

# Руководство по эксплуатации анализатора качества электроэнергии



Перед включением прибора внимательно изучить данное руководство.  
В нем содержится важная информация по технике безопасности.



<b>Содержание</b>	<b>Страница</b>
1. Введение .....	4
2. Характеристики .....	4
3. Меры предосторожности (прочитать в первую очередь) .....	5
3-1. Рабочие условия окружающей среды .....	5
3-2. Электропитание .....	5
3-3. Международные предупреждающие знаки .....	5
3-4. ОСТОРОЖНО .....	6
3-5. Изоляция между штекерными гнездами типа «банан» для токоизмерительных клещей и земель .....	7
3-6. Максимальное напряжение токоизмерительного разъема BNC (см. маркировку) .....	7
3-7. Безопасное использование литий-ионных аккумуляторов .....	7
4. Функции измерения .....	9
5. Описание .....	10
5-1. Описание панели .....	10
5-2. Подсоединение и отсоединение токоизмерительных клещей к прибору .....	12
6. Варианты подключения к электросетям .....	13
7. Описание режимов измерения .....	14
8. Порядок подключения перед измерением .....	15
9. Работа .....	22
9-1. Включение .....	22
9-2. Измерение осциллографом .....	23
9-3. Измерение напряжения/тока/частоты .....	29
9-4. Измерение мощности и электроэнергии .....	32
9-5. Запись и просмотр .....	35
9-6. Измерение гармоник .....	38
9-7. Интергармоники .....	51
9-8. Пусковой ток .....	55
9-9. Переходные процессы .....	57
9-10. Колебания .....	59
9-11. Провалы и броски .....	60
9-12. Асимметрия .....	62
9-13. Галерея .....	64
9-14. Запись форм сигналов .....	65
9-15. Пользовательские настройки .....	67
10. Техническое обслуживание и ремонт .....	69
11. Принадлежности .....	69
12. Технические характеристики прибора .....	70
13. Загрузка программного обеспечения для ПК и драйвера USB .....	73
13-1. Приложение для мобильного телефона .....	73
13-2. Программное обеспечение для ПК .....	74

## 1. Введение

- Трехфазный анализатор качества электроэнергии предназначен для надежного анализа качества электроэнергии.
- Прибор измеряет и анализирует напряжение, ток, частоту, мощность, электрическую энергию, колебания, переходные процессы, гармоники, интергармоники, форму и вектор сигнала, провалы и броски напряжения, перекос фаз и т. д.
- Прибор применяется для обнаружения, прогнозирования, предотвращения и исследования проблем с качеством электроэнергии в трехфазных и однофазных распределительных системах. Применяется для оценки производительности электросети или прогнозирования ее производительности.

## 2. Характеристики

- Комплектуется 64-битным четырехъядерным процессором Cortex-A53 на базе Android, сенсорным 8-дюймовым IPS TFT-дисплеем высокой четкости (1024 (RGB) × 768 пикселей). Имеет лучшие характеристики и удобство управления по сравнению с конкурирующими аналогами.
- Встроенный модуль GPS+BD для синхронизации в режиме реального времени.
- Встроенная память 16 ГБ NAND FLASH (пользователю доступно около 10 ГБ).
- Поддержка беспроводной сети Wi-Fi и загрузка обновлений по сети для поддержания превосходной работы прибора.
- Напряжение пробоя изоляции измерительной части и системы с напряжением 3000 В.
- Поддерживает карты памяти SD до 256 ГБ. Прибор комплектуется картой памяти SD 64 ГБ для хранения большого объема данных.
- Разъем USB Type-C для коммуникаций.
- Прибор соответствует следующим стандартам:
  - » Измерение качества электроэнергии класса А по стандарту IEC 61000-4-30.
  - » Измерение колебаний по стандарту IEC 61000-4-15.
  - » Измерение гармоник по стандарту IEC 61000-4-7.
  - » Международный стандарт качества электроэнергии EN 50160.
  - » Электромагнитная совместимость по стандарту EN 61326 (2005-12).
  - » Сертификат UKCA.
  - » Сертификат CE.
  - » Сертификаты UL и cUL.
  - » ANSI C12.1 Спецификация для счетчиков ватт-часов.
  - » Точность по стандарту ANSI C12.20 (класс 0.2) и IEC 62053-22 (класс 0.2S).

### 3. Меры предосторожности (прочитать в первую очередь)

#### 3-1. Рабочие условия окружающей среды

Рабочая температура	От -10 до 40 °C/от 14 до 104 °F; от 40 до 50 °C/от 104 до 122 °F (работа только от батареи)
Температура хранения	От 20 до 60 °C (от 4 до 140 °F)
Влажность	От 10 до 30 °C (от 50 до 86 °F), отн. влажность 95 %, без конденсации. От 30 до 40 °C (от 86 до 104 °F), отн. влажность 75 %, без конденсации. От 40 до 50 °C (от 104 до 122 °F), отн. влажность 45 %, без конденсации.
Максимальная рабочая высота над уровнем моря	Категория IV 600 В, категория III 1000 В, до 2000 м (6666 футов) над уровнем моря. Категория III 600 В, категория II 1000 В, до 3000 м (10 000 футов) над уровнем моря. Максимальная высота над уровнем моря при хранении 12 000 м (40 000 футов).
EMC	Соответствует стандартам EN 61326 (2005-12) по радиации и помехоустойчивости

#### 3-2. Электропитание

- Электросеть: сетевой адаптер 100–240 В (с вилкой в зависимости от страны, где продается).
- Входное напряжение сетевого адаптера: 12–15 В пост. тока
- Требования безопасности к электрооборудованию для измерений, контроля и лабораторного использования, часть 1: общие требования, категории: 600 В (категория IV), 1000 В, класс III (категория III), уровень загрязнения 2.
- Соблюдать правила эксплуатации анализатора и его принадлежности, указанные в руководстве по эксплуатации. В противном случае безопасность анализатором и его принадлежностей не гарантируется.

#### 3-3. Международные предупреждающие знаки

**ОСТОРОЖНО** Знак «Осторожно» предупреждает о ситуации или условиях, которые представляют опасность для пользователя.

**ВНИМАНИЕ** Знак «Внимание» предупреждает о условия и ситуации, которые могут привести к повреждению анализатора.

	См. указания в руководстве.
	Заземление
	Переменный ток
	Постоянный ток
	Сертификат безопасности
	Сертификат безопасности
	Сертификат соответствия ЕС
	Токоизмерительные клещи
	Двойная изоляция (степень защиты)
	Порядок утилизации
	Соответствие действующим австралийским стандартам
	Запрещено проводить измерения на проводнике с опасным напряжением

	RoHS
	Информация об утилизации отходов
	Запрещено утилизировать данное изделие вместе с несортированными бытовыми отходами

### 3-4. ОСТОРОЖНО

 Во избежание поражения электрическим током и воспламенения:

- Перед использованием анализатора и его принадлежностей внимательно изучить настоящее руководство.
- Внимательно изучить все указания.
- Запрещено проводить измерения без напарника.
- Запрещено эксплуатировать прибор в средах с содержанием взрывоопасных газов или пара, а также во влажной среде.
- Применять прибор согласно инструкциям. Иначе безопасность прибора не гарантируется.
- Может поставляться только с анализатором или описываться для изолированных токоизмерительных клещей, измерительного щупа и адаптера анализатора.
- Всегда держать пальцы за защитным приспособлением щупа.
- Перед использованием проверить анализатор, щуп для измерения напряжения, клещи и принадлежности на предмет повреждений. Если есть повреждения, немедленно заменить.
- Проверить на предмет повреждений или отсутствия пластиковых деталей. Отдельно осмотреть изоляцию около разъема.
- Проверить работу анализатора, измерив известное напряжение.
- Убрать все измерительные щупы, клещи и детали, которые не используются.
- Сначала сетевой адаптер подключается к розетке сети переменного тока, и только потом к анализатору.
- Запрещено измерять высокое напряжение: переменное напряжение > 30 В (среднеквадратичное), переменное напряжение 42 В (пиковое) или постоянное напряжение 60 В.
- Вход заземления предназначен только для заземления анализатора. Напряжение на него подаваться не может.
- Подаваемое напряжение не должно превышать номинал, указанный на щупе для измерения напряжения или токоизмерительных клещах.
- Проводить измерения только с правильной категорией стандарта измерений (CAT), щупами, клещами и адаптерами, рассчитанными на номинальное напряжение и ток.
- Запрещено превышать минимальную номинальную стандартную категорию измерений отдельных компонентов (CAT) для изделий, датчиков и принадлежностей.
- Соблюдать местные и национальные правила техники безопасности. В условиях присутствия открытых цепей под опасным напряжением использовать средства индивидуальной защиты (одобренные резиновые перчатки, средства защиты лица, огнестойкую одежду) для защиты от возможного удара электрическим током и дугового разряда.
- Перед эксплуатацией прибора закрыть и заблокировать крышку батарейного отсека.
- Запрещено эксплуатировать прибор со снятой крышкой или вскрытым корпусом, так как есть опасность поражения электрическим током.
- Особую осторожность проявлять при установке и снятии гибких токоизмерительных клещей. Обесточивать объект измерения и надевать соответствующую защитную одежду.
- Запрещено пользоваться металлическими разъемами BNC и штекерами типа «банан» без изоляции.
- Запрещено вставлять в гнезда металлические предметы.

- Разрешено использовать только блок питания анализатора (сетевой адаптер).
- Перед началом работы проверить соответствие выбранного диапазона напряжения на анализаторе напряжению и частоте местной электросети.
- В качестве сетевого адаптера анализатора разрешено использовать только сетевые адаптеры переменного тока или шнуры питания переменного тока, соответствующие местным правилам безопасности.
- Перед чисткой прибора отсоединить входной сигнал.

**3-5. ⚠️ Изоляция между штекерными гнездами типа «банан» для токоизмерительных клещей и землей**  
Между измерительными гнездами А (L1), В (L2), С (L3), N и землей: 1000 В третьего типа (CAT III), 600 В четвертого типа (CAT IV).

**3-6. ⚠️ Максимальное напряжение токоизмерительного разъема BNC (см. маркировку)**

- Между гнездами А (L1), В (L2), С (L3), N и землей: пиковое напряжение 42 В.
- Номинальное напряжение следует использовать в качестве «рабочего напряжения».
- Измерение синусоидального переменного тока в качестве среднеквадратичного значения напряжения переменного тока (50-60 Гц).
- Для измерений постоянного тока это произносится как Vdc.
- Четвертый тип (CAT IV) стандарта измерений относится к услугам по установке коммунальных линий электропередач высокогорного или подземного назначения.
- Третья категория (CAT III) относится к уровню распределения в здании и цепи в стационарном устройстве.
- Безопасность под угрозой в следующих случаях.
- Когда анализатор используется без соблюдения указаний производителя, безопасность анализатора оказывается под угрозой.
- Перед началом работы проверить измерительный щуп на предмет механических повреждений и заменить его при обнаружении повреждений.
- Запрещено пользоваться неисправным анализатором и его принадлежностями. Если она неисправны или плохо работают, отправить их в ремонт.

**3-7. Безопасное использование литий-ионных аккумуляторов**

**3-7-1. Рекомендации по безопасному хранению аккумуляторов**

- Запрещено хранить аккумуляторы вблизи источников тепла и огня. Беречь от прямых солнечных лучей.
- Извлекать аккумулятор из заводской упаковки только непосредственно перед применением.
- Если прибор не используется, вытаскивать аккумуляторы из него.
- Перед длительным хранением аккумулятор следует полностью зарядить, чтобы избежать его выхода из строя.
- При снятии с длительного хранения аккумулятор, возможно, придется несколько раз зарядить и разрядить для достижения оптимальных характеристик.
- Хранить аккумулятор в недоступном для детей и животных месте.
- При проглатывании электролита или части аккумулятора, немедленно обратиться к врачу.

**3-7-2. Рекомендации по безопасному использованию аккумуляторов**

- Перед использованием аккумулятор необходимо зарядить. Для этого использовать только одобренный сетевой адаптер.
- Правильный порядок зарядки приведен в инструкциях по технике безопасности и руководстве по эксплуатации.
- Запрещено заряжать аккумулятор в течение длительного времени, если он не используется.
- Аккумулятор работает лучше всего при нормальной комнатной температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $68\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 9\text{ }^{\circ}\text{F}$ ).

