

PEL 105



Регистратор мощности и энергии

Вы приобрели **регистратор мощности и энергии PEL105** и мы благодарим вас за доверие.

Для максимально эффективной эксплуатации прибора необходимо:

- **внимательно** прочесть настоящее руководство по эксплуатации
- **соблюдать** меры предосторожности.



ВНИМАНИЕ, риск ОПАСНОСТИ! Оператор должен обращаться к настоящему руководству каждый раз, когда встречается данный знак опасности.



Прибор защищен двойной изоляцией.



USB.



SD-карта.



Полезная информация или прием.



Продукт подлежит вторичному использованию по результатам оценки жизненного цикла в соответствии со стандартом ISO 14040.



«Земля».



Ethernet (RJ45).



Сетевая розетка.



Маркировка CE указывает на соответствие положениям Европейской директивы по низковольтному оборудованию 2014/35/UE, Директивы по электромагнитной совместимости 2014/30/UE, Директивы по радиооборудованию 2014/53/UE, а также Директив по ограничению использования потенциально опасных веществ (RoHS) 2011/65/UE и 2015/863/UE.



Перечеркнутая корзина означает, что на территории Европейского Союза изделие является предметом отдельного сбора отходов согласно директиве DEEE 2012/19/EU: данное оборудование не должно перерабатываться как бытовые отходы.

Определение категорий измерения

- Категория измерения IV соответствует измерениям, выполняемым на источнике низковольтной сетевой установки. Пример: подача электроэнергии, счетчики и защитные устройства.
- Категория измерения III соответствует измерениям, выполняемым на сетевой установке здания. Пример: распределительный щит, прерыватели, стационарные установки или оборудование для промышленного использования.
- Категория измерения II соответствует измерениям, выполняемым на цепях, напрямую соединенных с низковольтной сетевой установкой. Пример: блоки питания бытовых приборов и портативного инструмента.

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

Что касается напряжений до 1000 В в категории IV, данный прибор отвечает требованиям стандарта безопасности МЭК 61010-2-30, провода соответствуют стандарту МЭК 61010-031, а токовые датчики — МЭК 61010-2-032.

Несоблюдение правил техники безопасности может привести к риску поражения электрическим током, возгорания, взрыва и уничтожения прибора или электроустановок.

- Оператору и/или ответственному лицу необходимо внимательно прочесть и хорошо усвоить различные предписания по мерам предосторожности. Для эксплуатации данного прибора требуется хорошее знание и полное осознание рисков, связанных с электрической опасностью.
- Следует использовать исключительно провода и вспомогательные принадлежности, входящие в комплект поставки. Использование проводов (или вспомогательных принадлежностей) более низкой категории или с более низким значением напряжения снижает значение номинального напряжения или категорию системы «прибор + провода (или вспомогательные принадлежности)» до уровня категории или напряжения этих проводов (или вспомогательных принадлежностей).
- Перед каждым использованием необходимо проверять целостность изоляции проводов, корпуса и вспомогательных принадлежностей. Любой элемент с поврежденной изоляцией (даже частично) подлежит ремонту или должен быть выброшен на свалку.
- Не использовать прибор в электросетях, номинальное напряжение или категория которых, превышает указанные значения.
- Не использовать прибор, если его исправность, комплектность или герметичность вызывает сомнения.
- Использовать только сетевой блок питания, поставляемый производителем.
- Постоянно пользоваться средствами индивидуальной защиты.
- При использовании проводов, щупов и зажимов типа «крокодил» держать пальцы за защитной барьерной кромкой.
- Если прибор намок, то перед подключением его необходимо высушить.
- Прибор не позволяет проверить отсутствие напряжения в сети. Для этих целей следует использовать специальный инструмент (тестер отсутствия напряжения), прежде чем приступить к выполнению любых операций на сетевой установке.
- Любые ремонтные работы или процедуры метрологического контроля должны осуществляться квалифицированным и уполномоченным персоналом.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРВОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ	4
1.1. Состояние поставки	4
1.2. Вспомогательные принадлежности	5
1.3. Запчасти	5
2. ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ПРИБОРОМ	6
2.1. Описание	6
2.2. Лицевая панель	7
2.3. Клеммная коробка	8
2.4. Установка цветных маркеров	8
2.5. Функции кнопок	9
2.6. ЖК-дисплей	9
2.7. Световые индикаторы	10
2.8. Карта-памяти	11
3. НАСТРОЙКА	12
3.1. Включение и выключение прибора	12
3.2. Зарядка аккумуляторной батареи	13
3.3. Соединение через USB или LAN Ethernet	13
3.4. Соединение по сети Wi-Fi или Bluetooth	14
3.5. Настройка прибора	14
3.6. Информация	18
4. ПРИМЕНЕНИЕ	21
4.1. Распределительные сети и схемы подключения прибора PEL	21
4.2. Запись	27
4.3. Режимы индикации измеренных значений	27
5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ PEL TRANSFER	47
5.1. Функциональные возможности	47
5.2. Установка по PEL Transfer	47
6. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	49
6.1. Расчетные условия	49
6.2. Электрические характеристики	49
6.3. Передача данных	58
6.4. Источник питания	59
6.5. Условия окружающей среды	59
6.6. Механические характеристики	59
6.7. Электробезопасность	60
6.8. Электромагнитная совместимость	60
6.9. Карта-памяти	60
7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	61
7.1. Чистка	61
7.2. Аккумуляторная батарея	61
7.3. Обновление прошивки	61
8. ГАРАНТИЯ	62
9. ПРИЛОЖЕНИЕ	63
9.1. Измерения	63
9.2. Формулы измерений	65
9.3. Допустимые типы электросетей	69
9.4. Величина в зависимости от типа распределительной сети	70
9.5. Глоссарий	74

1. ПЕРВОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ

1.1. СОСТОЯНИЕ ПОСТАВКИ

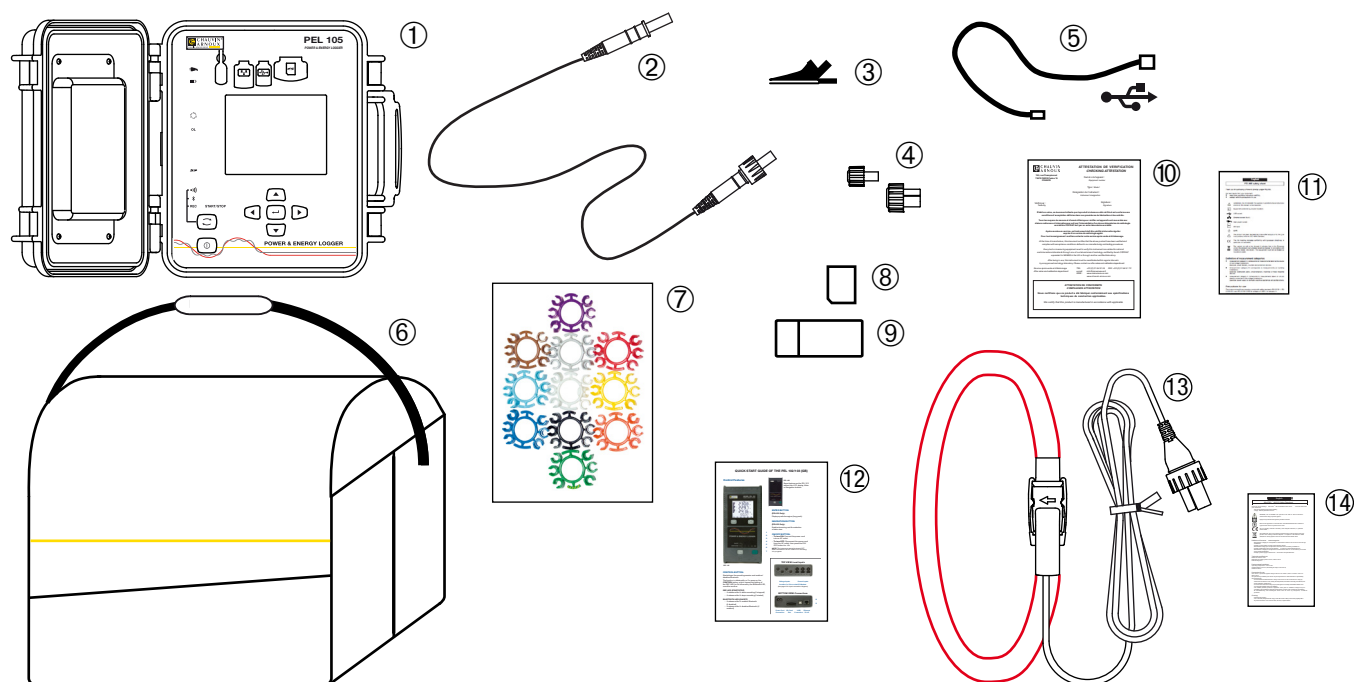


Рис. 1

№	Обозначение	Количество
①	PEL105.	1
②	Черные предохранительные провода, 3 м, штекер «банан»/штекер «банан», джек-джек, герметичные с возможностью блокировки.	5
③	Черные зажимы типа «крокодил» с возможностью блокировки.	5
④	Герметичные заглушки для клемм (установлены на приборе).	9
⑤	USB-кабель типа A-B, 1,5 м.	1
⑥	Сумка для переноски	1
⑦	Комплект цветных вставок и колец для маркировки фаз на измерительных проводах и токовых датчиках.	12
⑧	SD-карта на 8 Гб (в приборе).	1
⑨	Адаптер для карт памяти SD-USB.	1
⑩	Сертификат о проверке	1
⑪	Лист данных по безопасности прибора PEL105.	1
⑫	Краткое руководство пользователя PEL105.	15
⑬	Герметичные гибкие токовые датчики AmpFlex® A196A.	4
⑭	Листы данных по безопасности токового датчика и проводов.	2

Таблица 1

1.2. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

MiniFlex® MA193 250 мм

MiniFlex® MA193 350 мм

MiniFlex® MA196 350 мм герметичные

Клеши MN93

Клеши MN93A

Клеши C193

Клеши PAC93

Клеши E3N

Адаптер BNC для клещей E3N

Клеши J93

Адаптер 5 А (трехфазный)

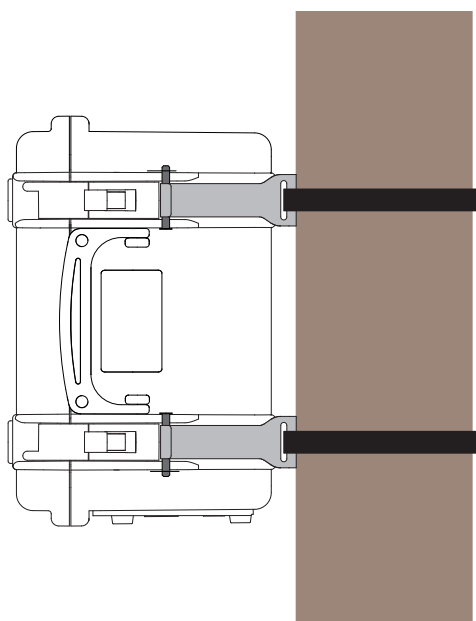
Адаптер 5 А Essailec®

Блок сетевых розеток + клещи E3N

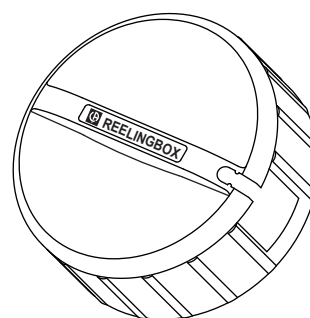
ПО Dataview

Сетевой блок питания / зарядное устройство PA30W

Комплект для крепления на электроопоре



Катушка для проводов



1.3. ЗАПЧАСТИ

Комплект из 5 черных предохранительных кабелей длиной 3 м, штекер «банан»/штекер «банан», джек-джек, герметичных с возможностью блокировки

Комплект из 5 зажимов типа «крокодил» с возможностью блокировки

AmpFlex® A196A 610 мм герметичные

Кабель USB-A - USB-B

Сумка для переноски № 23

Комплект из 4 черных предохранительных кабелей (штекер «банан»/штекер «банан», джек-джек), 4 зажимов типа «крокодил» и 12 цветных вставок и колец для маркировки фаз, проводов для измерения напряжения и токовых датчиков.

Для получения дополнительной информации касательно вспомогательных принадлежностей и запчастей обращаться на наш интернет-сайт:

www.chauvin-arnoux.com

2. ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ПРИБОРОМ

2.1. ОПИСАНИЕ

PEL: Power & Energy Logger (регистратор мощности и энергии)

PEL105 — это регистратор параметров мощности и энергии постоянного тока в однофазных, двухфазных и трехфазных электро-сетях (соединенных по схеме Y и Δ) в прочном и герметичном корпусе.

Прибор PEL включает в себя все функции записи показателей мощности/энергии, необходимые для большинства существующих в мире распределительных сетей с рабочей частотой 50 Гц, 60 Гц, 400 Гц, а также сетей постоянного тока, с многочисленными возможностями подключений в зависимости от сетевой установки. Он разработан для работы в средах 1000 В/КАТ. IV как внутри помещений, так и снаружи.

Прибор PEL оснащен аккумуляторной батареей для обеспечения бесперебойной работы в случае отключения электропитания. Аккумуляторная батарея заряжается во время выполнения измерений.

