






Клещи-ваттметр

АКИП-2303




Руководство по эксплуатации

1	Предупреждения и меры безопасности	4
1.1	Предварительные инструкции	4
1.2	Во время использования	5
1.3	После использования	5
2	Комплект поставки	5
3	Общее описание	6
3.1	Измерение с.к.з. и True R M S значений	6
3.2	Определение TRM S и пик-фактора	6
4	Подготовка к эксплуатации	7
4.1	Первоначальная проверка	7
4.2	Источник питания	7
4.3	Калибровка	7
4.4	Хранение	7
5	Эксплуатация	7
5.1	Описание прибора	7
5.1.1	Управление	7
5.1.2	Центрирующие метки	7
5.1.3	Защита оператора	8
5.1.4	Указатель направления протекания постоянного тока	8
5.2	Описание кнопок	8
5.2.1	Функциональные кнопки F1, F2, F3, F4	8
5.2.2	Удержание (кнопка «H»)	8
5.2.3	Подсветка дисплея (Кнопка )	8
5.3	Начальная индикация	8
6	Функции прибора	9
6.1	Определение фазного напряжения	9
6.2	Установки прибора	9
6.2.1	Основные настройки "General"	9
6.2.2	Установка даты и времени	9
6.2.3	Регистрация измерений	9
6.2.4	Установки измерения пускового тока InRush	10
6.2.5	Прозвонка цепи (Continuity)	10
6.3	Переключатель в положении «  »: измерение постоянного и переменного напряжения со смещением	10
6.3.1	Измерение постоянного напряжения DC	11
6.3.2	Измерение переменного напряжения AC+DC и гармоник напряжения	12
6.3.3	Проверка порядка чередования и совпадения фаз	13
6.4	Переключатель в положении «  »: измерение постоянного и переменного тока со смещением	17
6.4.1	Измерение постоянного тока DC	17

6.4.2	Измерение переменного тока AC+DC и гармоник переменного тока	18
6.5	Переключатель в положении “”: измерение мощности DC и AC+DC	20
6.5.1	Измерение мощности в цепи постоянного тока (DC)	21
6.5.2	Измерение мощности в 1Ф и 3Ф сетях переменного напряжения	23
6.6	Переключатель в положении “” (регистратор): Log, On-Line (Bluetooth), SnapShot, Memory, Download	26
6.6.1	Меню “Sys” (кнопка F3)	27
6.7	Переключатель в положении “Ω”): измерение сопротивления и прозвонка цепи.	29
6.7.1	Меню “Fnz” (кнопка F4) в режиме измерения сопротивления и прозвонки цепи.	30
6.8	Переключатель в положении «Пусковой ток $A_{\text{пк}}$»: измерение пускового тока	31
6.8.1	Обнуление измерений “Zero”.	31
6.8.2	Кнопка запуска и останова регистрации измерений F3 «Run».	32
6.8.3	Кнопка память F4 “Mem”	32
7	Техническое обслуживание	33
7.1	Общая информация	33
7.2	Замена батарей	33
7.3	Чистка	33
8	Спецификации	34
8.1	Технические характеристики	34
8.2	Стандарты безопасности	36
8.3	Общие данные	36
8.3.1	Условия использования	36
9	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	37
10	Приложение	37
10.1	Расчет мощности в режиме измерения однофазного переменного тока	37
10.2	Расчет мощности в режиме измерения трехфазного переменного тока	37
10.3	Расчет мощности в режиме измерения постоянного тока	37
10.4	Гармоники напряжения и тока	37

1 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Клещи-ваттметр были разработаны в соответствии с директивой IEC/EN61010-1 в отношении электроизмерительных приборов. Для вашей безопасности и для избегания повреждения прибора, пожалуйста внимательно следуйте процедурам и инструкция, описанным в данном руководстве и прочитайте все записи, которым предшествует знак , с предельным вниманием.

До и после проведения измерений тщательно соблюдайте следующие инструкции:

- Не производите какие-либо измерения тока или напряжения во влажной среде
- Не производите любые измерения в случае наличия в воздухе газа, присутствия рядом взрывчатых и легковоспламеняющихся веществ или в пыльной среде
- Избегайте контакта с измеряемой схемой, если измерения не проводятся
- Избегайте контакта с металлическими частями, неиспользуемыми измерительными щупами, цепями и т. д.
- Не производите измерения, если вы обнаружили неисправности в приборе, такие как деформации, разрывы, утечки вещества, отсутствие отображения на экране и т. д.
- Обращайте особое внимание при измерениях напряжения выше 20 В, так как существует риск поражения электрическим током.

Символы, используемые в данном руководстве и на приборе:



Внимание: соблюдайте инструкции, приведенные в данном руководстве, неправильное использование может привести к повреждению прибора или его компонентов



Высокое напряжение: опасность поражения электрическим током



Двойная изоляция



Переменный ток или напряжение



Постоянный ток или напряжение



Заземление

1.1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУКЦИИ

- Этот прибор предназначен для использования в средах второй степени загрязнения
- Прибор может быть использован для измерения тока и напряжения на установках, соответствующих категории CAT IV 600 В и CAT III 1000 В.
- Рекомендуются следующие правила безопасности, которые включают в себя процедуры проведения операций на работающих установках с использованием средств индивидуальной защиты пользователя от опасных токов
- Случаи отсутствия предупреждения о наличии напряжения может представлять опасность для оператора
- Не проводите измерения на схемах с током и напряжением, превышающим указанный допустимый предел прибора
- Убедитесь, что батарея вставлена правильно
- Перед подключением щупов к цепи убедитесь, что переключатель режима измерения установлен в правильном положении
- Убедитесь, что переключатель режимов и дисплей указывают одинаковую функцию

1.2 ВО ВРЕМЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Пожалуйста внимательно прочитайте следующие рекомендации и инструкции.



Несоблюдение следующих заметок и инструкций может привести к повреждению прибора и/или его компонентов, а также быть источником опасности для оператора.

- Перед включением прибора убедитесь, что проводник удален из зажима клещей и щупы не подключены к тестируемой цепи.
- Когда прибор подключен к испытываемой цепи, не трогайте неиспользуемый терминал.
- Держите ваши руки на безопасном расстоянии от токоведущих частей (примерное расстояние показано на рис 3.)
- Не производите измерение сопротивления при наличии внешнего напряжения
- Даже, если прибор защищен, чрезмерное напряжение может привести к неисправности клещей.
- Во время измерения тока, любой другой ток может повлиять на точность измерений.
- При измерении тока всегда ставьте проводник как можно ближе к середине зажима, чтобы получить наиболее точные измерения.
- Во время измерения, если значение или знак измеряемой величины остаются неизменными, проверьте не включена ли функция «удержание».

1.3 ПОСЛЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- Выключайте прибор после завершения измерений
- Если прибор не будет использоваться в течение длительного времени, извлеките из него батареи

2 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Клещи-ваттметр АКИП-2303	1 шт
Измерительные провода	2 шт
Зажим « крокодил »	2 шт
Источники питания	1,5В ААА х 2 шт
Транспортная сумка	1 шт
Руководство по эксплуатации	1 шт

3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Токовые клещи **АКИП-2303** осуществляют следующие измерения и функции:

1. Постоянное DC и переменное AC+ DC TRMS напряжение
2. Постоянный DC и переменный AC+ DC TRMS ток
3. Чередование фаз
4. Активная, реактивная, полная мощность и коэффициент мощности в однофазных (1Ф) и/или сбалансированных трехфазных (3Ф) сетях
5. Активная, реактивная энергия в однофазных и/или сбалансированных трехфазных сетях
6. Измерение гармоник напряжения и тока, до 25-й (зав. от основной $f = 50/400$ Гц)
7. Мощность постоянного тока
8. Частота тока и напряжения
9. Сопротивление и звуковая прозвонка цепи
10. Пусковые токи электродвигателя (INRUSH), броски напряжения
11. Обнаружение наличия напряжения контактным и бесконтактным способом без нарушения изоляции с помощью датчика в зажиме клещей

Каждая из этих функций может быть выбрана с помощью семи положений переключателя, в том числе положении ВЫКЛ.

Функциональные клавиши F1, F2, F3, F4 и H /💡 также используются для настройки измерений.

3.1 ИЗМЕРЕНИЕ С.К.З. И TRUE RMS ЗНАЧЕНИЙ

Измерители переменных величин делятся на 2 семейства:

- 1) Измерители ср. кв. значений переменных величин с частотой от 10 до 400 Гц.
- 2) Измерительные приборы с функцией TrueRMS (истинное с.к.з)

При измерении идеальной синусоидальной формы оба семейства приборов обеспечат идентичные результаты. Измерение искаженных сигналов даст расхождение в результатах. Измерение среднего значения RMS дает показание измерения только основной волны, тогда как измерение TRMS обеспечит показание целой волны, в том числе и гармоник (в пределах полосы пропускания прибора). Поэтому в случае искаженного сигнала показания приборов с измерением TRMS значений будут более точными.

3.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ TRMS И ПИК-ФАКТОРА

Среднеквадратическое значение тока определяется формулой:
$$G = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} g^2(t) dt}$$

Пик-фактор определяется, как отношение между пиковым значением сигнала и его

среднеквадратическим значением: $CF(G) = \frac{G_p}{G_{RMS}}$, это значение меняется в зависимости от

формы сигнала, для чисто синусоидального сигнала это $\sqrt{2} = 1.41$

4 ПОДГОТОВКА К ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1 ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА

Перед отгрузкой прибор был проверен по всем вопросам его механической и электрической исправности и соответствия проекту. Все возможные меры предосторожности были приняты, поэтому прибор поставляется без повреждений.

Однако рекомендуется проверить прибор на предмет повреждений во время транспортировки. В случае обнаружения повреждений обратитесь к перевозчику.

Также рекомендуется проверить, что упаковка содержит все принадлежности, указанные в комплекте поставки. В случае разногласий свяжитесь с дилером.

4.2 ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

Прибор поставляется с 2-я батареями 1.5В LR03 AAA UM-4. Продолжительность работы батарей в режиме ожидания составляет ~ 53 ч. (переключатель в положении “P”).

Замену батарей производить следуя инструкциям параграфа 6.2.

4.3 КАЛИБРОВКА

Прибор имеет технические характеристики, описанные в данном руководстве.

Производительность прибора гарантируется в течение одного года.