- Запрещено хранить аккумуляторы вблизи источников тепла и огня. Беречь от прямых солнечных лучей.
- Беречь аккумулятор от механического воздействия, например сильных ударов.
- Содержать аккумулятор в чистоте и сухости. Удалять загрязнения сухой чистой ветошью.
- Для зарядки всегда использовать зарядное устройство, специально предназначенное для данного прибора.
- Запрещено использовать аккумуляторы, не предназначенные для использования в данном приборе.
- При установке аккумулятора в прибор или внешнее зарядное устройство всегда соблюдать правильную ориентацию аккумулятора.
- Не допускать короткого замыкания клемм аккумулятора. Не класть аккумулятор клеммами вниз на металлические предметы (например, монеты, скрепки, ручки и т. д.), которые могут замкнут клеммы.
- Запрещено пользоваться аккумуляторами или зарядными устройствами с видимыми признаками повреждений.
- Аккумуляторы содержат опасные химические вещества, которые могут стать причиной воспламенения и взрыва. При прямом контакте с химическим веществом промыть пораженный участок водой и обратиться к врачу. Если аккумулятор протекает, изделие следует отремонтировать перед использованием.
- Ремонт аккумулятора: если аккумулятор работает неправильно или поврежден, запрещено пытаться вскрывать его и ремонтировать.
- Запрещено разбирать и сильно сдавливать аккумулятор.
- Аккумулятор применяется только по назначению.
- Хранить исходные данные об изделии для дальнейшего использования.

### **3-7-3. Рекомендации по безопасному использованию аккумуляторов**

- При транспортировке принимать меры по защите аккумулятора от повреждений и возможного закорачивания его выводов.
- Соблюдать положения международного соглашения по воздушному транспорту (ИАТА) о безопасной перевозке литий-ионных аккумуляторов.
- Соблюдать внутренние/местные правила по части транспортировки аккумуляторов почтой и другими видами транспорта.
- По почте можно пересылать до 3-х аккумуляторов, при этом посылка должна быть маркирована следующим образом: посылка содержит литий-ионный аккумулятор (за исключением литий-металлического).

### **3-7-4. Рекомендации по безопасной утилизации аккумуляторов**

- Вышедшие из строя аккумуляторы утилизируются в соответствии с местными законами и правилами.
- Правильный порядок утилизации: запрещено утилизировать аккумуляторы вместе с неклассифицированными бытовыми отходами.
- Перед утилизацией разрядить аккумулятор и заклеить клеммы изолянтной лентой.

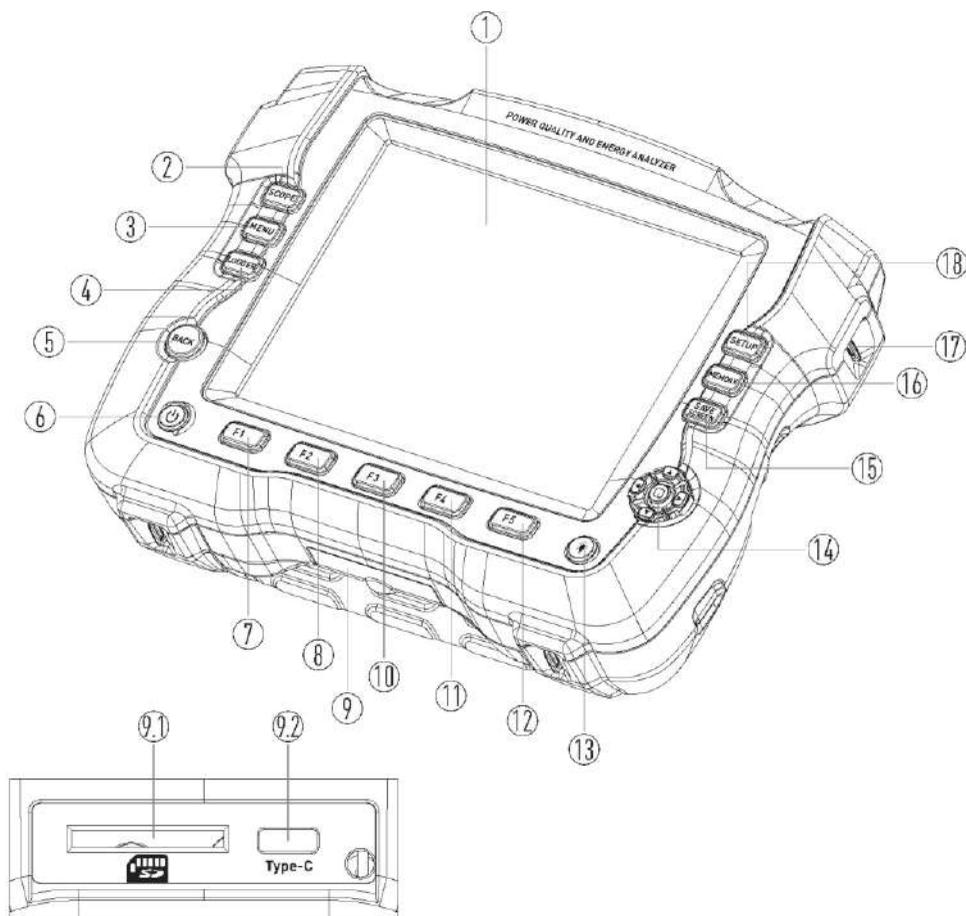
#### 4. Функции измерения

- Осциллограф (форма сигнала и фазор)
- Напряжение/ток/частота
- Мощность и электроэнергия
- Формы гармоник и интергармоник
- Асимметрия
- Пусковой ток
- Колебания
- Переходное состояние
- Резкие броски и просадки
- Запись (регистратор) и просмотр
- Скриншот
- Запись форм сигналов

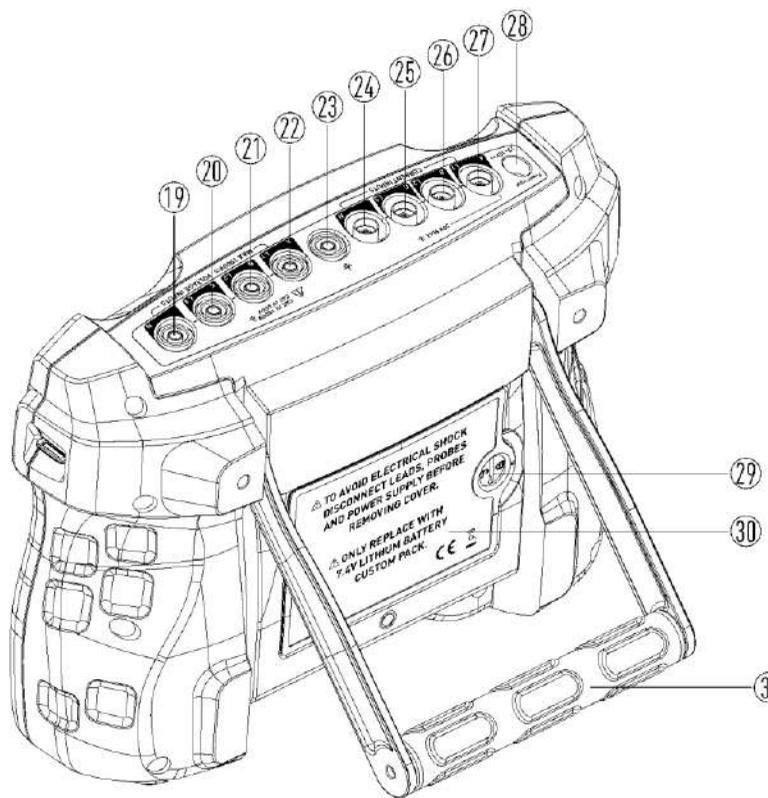
## 5. Описание

### 5-1. Описание панели

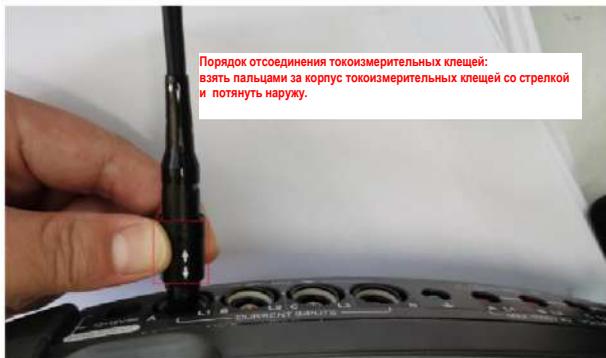
- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1 — TFT-дисплей                      | 10 — функциональная кнопка F3                   |
| 2 — кнопка осциллографа              | 11 — функциональная кнопка F4                   |
| 3 — кнопка меню                      | 12 — функциональная кнопка F5                   |
| 4 — кнопка регистратора              | 13 — кнопка подсветки                           |
| 5 — кнопка «назад»                   | 14 — кнопки со стрелками и кнопка подтверждения |
| 6 — кнопка питания                   | 15 — кнопка скриншота                           |
| 7 — функциональная кнопка F1         | 16 — кнопка MemoQ                               |
| 8 — функциональная кнопка F2         | 17 — отверстие для страховочного шнура          |
| 9 — разъем и крышка                  | 18 — кнопка настройки                           |
| 9.1 — слот для карты памяти SD       |   |
| 9.2 — коммуникационный разъем Type-C |   |



- 19 — гнездо измерения напряжения: N
- 20 — гнездо измерения напряжения: C
- 21 — гнездо измерения напряжения: B
- 22 — гнездо измерения напряжения: A
- 23 — гнездо измерения напряжения: GND
- 24 — гнездо измерения тока N
- 25 — гнездо измерения тока C
- 26 — гнездо измерения тока B
- 27 — гнездо измерения тока A
- 28 — вход зарядного устройства DC 12~15 V, 2,4 A
- 29 — защелка аккумуляторного отсека
- 30 — крышка аккумуляторного отсека
- 31 — подставка



## 5-2. Подсоединение и отсоединение токоизмерительных клещей к прибору



**6. Варианты подключения к электросетям**

1Ø+NEUTRAL	Однофазная сеть с нейтралью
1Ø SPLIT PHASE	Сеть с расщепленной фазой
1Ø IT NO NEUTRAL	Однофазная, с двухфазным напряжением, без нейтрали
3Ø WYE	Трехфазная четырехпроводная сеть, звезда
3Ø DELTA	Трехфазная трехпроводная сеть, треугольник
3Ø IT	Трехфазная, звезда, без нейтрали
3Ø HIGH LEG	Четырехпроводная трехфазная, треугольник, с центральным отводом, фаза высокой
3Ø OPEN LEG	Открытый треугольник, трехпроводная сеть с двумя обмотками трансформатора
2-ELEMENT	Трехфазная трехпроводная сеть, фаза L2/B без датчиков (методом двух ваттметров)
2½-ELEMENT	Трехфазная четырехпроводная сеть, фаза L2/B без датчика напряжения

## 7. Описание режимов измерения

Scope	4 группы форм сигнала напряжения, 4 группы форм сигнала тока, среднеквадратичное напряжение (Vrms), напряжение на основной частоте (Vfund). Действующее значение тока (Arms), ток на основной частоте (Afund), напряжение под курсором (V @ cursor), ток под курсором (A @ cursor), фазовый угол.
Volts/Amps/Hertz	Среднеквадратичное значение линейного напряжения (Vrms), среднеквадратичное значение фазного напряжения (Vrms), пиковое напряжение (Vpeak), пиковый коэффициент напряжения, среднеквадратичное значение тока (Arms), пиковый ток (Apeak), пиковый коэффициент тока, частота (Гц).
Dips and Swells	Среднеквадратичное значение полупериода Vrms (Vrms <sup>1/2</sup> ), среднеквадратичное значение тока полупериода (Arms <sup>1/2</sup> ), программируемый пороговый уровень Pinst для обнаружения событий.
Harmonics DC, 1...50	Гармоническое напряжение, коэффициент гармонических искажений (THD), гармонический ток, коэффициент тока К, гармоники мощности, коэффициент гармонических искажений мощности, коэффициент мощности К, напряжение интергармонической волны, ток интергармонической волны, эффективное значение напряжения (Vrms), эффективное значение тока (Arms) (на основной частоте или общее эффективное значение).
Power and Energy	Среднеквадратичное напряжение (Vrms), среднеквадратичное значение тока (Arms), полная мощность (Wfull), мощность на основной частоте (Wfund), полная мощность ВА, мощность на основной частоте ВА, мощность гармоник ВА, несимметричная составляющая мощности ВА, вар, коэффициент мощности (PF), DPF, CosQ, коэффициент эффективности, кВт·ч вперед, кВт·ч назад.
Unbalance	Процент отрицательного напряжения (Vneg%), процент нулевого напряжения (Vzero%), процент отрицательного тока (Aneg%), процент нулевого тока (Azero%), напряжение на основной частоте (Vfund), ток на основной частоте (Afund), угол сдвига фаз напряжения, угол сдвига фаз тока.
Inrush	Пусковой ток, длительность пускового тока, среднеквадратический ток за полупериод (ARMS <sup>1/2</sup> ), среднеквадратическое напряжение за полупериод (Vrms <sup>1/2</sup> ).
Flicker	Pst (1 минута), Pst, Plt, Pinst, среднеквадратичное значение напряжения за полупериод (Vrms <sup>1/2</sup> ), среднеквадратичное значение тока за полупериод (Arms <sup>1/2</sup> ), частота (Гц).
Transients	Переходная форма сигнала 4 напряжений, 4 токов, триггер: среднеквадратичное значение напряжения за полупериод (Vrms <sup>1/2</sup> ), среднеквадратичное значение тока за полупериод (Arms <sup>1/2</sup> ), Pinst.
Logger	Индивидуальный выбор до 150 наборов параметров качества электроэнергии для одновременного четырехфазного измерения.
Wave Recording	Запись 4 форм сигнала напряжения и 4 форму сигнала тока в течение максимум 3 минут.