Регистратор выполняет следующие функции:

- Прямые измерения напряжения до 1000 В/КАТ. IV.
- Прямые измерения тока в диапазоне от 50 мА до 10 000 А с помощью токовых датчиков A196.
- Измерение тока нейтрали на 4-й клемме тока.
- Измерение напряжения между «землей» и нейтралью на 5-й клемме напряжения.
- Измерение активной (Вт), реактивной (вар) и полной (ВА) мощности.
- Измерение активной мощности основной частоты, несимметрии и гармоник.
- Измерение коэффициентов несимметрии тока и напряжения по методу, предусмотренному стандартом IEEE 1459.
- Измерение активной энергии прямого и обратного направления (Вт·ч), реактивной энергии в каждом из 4 квадрантов (вар·ч) и полной энергии (ВА·ч).
- Коэффициент мощности (PF), $\cos \varphi$ и $\tan \Phi$.
- Пик-фактор.
- Коэффициент гармонических искажений (THD) для токов и напряжений.
- Измерение гармоник до 50-го порядка для рабочей частоты 50/60 Гц для токов и напряжений.
- Измерение частоты.
- Измерение среднеквадратических значений и значений постоянного тока отдельно по каждой фазе.
- ЖК-дисплей с голубой подсветкой (одновременное отображение 4 величин).
- Хранение измеренных и вычисленных значений на SD- или SDHC-карте.
- Автоматическое распознавание подключенных токовых датчиков.
- Настройка коэффициентов трансформации для входов по току и напряжению.
- Поддержка 17 типов подключения или распределительных электросетей.
- Соединение через USB или LAN (сеть Ethernet), Wi-Fi и Bluetooth.
- Программное обеспечение PEL Transfer для настройки прибора, сбора и передачи данных на ПК в режиме реального времени.

2.2. ЛИЦЕВАЯ ПАНЕЛЬ

8 световых индикаторов, предоставляющих информацию о состоянии.

Разъем для подключения внешнего источника питания (сетевой блок питания, поставляется по заказу).

Разъем Ethernet RJ45.

Отсек для SD-карты.

Разъем USB.

ЖК-дисплей.

QR-код.

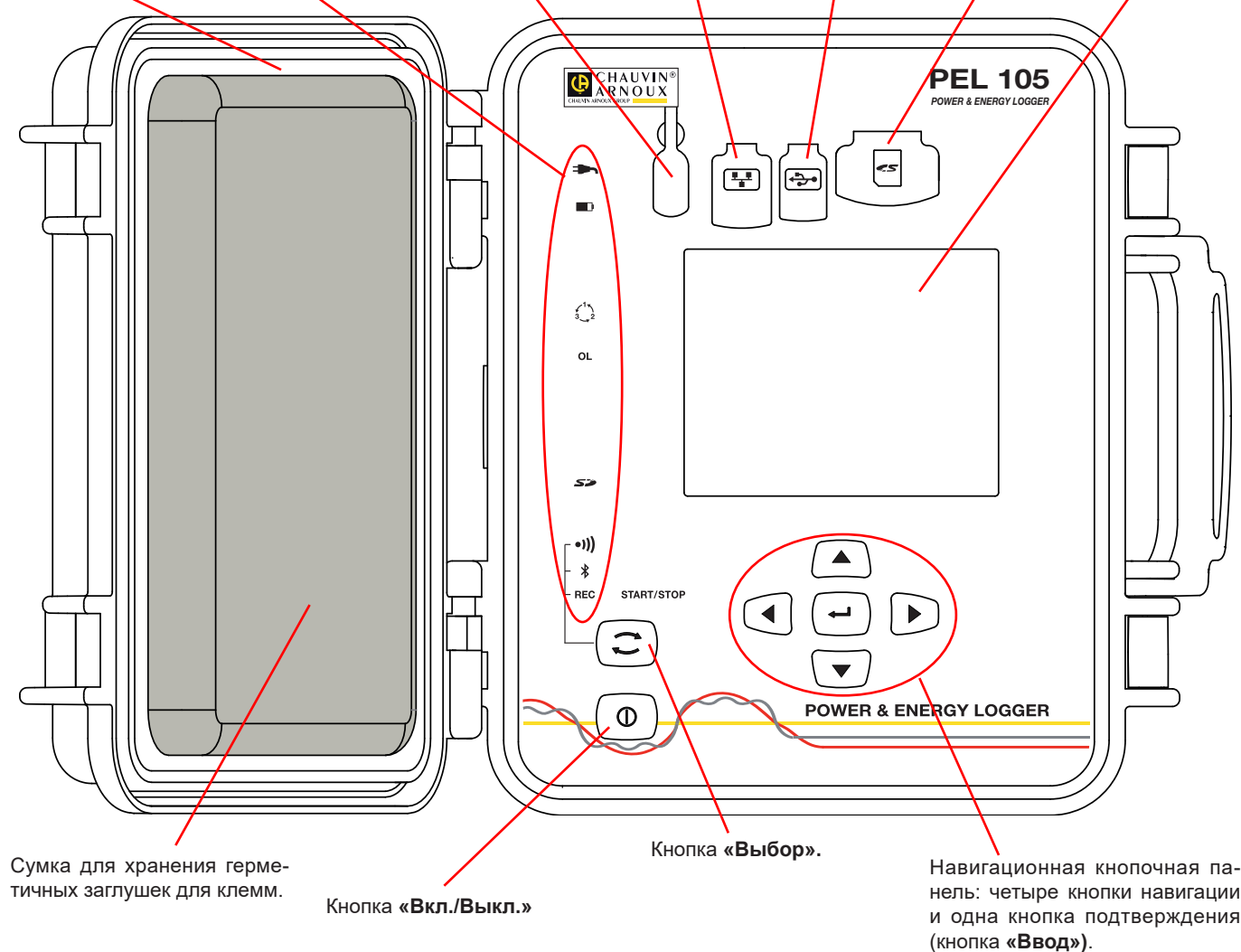


Рис. 2

Разъемы оснащены крышками из эластомера, обеспечивающими их герметичность (IP67).

Сетевой блок питания для зарядки аккумуляторной батареи поставляется по заказу. В нем нет необходимости, поскольку аккумуляторная батарея заряжается каждый раз, когда прибор работает от сети (если не была отключена подача питания через входы по напряжению, см. § 3.1.3).

2.3. КЛЕММНАЯ КОРОБКА

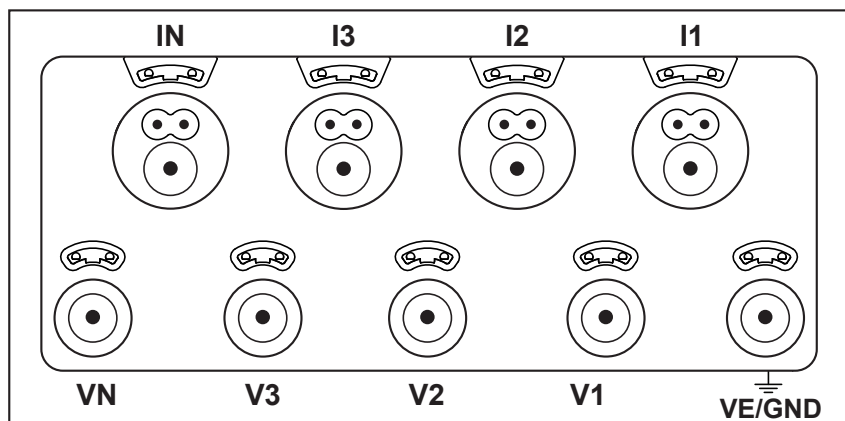


Рис. 3

4 входа по току (специальные 4-контактные разъемы).

5 входов по напряжению (предохранительные штекеры).

Заглушки служат для обеспечения герметичности (IP67) клемм, когда они не используются.

При подключении токового датчика или провода для измерения напряжения, вставляйте соединители до упора для обеспечения герметичности прибора. Убирать заглушки в сумку, закрепленную на крышке прибора.



Прежде чем подключить токовый датчик, необходимо ознакомиться с его руководством по эксплуатации.

Небольшие отверстия над клеммами предназначены для установки цветных вставок, которые служат для маркировки входов по току или напряжению.

2.4. УСТАНОВКА ЦВЕТНЫХ МАРКЕРОВ

Для выполнения измерений на нескольких фазах необходимо сперва промаркировать вспомогательные приспособления и клеммы с помощью цветных колец и вставок, входящих в комплект поставки прибора, присваивая каждой клемме определенный цвет.

- Отцепить вставки соответствующего цвета и поместить их в отверстия над клеммами (большие предназначены для клемм тока, а маленькие — для клемм напряжения).
- Закрепить кольцо того же цвета на каждом конце провода, который будет подключаться к клемме.

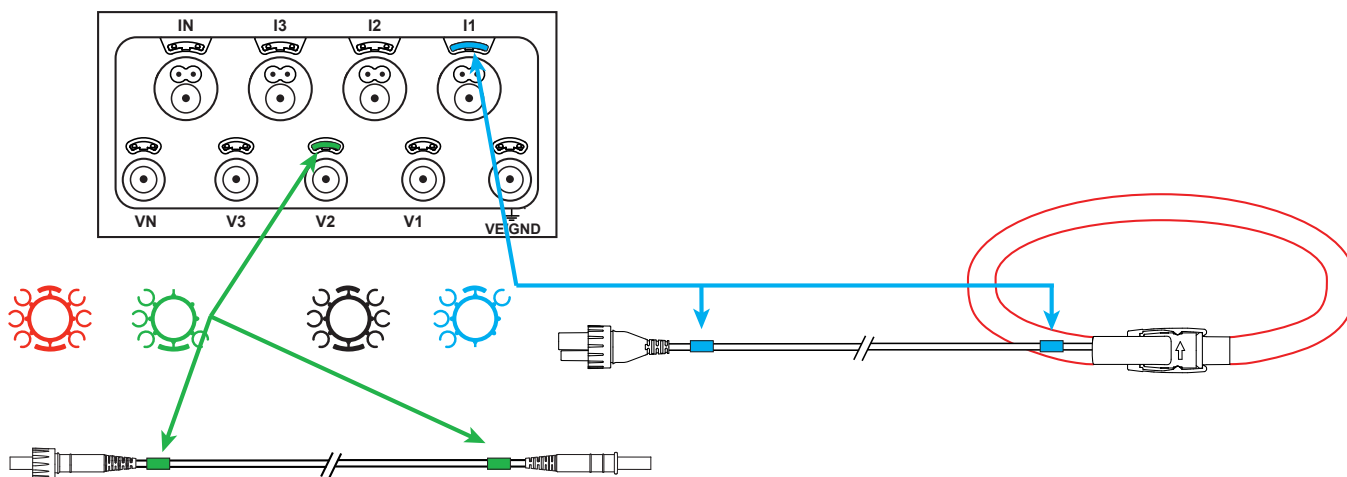


Рис. 4

2.5. ФУНКЦИИ КНОПОК

Кнопка	Описание
	Кнопка «Вкл./Выкл.»: Включает и выключает прибор. Замечание: Прибор нельзя выключить, когда он подключен к сети питания (либо через измерительные входы, либо через сетевой блок питания) или выполняется/ожидается запись данных.
	Кнопка «Выбор»: Долгое нажатие кнопки позволяет активировать или деактивировать соединение по Wi-Fi или Bluetooth, а также запустить или остановить запись данных.
	Кнопка «Ввод»: В режиме «Настройка» она позволяет выбрать параметр, который необходимо изменить. В режимах индикации измерений и показателей мощности она позволяет отображать углы сдвига фаз или долевые значения энергии.
	Кнопки навигации: Они позволяют просматривать и выбирать данные, отображаемые на ЖК-дисплее.

Таблица 2

2.6. ЖК-ДИСПЛЕЙ

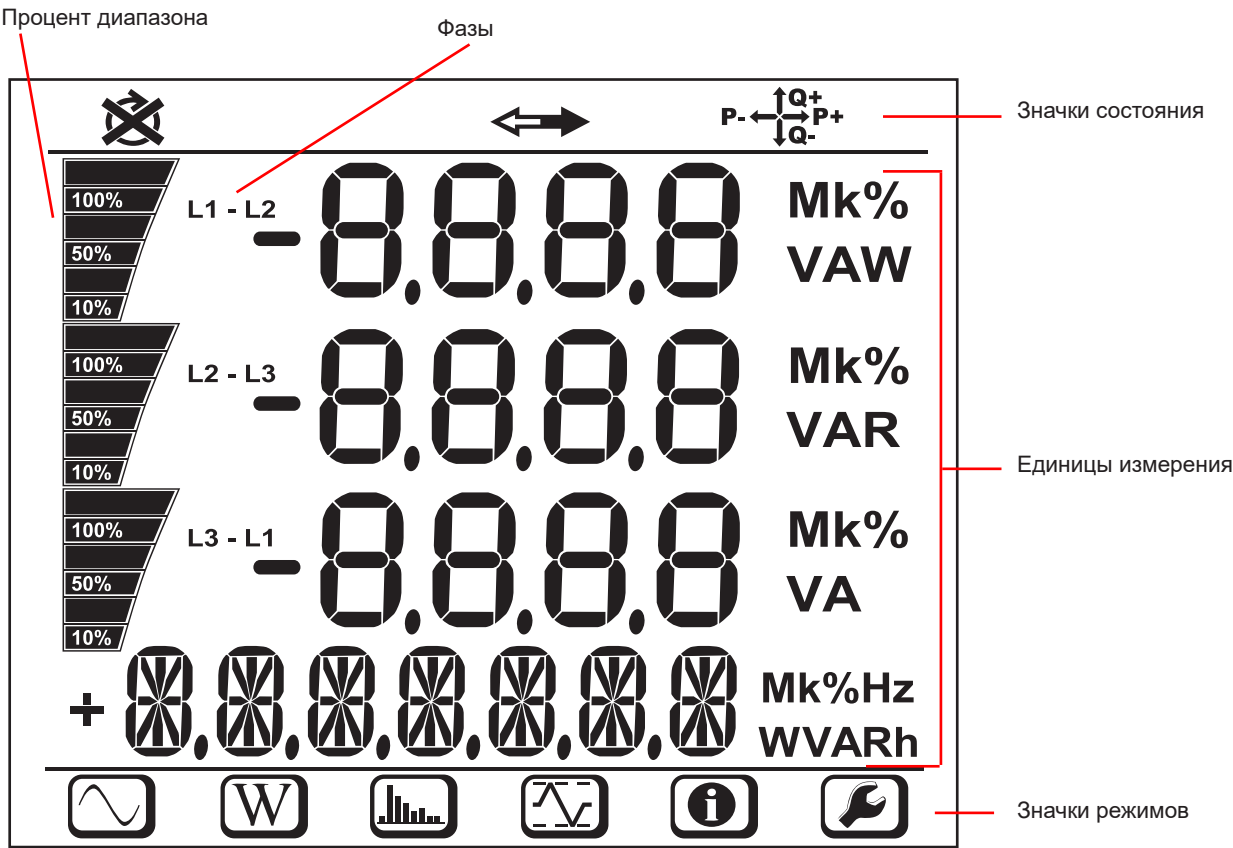


Рис. 5

Когда пользователь не проявляет своего присутствия в течение 3 минут, подсветка гаснет. Для повторного включения подсветки необходимо нажать на одну из кнопок навигации (▲▼◀▶).