4.4 ХРАНЕНИЕ


Для обеспечения точного измерения после долгого хранения в экстремальных условиях окружающей среды необходимо подождать некоторое время, пока прибор вернется в нормальное состояние.

5 ЭКСПЛУАТАЦИЯ

5.1 ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

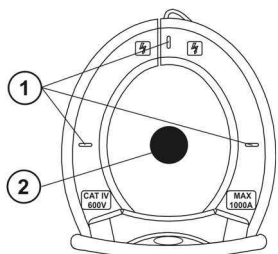
5.1.1 Управление



1. Индуктивный размыкаемый механизм (клещи)
2. Св.диодный индикатор переменного напряжения
3. Курок для размыкания клещей
4. Поворотный переключатель режимов
5. Кнопка «Н» (удержание) / включения подсветки

6. Функциональные кнопки F1, F2, F3, F4
7. ЖК-графический дисплей
8. Входной разъем U_{Ω}
9. Входной разъем **ОБЩ.**

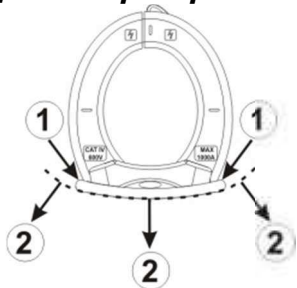
5.1.2 Центрирующие метки

Во время измерений расположите проводник как можно ближе к центру зажима клещей на пересечении меток для получения наиболее точного результата измерения, соответствующего погрешностям спецификаций.



1. Центрирующие метки для юстировки
2. Проводник

5.1.3 Защита оператора



1. Бортик для защиты рук
2. Безопасная зона удержания

Всегда держите руки за защитным бортиком. Такое положение рук гарантирует безопасное расстояние до токоведущих частей.

5.1.4 Указатель направления протекания постоянного тока



Стрелка на приборе показывает направление протекания постоянного тока в проводнике (от «+» к «-»). Если ток протекает в противоположном направлении на дисплее отобразится отрицательное значение измеряемого параметра.

5.2 ОПИСАНИЕ КНОПОК

5.2.1 Функциональные кнопки F1, F2, F3, F4

Кнопки F1, F2, F3, F4 могут выполнять различные функции во время проведения измерений.

5.2.2 Удержание (кнопка «Н»)

Короткое нажатие кнопки «Н» активирует функцию удержания данных, т. е. значение измерения будет временно «заморожено». Когда данная функция активирована на дисплее будет отображаться символ "H".

Выключение функции происходит при повторном нажатии на кнопку «Н» или при смене положения поворотного переключателя.

5.2.3 Подсветка дисплея (Кнопка)

Для улучшения читаемости значений измерений или проведении измерений в темных местах предусмотрена подсветка дисплея, которая включается и выключается долговременным нажатием на кнопку «Н». Эта функция автоматически отключается примерно через 10 секунд после активации, чтобы не разряжать аккумулятор.

5.3 НАЧАЛЬНАЯ ИНДИКАЦИЯ

При включении прибора на дисплее на несколько секунд высвечивается информация:

- Модель прибора
- Серийный номер
- Версия прошивки



Обязательно запишите эту информацию, особенно версию прошивки для случая обращения в сервисную службу.

Через несколько секунд прибор перейдет в режим выбора функций.

6 ФУНКЦИИ ПРИБОРА

6.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Для определения наличия фазного напряжения переменного тока (фазы) необходимо установить поворотный переключатель в положение измерения напряжения «U» или тока «I» и поднести прибор зажимом клещей к проводнику (непосредственно коснуться гребнем клещей проводника). При наличии фазы загорится красный светодиод в основании зажима (механизма клещей).

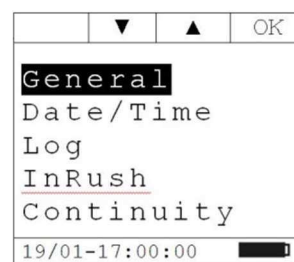


Функция определения фазы не активна, если поворотный переключатель установлен в одно из положений: «Выкл.», «УСТ.», «», «», «Пусковой ток I ».

6.2 УСТАНОВКИ ПРИБОРА

Переключатель в положении «УСТ.» :

Установите поворотный переключатель в положение «УСТ.». На экране появится выбор возможных настроек прибора. Используйте кнопки F1 и F2 (▼, ▲) для перемещения курсора и кнопку F4 (OK) для подтверждения выбранного пункта.



6.2.1 Основные настройки “General”

Для перемещения курсора нажимайте кнопку выбора F1 (Sel). Для изменения выбранного элемента нажмите F2, F3 (▼, ▲). Нажмите F4 (OK) для подтверждения выбора и возврата к предыдущему меню.

- Выбор языка меню (**Language**): английский, испанский, итальянский, французский, датский, голландский, немецкий, шведский, португальский, польский, норвежский
- Автоматическое отключение (**Auto-Off**) имеет два положения: вкл/выкл (**on/ off**). Если функция активна, прибор автоматически отключится через 5 минут после его последнего использования.



6.2.2 Установка даты и времени

Для перемещения курсора нажимайте кнопку выбора F1 (Sel). Для изменения выбранного элемента нажмите F2, F3 (▼, ▲).

Пункт формат «Format» позволяет выбрать европейский (EU) или американский (USA) формат даты/времени.

Нажмите F4 (OK) для подтверждения выбора и возврата к предыдущему меню.

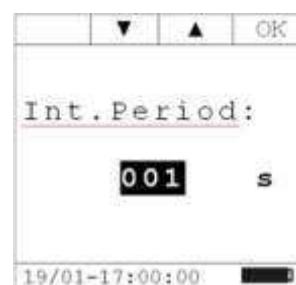


6.2.3 Регистрация измерений

Выбрав журнал (**log**) на экране появится следующее.

Нажмите F2, F3 (▼, ▲) для изменения продолжительности периода регистрации (1, 5, 10, 30, 60, 120, 300, 600, 900 секунд).

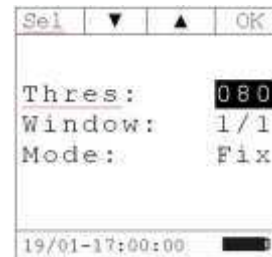
Нажмите F4 (OK) для подтверждения выбора и возврата к предыдущему меню.



6.2.4 Установки измерения пускового тока InRush

Для перемещения курсора нажимайте кнопку выбора **F1 (Sel)**. Для изменения выбранного элемента нажмите **F2, F3 (▼, ▲)**.

Нажмите **F4 (OK)** для подтверждения выбора и возврата к предыдущему меню.



- **Thresh:** пороговое значение, за которым пусковой ток будет обнаружен и зарегистрирован. Значение тока может быть установлено между 5 А и 900 А с шагом 1 А.
- **Window:** окно измерений пускового тока. Доступны следующие значения:
 - 1/1: выборка происходит каждые полупериода
 - 1/2: выборка происходит один раз в 2 полупериода
 - 1/4: выборка происходит один раз за 4 полупериода
- **Mode:** режим измерения пускового тока. Доступны значения:
 - Fix
 - Var

6.2.5 Прозвонка цепи (Continuity)

Нажимайте кнопку **F2, F3 (▼, ▲)** для выбора предела сопротивления при котором начинает звучать зуммер. Предел устанавливается между значениями 1 Ом и 150 Ом с шагом 1 Ом.

Нажмите **F4 (OK)** для подтверждения выбора и возврата к предыдущему меню



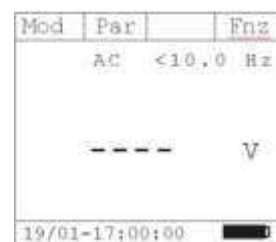
6.3 ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ В ПОЛОЖЕНИИ «U_~»: ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ СО СМЕЩЕНИЕМ

В положении «U_~» проводятся измерения постоянного DC и переменного напряжения со смещением AC+DC, а также проверка фаз.



Максимальное входное напряжение DC и AC+DC составляет 1000 В. Когда на дисплее появляется « > 999.9 В », то это означает, что максимальное измеряемое значение прибор было превышено. Превышение этого предела может привести к поражению электрическим током пользователя или к повреждению прибора.

Вид экрана при установке поворотного переключателя в положение «U_~»



Нажмите кнопку F1 (Mod), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F1 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **AC**: измерение переменного напряжения AC+ DC
- **DC**: измерение постоянного напряжения DC
- **Ph Seq**: проверка чередования фаз
- **Help**: помощь в подключении (показывает схему подключения прибора к системе)



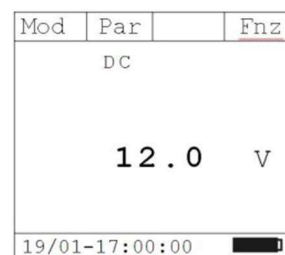
Выберите нужный режим и нажмите F4 (OK) для подтверждения

6.3.1 Измерение постоянного напряжения DC



Подключите красный провод к разъему « $U\Omega$ » и черный провод к разъему «**ОБЩ.**» и подключитесь к желаемой точке измерения.

Пример вида экрана при проведении измерения напряжения



6.3.1.1 Меню Функции/ « Fnz » (кнопка F4)

Нажмите кнопку F4 (Fnz), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Max**: прибор постоянно будет показывать максимальное измеренное значение напряжения DC
- **Min**: прибор постоянно будет показывать минимальное измеренное значение напряжения DC
- **Cr+**: отображение пикового значения положительной полуволны напряжения
- **Cr-**: отображение пикового значения отрицательной полуволны напряжения
- **Rst**: удаляет все Max, Min, Cr+, Cr--значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения



Подтверждение выбранного элемента осуществляется кнопкой **F3 (OK)**.



Примечание: Измеряются одновременно 4 значения: Max, Min, Cr+, Cr-, не зависимо от того, что на дисплее отображается только один параметр.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.



6.3.2 Измерение переменного напряжения AC+ DC и гармоник напряжения



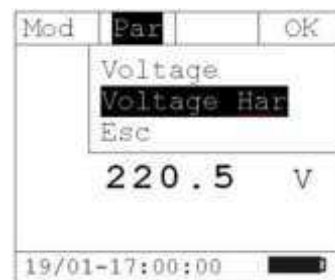
Подключите красный провод к разъему «**UΩ**» и черный провод к разъему «**ОБЩ.**» и подключитесь к желаемой точке измерения. На дисплее отобразится напряжение и частота.

