остановить измерение.
- ❑ Сохраните результат измерения, нажав клавишу **MEM** (опция).



Рисунок 5.14: Пример результата непрерывного измерения R 7mA

Отображаемый результат:

R.....Сопrotивление.

Клавиши:

| | |
|------------------------------|--|
| Переключатель функций | Переключает между основными функциями. |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Переключает между подфункциями. Настройка значения параметра измерения. |
| ТАБУЛЯТОР | Выбор поля параметров измерения. |
| TEST | Запуск / остановка измерения. |
| MEM | Сохранение измеренных результатов / вызов сохраненных результатов. |

Примечание:

- Если измеренное напряжение ниже 2 Ом, раздается непрерывный звуковой сигнал.

5.2.3 Компенсация сопротивления измерительных проводов

В данном разделе описана процедура компенсации сопротивления измерительных проводов для функций R 200mA и R 7mA. Компенсация необходима для исключения влияния сопротивления измерительных проводов и внутренних сопротивлений прибора на результат измерения. Компенсация сопротивления проводов является важным фактором для получения корректного результата.

При успешном проведении компенсации на дисплее отображается символ .

Схема подключения для компенсации сопротивления измерительных проводов

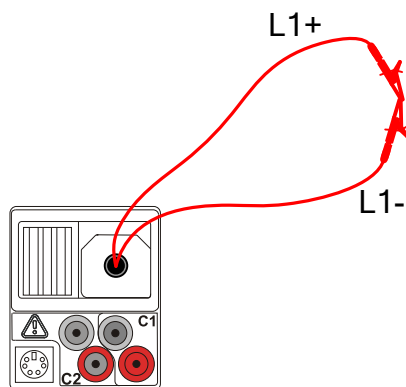


Рисунок 5.15: Замкнутые измерительные провода

Процедура компенсации сопротивления измерительных проводов

- Выберите подфункцию **R 200mA** или **R 7mA**.
- **Подключите** измерительный кабель к прибору и замкните измерительные провода L1+ и L1- (см. рисунок 5.15).
- Нажмите клавишу **HELP/CAL**, чтобы выполнить компенсацию сопротивления.
- Нажмите клавишу **TEST**, чтобы подтвердить компенсацию.

Отображаемые символы:



.....Сопротивление измерительных проводов скомпенсировано;



..... Сопротивление измерительных проводов не скомпенсировано.

Клавиша:

| | |
|-----------------|---|
| HELP/CAL | Запуск процедуры компенсации сопротивления измерительных проводов |
|-----------------|---|



Рисунок 5.16: Препрежее значение результата калибровки



Рисунок 5.17: Новое значение результата калибровки

Примечание:

- Максимальное значение для компенсации сопротивления проводов равно 5 Ом. Если значение сопротивления выше, значение калибровки устанавливается на первоначальное.

Если значение компенсации не сохранено, отображается символ .

6 Работа с результатами

6.1 Организация памяти

После завершения измерения результаты, подрезультаты и параметры измерения могут быть сохранены во флэш-память прибора.

6.2 Структура данных

Внутренняя память прибора разделена на 3 уровня, каждый из которых содержит 199 ячеек. Количество измерений, которое может быть сохранено в одной ячейке, не ограничено.

В **поле структуры данных** описана позиция, на которой проводилось измерение (объект, электроцит, предохранитель).

В **поле измерений** содержится информация о типе и количестве измерений, относящихся к выбранному элементу структуры (объект, электроцит или предохранитель).

Данная структура обладает следующими преимуществами:

- Результаты измерений могут быть организованы и сгруппированы в соответствии со структурой типичной электроустановки.
- Названия элементов структуры могут быть заранее определены пользователем и загружены в прибор посредством программного обеспечения EuroLink PRO.
- Простой просмотр и поиск результатов в структуре.
- После загрузки результатов на ПК отчет измерений может быть сгенерирован сразу, без каких-либо измерений или после небольших модификаций.

```

ВЫЗОВ РЕЗ-ТОВ
-----
[OBJ]ОБЪЕКТ 001
[ELC]ЭЛЕКТРОЦИТ 001
[FUS]ПРЕДОХР-ЛЬ 001
-----
> № : 5/5
  R 200mA
  