## 8. Порядок подключения перед измерением

### 8-1. Перед каждым измерением необходимо:

- Определить параметры расчета.
- Выбрать тип электросети (от однофазной до трехфазной четырехпроводной) и способ доступа (стандартный методом двух ваттметров).
- Коэффициент датчика тока выбирается в зависимости от типа подключенного датчика тока.
- Выбрать коэффициент напряжения и коэффициент тока.
- Определить уровень срабатывания (переходный режим).
- Определить значения, которые необходимо записать (модель тренда).
- Определить порог срабатывания сигнализации.

### 8-2. Если сеть трехфазная, подсоединить прибор как показано на следующем рисунке.

- Открыть меню **SETUP, Measurement Settings, Topology** в главном окне и выбрать соответствующий вариант подключения, как показано на следующем рисунке.

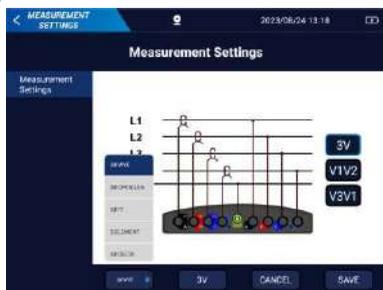


- Сначала надеть токоизмерительные клещи на фазные проводники A (L1), B (L2), C (L3) и N (ноль). Клещи имеют стрелку, показывающую правильную полярность сигнала.
- Далее подсоединить гнезда измерения напряжения: начать с заземленного гнезда (Ground) и далее по очереди подсоединить гнезда N, A (L1), B (L2) и C (L3).
- Чтобы результаты измерений всегда были правильными, подсоединять гнездо заземляющего проводника и проверять правильность подключения.
- Убедиться, что токоизмерительные клещи надежно надеты на проводниках и закрыты.
- Для однофазных измерений использовать гнездо измерения тока A (L1) и заземляющий проводник, N (нулевой проводник) и гнездо измерения фазного напряжения A (L1).
- A (L1) — опорная фаза для всех измерений.
- Перед началом любых измерений настроить анализатор на линейное напряжение, частоту и тип измеряемой электросети. Подробнее см. в общих настройках в следующем разделе.

- Форму сигнала и фазор-диаграмму можно использовать для проверки правильности подключения щупов для измерения напряжения и токоизмерительных клещей.
- На векторной диаграмме, если рассматривать пример, показанный на следующем рисунке, по часовой стрелке, то фазное напряжение и ток A (L1), B (L2) и C (L3) должны появляться поочередно.
- SCOPE: нажать  и открыть диаграмму потерь осциллографа, как показано ниже.



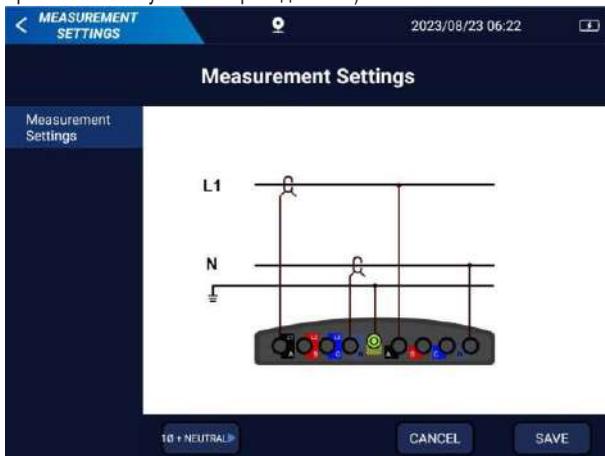
- Для выполнения измерения необходимо как минимум следующее:
  1. Выбрать вариант электрического подключения, как показано на Рис. 1 ниже.
  2. И отношение датчика, выбрать частоту (см. рисунок ниже).
  3. В главном окне открыть меню **Setup, Measurement Settings**, чтобы войти, как показано на следующем рисунке.



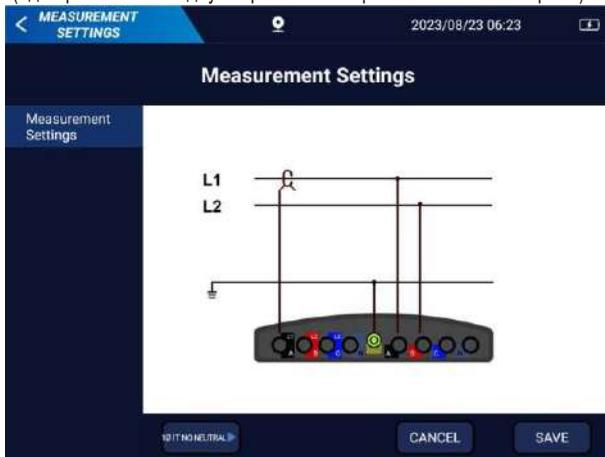
8-3. Способ подключения прибора выбирается в соответствии с измеряемой электросетью.

Открыть меню **SETUP\Measurement\Settings Topology** в главном окне, как показано на следующем рисунке:

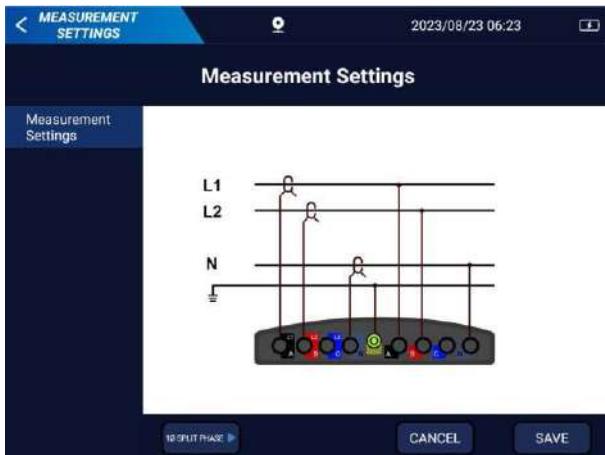
1. 1Ø+NEUTRAL (однофазная сеть с нулевыми проводниками).



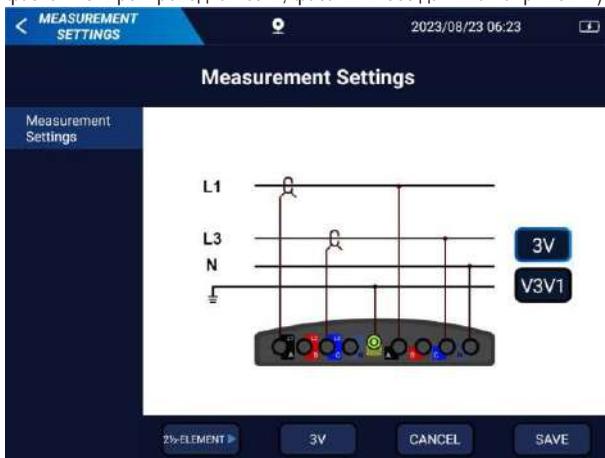
2. 1Ø IT NO NEUTRAL (однофазная сеть с двумя фазными напряжениями без нейтрали)



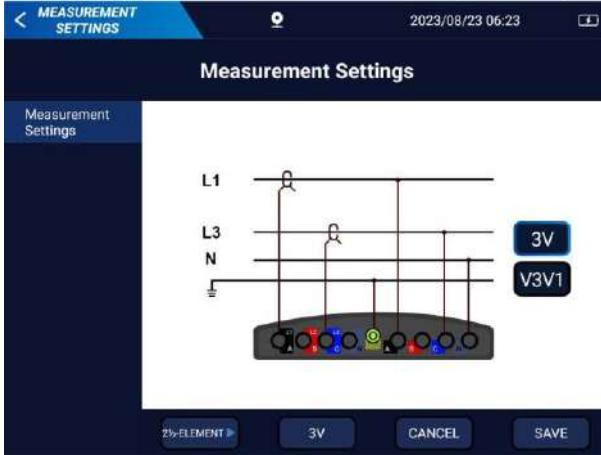
3. 1Ø SPLIT PHASE.



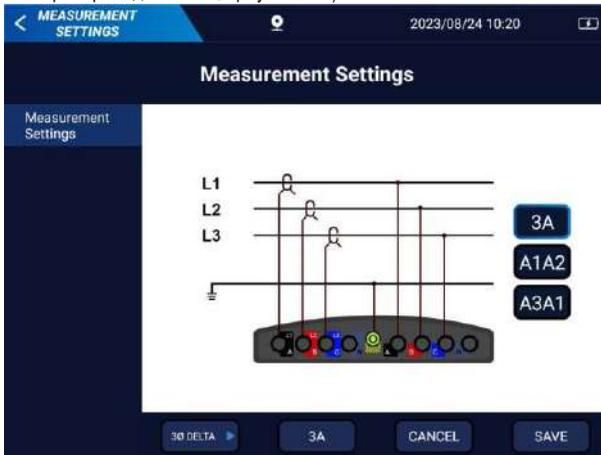
4. 2½-ELEMENT (трехфазная четырехпроводная сеть, фаза L2 В без датчика напряжения).



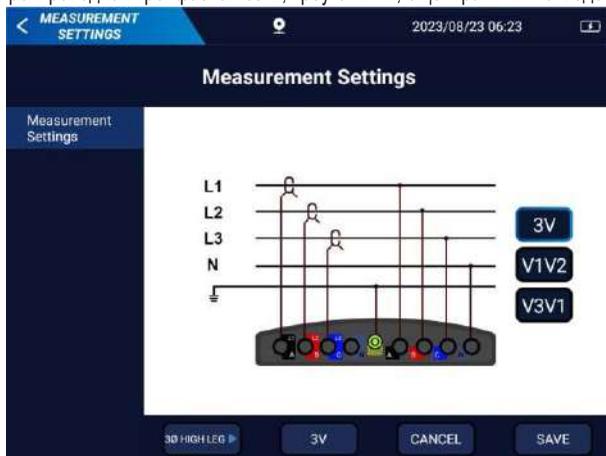
5. 2-ELEMENT (трехфазная трехпроводная сеть, фаза L2/V без датчиков (методом двух ваттметров)).



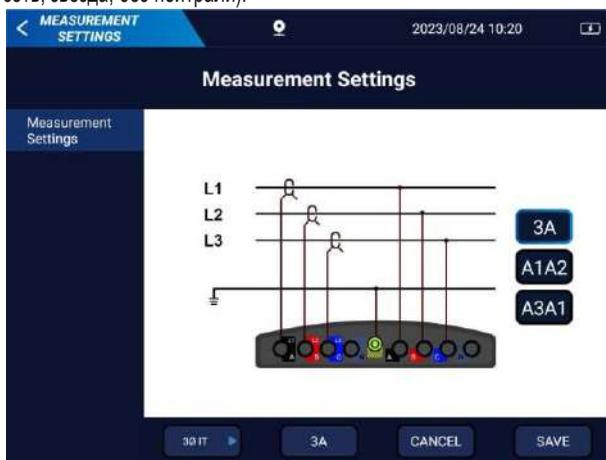
6. 3Ø DELTA (трехфазная трехпроводная сеть, треугольник).



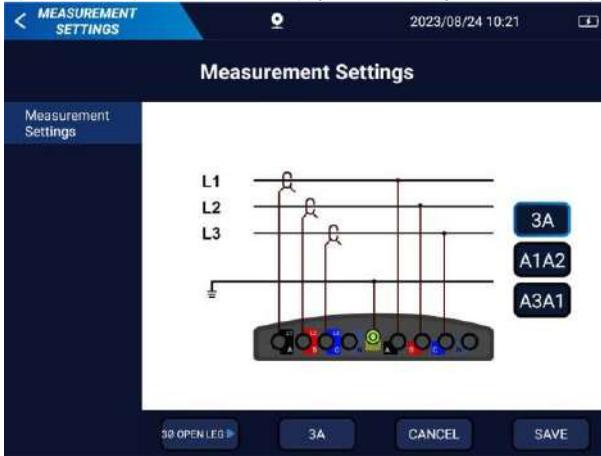
7. 3Ø HIGH LEG (четырёхпроводная трехфазная сеть, треугольник, с центральным отводом, фаза высокой).



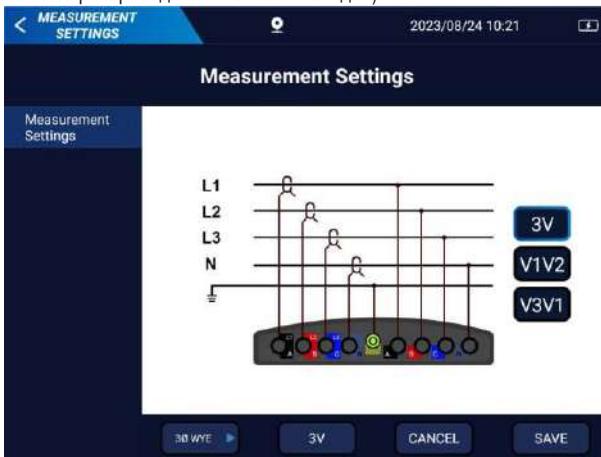
8. 3Ø IT (трехфазная сеть, звезда, без нейтрали).