6.3.2.1 Меню Параметр/ «Par» (кнопка F2)

Нажмите кнопку F2 (**Par**), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Voltage**: на дисплее отображается измеряемое значение напряжения
- **Voltage Har**: на дисплее отображаются гармоники измеряемого напряжения
- **Esc**: Закрывает выпадающее меню

Выберите нужный параметр и нажмите F4 (OK) для подтверждения



6.3.2.2 Напряжение AC+ DC

Пример экрана с активной функцией измерения напряжения



Меню «FHz» в режиме измерения напряжения AC+ DC (кнопка F4)

В режиме измерения напряжения AC+ DC нажмите кнопку F4, чтобы открыть подменю «FHz». При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Max**: на дисплее отображается максимальное Uскз
- **Min**: на дисплее отображается минимальное Uскз
- **Cr+**: отображение пикового значения положительной полуволны напряжения
- **Cr-**: отображение пикового значения отрицательной полуволны напряжения
- **Rst**: удаляет все Max, Min, Cr+, Cr--значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения



Нажатием кнопки F3 подтверждается выбранный элемент.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.

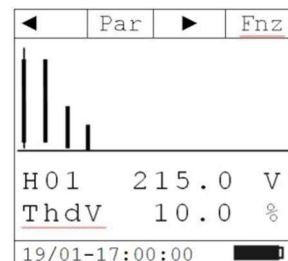


6.3.2.3 Гармоники напряжения

Пример экрана с отображением гармоник напряжения.

Используйте кнопки F1 (◀) и F3 (▶) для перемещения курсора между гармониками.

Измерения можно проводить до 25-й гармоники для основных частот между 10 Гц и 75 Гц, и до 8-й гармоники для основных частот между 75 Гц и 400 Гц.

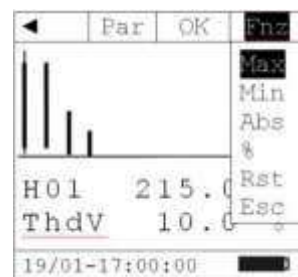


Меню "**Fnz**" в режиме измерения гармоник напряжения (кнопка F4)

В режиме измерения гармоник напряжения нажмите кнопку F4, чтобы открыть подменю «Fnz». При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

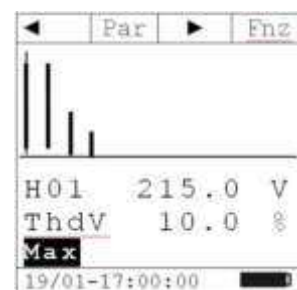
- **Max**: на дисплее отображается максимальное $U_{скз}$ выбранной гармоники
- **Min**: на дисплее отображается минимальное $U_{скз}$ выбранной гармоники
- **Abs**: отображение абсолютного значения гармоники в вольтах
- **%**: отображение значения гармоники в процентах по отношению к основному напряжению
- **Rst**: удаляет все Max, Min-значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения

Примечание: чтобы на экране отображалось **Min** или **Max** и **Abs** или **%** значения одновременно необходимо дважды зайти в меню "**Fnz**" и выбрать требуемые элементы.



Нажатием кнопки F3 (OK) подтверждается выбранный элемент.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.

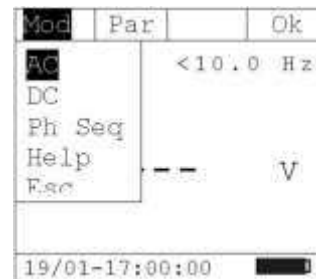


6.3.3 Проверка порядка чередования и совпадения фаз



При измерении прибор обязательно должен быть в руке оператора

Нажмите кнопку **F1** (Режим/**Mod**), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F1 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов. Выберите “**Ph Seq**” и нажмите F4 (**OK**) для подтверждения выбранного пункта.



6.3.3.1 Проверка порядка чередования фаз



Схема подключения прибора.

Порядок подключения

1. После выбора режима прибор ждет подключения фазы L1 и экран принимает вид, как показано на рисунке.
2. Вставьте красный провод к разъему «UΩ»)» и подключите его к фазе L1



	<p>Предупреждение: Если частота измеряемого напряжения меньше 40 Гц или больше 70 Гц, на экране высветится сообщение “ ” или “ ” и определение фазы не запускается.</p>
--	--

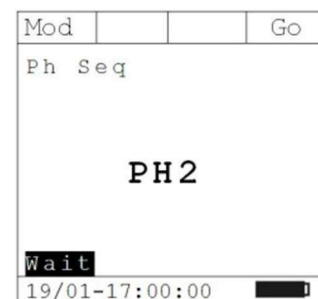
3. Если напряжение 100 В или выше обнаружено, прибор издает звуковой сигнал и на дисплее отображается сообщение “ ” - измерено. Не нажимайте никакие кнопки и держите щуп, подключенным к фазе L1.



4. Когда определение фазы L1 завершено на экране появится сообщение «Discon.». Отключите щуп от фазы кабеля L1.



5. прибор ждет подключения фазы L2 и экран принимает вид, как показано на рисунке. Подключите щуп к фазе L2.

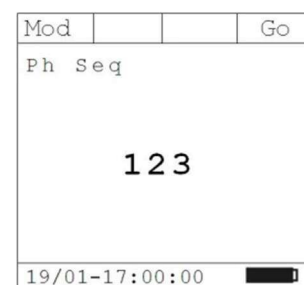


Предупреждение: Если примерно за 3 секунды вы не успеете подключиться к фазе, прибор отобразит сообщение “ ”. После этого следует повторить цикл измерения с самого начала: нажать кнопку F4 (**Go**) и начать с пункта 1.

6. Если напряжение 100 В или выше обнаружено, прибор издает звуковой сигнал и на дисплее отображается сообщение “ ”- измерено. Не нажимайте никакие кнопки и держите щуп, подключенным к фазе L2.



7. Если две фазы, к которым подключался щуп оказались в правильной последовательности, на дисплее высветится значение «123». Если чередование фаз неверно, прибор отобразит «132».



Чтобы начать новое измерение, нажмите кнопку **F4 (Go)**.

6.3.3.2 Проверка совпадения фаз



1. После выбора режима прибор ждет подключения фазы L1 и экран принимает вид, как показано на рисунке.
2. Вставьте красный провод к разъему «UΩ» и подключите его к фазе L1



3. Если напряжение 100 В или выше обнаружено, прибор издает звуковой сигнал и на дисплее отображается сообщение “ ”- измерено. Не нажимайте никакие кнопки и держите щуп, подключенным к фазе L1.



4. Когда определение фазы L1 завершено на экране появится сообщение «Discon.». Отключите щуп от фазы кабеля L1.



5. Прибор ожидает подключение ко второй последовательности фаз L1. Подключите щуп к фазе L1 второй последовательности.



Предупреждение: Если примерно за **3 секунды** вы не успеете подключиться к фазе, прибор отобразит сообщение “ ”. После этого следует повторить цикл измерения с самого начала: нажать кнопку F4 (**Go**) и начать с пункта 1 и уложится в отведенное время.

6. Если напряжение 100 В или выше обнаружено, прибор издает звуковой сигнал и на дисплее отображается сообщение “ ”- измерено. Не нажимайте никакие кнопки и держите щуп, подключенным к фазе L1 второй последовательности.



7. Если фазы, к которым подключался щуп, соответствуют друг другу (т.е. синфазны), то на дисплее отобразится информация, как показано на рисунке справа: «11-». В противном случае прибор отобразит значение «123» или «132».
8. Для начала нового измерения нажмите **F4 (Go)**.

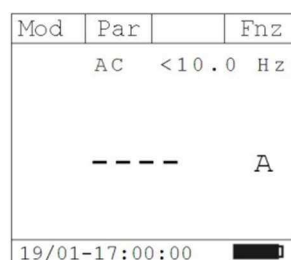


6.4 ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ В ПОЛОЖЕНИИ “A \approx ”: ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА СО СМЕЩЕНИЕМ



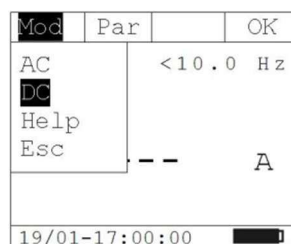
Максимальное входной ток DC и AC+ DC составляет 1000 А. Когда на дисплее появляется « > 999.9 А », то это означает, что максимальное измеряемое значение прибор было превышено. Превышение этого предела может привести к поражению электрическим током пользователя или к повреждению прибора.

Вид экрана при установке поворотного переключателя в положение “A \approx ”



Нажмите кнопку **F1 (Режим/Mod)**, чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F1 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **AC**: измерение AC+ DC
- **DC**: измерение DC
- **Help**: отображает связь между прибором и системой
- **Esc**: закрывает выпадающее меню



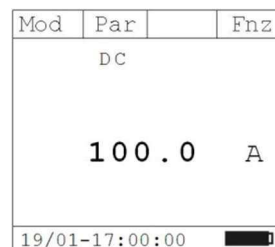
Выберите нужный режим и нажмите **F4 (OK)** для подтверждения выбора

6.4.1 Измерение постоянного тока DC



Предостережение: располагайте проводник в середине зажима клещей для того, чтобы получить наиболее точные измерения. Используйте для этого вспомогательные центрирующие метки на зажиме.

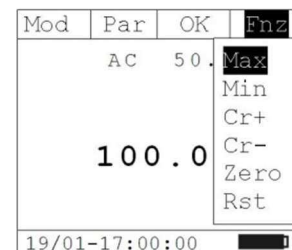
Пример измерения постоянного тока.



6.4.1.1 Меню Функции/ « Fnz» (кнопка F4)

Нажмите кнопку F4 (**Fnz**), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Max**: прибор постоянно будет показывать максимальное измеренное значение тока DC
- **Min**: прибор постоянно будет показывать минимальное измеренное значение тока DC
- **Cr+**: отображение пикового значения положительной полуволны тока
- **Cr-**: отображение пикового значения отрицательной полуволны тока
- **Zero**: обнуление измеряемого тока DC (**уст. « 0 »**)
- **Rst**: удаляет все Max, Min, Cr+, Cr--значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения (выход)



Подтверждение выбранного элемента осуществляется кнопкой **F3 (OK)**.



Примечание: Осуществляйте обнуление перед проведением измерения.

Измеряются одновременно 4 значения: Max, Min, Cr+, Cr-, не зависимо от того, что на дисплее отображается только один параметр.