```


Рисунок 6.1: Поля структуры данных и измерений

Поле структуры данных

| ВЫЗОВ РЕЗ-ТОВ | Операции в меню памяти |
|---|---|
| [OBJ]ОБЪЕКТ 001 [ELC]ЭЛЕКТРОЦИТ 001 [FUS]ПРЕДОХР-ЛЬ 001 | Поле структуры данных |
| [OBJ]ОБЪЕКТ 001 | <ul style="list-style-type: none"> □ 1^{ый} уровень: ОБЪЕКТ: Название ячейки по умолчанию (объект и его последовательный номер). |
| [ELC]ЭЛЕКТРОЦИТ 001 | <ul style="list-style-type: none"> □ 2^{ой} уровень: ЭЛЕКТРОЦИТ: Название ячейки по умолчанию (электроцит и его последовательный номер). |

| | |
|-----------------------|--|
| [FUS]ПРЕДОХР-ЛЬ 001 | <ul style="list-style-type: none"> □ 3^{ий} уровень: ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ: Название ячейки по умолчанию (предохранитель и его последовательный номер). □ 001: Номер выбранного элемента. |
| №.: 20 [112] | Количество измерений в выбранной ячейке. [Количество измерений в выбранной ячейке и ее подэлементе] |
| Поле измерений | |
| R 200mA | Тип сохраненного результата в выбранной ячейке. |
| №: 5/5 | Номер выбранного результата измерения / Количество всех сохраненных результатов для выбранной ячейки. |

6.3 Сохранение результатов измерения

После завершения измерения результаты и сопутствующие параметры готовы к сохранению (в поле сообщений отображается символ ). Нажав клавишу **MEM**, пользователь может сохранить результаты в памяти прибора.

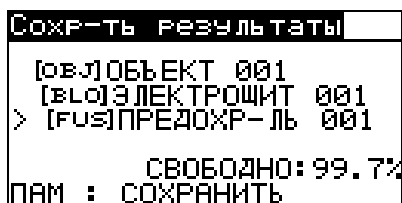


Рисунок 6.2: Меню сохранения результатов

СВОБОДНО: 99.7% Память, доступная для сохранения результатов.

Клавиши в меню сохранения результатов:

| | |
|------------------------------------|--|
| ТАБУЛЯТОР | Выбор элемента структуры (объект/ электроцит / предохранитель) |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор номера выбранного элемента структуры (от 1 до 199) |
| MEM / TEST | Сохранение результата измерения в выбранную ячейку. |
| Переключатель функций / ESC | Выход без сохранения. |

Примечания:

- По умолчанию прибор предлагает сохранить результат в последнюю выбранную ячейку.
- Если Вы хотите сохранить результат в ту же ячейку памяти, что и предыдущий, дважды нажмите клавишу **MEM**.

6.4 Вызов результатов измерения

Находясь в главном меню функций, когда нет результатов, доступных для сохранения, нажмите клавишу **MEM** или выберите опцию **ПАМЯТЬ** в меню **НАСТРОЙКИ**.

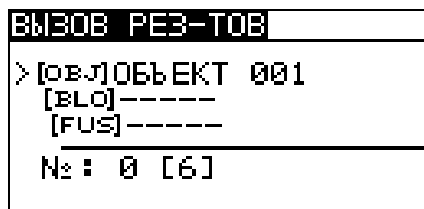


Рисунок 6.3: Меню вызова – выбрано поле структуры данных

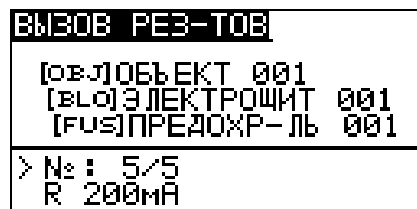


Рисунок 6.4: Меню вызова – выбрано поле измерений

Клавиши в меню вызова результатов (выбрано поле структуры данных):

| | |
|------------------------------------|---|
| ТАБУЛЯТОР | Выбор элемента структуры (объект/ электроцит / предохранитель). |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор номера элемента ячейки (от 1 до 199). |
| TEST / MEM | Вход в поле измерений. |
| Переключатель функций / ESC | Выход. |