9. 3Ø OPEN LEG (трехпроводная открытая сеть типа «треугольник» с двумя обмотками трансформатора).



10. 3Ø WYE (трехфазная четырехпроводная сеть типа «звезда»).



## 9. Работа

### 9-1. Включение

- Нажать кнопку питания на 3 секунды, чтобы включить прибор и начать процесс загрузки.
- По завершении анимированной загрузки откроется главное окно измерений прибора, как показано на следующем рисунке.



- Коснуться соответствующего значка измерения на экране в главном окне, чтобы открыть соответствующее окно измерения.

## 9-2. Измерение осциллографом

### 9-2-1. Краткое описание измерения формы сигнала и фазора осциллографом

- В режиме осциллографа (Scope) прибор показывает напряжение и ток измеряемой сети в виде осциллограммы или векторного графика.
- Кроме того, прибор показывает фазное напряжение (эффективное среднеквадратичное значение), значение на основной частоте, текущее значения под курсором, фазный ток (эффективное среднеквадратичное значение), значение на основной частоте, текущее значения под курсором, частоту, фазовый угол между напряжением и током.



- Описание содержимого окна.
  1. Это режим измерения формы сигнала осциллографа. Есть три режима: RMS (истинное эффективное значение), THD (коэффициент нелинейных искажений), CF (коэффициент амплитуды).
  2. Курсор показывает мгновенное значение. Кнопками «влево» и «вправо» на панели можно перемещать курсор в разные места.
  3. Возврат в окно фазора.
  4. Это мгновенное значение в точке пересечения курсора и кривой.
  5. Это установленное значение диапазона напряжения. Пределы диапазона можно установить в окне настроек. Если включены сигнализация и запись, предел будет записан при его превышении.
  6. МЕНЮ.
  7. Это истинное эффективное значение RMS, а RMS в окне выше — истинное эффективное значение напряжения.
  8. Щелкните этот значок, чтобы выйти из основного окна с всплывающим диалоговым окном.
  9. Вернуться к предыдущему уровню интерфейса.
  10. Провести по экрану вправо, чтобы открыть панель параметров. Провести по экрану влево, чтобы скрыть ее.
- Введение
  1. Окно осциллографа быстро обновляет формы сигналов напряжения и/или тока в стиле осциллографа.
  2. В верхней части окна отображаются соответствующие среднеквадратичные значения напряжения/тока (среднеквадратичное значение от 10 до 12 циклов или среднеквадратичное значение от 150 до 180 циклов), показывающие четыре цикла формы сигнала, канал A (L1) является опорным каналом.
  3. При запуске курсора волнообразное значение на месте курсора отображается в заголовке окна.
  4. Для достижения хорошего эффекта отображения в большинстве случаев диапазон формы сигнала был настроен заранее на основе номинального напряжения (Vnom) и диапазона тока (диапазон A).

## 9-2-2. Форма сигнала в окне осциллографа

### 1. Подключение к сети типа 3Ø WYE — режим осциллографа с измерением RMS



## 2. Подключение к сети 3Ø WYE — режим осциллографа с измерением КНИ



### 3. Подключение к сети 3Ø WYE — режим осциллографа с измерением коэффициента амплитуды



## 9-2-3. Фазор-диаграмма осциллографа

- Окно фазора показано ниже:



- Описание окна:

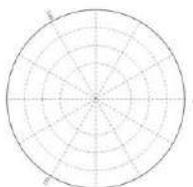
А. В окне фазора показано фазовое соотношение между напряжением и током на векторной диаграмме, вектор опорного канала A (L1) указывает в горизонтальном положительном направлении. Другие значения — это фазное напряжение и/или ток на основной частоте, частота и фазовый угол, в верхней части окна показано действующее значение (RMS) напряжения и/или тока.

- На рисунке 1 выше показано среднеквадратичное значение напряжения каждого фазного проводника.
- Рисунок 2 выше,  $|V1|$ ,  $|V2|$ ,  $|V3|$ : модуль напряжения на основной частоте.
- Рисунок 3 выше — это фазовый угол, опережение или отставание.
- Как показано на рисунке 4, нажатие здесь открывает МЕНЮ.
- Вернуться к предыдущему уровню интерфейса.
- Щелкните этот значок, чтобы выйти из основного окна с всплывающим диалоговым окном.

В. Подключение к сети типа 3Ø WYE — режим осциллографа «фазор». Окно измерения следующее:



|V1|= 0.00V  
|V2|= 0.00V  
|V3|= 0.00V  
 $\varphi V1$ = 0.0°  
 $\varphi V2$ = 120.0°  
 $\varphi V3$ = 240.0°



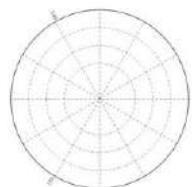
3V  
3A  
A/L1  
B/L2  
C/L3



RUN



|A1|= 0.0A  
|A2|= 0.0A  
|A3|= 0.0A  
 $\varphi A1$ = 0.0°  
 $\varphi A2$ = 0.0°  
 $\varphi A3$ = 0.0°



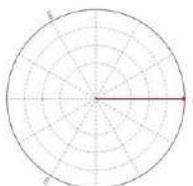
3V  
3A  
A/L1  
B/L2  
C/L3



RUN



|V1|= 0.01V  
|A1|= 0.0A  
 $\varphi A1-V1$ = 0.0°  
 $\varphi A1$ = 0.0°



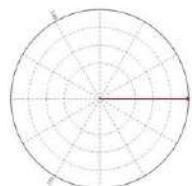
3V  
3A  
A/L1  
B/L2  
C/L3



RUN



|V2|= 0.01V  
|A2|= 0.0A  
 $\varphi A2-V2$ = 0.0°  
 $\varphi A2$ = 0.0°



3V  
3A  
A/L1  
B/L2  
C/L3



RUN

### 9-3. Измерение напряжения/тока/частоты

- Среднеквадратичное фазное напряжение ( $V_{rms}$ ), среднеквадратичное напряжение относительно нейтрали ( $V_{rms}$ ), пиковое напряжение ( $V_{peak}$ ), пиковый коэффициент напряжения CF V, среднеквадратичное значение тока ( $A_{rms}$ ), пиковый ток ( $A_{peak}$ ), пиковый коэффициент тока CF A, частота (Гц).
- Выбрать нужное из Voltage/Current/Frequency в главном окне измерений, чтобы открыть соответствующее окно измерения, как показано на следующем рисунке:



#### 9-3-1. Описание окна

1. После входа в окне в левой части по умолчанию будут установлены соответствующие значения параметров измерения напряжения, а ряд вертикальных подменю справа предназначен для изменения режимов измерения (например, метка 1 на рисунке выше).
  - После выбора соответствующего подменю измерений значения параметров, отображаемые слева, будут изменены соответствующим образом. Переместите курсор/выберите соответствующее подменю измерений, нажимая кнопки «Вверх», «Вниз», «Влево» и «Вправо» на приборе.
  - Нажать значок Run или кнопку F5 на панели, и текущие данные будут отображаться в режиме реального времени (как показано на рисунке выше).
  - Нажать значок Hold или кнопку F5 на панели, чтобы зафиксировать данные на экране (как метка 5 на изображении выше).
2. Левая сторона изображения — это функция измерения (например, метка 3 на рисунке выше).
  - Среднеквадратичное значение представляет собой истинное эффективное значение переменного/постоянного тока.
  - DC — это постоянное напряжение.
  - Peak+(V) — пиковое напряжение.
  - CF — коэффициент амплитуды (указывающий степень искажения).
3. Нажать значок на рисунке 6, чтобы вернуться в основное окно, после чего появится всплывающее окно с подсказкой.
4. Значение частоты (например, метка 7 на рисунке выше).
5. Нажать по позиции 8 выше, чтобы открыть МЕНЮ.
6. Нажать по позиции 9 выше, чтобы вернуться в окно предыдущего уровня.

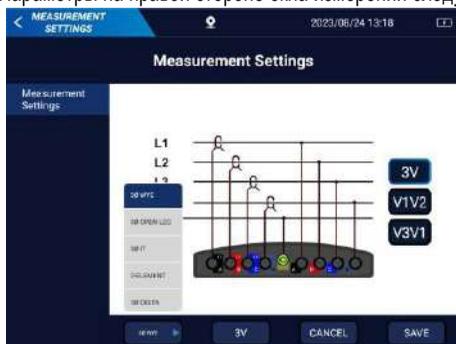
3. Щелкнуть значок Trend и нажать кнопку F1 на панели в окне Voltage\Current\Frequency выше, чтобы открыть окно тренда (например, метка 4 на рисунке выше), как показано на следующем рисунке:



- В окне выше нажать Meter, чтобы вернуть в окно измерений.
- В окне выше нажать кнопку **RMS(V-)** и появятся соответствующие параметры измерения, где можно выбрать соответствующие функции измерения, такие как VRMS, CF и т. д.
- Нажать Run, чтобы построить график динамики изменений (тренд) в режиме реального времени.
- В приведенном выше окне нажать кнопку Hold, чтобы приостановить построение тренда.

### 9-3-2. Подключение к сети типа 3Ø WYE — измерение напряжения, тока, частоты

Параметры на правой стороне окна измерений следующие:



VOLTS/AMPS HERTZ 2023/08/21 11:01

**VOLTS** 30 WYE 50V 50Hz 49.96Hz

	AB	BC	CA
RMS(V <sub>rms</sub> )	0.00	0.00	0.00
MAX(V <sub>pk</sub> )	0.00	0.00	0.00
MIN(V <sub>rms</sub> )	0.00	0.00	0.00
DC(V <sub>rms</sub> )	0.00	0.00	0.00
PEAK+(V <sub>rms</sub> )	0.00	0.00	0.00
PEAK-(V <sub>rms</sub> )	-0.00	-0.00	-0.00
CF	0.00	0.00	0.00

TREND RUN

VOLTS/AMPS HERTZ 2023/08/21 11:01

**CURRENT** 30 WYE 50V 50Hz 49.98Hz

	A	B	C	N
RMS(A <sub>rms</sub> )	0.0	0.0	0.0	0.0
MAX(A <sub>pk</sub> )	0.0	0.0	0.0	0.0
MIN(A <sub>rms</sub> )	0.0	0.0	0.0	0.0
PEAK+(A <sub>rms</sub> )	0.0	0.0	0.0	0.0
PEAK-(A <sub>rms</sub> )	0.0	0.0	0.0	-0.0
CF	0.00	0.00	0.00	0.00
THD <sub>(V)</sub>	0	0	0	0.0

TREND RUN

VOLTS/AMPS HERTZ 2023/08/21 11:02

**VOLTS&CURRENT** 30 WYE 50V 50Hz 49.99Hz

	VOLTS	CURRENT
RMS	228.8 V <sub>rms</sub>	0.0 A <sub>rms</sub>
MAX	228.8 V <sub>pk</sub>	0.0 A <sub>pk</sub>
MIN	228.8 V <sub>rms</sub>	0.0 A <sub>rms</sub>
DC	-0.1 V <sub>rms</sub>	0.0
PEAK+	323.0 V <sub>pk</sub>	0.0 A <sub>pk</sub>
PEAK-	-323.2 V <sub>pk</sub>	-0.0 A <sub>pk</sub>
CF	1.4	0.0

TREND RUN

VOLTS/AMPS HERTZ 2023/08/21 11:02

**VOLTS&CURRENT** 30 WYE 50V 50Hz 49.97Hz

	VOLTS	CURRENT
RMS	0.0 V <sub>rms</sub>	0.0 A <sub>rms</sub>
MAX	0.0 V <sub>pk</sub>	0.0 A <sub>pk</sub>
MIN	0.0 V <sub>rms</sub>	0.0 A <sub>rms</sub>
DC	0.0 V <sub>rms</sub>	0.0
PEAK+	0.0 V <sub>pk</sub>	0.0 A <sub>pk</sub>
PEAK-	0.0 V <sub>pk</sub>	0.0 A <sub>pk</sub>
CF	0.0	0.0

TREND RUN

VOLTS/AMPS HERTZ 2023/08/21 11:02

**VOLTS&CURRENT** 30 WYE 50V 50Hz 49.97Hz

	VOLTS	CURRENT
RMS	0.0 V <sub>rms</sub>	0.0 A <sub>rms</sub>
MAX	0.0 V <sub>pk</sub>	0.0 A <sub>pk</sub>
MIN	0.0 V <sub>rms</sub>	0.0 A <sub>rms</sub>
DC	0.0 V <sub>rms</sub>	0.0
PEAK+	0.0 V <sub>pk</sub>	0.0 A <sub>pk</sub>
PEAK-	0.0 V <sub>pk</sub>	0.0 A <sub>pk</sub>
CF	0.0	0.0

TREND RUN

VOLTS/AMPS HERTZ 2023/08/21 11:02

**VOLTS&CURRENT** 30 WYE 50V 50Hz 49.74Hz

	VOLTS	CURRENT
RMS	1.7 V <sub>rms</sub>	0.0 A <sub>rms</sub>
DC	-0.0 V <sub>rms</sub>	0.0
PEAK+	2.6 V <sub>pk</sub>	0.0 A <sub>pk</sub>
PEAK-	-5.2 V <sub>pk</sub>	-0.0 A <sub>pk</sub>
CF	3.9	0.0
THD <sub>(V)</sub>	0.0 %r	0.0 %f
THD <sub>(I)</sub>	0.0 %r	0.0 %f

TREND RUN



## 9-4. Измерение мощности и электроэнергии

### 9-4-1. Введение в измерения

Мощность и энергия. Можно измерять среднеквадратичное напряжение ( $V_{rms}$ ), среднеквадратичный ток ( $I_{rms}$ ), полную мощность ( $W_{full}$ ), мощность на основной частоте ( $W_{fund}$ ), полную мощность ВА, мощность на основной частоте ВА, мощность гармоники ВА, несимметричную составляющую мощности ВА, вар, коэффициент мощности (PF), DPF, CosQ, коэффициент эффективности, кВт·ч вперед, кВт·ч назад.