6.4.2 Измерение переменного тока AC+ DC и гармоник переменного тока



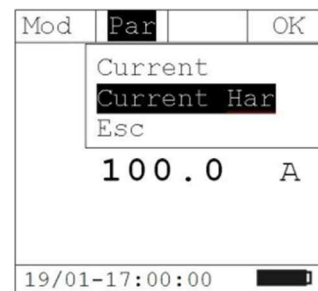
Предостережение: располагайте проводник в середине зажима клещей для того, чтобы получить наиболее точные измерения. Используйте для этого вспомогательные центрирующие метки на зажиме.

6.4.2.1 Подменю Параметр/ “Par” (кнопка F2)

Нажмите кнопку F2 (Par), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F2 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

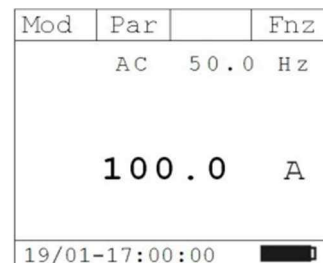
- **Current**: отображение значения измеряемого тока
- **Current Har**: отображение гармоник измеряемого тока
- **Esc**: закрывает выпадающее меню

Выберите нужный параметр и нажмите F4 (OK) для подтверждения.



6.4.2.2 Измерение переменного тока AC+ DC

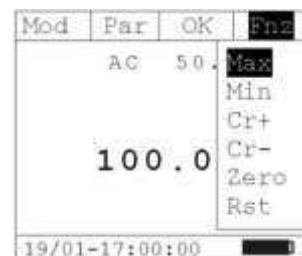
Пример экрана при измерении переменного тока AC+ DC



Подменю “Fnz” в режиме измерения переменного тока AC+ DC

В режиме измерения тока AC+ DC нажмите кнопку F4, чтобы открыть подменю «Fnz». При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Max**: на дисплее отображается максимальное значение I_{скз}
- **Min**: на дисплее отображается минимальное значение I_{скз}
- **Cr+**: отображение пикового значения положительной полуволны тока AC+ DC
- **Cr-**: отображение пикового значения отрицательной полуволны тока AC+ DC
- **Zero**: обнуление измеряемого тока AC+ DC
- **Rst**: удаляет все Max, Min, Cr+, Cr--значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения

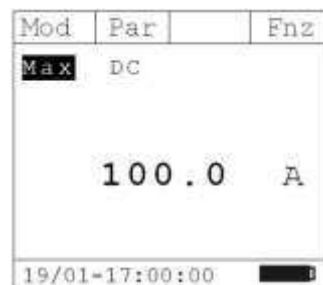


Примечание: Осуществляйте обнуление перед проведением измерения.

Измеряются одновременно 4 значения: Max, Min, Cr+, Cr-, не зависимо от того, что на дисплее отображается только один параметр.

Выберите нужный параметр и нажмите F3 (OK) для подтверждения.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.

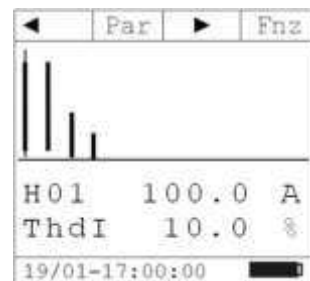


6.4.2.3 Измерение гармоник тока

Пример экрана с отображением гармоник тока.

Используйте кнопки **F1** (◀) и **F3** (▶) для перемещения курсора между гармониками.

Измерения можно проводить до 25-й гармоники для основных частот 10 Гц ... 75 Гц, и до 8-й гармоники для основных частот от 75 Гц до 400 Гц.

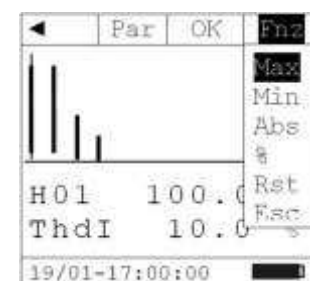


Меню “**Fnz**” в режиме измерения гармоник тока (кнопка F4)

В режиме измерения гармоник тока нажмите кнопку F4, чтобы открыть подменю «Fnz». При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

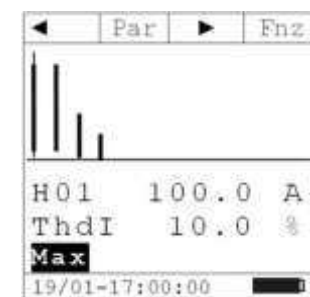
- **Max**: на дисплее отображается максимальное $I_{скз}$ выбранной гармоники
- **Min**: на дисплее отображается минимальное $I_{скз}$ выбранной гармоники
- **Abs**: отображение абсолютного значения гармоники в амперах
- **%**: отображение значения гармоники в процентах по отношению к основному току
- **Rst**: удаляет все Max, Min-значения

Esc: возвращает прибор к нормальному режиму измерения



Нажатием кнопки F3 (OK) подтверждается выбранный элемент.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.



6.5 ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ В ПОЛОЖЕНИИ “**0 P PER**”:



Максимальное входное напряжение DC и AC+DC составляет 1000 В, максимальный входной ток DC и AC+DC 1000 А. Превышение этого предела может привести к поражению электрическим током пользователя или к повреждению прибора.

Вид дисплея, когда переключатель установлен в положение “P”.

Mod	Par	Sys	Fnz
	AC	<10.0	Hz
	----		kW
	----		kVari
	----		kVA
			1 P
19/01-17:00:00			

Нажмите кнопку F1 (Mod), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F1 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

Mod	Par	Sys	OK
AC	1P	<10.0	Hz
AC	3P		
DC			kW
Help			kVari
Esc			kVA
19/01-17:00:00			

- **AC 1P**: измерение мощности AC в однофазной системе
- **AC 3P**: измерение мощности AC в трехфазной системе
- **DC**: измерение мощности DC
- **Help**: отображает связь между прибором и системой
- **Esc**: закрывает выпадающее меню

Выберите нужный параметр и нажмите F4 (OK) для подтверждения

6.5.1 Измерение мощности в цепи постоянного тока (DC)



Подключите красный провод к разъему «Ω» и черный провод к разъему «ОБЩ.»

Для проведения измерений подключите красный провод к «+», черный провод к «-» и обхватите клещами проводник в направлении «по стрелке», изображенной у основания механизма размыкания губок (от «+» к «-»).



Чтобы получить наиболее точные измерения располагайте кабель как можно ближе к середине зажима клещей. В качестве помощи используйте центрирующие метки.

6.5.1.1 Меню “Par” (кнопка F2)

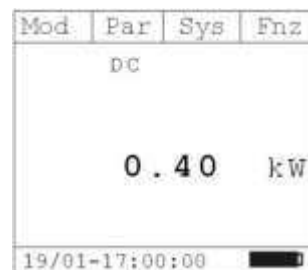
Нажмите кнопку F2 (Par), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F2 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

Mod	Par	Sys	OK
	Power		
	Volt-Curr		
	Energy		
	Esc		
			kW
19/01-17:00:00			

- **Power**: отображение измерения мощности
- **Volt-Curr**: отображение измерения напряжения и тока
- **Energy**: отображение значения энергии. Это измерение активно только когда активирована запись параметров
- **Esc**: закрывает выпадающее меню

Выберите нужный параметр и нажмите F4 (OK) для подтверждения.

Пример экрана прибора, отображающего значение измерения мощности.



6.5.1.2 Меню “Fnz” (кнопка F4) в режиме измерения мощности DC

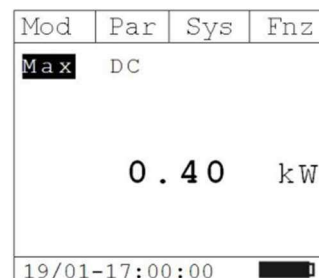
Нажмите кнопку **F4** (Fnz), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Max**: прибор постоянно будет показывать максимальное измеренное значение мощности DC
- **Min**: прибор постоянно будет показывать минимальное измеренное значение мощности DC
- **Rst**: удаляет все Max, Min - значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения

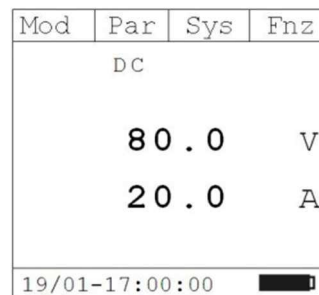


Нажатием кнопки **F3** (OK) подтверждается выбранный элемент.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.



Пример экрана прибора, отображающего значение измерения напряжения и тока.



Меню “Fnz” в режиме измерения напряжения и тока (кнопка F4)

Нажмите кнопку **F4** (Fnz), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Max**: прибор постоянно будет показывать максимальное значение измеряемого параметра
- **Min**: прибор постоянно будет показывать минимальное значение измеряемого параметра
- **Cr+**: отображение пикового значения положительной полуволны



- измеряемой величины
- **Cr-**: отображение пикового значения отрицательной полуволны измеряемой величины
- **Zero**: обнуляет значение измеренного тока DC
- **Rst**: удаляет все Max, Min, Cr+, Cr--значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения



Примечание: Осуществляйте обнуление перед проведением измерения.

Нажатием кнопки F3 (OK) подтверждается выбранный элемент.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.

Mod	Par	Sys	Fnz
Max	DC		
	80.0	V	
	20.0	A	
19/01-17:00:00			

Пример экрана прибора с отображением значения измеренной энергии.

Mod	Par	Sys	Fnz
	DC		
	2.20	kWh	
Log			
19/01-17:00:00			

6.5.2 Измерение мощности в 1 Ф и 3 Ф сетях переменного напряжения



Подключите красный провод к разъему «**UΩ**» и черный провод к разъему «**ОБЩ.**»



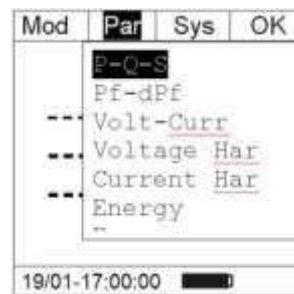
Чтобы получить наиболее точные измерения располагайте кабель как можно ближе к середине зажима клещей. В качестве помощи используйте центрирующие метки.