Клавиши в меню вызова результатов (выбрано поле измерений):

| | |
|------------------------|--|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор сохраненного измерения. |
| TEST / MEM | Просмотр результатов выбранного измерения. |
| ТАБУЛЯТОР / ESC | Возврат в главное меню функций. |
| MEM | Выход. |

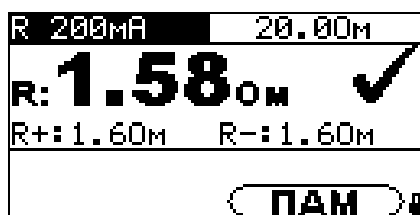


Рисунок 6.5: Пример вызова результата измерения

Клавиши в меню вызова результатов (отображение результата измерения):

| | |
|------------------------------------|---|
| HELP | Переключение между экранами с результатами. |
| TEST / MEM | Возврат в поле измерений. |
| Переключатель функций / ESC | Выход. |

6.5 Удаление сохраненных результатов

6.5.1 Полная очистка содержимого памяти

Выберите опцию **ОЧИСТКА ПАМЯТИ** в меню **ПАМЯТЬ**. При этом на дисплее отобразится предупреждение.

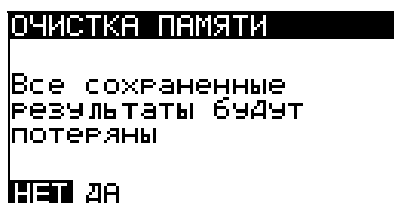


Рисунок 6.6: Полная очистка памяти

Клавиши в меню очистки памяти:

| | |
|------------------------------------|--|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор ДА или НЕТ. |
| TEST | Подтверждение полной очистки содержимого памяти (если выбрано ДА) Выход без изменений (если выбрано НЕТ). |
| Переключатель функций / ESC | Выход без изменений. |

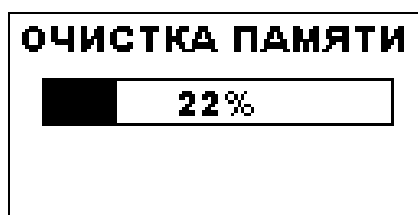


Рисунок 6.7: Процесс очистки памяти

6.5.2 Удаление результата(-ов) в выбранной ячейке

Выберите опцию **УДАЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ** в меню **ПАМЯТЬ**.

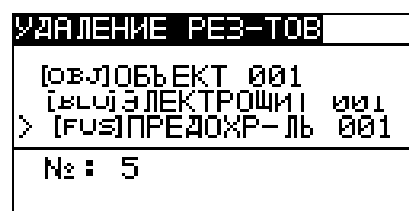
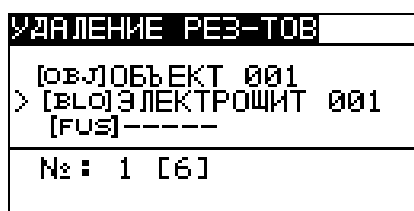


Рисунок 6.8: Меню удаления результатов (выбрано поле структуры данных)

Клавиши в меню удаления результатов (выбрано поле структуры данных):

| | |
|---------------------|---|
| ТАБУЛЯТОР | Выбор элемента структуры (объект/ электрощит / предохранитель). |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор номера элемента ячейки (от 1 до 199). |
| TEST | Вход в диалоговое окно для подтверждения удаления всех результатов для данной ячейки и ее подэлементов. |

| | |
|------------------------------------|---|
| Переключатель функций / ESC | Выход без изменений. |
| MEM | Вход в поле измерений для удаления отдельных измерений. |

Клавиши в диалоговом окне для подтверждения удаления результатов в выбранной ячейке:

| | |
|------------------------------------|---|
| TEST | Удаление всех результатов для выбранной ячейки. |
| Переключатель функций / ESC | Выход без изменений. |

6.5.3 Удаление отдельных результатов

Выберите опцию **УДАЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ** в меню **ПАМЯТЬ**.