### 9-4-2. Анализатор также показывает потребление энергии

- Для расчета мощности можно выбрать основную частоту или полную.
- При расчете мощности на основной частоте учитываются только напряжение и ток на основной частоте (при 60 Гц, 50 Гц), тогда как при расчете полной мощности используется весь диапазон частот (истинные среднеквадратичные значения напряжения и тока).

### 9-4-3. Методы измерения

- Мощность можно измерять по унифицированному (Unified) или классическому (Classic) методу.
- Эти два метода выбираются в меню параметров функции (Function pref).

#### 1. Унифицированный метод

- Используемый алгоритм представляет собой унифицированный метод, разработанный Политехническим университетом Валенсии и соответствующий стандарту IEEE 1149.
- Этот метод позволяет измерять эффективную мощность (кВт), полную мощность (кВА), реактивную мощность (кВАр), гармоническую составляющую мощности (кВА Harm) и несимметричную составляющую мощности (кВА Unb.).

#### 2. Классический метод

- Мощность сети измеряется по методу расчета, описанному в стандарте IEEE 1459. Метод измерения можно изменить, выбрав меню (Function Preference) с функциональными параметрами.
- Чтобы более наглядно показать, что классическая система использует метод арифметического суммирования для расчета мощности системы, после параметра мощности обычно добавляется символ  $\Sigma$  (сигма), например  $VA_{\Sigma}$ .

### 9-4-4. Измерения мощности следующие:

- Эффективная мощность (Вт, кВт): обычно измеряется счетчиком электроэнергии, полный спектр использования.
- Полная мощность (ВА, кВА): во всем диапазоне.
- Реактивная мощность (вар, кВАр): на основной частоте.
- Гармоническая мощность (ВА или кВА гарм (kVA Harm)): мощность на неосновной частоте.
- Несимметричная составляющая мощности (несимметричная часть эффективной мощности ВА или кВА несим. (kVA Unb.)).
- Эффективная мощность на основной частоте (Вт или кВт основн. (fund)): на основной частоте.
- Полная мощность на основной частоте (ВА, кВА основн. (fund)): на основной частоте.
- Коэффициент мощности смещения  $\text{Cos } \varnothing$  или DPF:  $\text{Cos } \varnothing$  — фазовый угол между током и напряжением на основной частоте.
- DPF — это эффективная мощность на основной частоте ( $W_{\text{fund}}$ )/полная мощность на основной частоте ( $VA_{\text{fund}}$ ).
- Разница между коэффициентом мощности  $\text{Cos } \varnothing$  и PF следующая:
  - » PF — это отношение активной мощности P к полной мощности S,  $\text{PF} = P/S$ .
  - »  $\text{Cos } \varnothing$  — отношение активной мощности P1 на основной частоте к полной мощности S1 на основной частоте,  $\text{Cos } \varnothing = P1/S1$ .
- 3Ø WYE: трехфазная четырехпроводная система, звезда, окно измерения мощности выглядит следующим образом:





### 9-4-5. Есть следующие измерения энергии

- Активная энергия (Втч, кВтч).
- Полная энергия (ВАч, кВАч).
- Реактивная энергия (варч, кВАр).
- Положительная энергия (Втч, кВтч для вд): потребление энергии.
- Обратная энергия (Втч, кВтч об.): передача энергии).
- 3Ø WYE — трехфазная четырехпроводная система, звезда. Измерения энергии выглядит следующим образом:

При нажатии кнопки RUN начинается отсчет времени измерения, а в левом верхнем углу показывается отсчет времени, как показано на следующем рисунке.





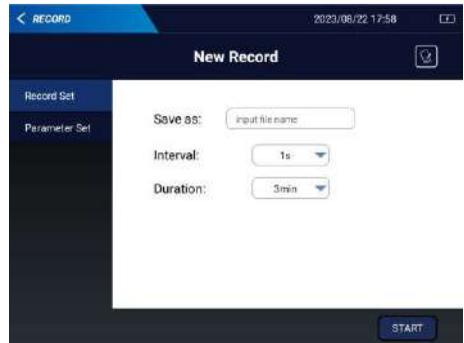
## 9-5. Запись и просмотр

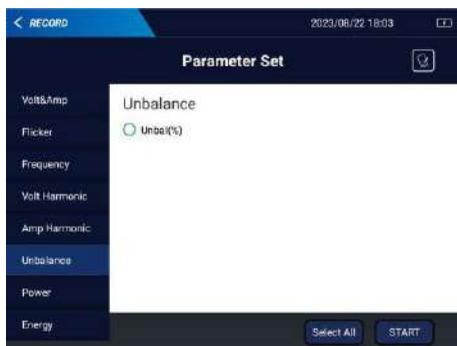
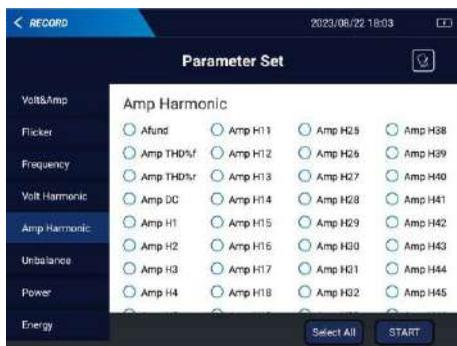
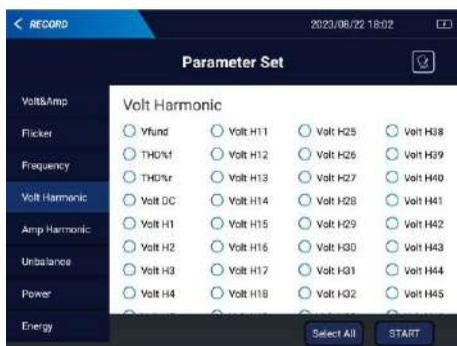
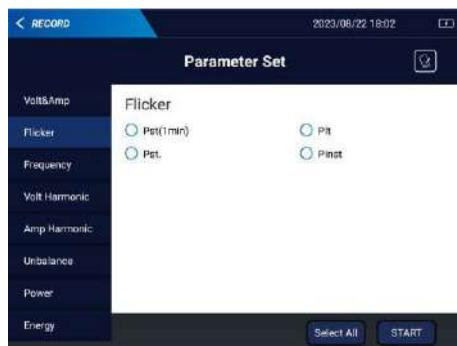
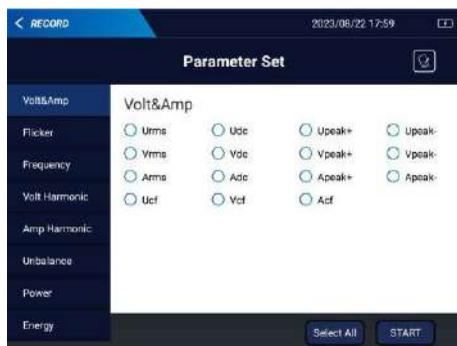
### 9-5-1. Краткое введение в регистратор

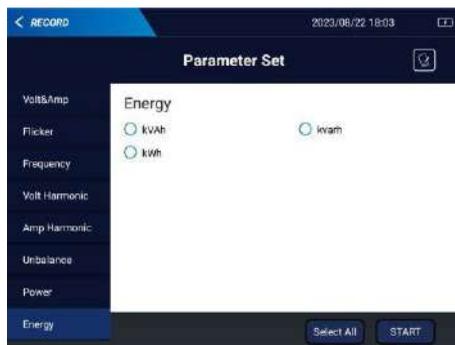
- Функция регистратора позволяет сохранять набор показаний с высоким разрешением.
- Измерения регистрируются с настраиваемым по времени интервалом. По окончании интервала сохраняются минимальные, максимальные и усредненные значения всех измерений и начинается следующий интервал.
- Этот процесс продолжается в течение всего периода регистрации измерений.

### 9-5-2. Доступ к регистратору

1. Выбрать Record View в главном окне и нажать +New Record в правом верхнем углу, чтобы создать новую запись.
2. Нажать Record Set слева, чтобы ввести имя файла, длительность интервала и длительность записи.
3. Нажать Parameter Set слева, чтобы выбрать регистрируемые параметры для различных элементов измерения, например, Urms, Vrms и т. д. для Volt & Amp в режиме измерения напряжения и тока.
4. При выборе нескольких параметров прибор регистрирует только параметров последнего функционального модуля.



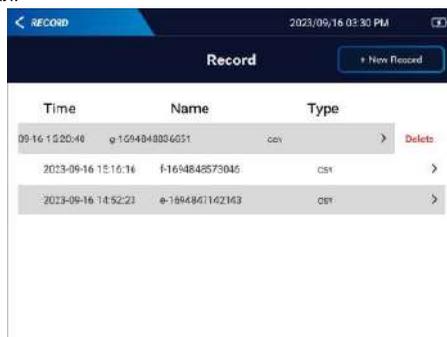




5. Выбрав соответствующие настройки, нажать кнопку START в правом нижнем углу, чтобы начать запись.
6. После записи можно нажать на значок RECORD в верхнем левом углу, чтобы вернуться к предыдущему времени записи, и нажать на соответствующее имя файла записи, чтобы просмотреть записанные данные.



7. Провести пальцем справа налево по файлу записи, и появится всплывающее окно Delete. Нажать Delete, чтобы удалить текущий файл.



## 9-6. Измерение гармоник

### 9-6-1. Описание гармоник

- Режим гармоник предназначен для отображения эффективного значения гармонического напряжения ( $V_{rms}$ ), эффективного значения тока ( $A_{rms}$ ) (на основной частоте или общее эффективное значение) и гармоник мощности, коэффициент нелинейных искажений (КНИ), коэффициента  $K$  тока.
- Используется для определения гармонического тока, генерируемого нелинейной нагрузкой, и для анализа проблем, вызванных гармониками разного порядка (нейтральная линия, проводник, перегрев двигателя и др.).

### 9-6-2. Краткое введение в гармоники

- При измерении гармоники прибор может регистрировать до 50 гармоник и межволновых промежутков, а также измерять связанные с ними данные, такие как постоянная составляющая, коэффициент нелинейных искажений (КНИ) и коэффициент  $K$ .
- Гармоники — это периодические искажения синусоидальной формы сигнала напряжения, тока или мощности. Формы сигналов можно рассматривать как комбинации различных синусоид с разными частотами и амплитудами; также измеряется влияние этих компонентов на весь сигнал.
- Показания могут быть выражены в процентах от гармоники на основной частоте, в процентах от всех объединенных гармоник (RMS) или в среднеквадратичном значении (RMS).
- Полученные значения можно просмотреть в виде гистограммы, в окне измерений или в виде тренда.
- Гармоники часто вызываются нелинейными нагрузками, такими как импульсные блоки питания компьютеров, телевизоры и приводы двигателей с регулируемой скоростью. Гармоники могут привести к перегреву трансформаторов, проводников и двигателей.

### 9-6-3. Описание столбчатой диаграммы гармоник



- Гистограмма показывает процент влияния каждого компонента, относящегося к полному сигналу, на полный сигнал.
- Неискаженный сигнал должен показывать, что первая гармоника (= на основной частоте) составляет 100 %, а остальные сигналы равны нулю: на практике этого не произойдет, поскольку всегда присутствует определенное количество искажений, приводящих к появлению высших гармоник.

- При добавлении более высокочастотной составляющей чистая синусоида также будет искажена. Искажение выражается в процентах от коэффициент нелинейных искажений (КНИ).
- Процент постоянной составляющей и коэффициент К также могут отображаться в окне гистограммы.
- Коэффициент К используется для измерения тока и мощности и отображается на области измерений окна.
- Коэффициент К — это число, которое количественно характеризует потенциальные потери трансформатора из-за гармонического тока. Влияние гармоник высшего порядка на коэффициент К больше, чем влияние гармоник низшего порядка.