На верхней и нижней панели инструментов отображаются следующие индикации:

Значок	Описание
	Индикатор обратного порядка следования фаз или отсутствия фазы (отображается для трехфазных распределительных сетей только в режиме измерений, см. пояснение ниже).
	Данные, доступные для записи.
	Индикация квадранта мощности.
	Режим индикации измерений (мгновенные значения). См. § 4.3.1.
	Режим индикации показателей мощности и энергии. См. § 4.3.2.
	Режим индикации гармоник. См. § 4.3.3.
	Режим индикации макс. значений. См. § 4.3.4.
	Информационный режим. См. § 3.6.
	Режим настройки. См. § 3.5.

Таблица 3

Порядок следования фаз

Значок порядка следования фаз отображается только в режиме измерений.

Порядок следования фаз определяется каждую секунду. Если он неверен, отображается значок

- Порядок следования фаз для входов по напряжению отображается, только когда отображаются значения напряжения.
- Порядок следования фаз для входов по току отображается, только когда отображаются значения силы тока.
- Порядок следования фаз для входов по напряжению и по току отображается, только когда отображаются значения мощности.
- Параметры источника и нагрузки необходимо задавать для определения направления энергии (прямого и обратного).

2.7. СВЕТОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

Световые индикаторы	Цвет и функция
	Зеленый световой индикатор: электросеть Световой индикатор мигает: прибор подключен к электросети посредством внешнего источника питания (сетевой блок питания, поставляется по заказу). Световой индикатор не горит: прибор работает от аккумуляторной батареи или питание подается через входы по напряжению.
	Оранжевый/красный световой индикатор: аккумуляторная батарея Аккумуляторная батарея заряжается, когда прибор подключен к электросети. Световой индикатор не горит: полный заряд аккумуляторной батареи. Оранжевый световой индикатор мигает: аккумуляторная батарея заряжается. Красный световой индикатор мигает два раза в секунду: низкий уровень заряда аккумуляторной батареи (и отсутствие питания от сети).
	Красный световой индикатор: порядок следования фаз Световой индикатор не горит: верное направление чередования фаз. Световой индикатор мигает: неверное направление чередования фаз. Иными словами, когда имеет место один из следующих случаев: ■ сдвиг фаз между фазными токами превышает 30° по отношению к норме (120° в трехфазной сети и 180° в двухфазной сети). ■ сдвиг фаз между фазными напряжениями превышает 10° по отношению к норме. ■ сдвиг фаз между током и напряжением в каждой фазе превышает 60° по отношению к 0° (на нагрузке) или 180° (на источнике).

Световые индикаторы	Цвет и функция
OL	Красный световой индикатор: выход за пределы диапазона измерения Световой индикатор не мигает: отсутствие выхода за пределы диапазона на входах/ Световой индикатор мигает: выход за пределы диапазона, по меньшей мере, на одном входе. Световой индикатор горит: отсутствует провод или он подключен к неверной клемме.
	Красный/зеленый световой индикатор: SD-карта Зеленый световой индикатор горит: SD-карта распознана и не заблокирована. Красный световой индикатор горит: SD-карта отсутствует, заблокирована или не распознана. Красный световой индикатор мигает: выполняется инициализация SD-карты. Световой индикатор мигает поочередно красным и зеленым цветом: память SD-карты заполнена. Световой индикатор мигает 1 раз каждые 5 с: память SD-карты будет заполнена до завершения выполняемой записи.
	Зеленый световой индикатор: Wi-Fi Световой индикатор не горит: Wi-Fi не активирован. Световой индикатор горит: Wi-Fi активирован, но передача данных не осуществляется. Световой индикатор мигает: выполняется передача данных по сети Wi-Fi.
	Синий световой индикатор: Bluetooth Световой индикатор не горит: соединение по Bluetooth деактивировано. Световой индикатор горит: соединение по Bluetooth активировано, но передача данных не осуществляется. Световой индикатор мигает: соединение по Bluetooth активировано и выполняется передача данных.
REC	Зеленый световой индикатор: запись Световой индикатор мигает один раз каждые 5 с: запись в режиме ожидания. Световой индикатор мигает два раза каждые 5 с: регистратор в режиме записи.
	Зеленый/оранжевый световой индикатор: вкл./выкл. Зеленый световой индикатор горит: прибор работает и питание подается через входы по напряжению. Оранжевый световой индикатор мигает: питание через входы по напряжению отключено (см. § 3.1.3).

Таблица 4

2.8. КАРТА-ПАМЯТИ

Прибор PEL поддерживает SD- и SDHC-карты, отформатированные в FAT32, емкостью до 32 Гб.

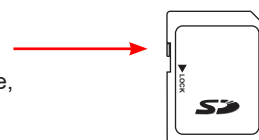
В комплект поставки прибора PEL входит отформатированная SD-карта. Для установки новой SD-карты необходимо:

- Открыть крышку из эластомера с маркировкой .
- Нажать на SD-карту, которая установлена в приборе, и извлечь ее.



Внимание! Не извлекать SD-карту в процессе записи.

- Удостовериться, что новая SD-карта не заблокирована.
- Желательно отформатировать SD-карту с помощью ПО PEL Transfer (см. § 5), в противном случае, используя ПК.
- Вставить новую карту памяти и нажать на нее до упора.
- Установить на место крышку для обеспечения герметичности прибора.



3. НАСТРОЙКА

Перед записью данных прибор PEL следует настроить. Данная настройка предусматривает различные этапы:

- Установить соединение по Wi-Fi, Bluetooth, через USB или Ethernet.
- Выбрать подключение в зависимости от типа распределительной сети.
- Подключить токовые датчики.
- При необходимости определить номинальное напряжение первичной и вторичной обмотки.
- При необходимости определить номинальный ток первичной обмотки и номинальный ток нейтрали первичной обмотки.
- Выбрать период агрегации.

Настройка выполняется в режиме «Настройка» (см. § 3.5) или посредством ПО PEL Transfer (см. § 5). Во избежание случайного внесения изменений прибор PEL нельзя перенастроить в процессе записи.

3.1. ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ ПРИБОРА

3.1.1. ВКЛЮЧЕНИЕ

- Подключить прибор PEL к электросети (напряжением как минимум 100 Вперем. тока или 140 Впост. тока) и он включится автоматически (если не отключена подача питания через входы по напряжению, см. § 3.1.3). В противном случае нажать на кнопку

«Вкл./Выкл.»  и удерживать в течение 2 секунд. Загорается световой индикатор кнопки «Вкл./Выкл.».



Аккумуляторная батарея автоматически начинает заряжаться, когда регистратор PEL подключен к источнику напряжения. Длительность автономной работы от аккумуляторной батареи составляет около одного часа при полном заряде. Таким образом, прибор может бесперебойно работать при кратковременных отключениях электропитания.

3.1.2. ВЫКЛЮЧЕНИЕ

Прибор PEL нельзя выключить, пока он подключен к источнику питания или пока выполняется (или ожидается) запись данных. Такой принцип работы предусмотрен во избежание случайного прекращения пользователем процесса записи.

Прибор PEL автоматически выключается через 3, 10 или 15 минут, в зависимости от выбранной настройки, после его отключения от источника питания или завершения записи.

В противном случае для выключения прибора PEL необходимо:

- Отсоединить все входные клеммы и внешний источник питания, если он подключен.
- Нажать на кнопку «Вкл./Выкл.» и удерживать ее более 2 секунд, пока не загорятся все световые индикаторы, затем отпустить.
- Прибор PEL выключается и все световые индикаторы гаснут.

3.1.3. ОТКЛЮЧЕНИЕ ПОДАЧИ ПИТАНИЯ ЧЕРЕЗ ВХОДЫ ПО НАПРЯЖЕНИЮ

Энергопотребление при питании через входы по напряжению составляет от 10 до 15 Вт. Некоторые генераторы напряжения не выдерживают такую нагрузку. Таким примером могут служить калибраторы напряжения или емкостные делители напряжения. Если необходимо выполнить измерения на этих приборах, тогда следует отключить питание прибора через входы по напряжению.

Для отключения питания прибора через входы по напряжению нужно одновременно нажать кнопки «Выбор»  и «Вкл./Выкл.»  и удерживать более 2 секунд. Кнопка «Вкл./Выкл.» мигает оранжевым цветом.

Тогда для подачи питания на прибор и зарядки аккумуляторной батареи следует воспользоваться сетевым блоком питания, который поставляется по заказу (см. § 1.2).

3.2. ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Аккумуляторная батарея начинает заряжаться при подключении прибора к источнику напряжения. Но если питание через входы по напряжению отключено (см. предыдущий §), необходимо воспользоваться сетевым блоком питания (поставляется по заказу).

120 V $\pm$ 10 %, 60 Hz
230 V $\pm$ 10 %, 50 Hz

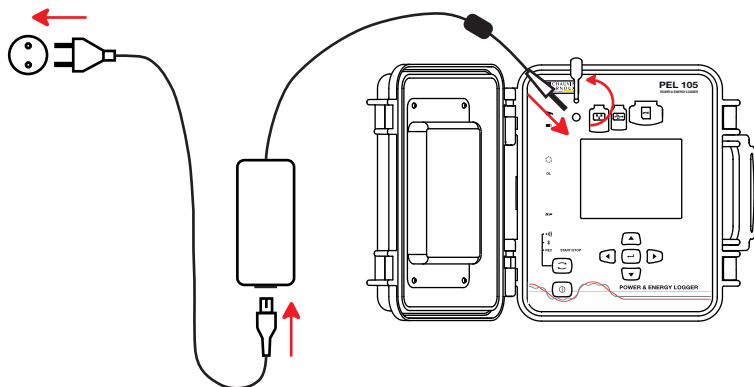


Рис. 6

- Снять крышку из эластомера, защищающую разъем для подключения источника питания.
- Подключить сетевой блок питания к прибору и электросети.

Прибор включается.

Световой индикатор  мигает до полного заряда аккумуляторной батареи.

3.3. СОЕДИНЕНИЕ ЧЕРЕЗ USB ИЛИ LAN ETHERNET

Соединение через USB и Ethernet позволяет настроить прибор с помощью ПО PEL Transfer, отображать результаты измерений и загружать записи данных на ПК.

- Снять крышку из эластомера, защищающую разъем.
- Подсоединить USB-кабель, входящий в комплект поставки, или кабель Ethernet (не входит в комплект поставки) к прибору и ПК.



Прежде чем подсоединить USB-кабель, необходимо установить драйвера, поставляемые вместе с ПО PEL Transfer (см. § 5).

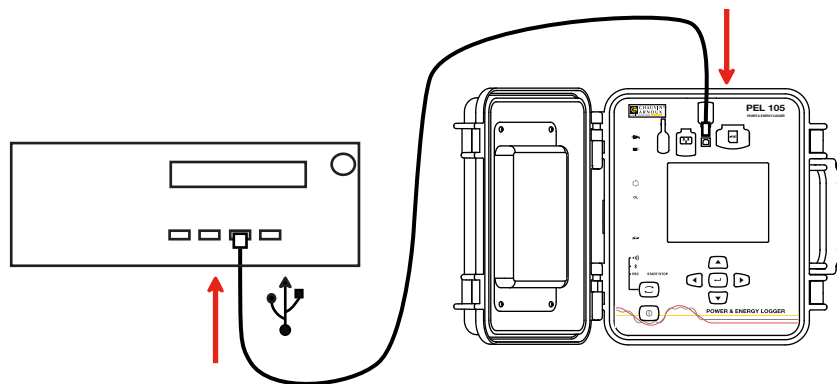


Рис. 7

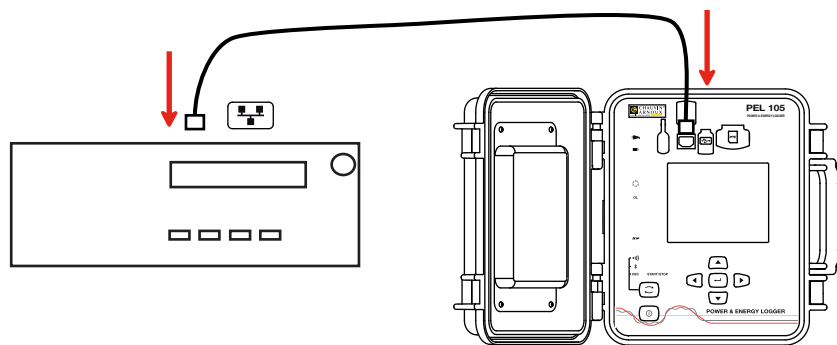


Рис. 8

Затем, независимо от типа выбранного соединения, открыть ПО PEL Transfer (см. § 5), чтобы установить соединение между прибором и ПК.