| |
|---|
| УДАЛЕНИЕ РЕЗ-ТОВ |
| [OBJ]ОБЪЕКТ 001 [ELEC]ЭЛЕКТРИЧ-ТЬ 001 [FUS]ПРЕДОХР-ЛЬ 001 |
| > № : 5/5 R 200mA |

Рисунок 6.9: Меню удаления отдельных результатов (выбрано поле измерений)

Клавиши в меню удаления результатов (выбрано поле структуры данных):

| | |
|------------------------------------|---|
| ТАБУЛЯТОР | Выбор элемента структуры (объект/ электроцит / предохранитель). |
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор номера элемента ячейки (от 1 до 199). |
| MEM | Вход в поле измерений для удаления отдельных измерений. |
| Переключатель функций / ESC | Выход без изменений. |

Клавиши в меню удаления результатов (выбрано поле измерений):

| | |
|------------------------|---|
| ВВЕРХ / ВНИЗ | Выбор измерения. |
| TEST | Вход в диалоговое окно для подтверждения удаления отдельного измерения. |
| ТАБУЛЯТОР / ESC | Возврат в поле структуры данных. |

Клавиши в диалоговом окне для подтверждения удаления выбранного результата:

| | |
|------------------------------------|---|
| TEST | Удаление выбранного результата измерения. |
| Переключатель функций / ESC | Выход без изменений. |

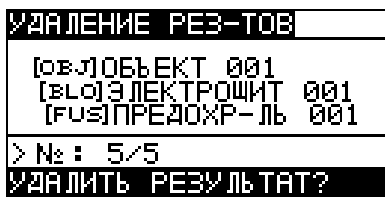


Рисунок 6.10: Диалог для подтверждения

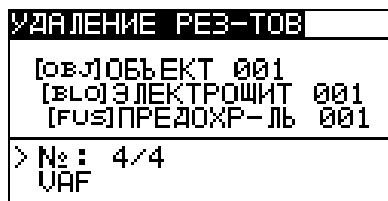


Рисунок 6.11: Дисплей после удаления

6.5.4 Переименование элементов структуры

По умолчанию названия элементов структуры «Объект», «Электрощит» и «Предохранитель». С помощью программного обеспечения EuroLink PRO данные названия могут быть отредактированы в соответствии с фактическими элементами испытываемой электроустановки. Чтобы получить более подробную информацию о загрузке заранее подготовленной структуры в прибор, обратитесь к меню помощи программы EuroLink PRO.



Рисунок 6.13: Пример загруженной структуры с пользовательскими названиями

Для переименования элементов структуры может использоваться только набор символов ASCII.

6.6 Передача данных на ПК

Сохраненные результаты измерений могут быть переданы на ПК для дальнейшей обработки. Программное обеспечение EuroLink PRO на ПК автоматически распознает подключенный прибор и обеспечивает передачу данных между ПК и прибором. Прибор оснащен портами связи RS232 и USB. Прибор автоматически выбирает режим коммуникации в соответствии с установленным видом интерфейса. Интерфейс USB имеет приоритет.

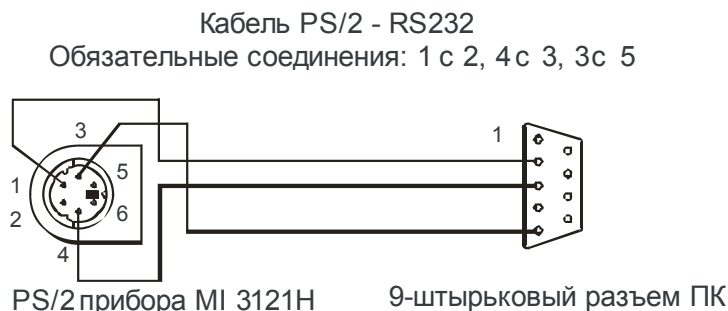


Рисунок 6.14: Разъем для передачи данных посредством последовательного порта связи

Процедура передачи сохраненных данных:

- ❑ Передача данных посредством RS232: подключите серийный порт ПК к разъему PS/2 прибора с помощью серийного кабеля PS/2 - RS232;
- ❑ Передача данных посредством USB: подключите USB порт ПК к разъему USB прибора с помощью кабеля USB.
- ❑ **Включите** ПК и прибор.
- ❑ **Загрузите** программное обеспечение *EuroLink PRO*.
- ❑ ПК и прибор автоматически распознают друг друга.
- ❑ Прибор готов к загрузке данных на ПК.