#### 9-6-4. Окно столбчатой диаграммы гармоник

##### 1. 3Ø WYE — гистограмма гармоник



#### Описание

V-h01	Порядковый номер гармоники
%f	Уровень гармоник, опорное значение — это среднеквадратичное значение на основной частоте
%r	Уровень гармоник, опорное значение — это общее среднеквадратичное значение
V	Среднеквадратичное фазное напряжение, соответствующее гармонике
----°	Фазовый угол напряжения
Max-Min	В соответствии с максимальным и минимальным уровнем гармоник при изменении порядкового номера гармоники или нажатии клавиши подтверждения происходит сброс максимальных и минимальных значений.
THD	Коэффициент нелинейных искажений (КНИ)
Vd	Среднеквадратичное значение искажения напряжения



2. 3Ø WYE-A — гистограмма гармоник (тока)

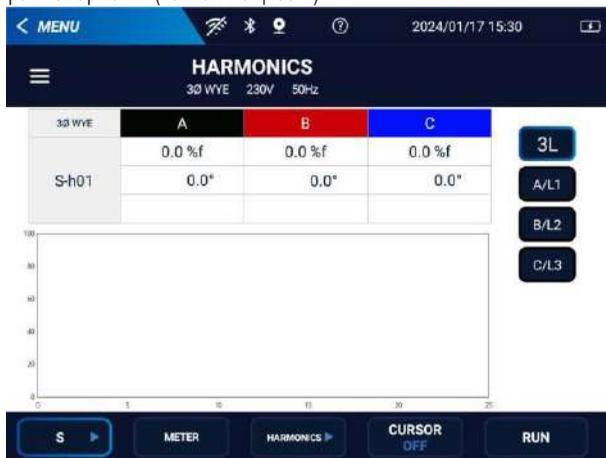


Описание

A-h01	Порядковый номер гармоники
%f	Уровень гармоник, опорное значение — это среднеквадратичное значение на основной частоте
%r	Уровень гармоник, опорным является общее среднеквадратичное значение
A	Среднеквадратичное значение, соответствующее гармоническому току
----°	Текущий фазовый угол
Max-Min	В соответствии с максимальным и минимальным уровнем гармоник при изменении порядкового номера гармоники или нажатии клавиши подтверждения происходит сброс максимальных и минимальных значений.
THD	Коэффициент нелинейных искажений (КНИ)
Ad	Среднеквадратичное значение тока искажения
A	Текущее среднеквадратичное значение, соответствующее гармонике
K	Коэффициент K, который используется для измерения тока и мощности. Представляет собой число, которое количественно характеризует потенциальные потери трансформатора из-за гармонического тока.



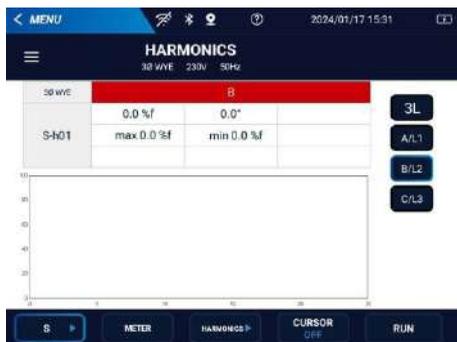
### 3. 3Ø WYE-S — гистограмма гармоник (полная мощность)



#### Описание

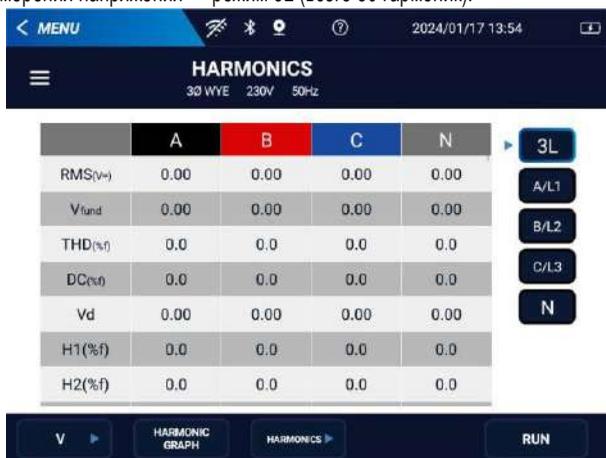
S-h01	Порядковый номер гармоники
%f	Уровень гармоник, опорное значение — это среднеквадратичное значение на основной частоте
%g	Уровень гармоник, опорное значение — это общее среднеквадратичное значение
----°	Фазовый сдвиг гармоник напряжения относительно гармоник тока соответствующего порядка.
Max-Min	В соответствии с максимальным и минимальным уровнем гармоник при изменении порядкового номера гармоники или нажатии клавиши подтверждения происходит сброс максимальных и минимальных значений.





4. 3Ø WYE — список гармоник — режим измерения напряжения

- 3Ø WYE — окно измерения напряжения — режим 3L (всего 50 гармоник):



### Описание

RMS	Соответствует действующему значению фазного напряжения гармоник
Vfund	Напряжение на основной частоте
+000 °	Фазовый сдвиг относительно сигнала на основной частоте
THD	Коэффициент нелинейных искажений (КНИ)
% f	Уровень гармоник, опорное значение — это среднеквадратичное значение на основной частоте
% r	Уровень гармоник, за основу берется общее среднеквадратичное значение.
H1 (% f)	Где 1 представляет первую гармонику
DC	Постоянная составляющая

- 3Ø WYE — окно измерения напряжения — режим L1

**HARMONICS**  
3Ø WYE 230V 50Hz

	A
RMS(V~)	0.00
Vfund	0.00
THD(%f)	0.0
DC(eVf)	0.0
Vd	0.00
H1(%f)	0.0
H2(%f)	0.0

Buttons: 3L, A/L1, B/L2, C/L3, N

Bottom bar: V, HARMONIC GRAPH, HARMONICS, RUN

- 3Ø WYE — окно измерения напряжения — режим L2

**HARMONICS**  
3Ø WYE 230V 50Hz

	B
RMS(V~)	0.00
Vfund	0.00
THD(%f)	0.0
DC(eVf)	0.0
Vd	0.00
H1(%f)	0.0
H2(%f)	0.0

Buttons: 3L, A/L1, B/L2, C/L3, N

Bottom bar: V, HARMONIC GRAPH, HARMONICS, RUN

- 3Ø WYE — окно измерения напряжения — режим L3

**HARMONICS**  
3Ø WYE 230V 50Hz

	C
RMS(V-r)	0.00
Vfund	0.00
THD(%r)	0.0
DC(%r)	0.0
Vd	0.00
H1(%f)	0.0
H2(%f)	0.0

Buttons: 3L, A/L1, B/L2, C/L3, N

Bottom bar: V, HARMONIC GRAPH, HARMONICS, RUN

- 3Ø WYE — окно измерения напряжения — режим N

**HARMONICS**  
3Ø WYE 230V 50Hz

	N
RMS(V-r)	0.00
Vfund	0.00
THD(%r)	0.0
DC(%r)	0.0
H1(%r)	0.0
H2(%r)	0.0
H3(%r)	0.0

Buttons: 3L, A/L1, B/L2, C/L3, N

Bottom bar: V, HARMONIC GRAPH, HARMONICS, RUN

5. 3Ø WYE — список гармоник -режим измерения тока

- 3Ø WYE — окно измерения тока — режим 3L

**HARMONICS**  
3Ø WYE 230V 50Hz

	A	B	C	N
RMS(A→)	0.0	0.0	0.0	0.0
A <sub>fund</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0
THD(%f)	0.0	0.0	0.0	0.0
DC(%f)	0.0	0.0	0.0	0.0
Ad	0.0	0.0	0.0	0.0
H1(%f)	0.0	0.0	0.0	0.0
H2(%f)	0.0	0.0	0.0	0.0

Buttons: A, HARMONIC GRAPH, HARMONICS, RUN

- 3Ø WYE — окно измерения тока — режим L1

**HARMONICS**  
3Ø WYE 230V 50Hz

	A
RMS(A→)	0.0
A <sub>fund</sub>	0.0
THD(%f)	0.0
DC(%f)	0.0
Ad	0.0
H1(%f)	0.0
H2(%f)	0.0

Buttons: A, HARMONIC GRAPH, HARMONICS, RUN

- 3Ø WYE — окно измерения тока — режим L2



- 3Ø WYE — окно измерения тока — режим L3



- 3Ø WYE — окно измерения тока — режим N

**HARMONICS**  
3Ø WYE 230V 50Hz

	N
RMS(A~)	0.0
Afund	0.0
THD(%r)	0.0
DC(%r)	0.0
H1(%r)	0.0
H2(%r)	0.0
H3(%r)	0.0

Buttons: 3L, A/L1, B/L2, C/L3, N, A, HARMONIC GRAPH, HARMONICS, RUN

- 6. 3Ø WYE — таблица гармоник измерения гармоник — полная мощность, режим S

- 3Ø WYE — окно измерения полной мощности — режим 3L

**HARMONICS**  
3Ø WYE 230V 50Hz

	A	B	C
THD(%f)	0.0	0.0	0.0
DC(%f)	0.00	0.00	0.00
H1(%f)	0.0	0.0	0.0
H2(%f)	0.0	0.0	0.0
H3(%f)	0.0	0.0	0.0
H4(%f)	0.0	0.0	0.0
H5(%f)	0.0	0.0	0.0

Buttons: 3L, A/L1, B/L2, C/L3, S, HARMONIC GRAPH, HARMONICS, RUN

- 3Ø WYE — окно измерения полной мощности — режим L1



- 3Ø WYE — окно измерения полной мощности — режим L2



- 3Ø WYE — окно измерения полной мощности — режим L3



## 9-7. Интергармоники

### 9-7-1. Введение

- С широким распространением нелинейных устройств, таких как силовые электронные компоненты в энергосистемах, возникающие гармоники стали все более серьезно загрязнять электросеть, поэтому проблема гармоник привлекла всеобщее внимание. Обычные гармоники, как правило, относятся к компонентам, частота которых является целым кратным частоты сети (основной частоты), в то время как компоненты, частота которых не является целым кратным основной частоты, называются интергармониками.
- Интергармоники часто вызваны большими колебаниями напряжения или импульсными нелинейными нагрузками. Все нелинейные колеблющиеся нагрузки, такие как дуговая сварка, сварочные аппараты, различные устройства регулирования скорости с переменной частотой, синхронные последовательные устройства регулирования скорости и асинхронные двигатели, являются источниками интергармоник. Сигналы несущей мощности также являются типом интергармоник.
- Характерной особенностью источников гармоник является усиление мерцания напряжения и помех, влияющих на окно телевизора, вызывающих вибрацию и нарушения в работе асинхронных двигателей. Для пассивных цепей фильтров, состоящих из конденсаторов, индукторов и резисторов, могут усиливаться интергармоники, а в тяжелых случаях фильтр может не функционировать должным образом из-за гармонической перегрузки и даже вызывать повреждения. Воздействие и вред интергармоник эквивалентны воздействию и вреду целочисленных гармонических напряжений.

### 9-7-2. Окно гистограммы интергармонического напряжения



#### Описание

V-h3-4	Порядковый номер интергармоник представляет собой частоту интергармоник, превышающую основную частоту в 3–4 раза. Например, если основная частота составляет 50 Гц, то она представляет собой частоту интергармоник в диапазоне от 150 Гц до 200 Гц.
%	Представляет собой отношение величины интергармоник к напряжению на основной частоте.
V	Значение напряжения, представляющее интергармоники

### 3QWYE-V — окно гистограммы интергармонического напряжения



### 9-7-3. Окно столбчатой диаграммы интергармонического тока



#### Описание

A-h3-4	Порядковый номер интергармоник представляет собой частоту интергармоник, превышающую основную частоту в 3–4 раза. Например, если основная частота составляет 50 Гц, то она представляет собой частоту интергармоник в диапазоне от 150 Гц до 200 Гц.
%	Отношение значения интергармоники к току на основной частоте представляет собой процентное значение интергармонического тока в позиции курсора, когда курсор открыт.
A	Представительное значение — это текущее значение интергармоник, а когда курсор открыт, это текущее значение интергармоник в позиции курсора.

## 3QWYE-A — окно столбчатой диаграммы интергармонического тока



## 9-7-4. Окно таблицы интергармонического напряжения



## Описание

RMS	Истинное эффективное значение напряжения
Vfund	Значение напряжения на основной частоте
TID (%)	Процентное отношение интергармоник к сигналам на основной частоте (общее процентное отношение интергармоник)
H1-2 (%)	Процентное отношение числа интергармонической последовательности между 1 и 2 умноженными на основную частоту, например, когда основная частота составляет 50 Гц, это означает, что частота интергармоники находится в диапазоне от 50 Гц до 100 Гц.
%	Отношение значения интергармоник к напряжению на основной частоте представляет собой текущее значение интергармоник в позиции курсора, когда курсор открыт.
V	Представляет значение напряжения интергармоник, которое является значением напряжения интергармоник в позиции курсора, когда курсор открыт.