Подключение USB-кабеля или кабеля Ethernet не приводит к включению прибора и зарядке аккумуляторной батареи.

Для соединения через LAN Ethernet прибор PEL имеет IP-адрес.

При настройке прибора с помощью ПО PEL Transfer, если установлен флажок в окошке «Активировать DHCP» (динамический IP-адрес), прибор отправляет запрос на сервер DHCP сети для автоматического получения IP-адреса.

Используемым протоколом Интернета является UDP или TCP. Порт 3041 используется по умолчанию. Его можно изменить в PEL Transfer так, чтобы предоставлялось разрешение на соединение между ПК и несколькими приборами, находящимися за маршрутизатором.

Также доступно автоматическое получение IP-адреса, когда выбран DHCP и сервер DHCP не обнаружен в течение 60 секунд. Прибору PEL по умолчанию присваивается IP-адрес 169.254.0.100. Данный режим автоматического получения IP-адреса совместим с APIPA.

Может понадобиться витая пара.



Существует возможность изменить параметры сети при соединении через LAN Ethernet, но после изменения параметров, соединение будет потеряно. Для этих целей желательно использовать соединение через USB.

3.4. СОЕДИНЕНИЕ ПО СЕТИ WI-FI ИЛИ BLUETOOTH

Соединение по сети Wi-Fi или Bluetooth позволяет настроить прибор с помощью ПО PEL Transfer, отображать результаты измерений и загружать записи данных на ПК.

- Нажать на кнопку «Выбор»  и удерживать в нажатом положении. Световые индикаторы REC,  и  загорятся один за другим на 3 секунды каждый.
- Отпустить кнопку «Выбор» , когда загорается нужная функция.
 - Если опустить кнопку, когда горит световой индикатор REC, запускается или прекращается запись данных.
 - Если опустить кнопку, когда горит световой индикатор , активируется или деактивируется Wi-Fi.
 - Если опустить кнопку, когда горит световой индикатор , активируется или деактивируется Bluetooth.

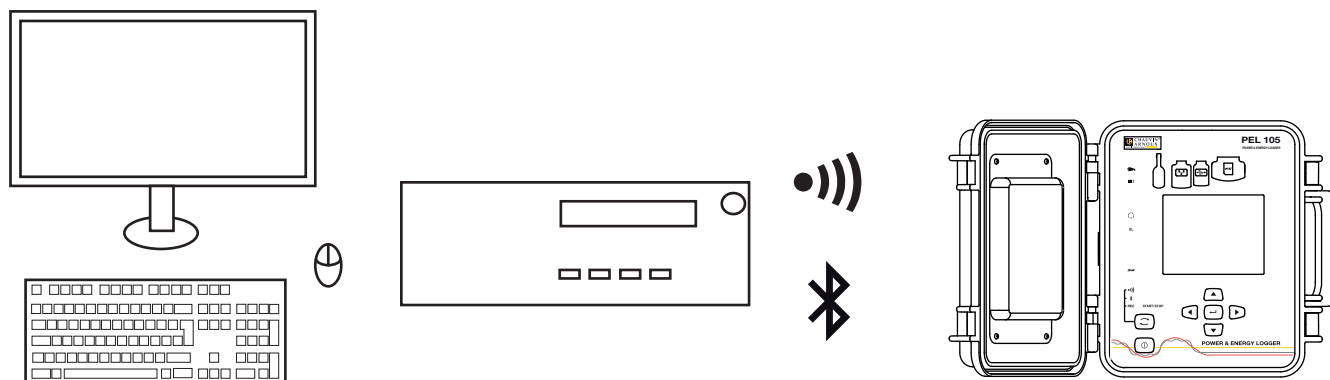


Рис. 9

Если ваш компьютер не поддерживает функцию Bluetooth, необходимо воспользоваться адаптером USB-Bluetooth. Если отсутствуют драйвера для данного периферийного устройства, то Windows устанавливает их автоматически.

Процедура сопряжения зависит от вашей операционной системы, устройства Bluetooth и драйверов. При необходимости кода спаривания соответствует 0000. Данный код изменить в PEL Transfer нельзя.

3.5. НАСТРОЙКА ПРИБОРА

Существует возможность настроить несколько основных функций непосредственно на приборе. Для полной настройки необходимо программное обеспечение PEL Transfer (см. § 5).

Чтобы войти в режим «Настройка» через прибор, нажать на кнопку ◀ или ▶, пока не будет выбран значок .

Отображается следующий экран:

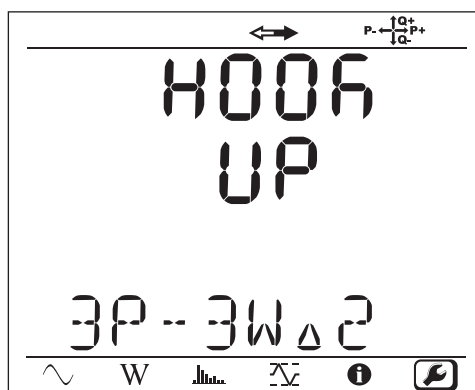


Рис. 10



Если прибор PEL уже находится в процессе настройки через ПО PEL Transfer, то войти в режим «Настройка» на приборе невозможно. В этом случае при попытке настроить прибор на дисплее отображается индикация LOCK (ЗАБЛОКИРОВАНО).

3.5.1. ТИП СЕТИ

Чтобы изменить сеть, необходимо нажать кнопку «Ввод» . Мигает наименование сети. Использовать кнопки ▲ и ▼ для выбора другой сети из нижеприведенного списка.

Обозначение	Сеть
1P-2W	Однофазная 2-проводная
1P-3W	Однофазная 3-проводная
3P-3WΔ2	Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Δ (с 2 токовыми датчиками)
3P-3WΔ3	Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Δ (с 3 токовыми датчиками)
3P-3WΔb	Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Δ, симметричная
3P-4WY	Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме Y
3P-4WYb	Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме Y, сбалансированная (измерение напряжения, фиксированные значения)
3P-4WY2	Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме 2,5-элементной звезды
3P-4WΔ	Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме Δ
3P-3WY2	Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Y (с 2 токовыми датчиками)
3P-3WY3	Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Y (с 3 токовыми датчиками)
3P-3WO2	Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме разомкнутого Δ (с 2 токовыми датчиками)
3P-3WO3	Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме разомкнутого Δ (с 3 токовыми датчиками)
3P-4WOΔ	Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме разомкнутого Δ
dC-2W	Сеть постоянного тока 2-проводная
dC-3W	Сеть постоянного тока 3-проводная
dC-4W	Сеть постоянного тока 4-проводная

Таблица 5

Подтвердить свой выбор, нажав кнопку «Ввод» .

3.5.2. ТОКОВЫЕ ДАТЧИКИ

Подключить токовые датчики на приборе.

Прибор автоматически распознает подключенные токовые датчики. Он обращается к клемме L1. Если ничего не найдено, он обращается к клемме L2, а затем — L3. Если выбранная сеть не является симметричной, то прибор обращается к клемме N.

Когда датчики распознаны, на дисплее отображаются их коэффициенты трансформации.



Тип токовых датчиков должен быть идентичен, за исключением датчика тока нейтрали, тип которого может отличаться. В противном случае прибор будет обрабатывать только данные датчика, подключенного к клемме L1.

3.5.3. НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ

Нажать кнопку ▼ для перехода к следующему экрану.

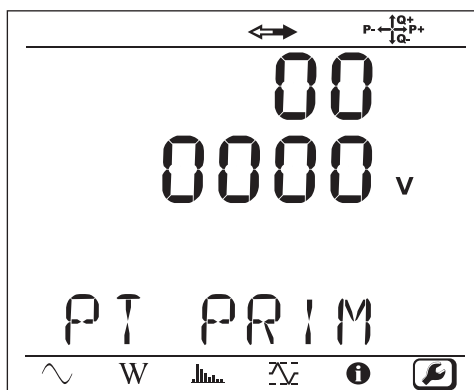


Рис. 11

Чтобы изменить значение номинального напряжения первичной обмотки, необходимо нажать кнопку «Ввод» . Использовать кнопки ▲, ▼, ▲ и ► для выбора значения напряжения в диапазоне от 50 до 650 000 В. Затем подтвердить выбор, нажав кнопку «Ввод» .

3.5.4. НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВТОРИЧНОЙ ОБМОТКИ

Нажать кнопку ▼ для перехода к следующему экрану.

Чтобы изменить значение номинального напряжения вторичной обмотки, необходимо нажать кнопку «Ввод» . Использовать кнопки ▲, ▼, ▲ и ► для выбора значения напряжения в диапазоне от 50 до 1000 В. Затем подтвердить выбор, нажав кнопку «Ввод» .

3.5.5. НОМИНАЛЬНЫЙ ТОК ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ

Нажать кнопку ▼ для перехода к следующему экрану.

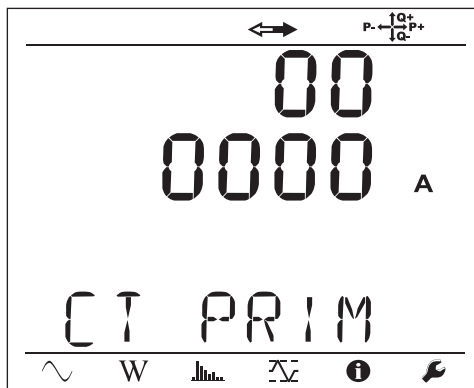


Рис. 12

В зависимости от типа используемого токового датчика MiniFlex®/AmpFlex®, клещей MN или адаптерного блока ввести значение номинального тока первичной обмотки. Для этого нажать кнопку «Ввод» . Использовать кнопки ▲, ▼, ▲ и ► для выбора значения тока.

- AmpFlex® A196A или A193и MiniFlex® MA193 или MA196: 100, 400, 2000 или 10 000 A
- Клещи PAC93 и клещи C193: автоматический выбор значения 1000 A
- Клещи MN93A на 5 A, адаптер на 5 A: в диапазоне от 5 до 25 000 A
- Клещи MN93A на 100 A: автоматический выбор значения 100 A
- Клещи MN93: автоматический выбор значения 200 A
- Клещи E3N: 10 или 100 A
- Клещи J93: автоматический выбор значения 3500 A

Подтвердить значение, нажав кнопку «Ввод» .

3.5.6. НОМИНАЛЬНЫЙ ТОК НЕЙТРАЛИ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ

Нажать кнопку ▼ для перехода к следующему экрану.

Если токовый датчик подключается к клемме тока нейтрали, необходимо также ввести значение номинального тока нейтрали первичной обмотки, выполнив вышеописанную процедуру.

3.5.7. ПЕРИОД АГРЕГАЦИИ

Нажать кнопку ▼ для перехода к следующему экрану.

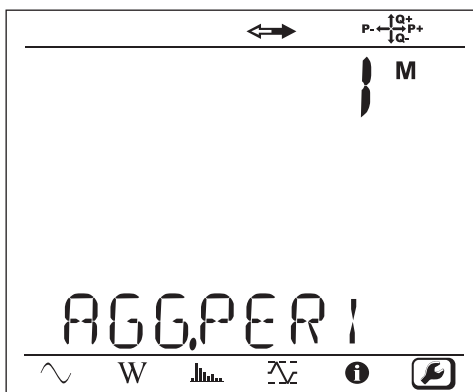


Рис. 13

Чтобы изменить период агрегации, нажать кнопку «Ввод» , затем использовать кнопки ▲ и ▼ для выбора значения (1–6, 10, 12, 15, 20, 30 или 60 минут).

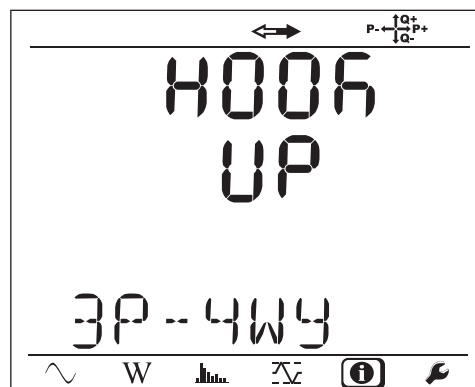
Подтвердить значение, нажав кнопку «Ввод» .

3.6. ИНФОРМАЦИЯ

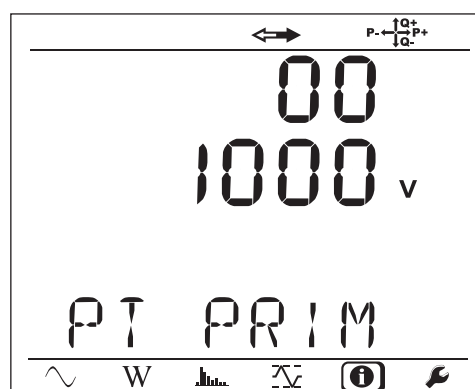
Чтобы войти в режим «Информация» через прибор, нажать на кнопку ◀ или ▶, пока не будет выбран значок .