6.5.2.1 Меню “Par” (кнопка F2)

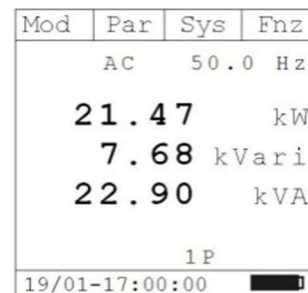
Нажмите кнопку F4 (Fnz), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **P-Q-S**: отображение активной, реактивной и полной мощности
- **Pf-dPf**: отображение измеренного значения коэффициента мощности и $\cos\phi$
- **Voltage Harm**: отображение измеренных гармоник напряжения
- **Current Harm**: отображение измеренных гармоник тока
- **Energy**: отображение значения энергии. Это измерение активно только когда активирована запись параметров
- **Esc**: закрывает выпадающее меню

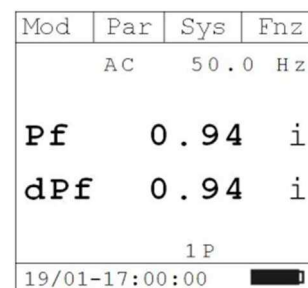
Выберите нужный параметр и нажмите F4 (OK) для подтверждения.



Пример экрана прибора с отображением значения измеренной мощности AC+ DC



Пример экрана прибора с отображением значения коэффициента мощности и $\cos\phi$



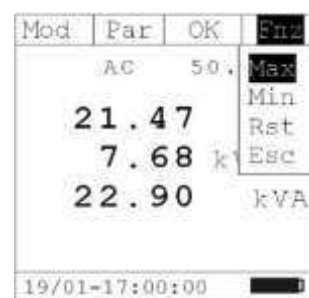
Меню “Fnz” (кнопка F4) в режиме измерения **Pf-dPf**

Нажмите кнопку F4 (Fnz), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Max**: прибор постоянно будет показывать максимальное значение измеряемого параметра
- **Min**: прибор постоянно будет показывать минимальное значение измеряемого параметра
- **Rst**: удаляет все Max, Min-значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения

Нажатием кнопки F3 (OK) подтверждается выбранный элемент.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.



Пример экрана прибора в режиме измерения напряжения и тока AC+ DC



Меню “Fnz” (кнопка F4) режиме измерения напряжения и тока AC

Нажмите кнопку F4 (Fnz), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:



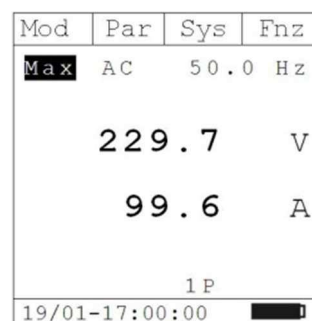
- **Max**: прибор постоянно будет показывать максимальное значение измеряемого параметра
- **Min**: прибор постоянно будет показывать минимальное значение измеряемого параметра
- **Cr+**: отображение пикового значения положительной полуволны измеряемой величины
- **Cr-**: отображение пикового значения отрицательной полуволны измеряемой величины
- **Zero**: обнуляет значение измеренного тока
- **Rst**: удаляет все Max, Min, Cr+, Cr--значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения



Примечание: Осуществляйте обнуление перед проведением измерения.

Нажатием кнопки F3 (OK) подтверждается выбранный элемент.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.

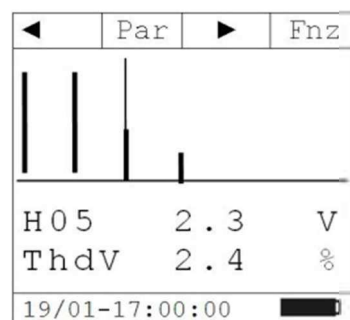


6.5.2.2 Гармоники напряжения

Пример экрана с отображением гармоник напряжения.

Используйте кнопки F1 (◀) и F3 (▶) для перемещения курсора между гармониками.

Измерения можно проводить до 25-й гармоники для основных частот между 10 Гц и 75 Гц, и до 8-й гармоники для основных частот между 75 Гц и 400 Гц.



6.5.2.3 Гармоники тока

Пример экрана с отображением гармоник тока.

Используйте кнопки F1 (◀) и F3 (▶) для перемещения курсора между гармониками.

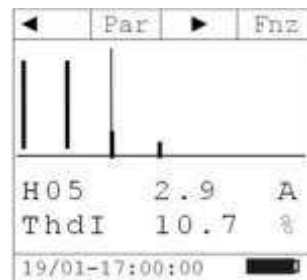
Измерения можно проводить до 25-й гармоники для основных частот между 10 Гц и 75 Гц, и до 8-й гармоники для основных частот между 75 Гц и 400 Гц.

Меню “Fnz” в режиме измерения гармоник напряжения (кнопка F4)

В режиме измерения гармоник напряжения нажмите кнопку F4, чтобы открыть подменю «Fnz». При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

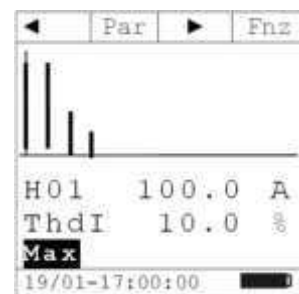
- **Max**: на дисплее отображается максимальное Uскз выбранной гармоники
- **Min**: на дисплее отображается минимальное Uскз выбранной гармоники
- **Abs**: отображение абсолютного значения гармоники в вольтах
- **%**: отображение значения гармоники в процентах по отношению к основному напряжению
- **Rst**: удаляет все Max, Min-значения
- **Esc**: возвращает прибор к нормальному режиму измерения

Примечание: чтобы на экране отображалось **Min** или **Max** и **Abs** или **%** значения одновременно необходимо дважды зайти в меню “Fnz” и выбрать требуемые элементы.



Нажатием кнопки F3 (OK) подтверждается выбранный элемент.

Пример измерения с активной функцией **Max**. На дисплее высвечивается активная функция.



6.5.2.4 Энергия AC

Пример отображения экрана прибора при измерении активной, индуктивной и емкостной реактивной энергии.





6.6 ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ В ПОЛОЖЕНИИ “0 P PEZ” (РЕГИСТРАТОР): LOG, ON-LINE (BLUETOOTH), SNAPSHOT, MEMORY, DOWNLOAD

Режим записи электрических параметров сети, сохранение и чтение из памяти, включение Bluetooth для передачи записанных параметров на ПК, мгновенный снимок дисплея с измеряемыми параметрами.



Максимальное входное напряжение DC и AC+ DC составляет 1000 В, максимальный входной ток DC и AC+ DC 1000 А. Превышение этого предела может привести к поражению электрическим током пользователя или к повреждению прибора.

Поверните поворотный переключатель в положение «», подключите красный провод к разьему «» и черный провод к разьему «**ОБЩ.**» и подключитесь к желаемой точке измерения.



Чтобы получить наиболее точные измерения располагайте кабель как можно ближе к середине зажима клещей. В качестве помощи используйте центрирующие метки.

6.6.1 Меню «Sys» (кнопка F3)

В режиме измерения мощности нажмите кнопку F3, чтобы открыть подменю «Sys». При каждом следующем нажатии на кнопку F3 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Start Log**: активирует запись измеряемых параметров
- **On-line**: включение Bluetooth для передачи записанных параметров на ПК по радиointерфейсу
- **Memory**: показ списка сохраненных данных
- **SnapShot**: делает снимок дисплея с измеряемыми параметрами
- **Download**: загрузка сохраненных данных из памяти
- **Esc**: закрывает выпадающее меню



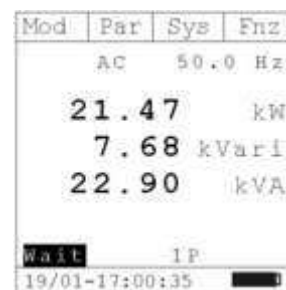
Выберите нужный параметр и нажмите F4 (OK) для подтверждения.

Электрические параметры сети можно записывать, передавать на ПК посредством Bluetooth или сохранять снимки дисплея, в соответствии с режимом работы:

- Параметры однофазной сети AC: P, Q, S, pF, dPf, V, I, THVD, THDI, hV01...hVxx (xx=25 на частоте 10..75 Гц; xx=8 на частоте 75..400 Гц)
- Параметры трехфазной сети AC: P, Q, S, pF, dPf, V, I, THVD, THDI, hV01...hVxx (xx=25 на частоте 10..75 Гц; xx=8 на частоте 75..400 Гц)
- Параметры DC: P, V, I

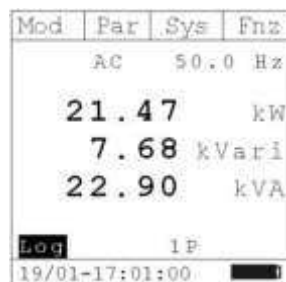
6.6.1.1 Активация записи измеряемых параметров «Start Log»

После подтверждения в меню пункта «Start Log» прибор переходит в режим ожидания начала записи параметров. При этом на дисплее отображается сообщение «Wait». Запись начнется по достижению следующей минуты времени, установленном в приборе.



Запись может прерваться при переключении поворотного переключателя в другую позицию во время процесса записи. В памяти устройства вы найдете записанные параметры до переключения режимов.

Во время записи параметров на дисплее отображается сообщение «Log» и кнопки F2 (Par) и F4 (Fnz) активны, которые дают возможность отображения параметров текущего измерения или включения функций, описанных в предыдущих пунктах.



В режиме записи нажмите кнопку F3, чтобы открыть подменю «Sys». При каждом следующем нажатии на кнопку F3 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Stop Log**: выключение записи измеряемых параметров
- **Info**: вывод некоторой информации о ходе записи
- **Esc**: закрывает выпадающее меню

Выберите нужный параметр и нажмите F4 (OK) для подтверждения.

Mod	Par	Sys	OK
	AC	Stop Log	
	21.4	Info	
	7.68	Esc	
		kVari	
	22.90	kVA	
		Log	
19/01-17:01:00			

Пример дисплея при активации функции **Info**. Дисплей отображает:

- **Start**: время и дата начала записи
- **Int. Period**: установленный период записи
- **N. Periods**: количество записанных периодов
- **Auton.**: количество автономной памяти, выраженной в днях/часах.

			Esc
Start:			
19/01-17:01:00			
Int.Period: 1			
N.Periods:00025			
Auton: 00d/02h			
19/01-17:01:25			

Кнопка F4 возвращает прибор к предыдущему экрану измерения.