9-7-5. Окно таблицы интергармонических токов



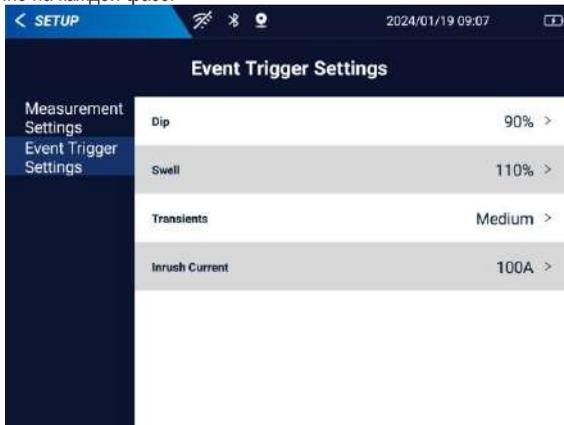
## 9-8. Пусковой ток

### 9-8-1. Введение

- Анализатор может регистрировать пусковые токи. Пусковой ток — это импульсный ток, возникающий при наличии в цепи большой нагрузки или нагрузки с низким импедансом.
- Как правило, когда нагрузка достигает нормальных рабочих значений, ток стабилизируется за определенный период времени. Например, пусковой ток асинхронного двигателя может превышать нормальный рабочий ток в десять раз.
- Пусковой ток — это «отдельный» режим, в котором прибор строит тренды тока и напряжения при обнаружении пускового тока (условие триггера).
- Когда форма сигнала тока превышает заданный пользователем предел, это считается пусковым током.
- Тренд пускового тока постепенно строится в правой части окна.
- Предварительные сообщения позволяют увидеть, что происходит, до того, как появится пусковой ток.

#### 1. Настройки перед измерением пускового тока

- Кнопками со стрелками в меню Start настроить предел срабатывания: ожидаемое время пускового тока, номинальный ток, пороговое значение и задержка.
- Максимальный ток определяет вертикальную высоту окна отображения тока.
- Пороговое значение — это значение тока, зафиксированное на тренде.
- В заголовке окна отображаются допустимые значения для всех допустимых значений (RMS) в течение времени пускового тока.
- Если курсор запущен, можно отобразить (среднеквадратичное) измерение действительного значения положения курсора.
- В окне измерения (Meter) показано среднеквадратичное значение напряжения за полупериод (RMS) и среднеквадратичное значение тока за полупериод ( $RMS_{1/2}$ ) среднеквадратичного значения напряжения за полупериод ( $RMS_{1/2}$ ) и среднеквадратичного значения тока за полупериод (RMS).
- Установленное значение времени превышает ожидаемую длительность пускового импульса, чтобы гарантировать возможность захвата всего процесса этого события. Длительность можно установить в диапазоне от 1 до 45 минут.
- Событие, которое принимается за пусковой ток, — это когда среднеквадратичное значение тока полупериода ( $A_{rms_{1/2}}$ ) одной из фаз превышает пороговое значение.
- Событие, принятое за пусковой ток, заканчивается, когда эффективное значение тока за полупериод ( $A_{rms_{1/2}}$ ) фазы становится ниже порогового значения за вычетом задержки.
- В окне тренда (Trend) есть маркеры для отображения продолжительности пускового тока и метки времени.
- Значение пускового тока является допустимым значением (среднеквадратичное значение) между маркерами и измеряется синхронно на каждой фазе.



2. Список счетчиков пускового тока для 3-фазной 5-проводной сети выглядит следующим образом:



3. Подключение к сети типа 3QWYE — режим формы сигнала пускового тока:

- Режим пускового тока



- Режим пускового напряжения

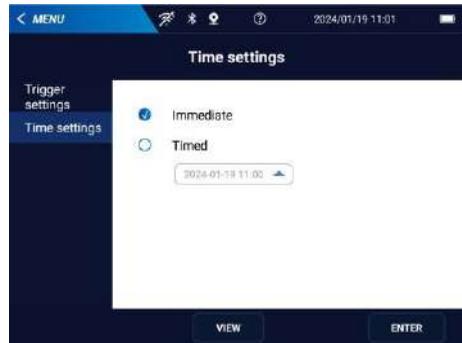


## 9-9. Переходные процессы

### 9-9-1. Краткое введение в переходный процесс

- Анализатор может регистрировать формы сигналов с высоким разрешением в различных условиях помех.
- Анализатор может строить диаграммы переходных процессов напряжения и тока в точный момент времени, когда возникают помехи, что позволяет просматривать формы сигналов в случае внезапного падения, броска тока, прерывания, броска тока и переходного процесса.
- В режиме измерения переходных процессов (Transients) анализатор использует специальные настройки своей входной цепи для захвата сигналов с амплитудой до 6 киловольт.
- Переходный процесс — это резкий пик на кривой сигнала напряжения (или тока). Поскольку переходный процесс имеет очень высокую энергию, он может повлиять на чувствительное электронное оборудование или даже повредить его.
- Окно измерения переходных процессов (Transients) похоже на окно осциллографа, но его вертикальный диапазон усилен таким образом, что можно наблюдать пики напряжения, наложенные на синусоиду частотой 60 или 50 Гц.
- Всякий раз, когда напряжение (или среднеквадратический ток) превышает регулируемый предел, анализатор фиксирует форму сигнала. Максимально может быть зафиксировано 9999 событий, частота дискретизации обнаружения переходных процессов составляет 200 кСм/с.
- В окне переходных измерения процессов также есть режим измерения, который отображает среднеквадратичное значение напряжения за полупериод, среднеквадратичное значение тока за полупериод ( $A_{rms}/2$ ) и частоту, а также список событий.

### 9-9-2. Настройки измерения переходного процесса



### 9-9-3. Просмотр формы переходного процесса

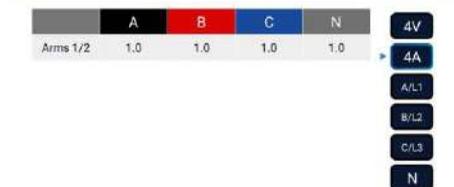
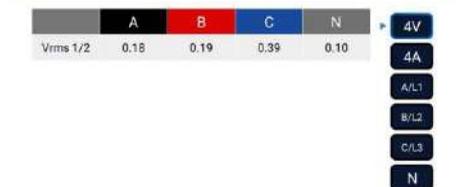
- Режим измерения переходного напряжения



• Режим измерения переходного тока



• Окно измерения переходных процессов



## 9-10. Колебания

### 9-10-1. Введение

- Прибор количественно оценивает колебания яркости лампы из-за изменения напряжения питания. Алгоритм измерения соответствует стандарту EN61000-4-15 и основан на перцептивной модели сенсорной системы невооруженного глаза/мозга.
- Анализатор преобразует длительность и амплитуду изменения напряжения в «фактор дискомфорта», вызванный мерцанием лампочки мощностью 60 Вт. Чем больше показатель мерцания, тем неприятнее будет изменение яркости для большинства людей.
- Изменение напряжения намного меньше, измерения оптимизированы для лампочек, работающих от сети 120 В/60 Гц или 230 В/50 Гц.
- Мерцание характеризуется фазой по параметрам, отображаемым в окне измерения.
- Соответствующее окно тренда показывает изменения во всех измерениях в окне измерения (Meter).

**9-10-2.** Характеристики мерцания включают мгновенное мерцание  $P_{inst}$ , кратковременную интенсивность  $P_{st}$  (тестируется в течение 1 минуты для быстрой обратной связи), кратковременную интенсивность  $P_{st}$  (тестируется в течение 10 минут) и долговременную интенсивность  $P_{lt}$  (тестируется в течение 2 часов). Соответствующие измеренные данные также включают среднеквадратичное значение напряжения за полупериод ( $RMS_{1/2}$ ), среднеквадратичное значение тока за полупериод ( $Arms_{1/2}$ ) и частоту.

### 9-10-3. 3Q WYE — список измерений

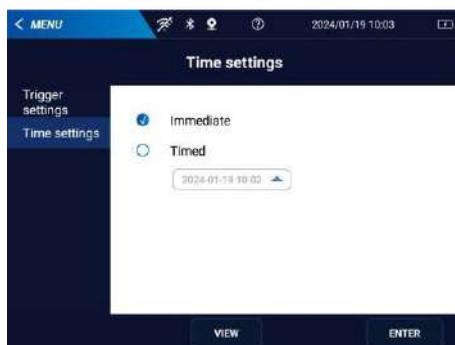


## 9-11. Провалы и броски

### 9-11-1. Введение

- Прибор регистрирует провалы, возмущения, быстрые изменения и броски напряжения.
- Провалы и броски представляют собой быстрые изменения нормального напряжения, диапазон колебаний может быть в 10–100 раз больше напряжения, как определено в стандарте EN61000-4-30, а по времени событие может длиться от половины периода до нескольких секунд.
- Анализатор позволяет выбрать номинальное или регулируемое опорное напряжение, регулируемое опорное напряжение использует отфильтрованные измерения с постоянной времени в одну минуту.
- Напряжение падает при провале и повышается при броске.
- В трехфазной системе провал начинается, когда напряжение одной или нескольких фаз падает до порогового значения провисания, и прекращается, когда напряжение всех фаз становится равным или больше порогового значения провала плюс задержка.
- Условиями возникновения внезапного падения и внезапного подъема являются порог и задержка, внезапные падения и резкие подъемы характеризуются длительностью, амплитудой и временем возникновения.

### 9-11-2. Настройки формы сигнала



#### 1. Форма сигнала:

- Режим измерения провалов и бросков тока:



- Режим измерения провалов и бросков напряжения:



2. Список измерений провалов и бросков:



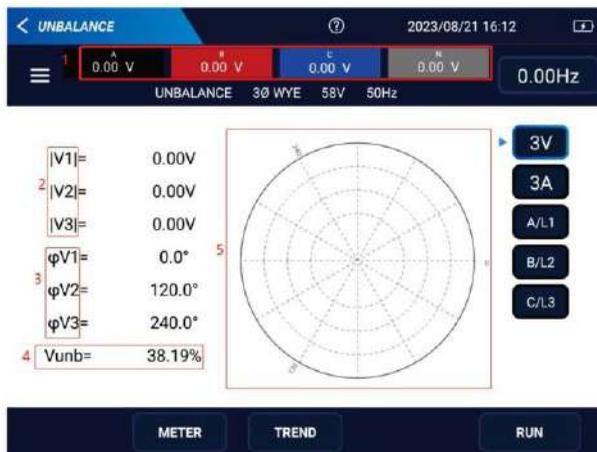
## 9-12. Асимметрия

## 9-12-1. Введение

- Асимметрия показывает фазовое соотношение между напряжением и током, результаты измерений основаны на основной частотной составляющей метода симметричных компонент.
- В трехфазной системе электропитания сдвиг фаз между напряжением и током должен быть близок к  $120^\circ$ .
- В этом режиме измерения прибор обеспечивает окно измерения, отображение соответствующего тренда и фазора, как показано ниже:

## Описание

1. Эффективное среднеквадратичное значение  $V_{rms}$
2. Напряжение на основной частоте  $V_{fund}$
3. Фазное напряжение L1~L3
4. Значение несимметрии
5. Фазная диаграмма



### 9-12-2. 3Ø WYE — векторный график



### 9-12-3. 3Ø WYE — список измерений

UNBALANCE 2023/08/21 16:27

UNBALANCE 3Ø WYE 50V 50Hz 0.00Hz

	Vneg		Vzero	
	A	B	C	N
Vunbal(%)	97.52		97.52	
V fund	0.00	0.00	0.00	0.00
φV(*)	0.0	120.0	240.0	0.0
RMS(v+)	0.01	1.19	0.00	0.00

METER TREND RUN

UNBALANCE 2023/08/21 16:27

UNBALANCE 3Ø WYE 50V 50Hz 0.00Hz

	Aneg		Azero	
	A	B	C	N
Aunbal(%)	0.00		0.00	
A fund	0.0	0.0	0.0	0.0
φA(*)	0.0	0.0	0.0	0.0
RMS(i-)	0.0	0.0	0.0	0.0

METER TREND RUN



### 9-13. Галерея

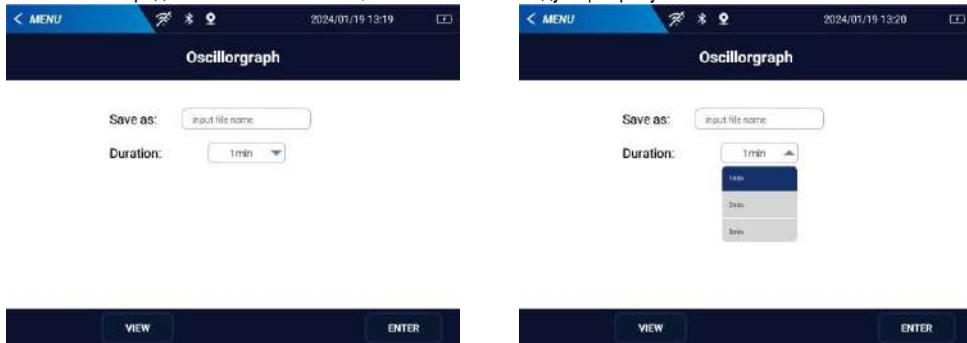
- Нажать кнопку SAVE SCREEN на приборе, чтобы сохранить текущее содержимое окна на карту памяти. Файл изображения можно посмотреть в меню Gallery.
- Это удобно для анализа параметров электросети.