Программное обеспечение EuroLink PRO совместимо с операционными системами Windows 2000, Windows XP, Windows Vista и Windows 7. Прочтите файл README_EuroLink.txt на компакт-диске для получения информации об установке и использовании программы.

Примечание:

- ❑ Перед началом использования порта USB установите на ПК драйвера USB. Обратитесь к приложенному компакт-диску для получения подробных инструкций относительно установки USB драйверов.

7 Обслуживание


Неуполномоченный персонал не имеет права вскрывать прибор ВАФметр. В приборе нет элементов, которые может заменить пользователь, кроме батарей и плавкого предохранителя под крышкой.

7.1 Замена предохранителей

Под крышкой прибора расположены следующие предохранители:

- F1
M 0.315 A / 250 В, 20×5 мм
Данный предохранитель предназначен для защиты внутренней цепи для измерения сопротивления в случае, если по ошибке во время измерения измерительные провода подключены к сетевому напряжению.
- F2
F 4 A / 500 В, 32×6 мм
- Данный предохранитель предназначен для защиты внутренней цепи для измерения сопротивления в случае, если по ошибке во время измерения измерительные провода подключены к сетевому напряжению.
- F3
F 4 A / 500 В, 32×6 мм
Данный предохранитель предназначен для защиты внутренней цепи для измерения сопротивления в случае, если по ошибке во время измерения измерительные провода подключены к сетевому напряжению.

Предупреждения:

-  **Отсоедините все измерительные принадлежности и отключите питание прибора перед открытием крышки отсека батарей / предохранителя. Внутри присутствует опасное напряжение!**
- **Замените перегоревший плавкий предохранитель только плавким предохранителем такого же типа, в противном случае прибор может быть поврежден и/или безопасность оператора может быть ослаблена!**

Размещение плавких предохранителей Вы можете увидеть на *рисунке 3.4* в разделе 3.3 «Задняя панель».

7.2 Чистка

Корпус прибора не требует специального обслуживания. Для чистки поверхности прибора используйте мягкую хлопчатобумажную ткань, слегка увлажненную мыльной водой или спиртом. После чистки, прежде чем использовать прибор, оставьте его до полного высыхания.

Предупреждения:

- Не используйте жидкости, основанные на бензине или углеводороде!
- Не проливайте чистящую жидкость на прибор!

7.3 Периодическая калибровка

В целях проверки соответствия техническим характеристикам, указанным в настоящем руководстве по эксплуатации, необходимо периодически осуществлять государственную поверку или калибровку прибора. Рекомендованный интервал поверки составляет один год. Калибровка должна выполняться только уполномоченным техническим персоналом. Пожалуйста, обращайтесь к Вашему дистрибьютору для получения более подробной информации.

7.4 Ремонт

Для ремонта в течение гарантийного срока или по его истечению, пожалуйста, обращайтесь к Вашему дистрибьютору.

7.5 Замена версии АПО прибора

Версия аппаратно-программного обеспечения (АПО) прибора может быть заменена посредством ПК, подключенного через серийный порт RS232. Это позволяет сохранять прибор соответствующим современным требованиям, даже если происходят изменения нормативных документов. Замена версии АПО может быть произведена с помощью специального программного обеспечения посредством коммуникационного кабеля, подключенного, как показано на *рисунке 6.14*. Для получения более подробной информации, пожалуйста, обратитесь к Вашему дистрибьютору.

8 Технические характеристики

8.1 Общие характеристики

| | |
|--|---|
| Напряжение питания | 9 В постоянного тока (6 шт. 1,5 В щелочных или перезаряжаемых NiMH батарей, тип AA) |
| Время работы..... | типично 20 часов |
| Напряжение на входе зарядного устройства | 12 В \pm 10 % |
| Ток на входе зарядного устройства..... | макс. 400 мА |
| Ток заряда батарей..... | 250 мА (регулируется) |
| Категория перенапряжения..... | 600 В / КАТ II |
| Класс защиты..... | двойная изоляция |
| Степень защиты от загрязнения.... | 2 |
| Степень защиты..... | IP 40 |
| Дисплей..... | ЖК-дисплей с разрешением 128x64 пикселей с подсветкой |
| Габаритные размеры (ш \times в \times г).... | 23 см \times 10,3 см \times 11,5 см |
| Масса | 1,0 кг, без батарей |