6.6.1.2 Режим активации Bluetooth для передачи данных (On-Line)

После подтверждения в меню пункта «On-Line» прибор активирует передачу данных по Bluetooth каналу и на дисплее отображается сообщение «Onl.»

Кнопки F2(Par) и F4(Fnz) активны и дают возможность отображения параметров и включения функций, которые описывались в предыдущих параграфах.

Mod	Par	Sys	Fnz
	AC	50.0 Hz	
	21.47	kW	
	7.68	kVari	
	22.90	kVA	
	Onl.	IP	
19/01-17:00:35			



Передача данных в режиме «On-Line» прерывается при переключении поворотного переключателя в другую позицию во время процесса записи.

В режиме передачи данных по каналу Bluetooth нажмите кнопку F3, чтобы открыть подменю «Sys». При каждом следующем нажатии на кнопку F3 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Stop**: остановить процесс передачи данных
- **Esc**: закрывает выпадающее меню

Выберите нужный параметр и нажмите F4 (OK) для подтверждения.

Mod	Par	Sys	OK
	AC	Stop	
	21.47	Esc	
		kW	
	7.68	kVari	
	22.90	kVA	
	Onl.		
19/01-17:01:00			

6.6.1.3 Использование памяти (Memory)

При активации меню памяти «Memory» на экране отображаются время и дата начала сохраненных записей (L) и время и дата сделанных снимков (S).

Также отображается доступное для автономной записи время, выраженное в днях/часах, которое зависит от установленного периода регистрации (пар.5.2.3.).

	Del	OK	Esc
S01:	01/01-10:41:28		
S02:	01/01-10:41:35		
L03:	01/01-10:45:00		
S04:	02/01-12:05:11		
L05:	02/01-14:00:00		
Auton:	00d/02h		
19/01-17:00:35			

На дисплее отображается страница с 5-ю ячейками памяти, для прокрутки следующих страниц нажмите **F1 (▼)**.

Нажмите кнопку F2 (Del), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F2 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Del. Tot.:** Удаление всех сделанных записей и снимков
- **Del. Last:** Удаление последних данных, сохраненных в памяти

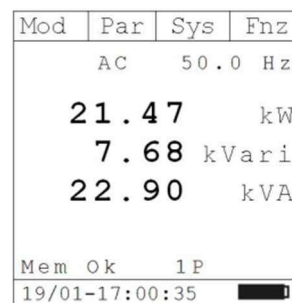
При нажатии кнопки F3 (OK) однократно появится сообщение о подтверждении удаления “**Delete?**”, повторным нажатием F3 подтвердите удаление.



Нажатие клавиши F4 (Esc) отменяет удаление, повторное нажатие F4 возвращает к предыдущему экрану со списком записей.

6.6.1.4 Запись экранной информации (SnapShot)

Чтобы создать снимок экрана подтвердите пункт меню “**SnapShot**”, прибор мгновенно сохранит измеряемые параметры, которые выводятся на экране и на 1 секунду появится сообщение о подтверждении сохранения - “**Mem Ok**”



6.6.1.5 Загрузка сохраненных данных (“Download”)

При выборе пункта “**Download**” прибор переходит в режим загрузки данных, сохраненных в памяти.

Нажатие кнопки F4 (Esc) возвращает прибор к предыдущему экрану измерения параметров.

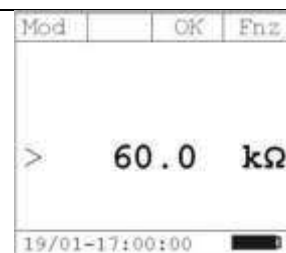


6.7 ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ В ПОЛОЖЕНИИ “Ω”): ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПРОЗВОНКА ЦЕПИ.



Перед любым измерением сопротивления необходимо отключить питание от тестируемой цепи и разрядить все конденсаторы, присутствующие в ней.

Вид экрана, когда переключатель в положении “Ω”)



Для проведения измерений подключите красный провод к разъему « $V\Omega$ » и черный провод к разъему «**ОБЩ.**» как показано на рисунке.



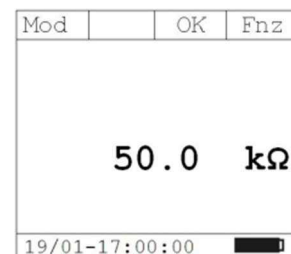
Нажмите кнопку F1 (Mod), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F1 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Resistance**: измерение сопротивления
- **Continuity**: прозвонка цепи
- **Help**: отображает связь между прибором и системой
- **Esc**: закрывает выпадающее меню

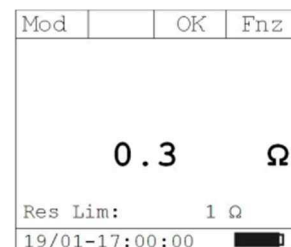


Выберите нужный режим и нажмите F3 (OK) для подтверждения.

Пример экрана прибора в режиме работы измерения сопротивления



Вид экрана с примером измерения непрерывности цепи. Если измеренное сопротивление ниже, чем выбранное предельное значение (см. п. 5.2.5.), то будет непрерывно звучать зуммер.



6.7.1 Меню “Fnz” (кнопка F4) в режиме измерения сопротивления и прозвонки цепи.

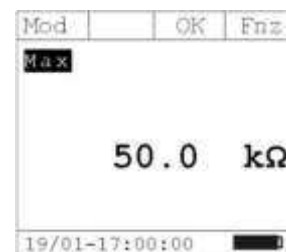
В режиме измерения сопротивления и прозвонки цепи нажмите кнопку F4, чтобы открыть выпадающее меню «Fnz». При каждом следующем нажатии на кнопку F4 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Max**: Отображение максимального значения измеренного сопротивления
- **Min**: Отображение минимального значения измеренного сопротивления
- **Rst**: Удаление всех максимальных и минимальных значений
- **Esc**: Возвращает прибор к нормальному режиму измерения



Нажатием кнопки F3 (OK) подтверждается выбранный элемент.

Пример экрана с активной функцией «Max»



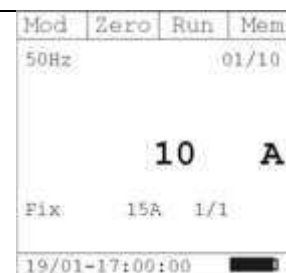
6.8 ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ В ПОЛОЖЕНИИ « ПУСКОВОЙ ТОК A \approx » : ИЗМЕРЕНИЕ ПУСКОВОГО ТОКА



Максимальное входной ток DC и AC+ DC составляет 1000 A. Не превышайте пределы токов, указанных в данном руководстве. Превышение этого предела может привести к поражению электрическим током пользователя или к повреждению прибора. При измерении держите прибор в области для защиты рук. Токи < 3 A обнуляются.

Вид экрана, когда переключатель в положении «Пусковой ток A \approx ».

На дисплее отображаются текущие настройки для записи пускового тока.



На рисунке показано измерение пускового тока



Нажмите кнопку F1 (Mod), чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку F1 курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **50Hz**: измерение пускового тока с частотой 50 Гц
- **60Hz**: измерение пускового тока с частотой 60 Гц
- **400Hz**: измерение пускового тока с частотой 400 Гц
- **DC**: измерение постоянного пускового тока
- **Help**: отображает связь между прибором и системой
- **Esc**: закрывает выпадающее меню

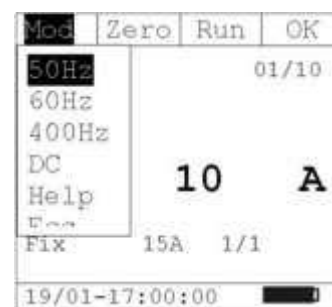
Выберите нужный режим и нажмите кнопку F4 (OK) для подтверждения.

6.8.1 Обнуление измерений “Zero”.

При нажатии кнопки F2 (Zero) среднее значение измеряемого тока обнуляется.



Примечание: Выполняйте обнуление перед зажимом проводника.



6.8.2 Кнопка запуска и останова регистрации измерений F3 «Run».



Для частот 50, 60 Гц и постоянного тока производится 32 выборки в каждом полупериоде на 100 полупериодов, для частоты 400 Гц – 8 выборок в каждом полупериоде на 100 полупериодов.

В режиме «Fix» отображается среднеквадратическое значение тока среди обнаруженных выборок до порога.

В режиме «Var» отображается разница между последующим и предыдущим среднеквадратическим значением тока полупериода, превышающим значение порога.

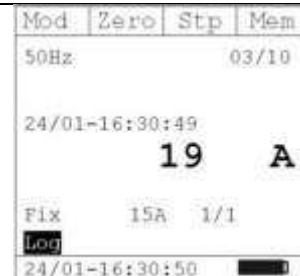
Максимальное количество событий, сохраненных в одной записи равно 10.

Максимальное число сохраняемых записей-20.

Нажатием кнопки **F3 (Run)** производится запуск регистрации пускового тока, при этом индикация кнопки «Run» переводится в «Stp»-стоп. Во время измерения экран содержит:

- Сообщение «Log» - запись активна
- «03/10»-индикация последних обнаруженных событий
- Индикация даты/времени и текущее значение тока

При нажатии кнопки **F3 (Stp)** еще раз, запись останавливается и данные сохраняются в памяти.

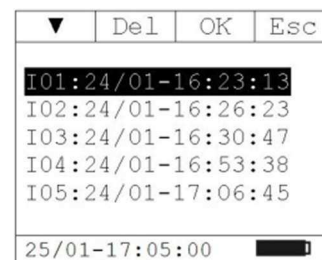


Если во время записи обнаруживается 10 событий, то запись останавливается.

6.8.3 Кнопка память F4 «Mem»

При нажатии кнопки **F4 (Mem)** на экране появится список записанных ранее в память измерений пускового тока.

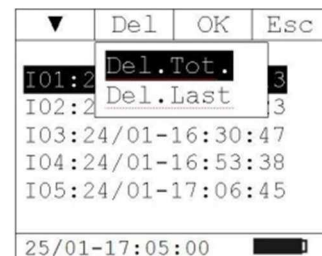
Каждая страница отображает 5 ячеек памяти, прокрутка осуществляется с помощью кнопки **F1 (▼)**.



Нажмите кнопку **F2 (Del)**, чтобы открыть выпадающее меню, как показано на рисунке. При каждом следующем нажатии на кнопку **F2** курсор будет осуществлять прокрутку доступных элементов:

- **Del. Tot.:** удаление всех записанных данных пускового тока.
- **Del. Last:** удаление последних данных пускового тока.