## 9-14. Запись форм сигналов

**Введение:** режим регистрации аномальных форм сигналов в электросети для записи форм сигналов напряжения и тока с целью облегчения диагностики и анализа данных после аварии.

### 9-14-1. Настройки записи

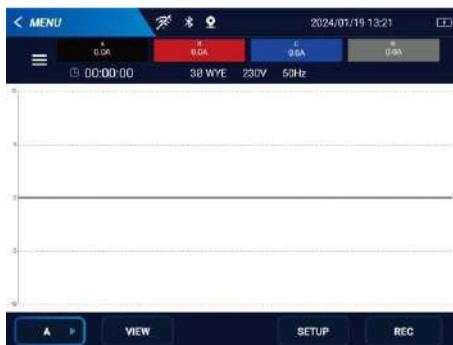
Указать имя и продолжительность записи, как показано на следующем рисунке:



### 9-14-2. Регистрация напряжения



### 9-14-3. Регистрация тока



### 9-14-4. Просмотр записи формы сигнала

Нажать на файл записи для просмотра в окне **Wave Recording**, чтобы открыть его, как показано на следующем рисунке:



### 9-14-5. Удаление записанных форм сигналов

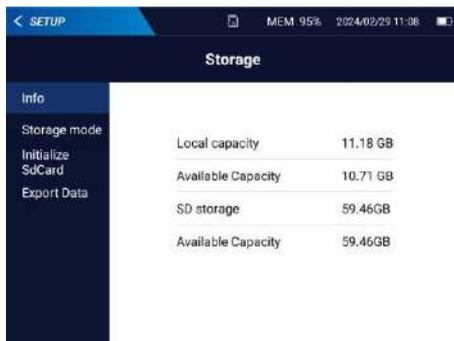
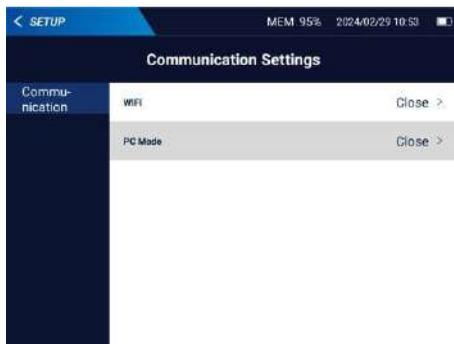
Найти файл записи, который необходимо удалить, и провести пальцем справа налево. Появится диалоговое окно **Delete**. Нажать на **Delete**, чтобы удалить этот файл записи.

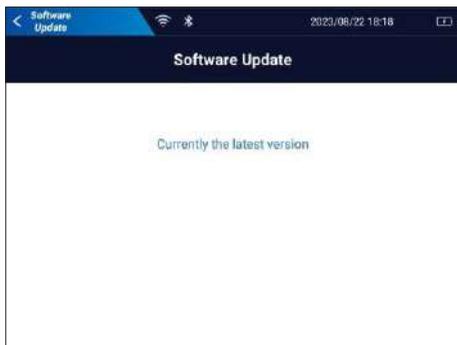


## 9-15. Пользовательские настройки



В окне пользовательских настроек можно задать соответствующие операции, как показано на следующем рисунке.





## 10. Техническое обслуживание и ремонт

- Если во время эксплуатации данного прибора возникнут неисправности, не разбирайте прибор самостоятельно. В приборе может быть высокое напряжение.
- Обращайтесь в наш центр послепродажного обслуживания.

## 11. Принадлежности

- Чемодан на колесиках
- Литиевая батарея, элемент питания 18650: литиевая батарея, 2 последовательно, 2 параллельно, 7,4 В 5200 мАч x 2 шт.
- Измерительный щуп с гравировкой CAT III 1000 В x 5 шт.
- Измерительные клещи CAT III 1000 В x 5 шт.
- Щуп для измерения напряжения, плоский кабель с 4 разъемами (CAT III 1000 В)
- Отдельный щуп для измерения напряжения (CAT III 1000 В)
- Магнитная абсорбционная измерительная головка \* зеленая, 1 (346U) \* черная, 1 \* красная, 3
- Ремешок для подвешивания
- Руководство по эксплуатации
- USB-кабель, длина 3 фута, Type-C
- Упаковочные принадлежности, карта памяти SD (64G), класс 10
- Сетевой адаптер 15 В/2,4 А постоянного тока, сменная вилка для США/ЕС/Великобритании/Австралии
- Гибкая катушка (3000 А), наружный диаметр 535 мм, внутренний диаметр 150 мм, 3000 А x 4 шт.

### Дополнительные принадлежности

- Гибкая катушка (6000 А), наружный диаметр 880 мм, внутренний диаметр 250 мм, 6000 А x 4 шт.
- Гибкая катушка (10000 А), наружный диаметр 880 мм, внутренний диаметр 250 мм, 10000 А x 4 шт.

## 12. Технические характеристики прибора

Режим			Диапазон измерений	Разрешение	Точность
Напряжение/ток/ частота	Среднеквадратичное значение напряжения ( $V_{rms}$ ) (переменное + постоянное напряжение)		1...1000 В между фазой и нулем	0,1 В	$\pm 0,1$ % от номинального напряжения <sup>(1)</sup>
	Максимальное значение напряжения ( $V_{pk}$ )		1...1400 В <sub>pk</sub>	1 В	5 % от номинального напряжения
	Среднеквадратичное значение напряжение полупериода ( $V_{rms}/2$ )		1...1000 В между фазой и нулем	0,1 В	$\pm 0,2$ % от номинального напряжения
	Напряжение на основной частоте ( $V_{fund}$ )		1...1000 В между фазой и нулем	0,1 В	$\pm 0,1$ % от номинального напряжения
	Коэффициент пикового напряжения (CF)		1,0...>2,8 %	0,01	$\pm 5$ %
	Среднеквадратичное значение тока ( $I_{rms}$ ) (только переменный ток)	ZRC150	5...3000 А (только переменный ток)	0,1 А	$\pm 0,5$ % $\pm 5$ отсчетов <sup>(2)</sup>
		SRC250	10...6000 А (только переменный ток)	1 А	
		SRC250-50 мВ	20...10 000А (только переменный ток)	1 А	
	Максимальное значение тока ( $I_{pk}$ )	ZRC150	4200 А <sub>pk</sub>	1 Arms	$\pm 5$ %
		SRC250	8400 А <sub>pk</sub>		
SRC250-50мВ		14 000 А <sub>pk</sub>			
Коэффициент пикового тока (CF)		1...10	0,01	$\pm 5$ %	
$I_{rms}/2$	ZRC150	5...3000 А (только переменный ток)	0,1 А	$\pm 1$ % $\pm 10$ отсчетов	
	SRC250	10...6000 А (только переменный ток)	1 А		
	SRC250-50мВ	20...10 000А (только переменный ток)	1 А		
Ток на основной частоте ( $I_{fund}$ )	ZRC150	5...3000 А (только переменный ток)	0,1 А	$\pm 0,5$ % $\pm 5$ отсчетов	
	SRC250	10...6000 А (только переменный ток)	1 А		
	SRC250-50мВ	20...10 000А (только переменный ток)	1 А		
Частота (Гц)		42,5–57,5 Гц/51–69 Гц		0,001 Гц	0,01 Гц

(1) Номинальное напряжение находится в диапазоне от 100 В до 690 В; также известно как U<sub>din</sub>.

(2)  $\pm 0,5$  %  $\pm 5$  отсчетов: точность гибкой катушки вблизи центра.

Функция		Диапазон измерений	Разрешение	Точность
Мощность	Мощность (ВА, Вар)	ZRC150	Макс. 600 МВт	0,01 кВт $\pm 1\% \pm 10$ отсчетов
		SRC250	Макс. 1200 МВт	
		SRC250-50 мВ	Макс. 2000 МВт	
	Коэффициент мощности (Cos $\phi$ /DPF)		0...1	0,001
Электро-энергия	Мощность (ВА, Вар)	Зависит от масштабирования зажима и номинального напряжения		$\pm 1\% \pm 10$ отсчетов
	Потери энергии	Зависит от масштабирования зажима и номинального напряжения		$\pm 1\% \pm 10$ отсчетов, без учета погрешности сопротивления линии
Гармоники	Порядок гармоники (n)	DC, 1...50, группировка: гармоники сгруппированы в соответствии с IEC 61000-4-7.		
	Напряжение %f	0,0...100,0 %	0,1 %	$\pm 0,1\% \pm n \times 0,1\%$
	Напряжение %g	0,0...100,0 %	0,1 %	$\pm 0,1\% \pm n \times 0,4\%$
	Абсолютное напряжение	0,0...1000 В	0,1 В	$\pm 5\%$ (4)
	Коэффициент нелинейных искажений (КНИ) напряжения	0,0...100,0 %	0,1 %	$\pm 2,5\%$
	Ток %f	0,0...100,0 %	0,1 %	$\pm 0,1\% \pm n \times 0,1\%$
	Ток %g	0,0...100,0 %	0,1 %	$\pm 0,1\% \pm n \times 0,4\%$
	Абсолютный ток	3,0...3000 А	0,1 А	$\pm 5\% \pm 5$ отсчетов
	Коэффициент нелинейных искажений (КНИ) тока	0,0...100,0 %	0,1 %	$\pm 2,5\%$
	Мощность %f или %g	0,0...100,0 %	0,1 %	$\pm n \times 2\%$
	Абсолютная мощность	Зависит от масштабирования зажима и номинального напряжения		$\pm 5\% \pm n \times 2\% \pm 10$ отсчетов
	Коэффициент нелинейных искажений (КНИ) мощности	0,0...100,0 %	0,1 %	$\pm 5\%$
	Фаза	-360°...0°	1°	$\pm n \times 1^\circ$
(4) Номинальное напряжение находится в диапазоне от 100 В до 690 В; также известно как Udin.				

Функция		Диапазон измерений	Разрешение	Точность
Порядок интергармоник	Порядок интергармоник (n)	1...50, группировка: подгруппы интергармоник по стандарту IEC 61000-4-7		
	Напряжение	100 %/1000 В	0,1 %/0,1мВ	> 1 % номинального напряжения (2): от показания $\pm 2,5$ % < 1 % номинального напряжения (1): $\pm 0,025$ номинального напряжения (2)
	Ток	100 %	0,1А (ZRC150, только переменный) 1 А (SRC250, SRC250-50мВ, только переменный)	> 3 % номинального тока: от показаний $\pm 2,5$ % < 3 % номинального тока: номинальный ток $\pm 0,15$ %

- (1) Разрешение переменного напряжения достигает 0,01 В, постоянного напряжения — 0,1 В.  
 (2) Номинальное напряжение находится в диапазоне от 100 В до 690 В; также известно как U<sub>din</sub>.  
 (3)  $\pm 0,5$  %  $\pm 5$  отсчетов: точность гибкой катушки вблизи центра.

Режим		Диапазон измерений	Разрешение	Точность
Колебания	Plt, Pst, Pst (1 мин.), Pinst	0,00...20,00	0,01	$\pm 5$ %

Асимметрия	Напряжение %	0,0...20,0 %	0,1 %	$\pm 0,1$ %
	Ток %	0,0...20,0 %	0,1 %	$\pm 1$ %

Режим		Диапазон измерений
Запись тренда	Методы	Автоматически регистрирует минимальные, максимальные и усредненные значения во времени для всех трех показаний фазной и нейтральной линии, отображаемых одновременно.
	Выборка	Непрерывная выборка 5 показаний в секунду на канал, до 100/120 показаний в секунду на канал для значений полупериода и PINST.
	Время записи	От 1 часа до 1 года, по желанию пользователя (по умолчанию — 7 дней).
	Усредненное время	От 1 секунды до 2 часов, по выбору пользователя (по умолчанию 1 секунда), 10 минут при использовании режима мониторинга.
	Память	Хранение данных на SD-карте (встроенная 64 Гб, с возможностью расширения до 256 Гб).
	Событие	Указано в списке событий, включая 50/60 циклов волны и среднеквадратичное значение напряжения за полупериод 7,5 секунд, а также графики текущих трендов.

### 13. Загрузка программного обеспечения для ПК и драйвера USB



#### 13-1. Приложение для мобильного телефона

- Отсканируйте QR-код «Мобильное приложение» выше, чтобы загрузить приложение CEM Smart Power.
- Запустите CEM Smart Power для установки этого приложения.

#### Download App



### 13-2. Программное обеспечение для ПК

- Отсканируйте QR-код «Программное обеспечение для ПК» выше, чтобы загрузить программное обеспечение для анализа качества электроэнергии.
- Щелкните значок загрузки справа, и начнется загрузка программного обеспечения для анализа качества электроэнергии, как показано на следующем рисунке.