С помощью кнопок ▲ и ▼ прокрутить информацию о приборе:

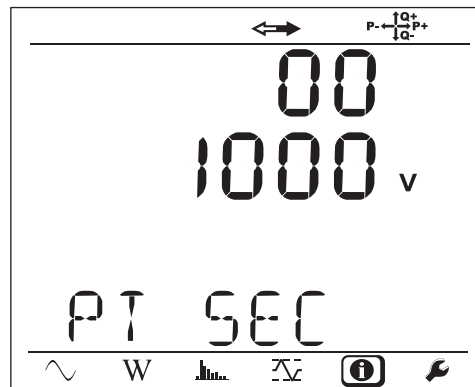
■ Тип сети



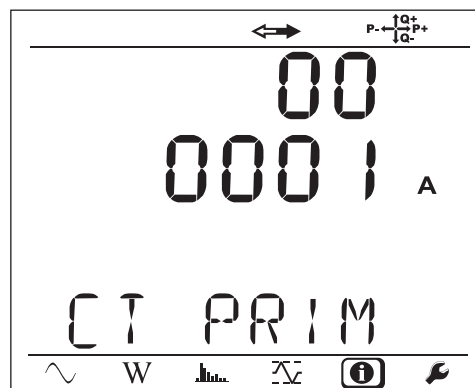
■ Номинальное напряжение первичной обмотки



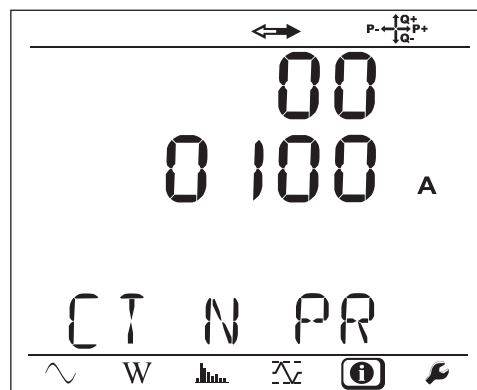
■ Номинальное напряжение вторичной обмотки



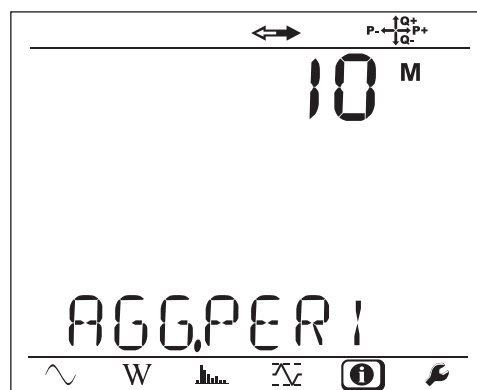
■ Номинальный ток первичной обмотки



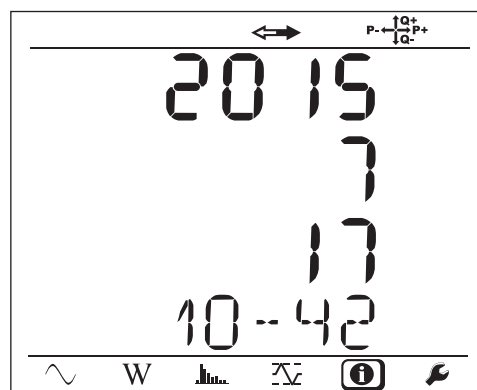
- Номинальный ток нейтрали первичной обмотки
(если к клемме I_N подключен токовый датчик)



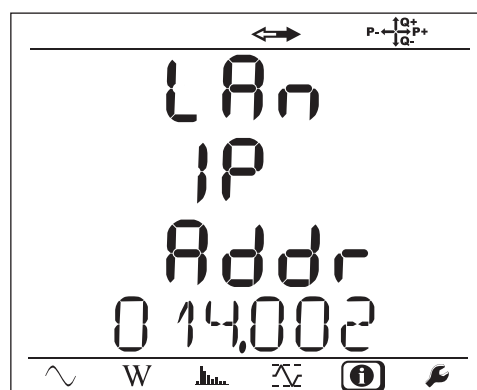
- Период агрегации



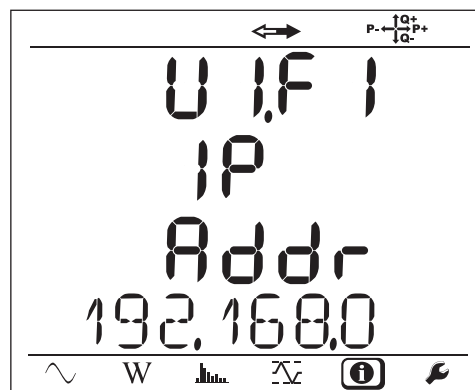
- Дата и время



- IP-адрес (бегущая строка)

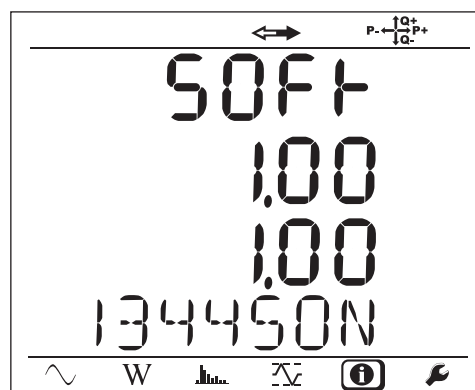


■ Адрес Wi-Fi (бегущая строка)



■ Версия ПО

- 1-я цифра = версия ПО ЦСП
- 2-я цифра = версия ПО микропроцессора
- Бегущий серийный номер (также указан на этикетке QR-кода, наклеенной на внутренней стороне крышки прибора PEL)



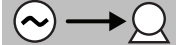
По истечении 3 минут отсутствия нажатия кнопки **«Ввод»** или **«Навигация»** возвращается индикация экрана измерения .

4. ПРИМЕНЕНИЕ

После настройки прибора он готов к эксплуатации.

4.1. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ И СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПРИБОРА PEL

Сначала необходимо подключить токовые датчики и провода для измерения напряжения на вашей сетевой установке в соответствии с типом распределительной сети. Прибор PEL должен быть настроен (см. § 3.5) для выбранной распределительной сети.

Источник  Нагрузка

Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

Однако после завершения записи данных и их загрузки на ПК можно изменить направление токов (I1, I2 или I3) с помощью ПО PEL Transfer. Это позволит откорректировать вычисления мощности.

Зажимы типа «крокодил» могут фиксироваться на проводах для измерения напряжения, что обеспечивает герметичность системы. Герметичными являются только датчики AmpFlex® A196A, входящие в комплект поставки прибора.

4.1.1. ОДНОФАЗНАЯ 2-ПРОВОДНАЯ: 1P-2W

- Подсоединить клемму N к нейтрали.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле» (в порядке опции для данного типа сети).
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.

 Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

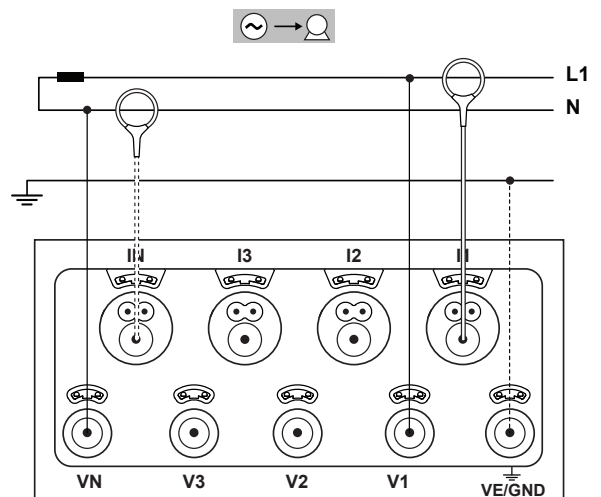


Рис. 14

4.1.2. ДВУХФАЗНАЯ 3-ПРОВОДНАЯ (НА БАЗЕ ТРАНСФОРМАТОРА С ОТВОДОМ ОТ СРЕДНЕЙ ТОЧКИ): 3P-3WΔ2

- Подсоединить клемму N к нейтрали.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле» (в порядке опции для данного типа сети).
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подключить токовый датчик IN к нейтрали (в порядке опции для данного типа сети).
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I2 к фазе L2.

 Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

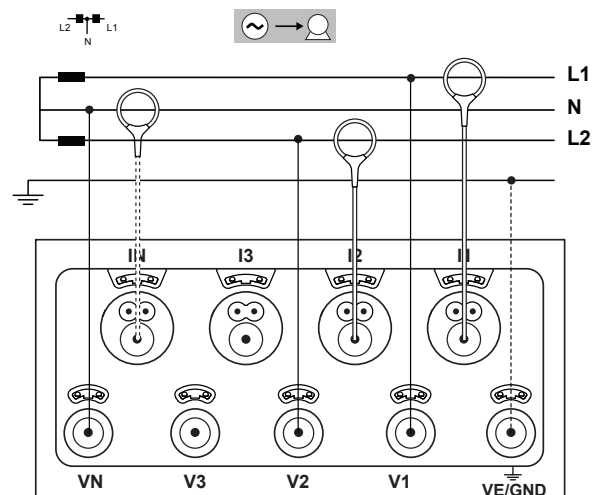


Рис. 15

4.1.3. ТРЕХФАЗНЫЕ СЕТИ ПИТАНИЯ 3-ПРОВОДНЫЕ

4.1.3.1. ТРЕХФАЗНАЯ 3-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ Δ (С 2 ТОКОВЫМИ ДАТЧИКАМИ): 3Р-3WΔ2

- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

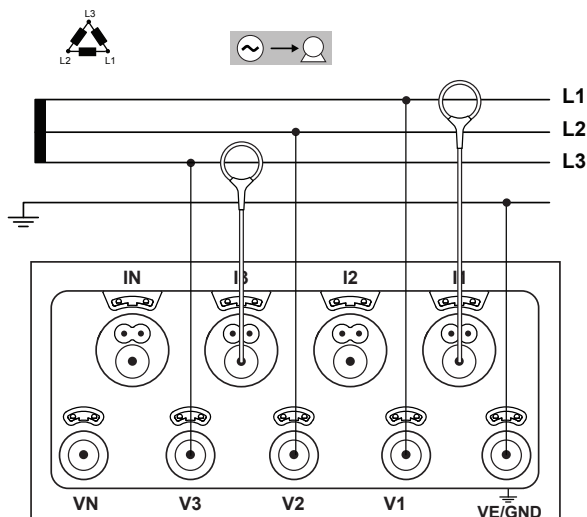


Рис. 16

4.1.3.2. ТРЕХФАЗНАЯ 3-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ Δ (С 3 ТОКОВЫМИ ДАТЧИКАМИ): 3Р-3WΔ3

- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I2 к фазе L2.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

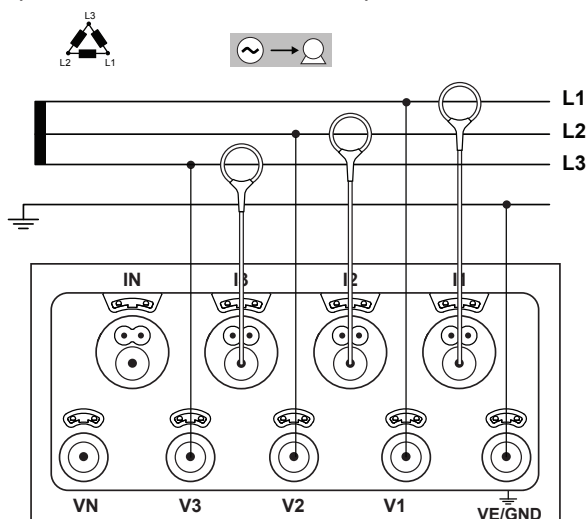


Рис. 17

4.1.3.3. ТРЕХФАЗНАЯ 3-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕН-

НАЯ ПО СХЕМЕ РАЗОМКНУТОГО Δ (С 2 ТОКОВЫМИ ДАТЧИКАМИ): 3Р-3W02

- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

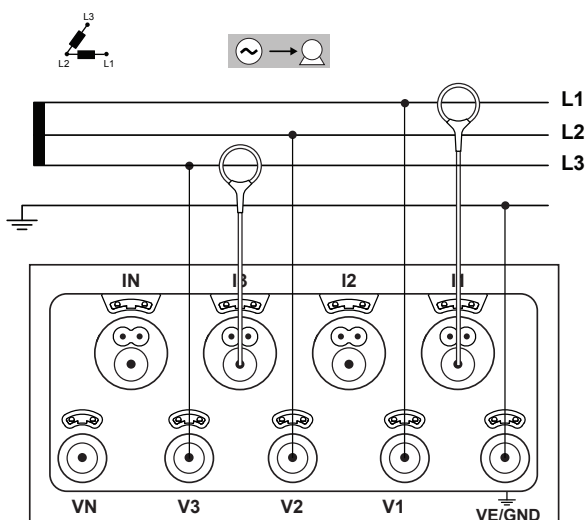


Рис. 18

4.1.3.4. ТРЕХФАЗНАЯ 3-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ РАЗОМКНУТОГО Д (С 3 ТОКОВЫМИ ДАТЧИКАМИ): 3Р-3WO3

- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I2 к фазе L2.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

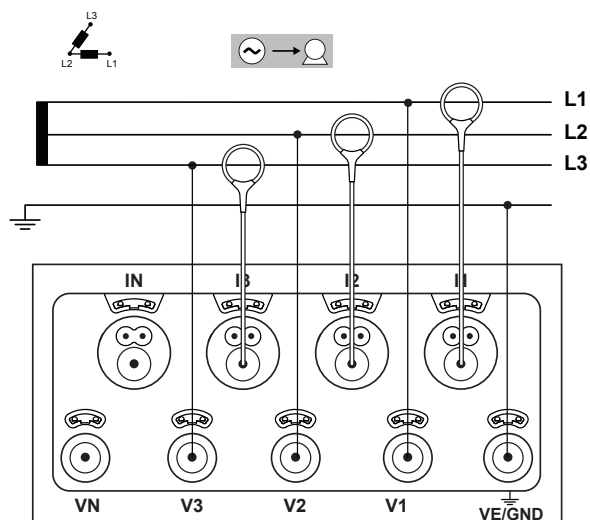


Рис. 19

4.1.3.5. ТРЕХФАЗНАЯ 3-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ Y (С 2 ТОКОВЫМИ ДАТЧИКАМИ): 3Р-3WY2

- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

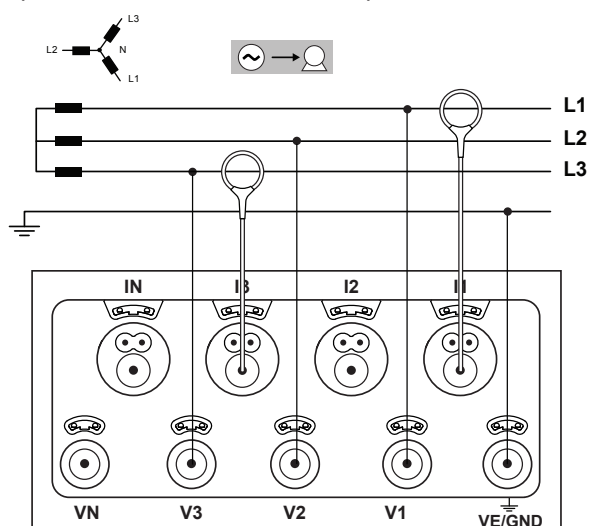


Рис. 20

4.1.3.6. ТРЕХФАЗНАЯ 3-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ Y (С 3 ТОКОВЫМИ ДАТЧИКАМИ): 3Р-3WY

- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I2 к фазе L2.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

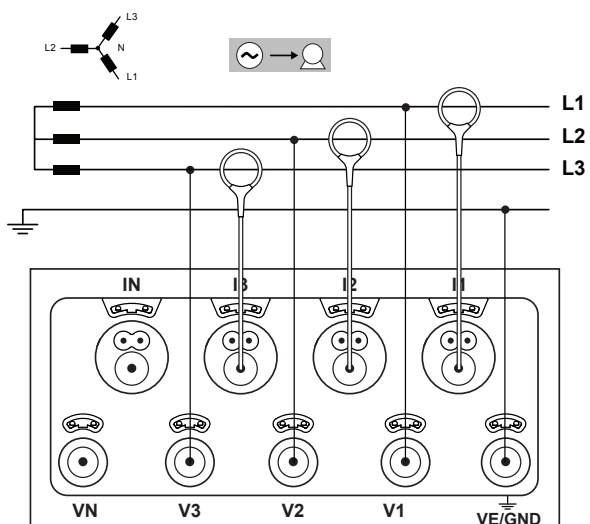


Рис. 21

4.1.3.7. ТРЕХФАЗНАЯ 3-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ Д, СИММЕТРИЧНАЯ (С 1 ТОКОВЫМИ ДАТЧИКАМИ): 3Р-3WΔВ

- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

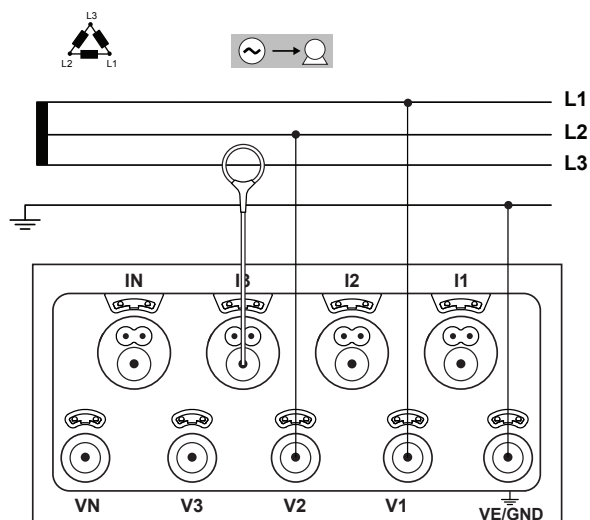


Рис. 22

4.1.4. ТРЕХФАЗНЫЕ СЕТИ ПИТАНИЯ 4-ПРОВОДНЫЕ, СОЕДИНЕННЫЕ ПО СХЕМЕ Y

4.1.4.1. ТРЕХФАЗНАЯ 4-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ Y (С 3 ТОКОВЫМИ ДАТЧИКАМИ): 3Р-4WY

- Подсоединить клемму N к нейтрали.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик IN к нейтрали.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I2 к фазе L2.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

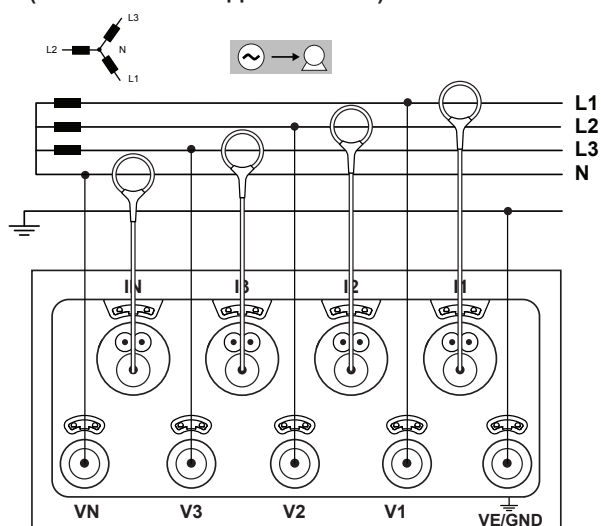


Рис. 23

4.1.4.2. ТРЕХФАЗНАЯ 4-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ Y, СИММЕТРИЧНАЯ: 3Р-4WYВ

- Подсоединить клемму N к нейтрали.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик IN к нейтрали.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

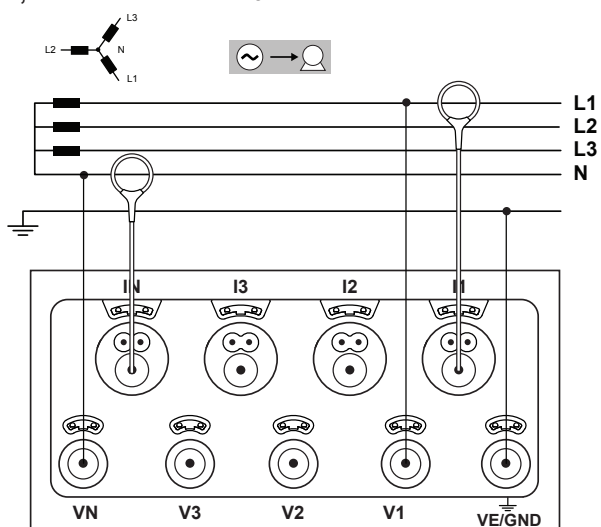


Рис. 24

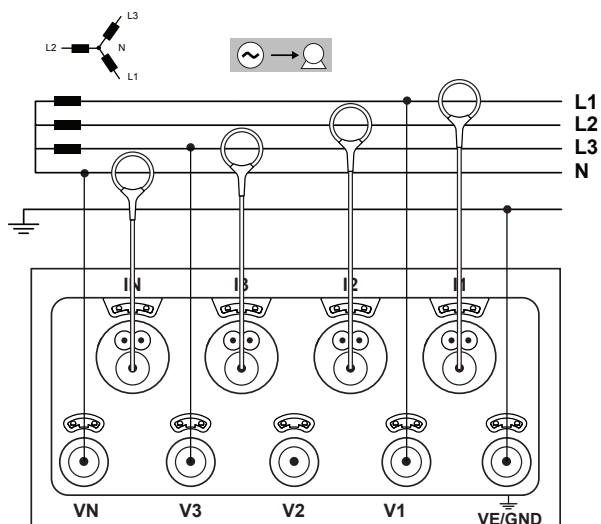
4.1.4.3. ТРЕХФАЗНАЯ 4-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ 2,5-ЭЛЕМЕНТНОЙ ЗВЕЗДЫ: 3P-4WY2

- Подсоединить клемму N к нейтрали.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик IN к нейтрали.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I2 к фазе L2.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

Рис. 25



4.1.5. ТРЕХФАЗНАЯ 4-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ

ПО СХЕМЕ Δ

Трехфазная 4-проводная конфигурация сети, соединенной по схеме Δ (High Leg). Отсутствуют подключенные трансформаторы напряжения: считается, что сетевая установка, на которой проводятся измерения, представляет собой низковольтную распределительную сеть.

4.1.5.1. ТРЕХФАЗНАЯ 4-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ Δ: 3P-4WΔ

- Подсоединить клемму N к нейтрали.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик IN к нейтрали.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I2 к фазе L2.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

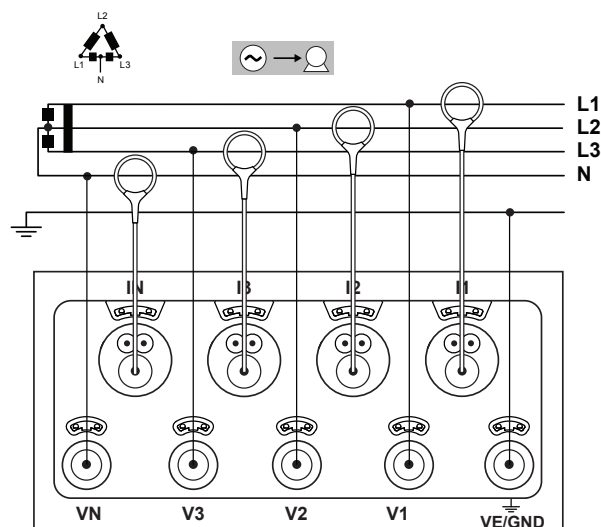


Рис. 26

4.1.5.2. ТРЕХФАЗНАЯ 4-ПРОВОДНАЯ, СОЕДИНЕННАЯ ПО СХЕМЕ РАЗОМКНУТОГО Δ: 3P-4W0Δ

- Подсоединить клемму N к нейтрали.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к фазе L1.
- Подсоединить клемму V2 к фазе L2.
- Подсоединить клемму V3 к фазе L3.
- Подключить токовый датчик IN к нейтрали.
- Подключить токовый датчик I1 к фазе L1.
- Подключить токовый датчик I2 к фазе L2.
- Подключить токовый датчик I3 к фазе L3.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

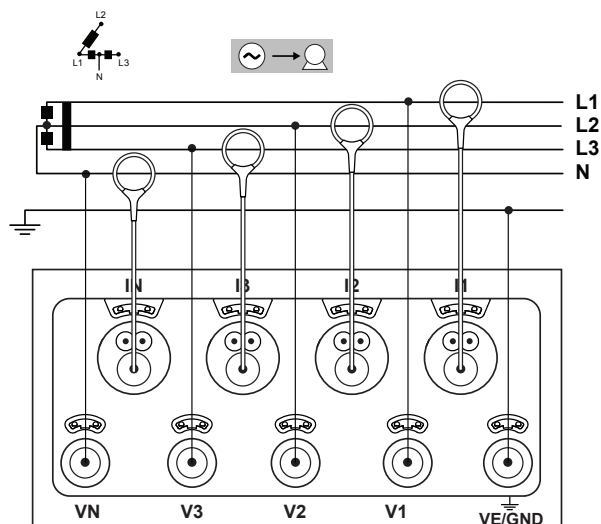


Рис. 27

4.1.6. СЕТИ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

4.1.6.1. СЕТЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА 2-ПРОВОДНАЯ: DC-2W

- Подсоединить клемму N к общему проводу.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к проводу +1.
- Подключить токовый датчик IN к общему проводу.
- Подключить токовый датчик I1 к проводу +1.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

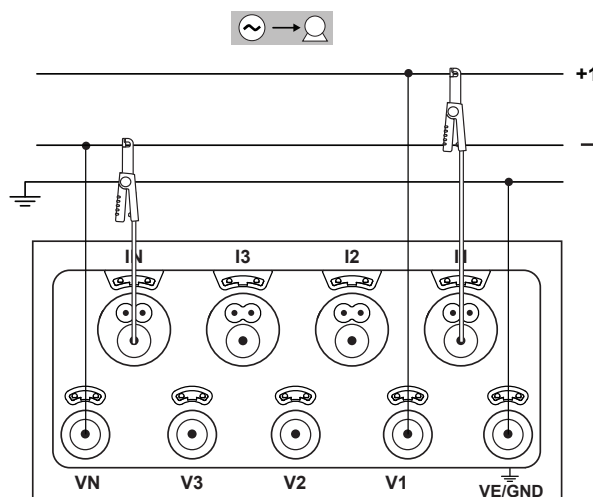


Рис. 28

4.1.6.2. СЕТЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА 3-ПРОВОДНАЯ: DC-3W

- Подсоединить клемму N к общему проводу.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к проводу +1.
- Подсоединить клемму V2 к проводу +2.
- Подключить токовый датчик IN к общему проводу.
- Подключить токовый датчик I1 к проводу +1.
- Подключить токовый датчик I2 к проводу +2.



Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

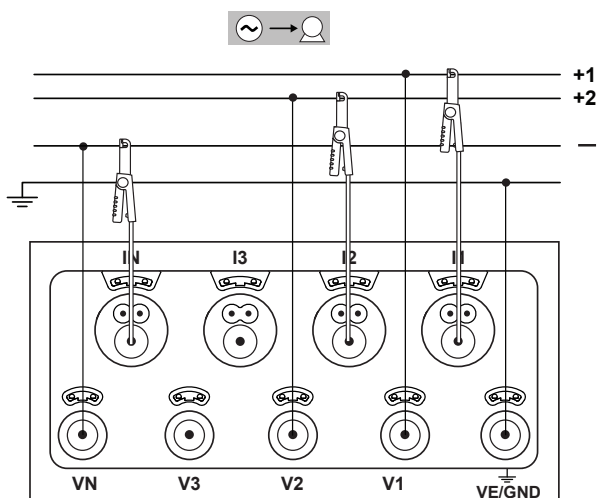


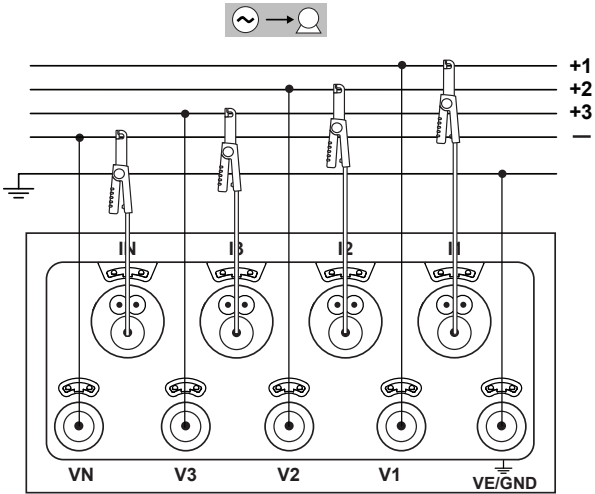
Рис. 29

4.1.6.3. СЕТЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА 4-ПРОВОДНАЯ: DC-4W

- Подсоединить клемму N к общему проводу.
- Подсоединить клемму VE/GND к «земле»
- Подсоединить клемму V1 к проводу +1.
- Подсоединить клемму V2 к проводу +2.
- Подсоединить клемму V3 к проводу +3.
- Подключить токовый датчик IN к общему проводу.
- Подключить токовый датчик I1 к проводу +1.
- Подключить токовый датчик I2 к проводу +2.
- Подключить токовый датчик I3 к проводу +3.

 Следить за тем, чтобы стрелка токового датчика всегда была обращена в сторону нагрузки. Таким образом, угол сдвига фаз для измерения мощности и для прочих фазных измерений будет верным.

Рис. 30



4.2. ЗАПИСЬ

Для запуска записи необходимо:

- Удостовериться, что SD-карта установлена (не заблокирована и ее память не заполнена) в прибор PEL.
- Нажать на кнопку «Выбор»  и удерживать в нажатом положении. Световые индикаторы **REC**,  и  загорятся один за другим на 3 секунды каждый.
- Отпустить кнопку «Выбор» , когда загорается световой индикатор **REC**. Запись запускается и световой индикатор **REC** начинает мигать с частотой два раза каждые 5 секунд.

Чтобы остановить запись, необходимо выполнить такое же действие. Световой индикатор **REC** начинает мигать с частотой один раз каждые 5 секунд.

Существует возможность управлять записью посредством ПО PEL Transfer (см. § 5).

4.3. РЕЖИМЫ ИНДИКАЦИИ ИЗМЕРЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Прибор PEL предусматривает 4 режима индикации измерений, представленных соответствующими значками в нижней части дисплея. Для перехода от одного режима к другому необходимо использовать кнопку ◀ или ▶.

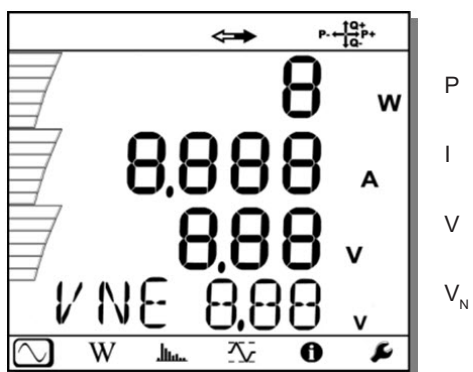
Значок	Режим индикации
	Режим индикации мгновенных значений: напряжение (V), ток (I), активная мощность (P), реактивная мощность (Q), полная мощность (S), частота (f), коэффициент мощности (PF), tan Φ.
	Режим индикации показателей мощности и энергии: активная энергия нагрузки (Вт·ч), реактивная энергия нагрузки (вар·ч), полная энергия нагрузки (ВА·ч).
	Режим индикации гармоник по току и по напряжению.
	Режим индикации максимальных значений: максимальные агрегированные значения измерений и энергии, зафиксированные во время последней записи.

Индикации доступны сразу по включении прибора PEL, но значения установлены на нуль. После подачи напряжения или тока на входы значения обновляются.

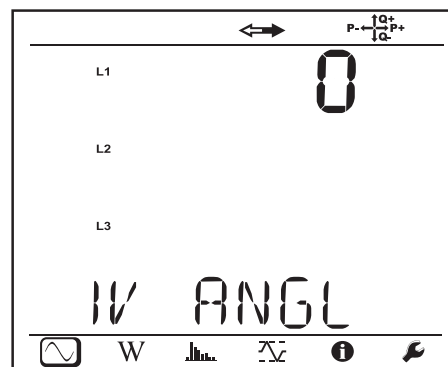
4.3.1. РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ

Индикация зависит от настройки сети. Нажать на кнопку ▼ для перехода к следующему экрану.

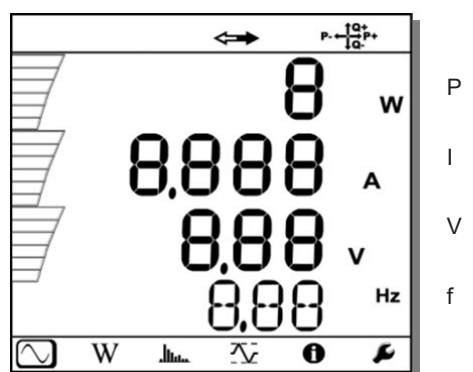
Однофазная 2-проводная (1P-2W)



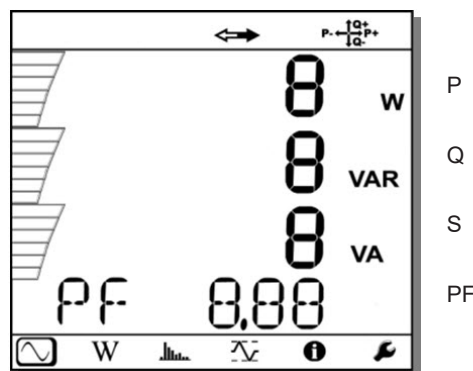
P
I
V
V_N



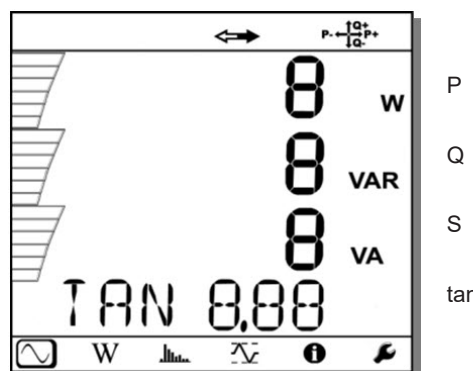
$\varphi(I_1, V_1)$



P
I
V
f

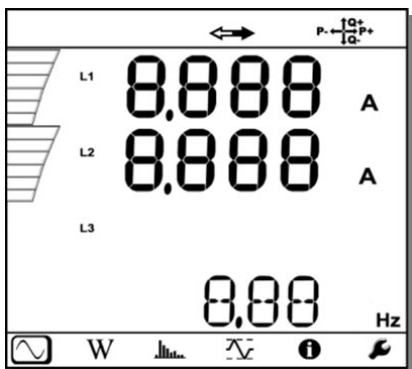


P
Q
S
PF



P
Q
S
tan φ

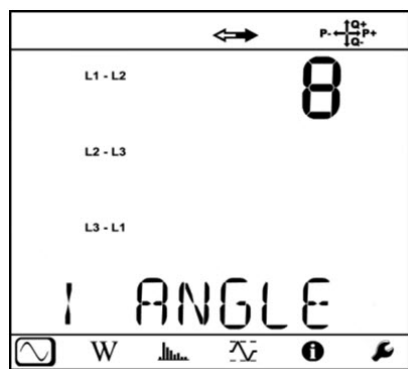
Двухфазная 3-проводная (2P-3W)