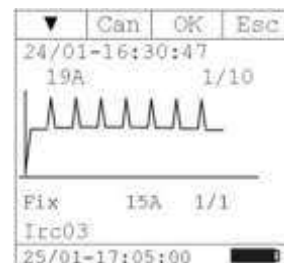
При нажатии кнопки **F3 (OK)** на дисплей выводится сообщение «удалить?». Повторным нажатием **F3** подтверждается удаление.



При нажатии кнопки **F4 (Esc)** отменяется процесс удаления. Повторное нажатие **F4 (Esc)** возвращает прибор к экрану измерения пускового тока.

Выберите ячейку памяти и нажмите **F3 (OK)**, на дисплее отобразится тенденция пускового тока, а также:

- Дата/время записанного события
- Максимальное значение тока, полученное в ходе измерений
- Количество событий в измерительном цикле
- Номер выбранного события



При нажатии кнопки **F1 (▼)** происходит переключение событий в выбранной ячейке памяти. Для возврата к списку записанных пусковых токов нажмите кнопку **F4 (Esc)**.

7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1. Купленный вами прибор имеет высокую точность. При использовании и хранении прибора соблюдайте рекомендации приведенные в данном руководстве, чтобы предотвратить возможный ущерб или создать угрозу безопасности во время использования.
2. Не используйте прибор в помещениях с высоким уровнем влажности и высокими температурами. Не подвергайте воздействию прямых солнечных лучей.
3. Всегда выключайте прибор после использования. В случае длительного неиспользования прибора, извлекайте батареи питания, чтобы избежать утечки батарейной жидкости, что может привести к повреждению внутренних цепей прибора.

7.2 ЗАМЕНА БАТАРЕЙ



Замену батарей должен проводить только опытный специалист. Перед проведением замены убедитесь, что все измерительные кабеля удалены из прибора и внутри зажима нет проводника с током.

1. Поверните поворотный переключатель в положение «Выкл».
2. Отключите кабеля от входных разъемов и освободите зажим клещей от проводников.
3. Ослабьте крепежный винт крышки и снимите ее.
4. Удалите батарейки из батарейного отсека.
5. Вставьте две новые батареи того же типа (1,5 LR 03 AAA). Соблюдайте полярность.
6. Установите крышку обратно и закрутите ее соответствующими винтами.
7. Не выбрасывайте использованные батареи. Используйте соответствующие контейнеры для отходов.

7.3 ЧИСТКА

Используйте мягкую и сухую ткань для чистки прибора. Запрещается использовать мокрую ткань, растворители, воду и т.д.



В случае негодности прибора и его принадлежностей, правильно утилизируйте прибор.

8 СПЕЦИФИКАЦИИ

8.1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Погрешность измерений обозначена в виде [% x Инд + числен. зн.]. Это относится к следующему состоянию атмосферных условий: температура 23°C ± 5°C при относительной влажности < 80 %.

Постоянное напряжение DC

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность	Защита входа
0,5 – 1000 В	0,1 В	± (1,0% + 4 ед. счета)	1000 В пост./перем.(скз)

Входное сопротивление: 2,6 МОм

Переменное напряжение (AC+ DC TRMS)

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность		Защита входа
		43 ÷ 63 Гц	10 ÷ 47 Гц, 63 ÷ 400 Гц	
0.5 ÷ 999.9 В	0,1 В	±(1,0% + 3 ед. счета)	±(3,5% + 3 ед. счета)	1000 В пост./перем.(скз)

Входное сопротивление: 2,6 МОм; максимальный коэффициент амплитуды: 1,41

Постоянное и переменное напряжение в режиме макс/мин/усредн.(MAX / MIN / CREST)

Функция	Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность	Время отклика
MAX, MIN, CREST	0,5 ÷ 999,9 В	0,1 В	±(3,5% + 5 ед. счета)	1сек

Входное сопротивление: 2,6 МОм; максимальный коэффициент амплитуды: 1,41

Постоянный ток

Диапазон	Разрешение	Погрешность	Защита входа
0,5 ÷ 999,9 А	0,1 А	±(2 % + 5 ед. счета)	2000 А пост./перем.(скз)

Переменный ток (AC+ DC TRMS)

Диапазон	Разрешение	Погрешность		Защита входа
		43 ÷ 63 Гц	10 ÷ 47 Гц, 63 ÷ 400 Гц	
0,5 ÷ 999,9 А	0,1 А	±(2 % + 4 ед. счета)	±(3,5% + 5 ед. счета)	2000 А пост./перем.(скз)

Максимальный коэффициент амплитуды: 3

Постоянный и переменный ток в режиме макс/мин/усредн.(MAX / MIN / CREST)

Режим	Диапазон	Разрешение	Погрешность	Время отклика
MAX, MIN, CREST	0,5 ÷ 999,9 А	0,1А	±(3,5%+5 ед. счета)	1 сек

Максимальный коэффициент амплитуды: 3

Сопротивление и прозвонка цепи

Диапазон	Разрешение	Погрешность	Защита входа
----------	------------	-------------	--------------

0,0Ω ÷ 59,9 кОм	0,1 Ом	±(1%+5 ед. счета)	1000 В пост./перем.(скз)х 60 сек
-----------------	--------	-------------------	----------------------------------

Частота

Диапазон	Разрешение	Погрешность	Защита входа
10,0 ÷ 99,9 Гц	0,1 Гц	±(1%+5 ед. счета)	1000 В пост./перем.(скз)
100 ÷ 400 Гц	1 Гц		2000 А пост./перем.(скз)

Диапазон входного напряжения для измерения частоты: 0,5...1000 В / диапазон входного тока: 0,5...1000 А.

Мощность постоянного тока

Диапазон	Разрешение	Погрешность
0,00 ÷ 99,99 кВт	0,01 кВт	±(3%+3 ед. счета)
100,0 ÷ 999,9 кВт	0,1 кВт	

Мощность определяется при: напряжении > 10 В, токе > 2 А

Активная и полная мощность

Диапазон	Разрешение	Погрешность
0,00 ÷ 99,99 кВт, кВА	0,01 кВт, кВА	±(2%+3 ед. счета) при f= 10...65 Гц, U > 10В, I ≥ 2 А, Pf ≥ 0,5 ±(3%+3 ед. счета) при f > 65 Гц, U > 10В, I ≥ 5 А, Pf ≥ 0,5
100,0 ÷ 999,9 кВт, кВА	0,1 кВт, кВА	

Активная энергия

Диапазон	Разрешение	Погрешность
0,00 ÷ 99,99 кВт*ч	0,01 кВт*ч	±(2%+3 ед. счета) при f= 10...65 Гц, U > 10В, I ≥ 2 А, Pf ≥ 0,5 ±(3%+3 ед. счета) при f > 65 Гц, U > 10В, I ≥ 5 А, Pf ≥ 0,5
100,0 ÷ 999,9 кВт*ч	0,1 кВт*ч	

Реактивная мощность

Диапазон	Разрешение	Погрешность
0,00 ÷ 99,99 кВАР	0,01 кВАР	±(2%+3 ед. счета) при f= 10...65 Гц, U > 10В, I ≥ 2 А; 0,992 ≥ Pf ≥ 0,5 ±(3%+3 ед. счета) при f > 65 Гц, U > 10В, I ≥ 5 А; 0,992 ≥ Pf ≥ 0,5
100,0 ÷ 999,9 кВАР	0,1 кВАР	

Реактивная энергия

Диапазон	Разрешение	Погрешность
0,00 ÷ 99,99 кВАР*ч	0,01 кВАР*ч	±(2%+3 ед. счета) при f= 10...65 Гц, U > 10В, I ≥ 2 А; 0,992 ≥ Pf ≥ 0,5 ±(3%+3 ед. счета) при f > 65 Гц, U > 10В, I ≥ 5 А; 0,992 ≥ Pf ≥ 0,5
100,0 ÷ 999,9 кВАР*ч	0,1 кВАР*ч	

Коэффициент мощности

Диапазон	Разрешение	Погрешность
----------	------------	-------------

0,2 ÷ 1,00	0,01	±3% при f > 65 Гц, U > 10В, I ≥ 5 А; или f = 10..65 Гц, U > 10В, I ≥ 2 А
------------	------	--

Гармоники тока и напряжения

Порядок гармоник	Частота	Разрешение	Погрешность
1 ÷ 25	10 ÷ 75	0,1В; А	±(5%+5 ед. счета)
1 ÷ 8	75 ÷ 400		

Порядок чередования фаз/ совпадение фаз

Диапазон	Входное сопротивление	Частота
100 ÷ 1000 В	1,3 МОм	40..70 Гц

8.2 СТАНДАРТЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Прибор совместим со стандартами: IEC / EN61010-1, IEC / EN61010-2 – 032, IEC/EN61010-31

Изоляция: Class 2

Категория перенапряжения: кат. IV 600 В / кат. III 1000 В с заземлением, не более 1000 В между входами.

8.3 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Характеристики радиомодуля bluetooth

Радиомодуль	Bluetooth V2.0
Рабочая частота	2,4 ГГц (2400-2483,5MHz)
Мощность	Class 2
Скорость передачи данных	57600 бод

Встроенная память – 2 Мб

Количество записей в памяти: - 99 для сохранения снимков и регистрации данных.



-20 (в каждой не более 10 событий) для записей токов InRush.


Размеры: 252 x 88 x 44 мм

Масса: 420 г

Раскрытие клещей/максимальный диаметр кабеля: 45 мм

Питание: 2 батареи x 1,5 В LR 03 AAA

Время работы: примерно 53 часа, переключатель в положении "  P  PEG".

Автоотключение: через 5 мин, при включенной функции на дисплее отображается символ " ".

8.3.1 Условия использования

Рабочая температура/влажность: 0 – 40° С / < 40%

Температура/влажность хранения: от -10 до 60° С / < 70%

9 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Фирма - изготовитель (дилер) гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем Руководстве.

Гарантийный срок эксплуатации – **12 месяцев** со дня продажи прибора.

Адрес сервис-центра ЗАО « ПриСТ » : Москва, 2-й Донской проезд 10 стр.4,

тел. 777-55-91

10 ПРИЛОЖЕНИЕ

10.1 РАСЧЕТ МОЩНОСТИ В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЯ ОДНОФАЗНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Прибор измеряет среднеквадратические значения напряжения и тока и вычисляет среднее значение мощности для каждого периода. Формулы для расчета приведены ниже:

$$P = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N v_i \times i_i ; S = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N v_i^2} \times \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N i_i^2} ; Q = \sqrt{S^2 - P^2} ; \text{Pf} = \frac{P}{S},$$

где N-количество измерений за период.