Эталонные условия:

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Диапазон температур..... | 10 °С ... 30 °С |
| Относительная влажность..... | 40 % ... 70 % |

Рабочие условия:

| | |
|---|---------------------------------------|
| Диапазон температур | -10 °С ... 55 °С |
| Максимальная относительная влажность..... | 95 % (0 °С ... 40 °С), без конденсата |

Условия хранения:

| | |
|---|--|
| Диапазон температур | -10 °С ... +70 °С |
| Максимальная относительная влажность..... | 90 % (-10 °С ... +40 °С) 80 % (40 °С ... 60 °С) |

Погрешность измерения в рабочих условиях может максимально составить погрешность в эталонных условиях (приведенная в руководстве для каждой функции) + 1 % от измеренного значения + 1 емр, если не указано иное.

8.2 Напряжение

| Диапазон измерения (В) | Разрешение (В) | Погрешность | Пик-фактор |
|---|----------------|---|------------|
| 10,0 ... 600,0 | 0,1 | $\pm(0,5\% \cdot U_{\text{изм}} + 3 \text{ емр})$ | 1,4 |
| $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения емр – единица младшего разряда | | | |

Тип результата..... Истинное среднеквадратическое значение (ИСКЗ)

Входной импеданс 8,8 МОм
 Номин. диапазон частоты..... Пост. ток, 45 ... 65 Гц

8.3 Частота*

| Диапазон измерения (Гц) | Разрешение (Гц) | Погрешность |
|-------------------------|-----------------|-------------|
| 45,00 ... 65,00 | 0,01 | ±20 мГц |

*Частота измеряется на канале напряжения L1, при его наличии. Иначе, измеряется частота токового канала I1.

8.4 Ток (для токовых клещей 10 А – А 1398)

| Диапазон измерения | Разрешение (мА) | Погрешность |
|--------------------|-----------------|------------------------------------|
| 50,0 ... 99,9 мА | 0,1 | ±(5% · I _{изм} + 2 епр) |
| 100,0 ... 999,9 мА | 0,1 | ±(1,5% · I _{изм} + 2 епр) |
| 1,000 ... 9,999 А | 1 | ±(1,5% · I _{изм} + 2 епр) |
| 10,00 ... 19,99 А | 10 | ±(1,5% · I _{изм} + 2 епр) |

I_{изм} – измеренное значение тока

Тип результата..... Истинное среднеквадратическое значение (ИСКЗ)
 Входной импеданс 10 Ом

8.5 Ток (для гибких токовых клещей А 1395)

| Диапазон клещей | Диапазон измерения | Разрешение (мА) | Погрешность |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| 30 А | 3,0 ... 29,9 А | 0.1 А | ±(3% · I _{изм} + 2 епр) |
| 300 А | 30,0 ... 299,9 А | 0.1 А | ±(3% · I _{изм} + 2 епр) |
| 3000 А | 300,0 ... 999,9 А 1000 ... 6000 А | 0.1 1 А | ±(3% · I _{изм} + 2 епр) |

I_{изм} – измеренное значение тока

Тип результата..... Истинное среднеквадратическое значение (ИСКЗ)
 Входной импеданс 27 кОм

8.6 Мощность (Вт, ВА, вар)

| | | Диапазон измерения (Вт, вар, ВА) | Разрешение | Погрешность |
|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------|------------------------------------|
| Активная мощность P | Без клещей | 0,000 9999 к | 4 епр | ±(1,5% · P _{изм} + 4 епр) |
| | С клещами 10 А А 1398 | 0,000 9999 к | | ±(2% · P _{изм} + 4 епр) |
| | С клещами А 1395 30/300/3000 А | 0,000 9999 к | | ±(3,5% · P _{изм} + 4 епр) |

| | | | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|-------|---|
| Реактивная мощность Q | Без клещей | 0,000 9999 к | 4 епр | $\pm(1,5\% \cdot Q_{\text{изм}} + 4 \text{ епр})$ |
| | С клещами 10 А А 1398 | 0,000 9999 к | | $\pm(2\% \cdot Q_{\text{изм}} + 4 \text{ епр})$ |
| | С клещами А 1395 30/300/3000 А | 0,000 9999 к | | $\pm(3,5\% \cdot Q_{\text{изм}} + 4 \text{ епр})$ |
| Полная мощность S | Без клещей | 0,000 9999 к | 4 епр | $\pm(1,5\% \cdot S_{\text{изм}} + 4 \text{ епр})$ |
| | С клещами 10 А А 1398 | 0,000 9999 к | | $\pm(2\% \cdot S_{\text{изм}} + 4 \text{ епр})$ |
| | С клещами А 1395 30/300/3000 А | 0,000 9999 к | | $\pm(3,5\% \cdot S_{\text{изм}} + 4 \text{ епр})$ |
| $P_{\text{изм}}$ – измеренное значение активной мощности $Q_{\text{изм}}$ – измеренное значение реактивной мощности $S_{\text{изм}}$ – измеренное значение полной мощности | | | | |

8.7 Коэффициент мощности – PF

| Диапазон измерения | Разрешение | Погрешность |
|--------------------|------------|-------------|
| -1,00 ... 1,00 | 0,01 | $\pm 0,04$ |

8.8 Коэффициент сдвига фаз $\cos \varphi$

| Диапазон измерения | Разрешение | Погрешность |
|--------------------|------------|-------------|
| 0,00 ... 1,00 | 0,01 | $\pm 0,04$ |

8.9 Фазовый угол

| Диапазон измерения (°) | Разрешение (°) | Погрешность (°) |
|------------------------|----------------|-----------------|
| -180,0 ... +180,0 | 0,1 | $\pm 0,5$ |

8.10 Суммарный коэффициент гармонических искажений (THD) напряжения и тока

| Диапазон измерения | Разрешение (%) | Погрешность |
|---|----------------|-------------|
| $0\% \cdot U_{\text{диап}} < \text{THD}_U < 20\% \cdot U_{\text{диап}}$ | 0,1 | $\pm 0,5$ |

$U_{\text{диап}}$ – Диапазон напряжения (В)

| Диапазон измерения | Разрешение (%) | Погрешность |
|--|----------------|-------------|
| $0\% \cdot I_{\text{диап}} < \text{THD}_I < 100\% \cdot I_{\text{диап}}$ | 0,1 | $\pm 0,6$ |

$I_{\text{диап}}$ – Диапазон тока (А)

8.11 Сопротивление / Непрерывность**8.11.1 Сопротивление R 200мА**

Диапазон измерения в соответствии со стандартом EN61557: 0,16 Ом ... 1999 Ом.

| Диапазон измерения R (Ом) | Разрешение (Ом) | Погрешность |
|--|-----------------|---|
| 0,00 ... 19,99 | 0,01 | $\pm(3\% \cdot R_{\text{изм}} + 3 \text{ емр})$ |
| 20,0 ... 199,9 | 0,1 | $\pm 5\% \cdot R_{\text{изм}}$ |
| 200 ... 1999 | 1 | |
| $R_{\text{изм}}$ – измеренное значение сопротивления | | |

Напряжение холостого хода6,5 В ... 9 В постоянного тока

Измерительный токмин. 200 мА при сопротивлении нагрузки 2 Ом

Компенсация измер. проводов.....до 5 Ом

Количество возможных измерений.....> 2000, при полностью заряженных батареях

Автоматическая замена полярности измерительного напряжения.

8.11.2 Сопротивление R 7мА

| Диапазон измерения (Ом) | Разрешение (Ом) | Погрешность |
|--|-----------------|---|
| 0,0 ... 19,9 | 0.1 | $\pm(5\% \cdot R_{\text{изм}} + 3 \text{ емр})$ |
| 20 ... 1999 | 1 | |
| $R_{\text{изм}}$ – измеренное значение сопротивления | | |

Напряжение холостого хода6,5 В ... 9 В постоянного тока

Измерительный токмакс. 8,5 мА

Компенсация измер. проводов.....до 5 Ом.