10.2 РАСЧЕТ МОЩНОСТИ В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТРЕХФАЗНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Среднеквадратические значения мощности для трехфазного переменного тока вычисляются по следующим формулам:

$$Q = \sqrt{3} \times \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N v_i \times i_i ; S = \sqrt{3} \times \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N v_i^2} \times \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N i_i^2} ; P = \sqrt{S^2 - Q^2} ; \text{Pf} = \frac{P}{S},$$

где N-количество измерений за период.

10.3 РАСЧЕТ МОЩНОСТИ В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В режиме постоянного тока прибор измеряет среднее значение тока и напряжения и вычисляет среднее значение мощности. Формула для вычисления приведены ниже:

$$P = \left(\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N v_i \right) \times \left(\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N i_i \right)$$

10.4 ГАРМОНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

10.4.1 Теоретические аспекты измерений

Любой периодический несинусоидальный сигнал $v(t)$ может быть представлен в виде суммы синусоидальных сигналов (гармоник) с частотами, кратными частоте исходного сигнала. Формула подобного так называемого Фурье-разложения имеет следующий вид:

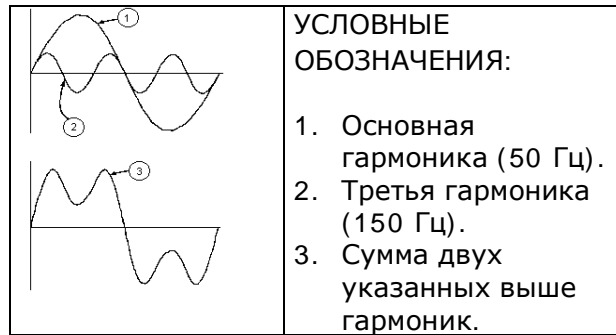
$$v(t) = V_0 + \sum_{k=1}^{\infty} V_k \sin(\omega_k t + \varphi_k) \quad (1),$$

где:

V_0 = усредненное по времени значение сигнала $v(t)$.

V_1 = амплитуда основной гармоники сигнала $v(t)$.

V_k = амплитуда k-той гармоники сигнала $v(t)$.



Результирующий эффект от суммирования двух гармоник.

В стандартном случае (сигнал с частотой, равной частоте сети переменного тока (50 или 60 Гц)) основная гармоника будет иметь частоту 50 Гц или 60 Гц, вторая – 100 Гц или 120 Гц, третья, соответственно, 150 Гц или 180 Гц и т.д. Гармоники являются стандартной проблемой, их не следует путать с различными типами краткосрочных возмущений сигналов – “провалами”, выбросами, пиками и т.д.

Следует заметить, что в формуле (1) суммирование по **k** идет от единицы до бесконечности. В реальности обычно существует верхний предел частоты, после которого суммарный вклад от более высоких гармоник становится пренебрежимо малым.

Для оценки присутствующих в сети гармоник используется коэффициент **THD** (суммарный коэффициент гармоник), рассчитываемый по формуле:

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_h^2}}{V_1}$$

(В данном случае суммирование ведется **до 40-й** гармоники включительно)

Данный индекс учитывает все имеющиеся гармоники. Чем больше его значение, тем более искаженную форму имеет исходный сигнал.

10.4.2 Предельные значения гармоник

Национальные стандарты вводят поправки для предельных значений напряжений для гармоник, которые могут появиться за счет колебаний напряжения в сети переменного тока. В обычных условиях в любой день недели 95% среднеквадратичного значения напряжения каждой гармоники за период 10 минут не должно превышать соответствующее значение, указанное в таблице ниже.

Суммарный коэффициент гармоник (**THD**) в исходной сети переменного тока (учитывая все гармоники вплоть до сороковой включительно) должен быть меньше или равен 8%.

Нечетные гармоники				Четные гармоники	
Не кратные 3		Кратные 3			
№ гармоники	Относительное напряжение, в % от максимального	№ гармоники	Относительное напряжение, в % от максимального	№ гармоники	Относительное напряжение, в % от максимального
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1

11	3,5	15	0,5	6..24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

Эти предельные значения, теоретически относящиеся только к сети переменного тока, представляю собой, однако, серию реперных точек, указывающих максимально допустимые значения гармоник, вносимых пользователем в сеть.

10.4.3 Причины появления гармоник в электросети.

Любое оборудование, изменяющее синусоидальный сигнал или использующее только часть подобного сигнала, приводит к искажению исходного сигнала и, соответственно, к появлению гармонических составляющих (гармоник). Наиболее часто встречающейся ситуацией является появление гармоник, вызванных нелинейными характеристиками подключаемых к сети устройств – например, электрических бытовых приборов, персональных компьютеров или электродвигателей с изменяемой скоростью вращения вала. Гармоники приводят к появлению значительных по току сигналов на частотах, соответствующих нечетным гармоникам исходной частоты. Токи гармоник влияют на ток в нейтрали.

В большинстве стран в сети переменного тока используется трехфазное напряжение с частотой 50/60 Гц, для которого используются первичные трансформаторы по схеме «треугольник» и вторичные трансформаторы-«звезда». Вторичные трансформаторы обычно выдают переменное напряжение 230 вольт (фаза-нейтраль) или 400 вольт (фаза-фаза). Обеспечение баланса нагрузок по фазам всегда являлась серьезной проблемой при проектировании и эксплуатации электрических систем и сетей.

Несколько десятков лет назад в хорошо сбалансированной системе векторная сумма токов нейтрали была нулевой или весьма низкой (с учетом сложности достижения идеального баланса). Используемые устройства представляли собой преимущественно лампы накаливания, небольшие электродвигатели и другие устройства с линейными характеристиками по нагрузке. В результате каждая фаза представляла собой практически синусоидальный ток на частоте 50 Гц, а в нейтрали ток был незначительным.

“Современные” устройства – ПЭВМ, телевизоры, флуоресцентные лампы, видеоманитофоны, микроволновые печи и т.д. – обычно потребляют ток только в некоторые определенные моменты каждого периода напряжения, что приводит к появлению нелинейных нагрузок и, соответственно, гармонических возмущений. Все это приводит к появлению нечетных гармоник в сетях переменного тока 50/60 Гц. Соответственно, ток в трансформаторах распределительных устройствах содержит не только основную компоненту частоты 50 Гц, но и значительные компоненты на частотах 150 Гц, 250 Гц и далее вплоть до частоты 750 Гц и даже выше.

Векторная сумма токов в хорошо сбалансированной системе, питающей нелинейные нагрузки, все еще может быть достаточно низкой, но эта сумма не устраняет токи по всем гармоникам. Нечетные производные третьей гармоники, называемые “TRIPLENS” (“нечетные гармоники, кратные трем”) складываются в нейтрали и могут приводить к ее перегреву даже при условии сбалансированности нагрузок.

10.4.4 Последствия наличия гармоник в электросети.

В обычных условиях **четные** гармоники (вторая, четвертая и т.д.) 50 Гц не приводят к появлению каких-либо существенных проблем для электрооборудования и потребителей.

При проектировании и эксплуатации электрических цепей (систем), содержащих гармонические токи, следует учитывать следующие особенности:

Элементы системы	Характер воздействия кратных гармонических составляющих
Плавкие предохранители	Нагрев внутренних элементов предохранителей. В результате возникающий перегрев может привести к динамическому разрушению (взрыву) внешних оболочек плавких предохранителей.
Провода и кабели	Увеличение "корпусного" эффекта, проявляющегося в том, что в многожильных кабелях внутренние жилы имеют более высокий импеданс, чем внешние. Это вызвано тем, что затруднен отвод тепла от внутренних жил многожильного фидера. В результате протекающий ток, обычно распределяющийся по внешней поверхности сечения проводников кабелей, вызывает: – перегрев токоведущих элементов кабелей и шин; – ускоренное разрушение материала изоляции кабелей; – повышение падения напряжения на линии.
Провод для нейтральной («0») фазы	Гармоники типа "TRIPLENS" (гармоники, кратные трем, девяти, пятнадцати и т.д.) не гасят друг друга на токопроводе нейтрали, а складываются, что в итоге может привести к перегреву провода нейтрали.
Трансформаторы	Повышение потерь в токоведущих частях трансформаторов из-за более сильных TRMS (среднеквадратичных по времени) токов, циркулирующих по внутренним цепям трансформаторов, а также из-за "корпусного" эффекта, присутствующего и в случае изолированных проводов. Повышение потерь в магнитных сердечниках трансформаторов из-за нарушения гистерезисного цикла (петли) и из-за наведения паразитных токов в магнитном сердечнике трансформаторов. Нагрев изоляционного материала из-за появляющейся составляющей постоянного тока, которая может привести к насыщению магнитного сердечника трансформатора.
Электродвигатели	Повышение потерь из-за перегрева внутренних цепей двигателей и возможное повреждение материала изоляции. Повышение вибрации двигателей, приводящее к снижению КПД и увеличению скорости износа двигателей. Наличие 5-й и 11-й гармоник приводят к возникновению их аномального электромагнитного сложения (нарушение работы регулирующих тиристоров), что может привести к росту числа оборотов двигателей.
Компенсирующие емкости	Развитие в цепи "параллельного резонанса" из-за индуктивных нагрузок и наличия компенсирующих емкостных сопротивлений, т.е. когда как минимум одна из гармоник совпадает по частоте с резонансной частотой системы. Это может приводить к очень опасным последствиям в КРУ (вплоть до взрыва используемых компенсирующих емкостей).
Устройства УЗО	Возможное насыщение тороидальных преобразователей, измеряющих дифференциальный ток, которое приводит к ошибкам при его измерении, и как следствие – к нарушению работы УЗО.
Электросчетчики	Повышение скорости вращения диска счетчика, приводящее к ошибкам в измерении тока (особенно в случае нагрузок с низким коэффициентом мощности).
Электрические выключатели	Снижение электрической износостойкости поверхностей контактов.
Устройства беспереб. электропитания (УБП)	Пониженная мощность, выдаваемого устройствами бесперебойного электропитания (UPS).
Электронные устройства	Внутренние повреждения электронных компонентов, выход из строя отдельных блоков.

Для заметок