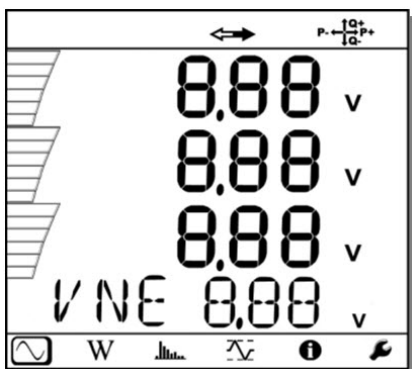
I_1

I_2

f



$\varphi(I_2, I_1)$

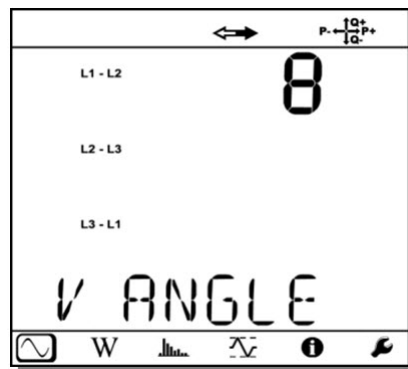


V_1

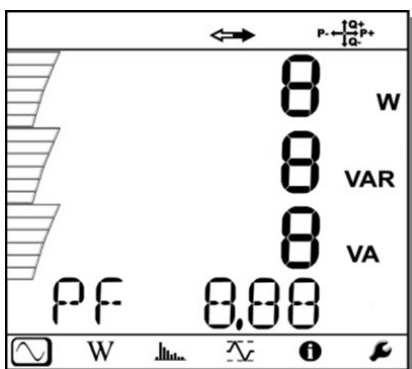
V_2

U_{12}

V_N



$\varphi(V_2, V_1)$

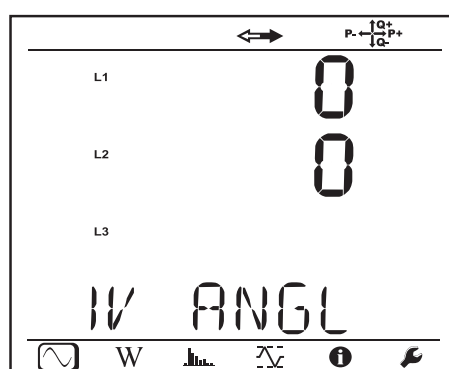


P

Q

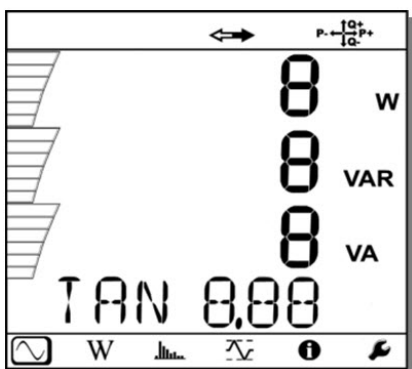
S

PF



$\varphi(I_1, V_1)$

$\varphi(I_2, V_2)$

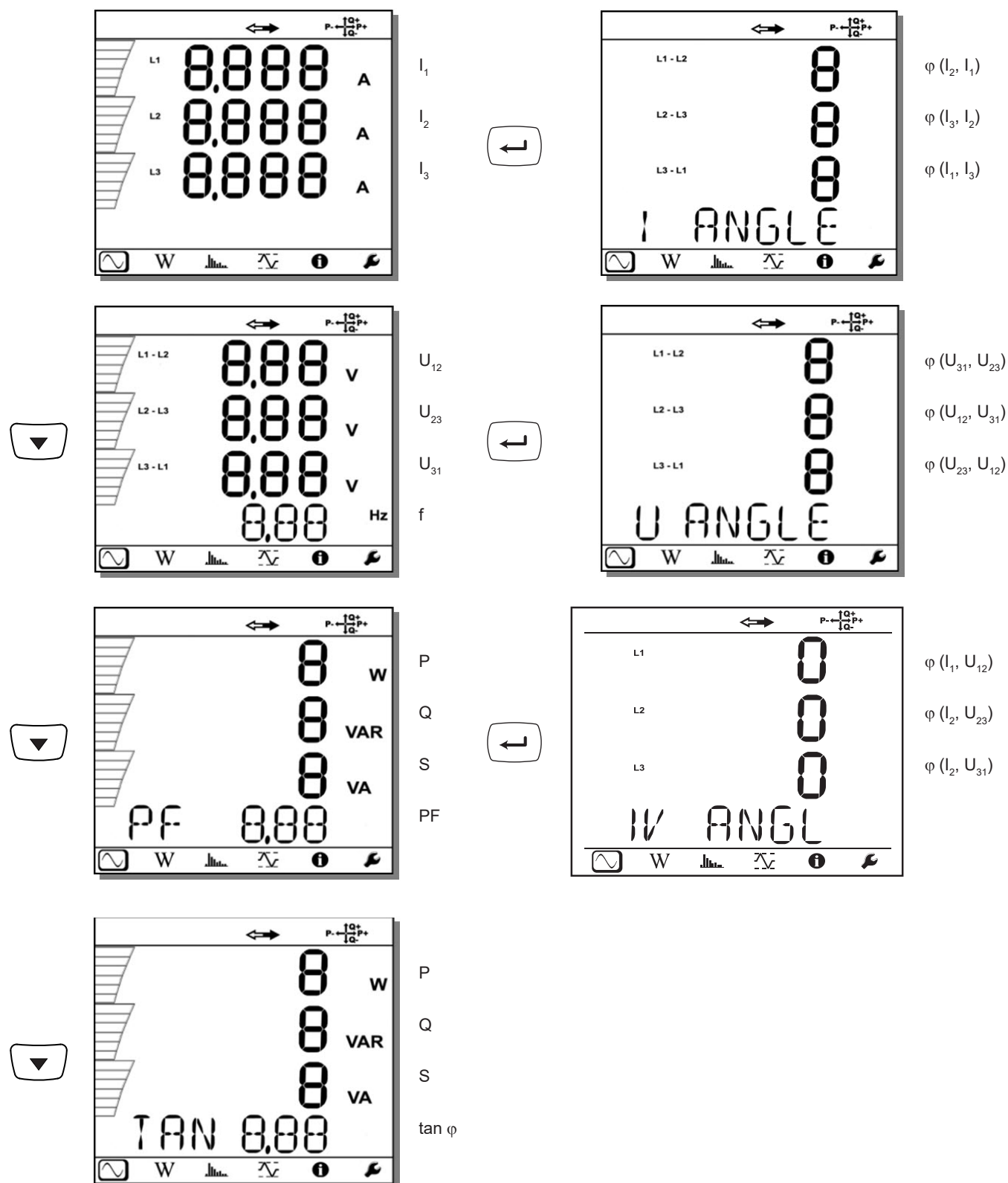


P

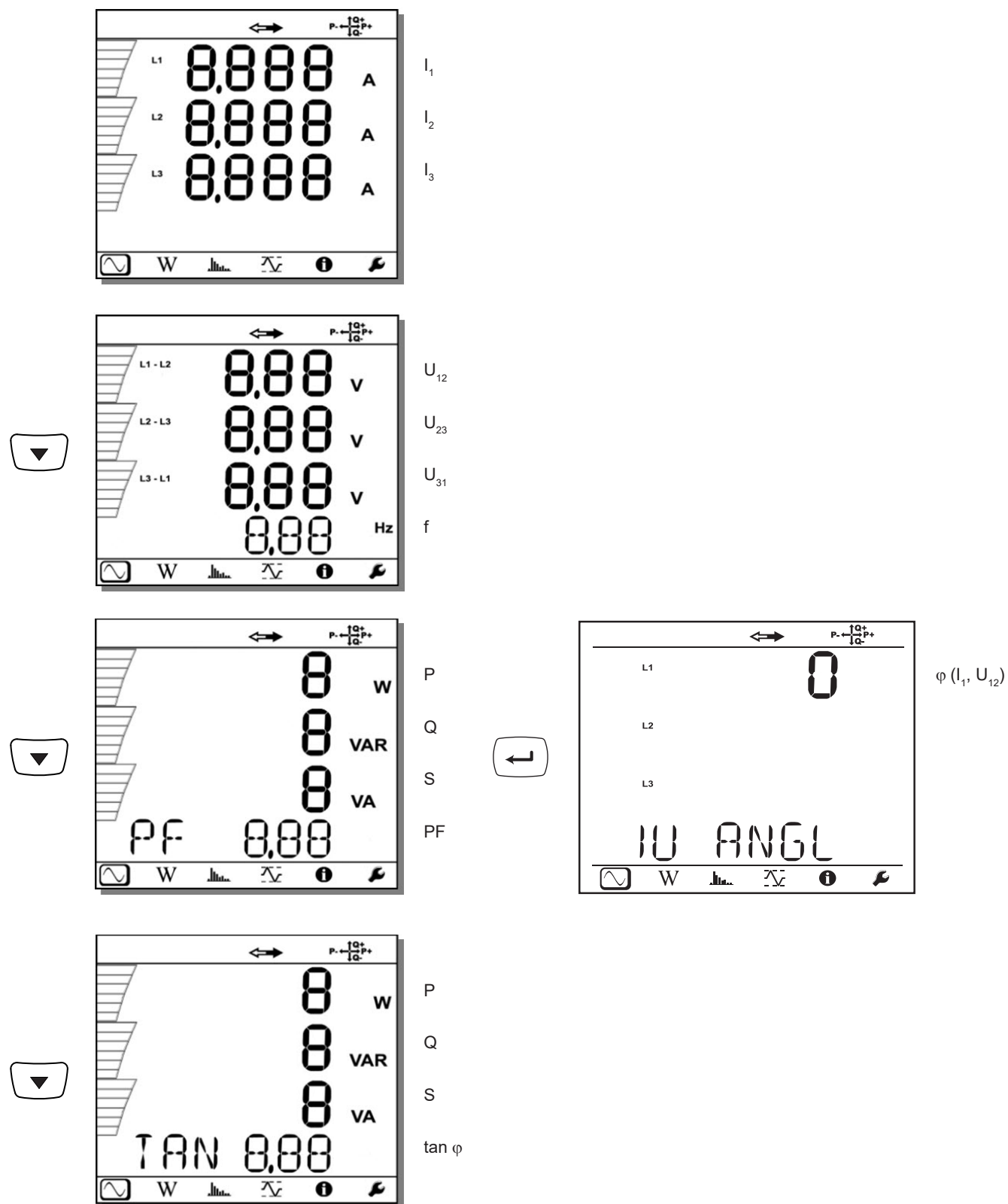
Q

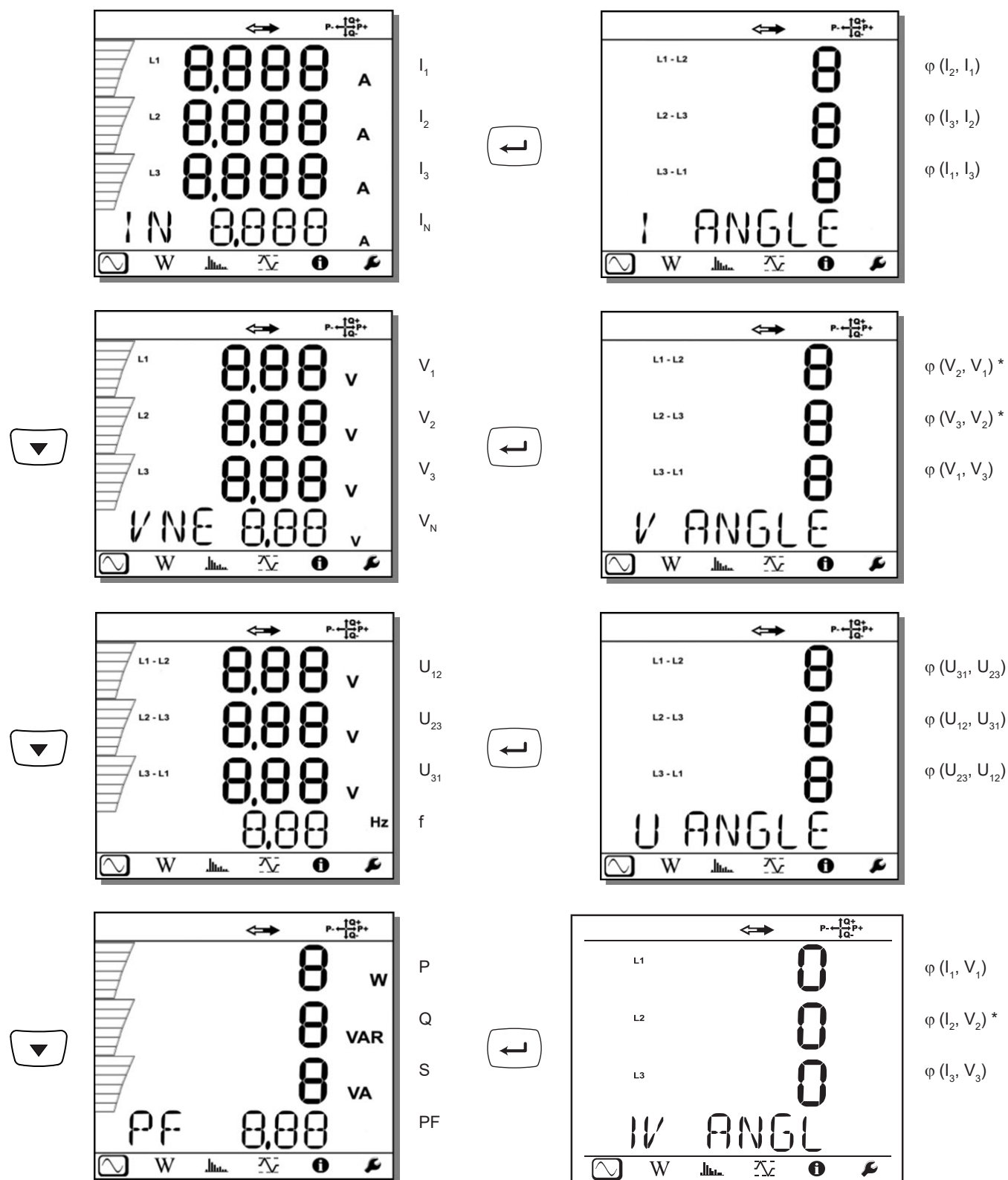
S

$\tan \varphi$

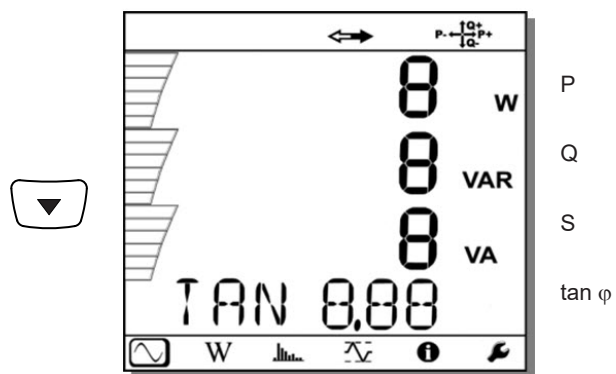


Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Δ , симметричная (3P-3W Δ b)

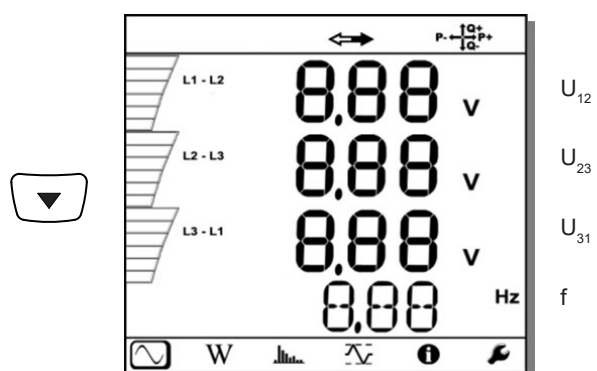
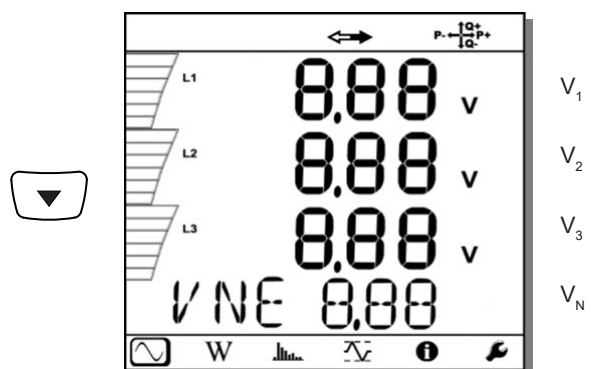
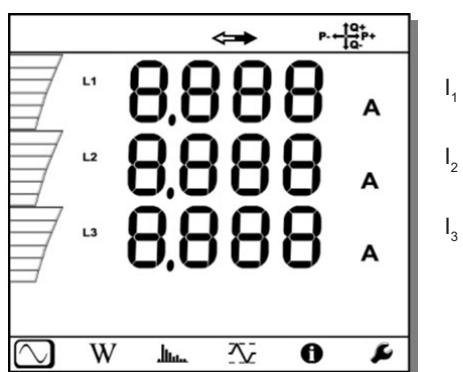


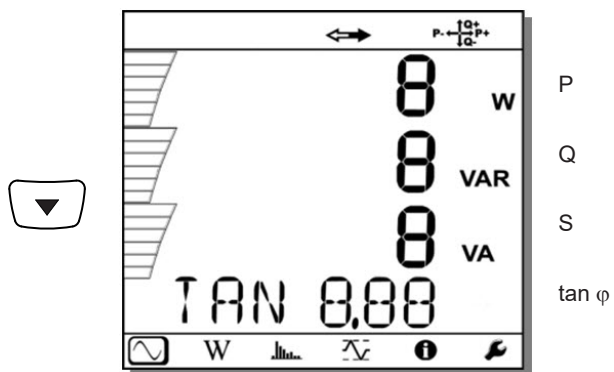
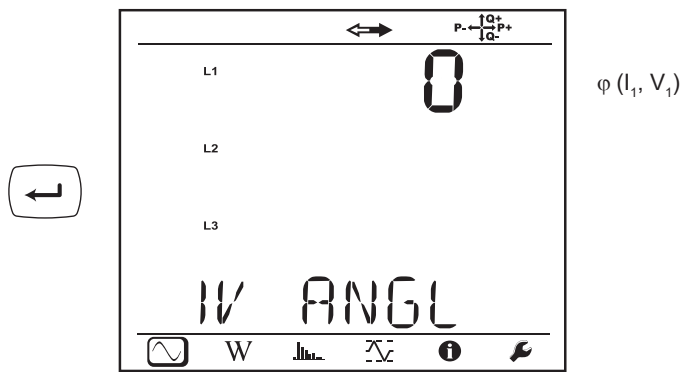
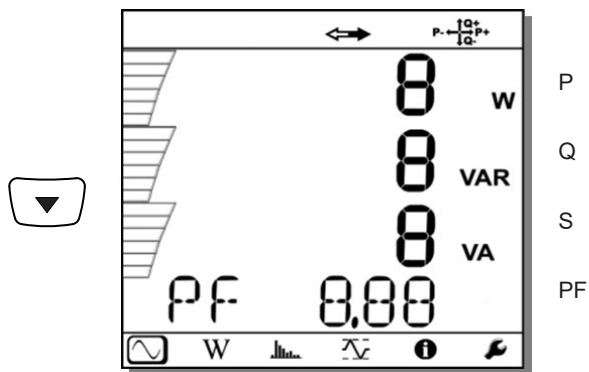


* : Для сетей 3P-4WΔ и 3P-4W0Δ

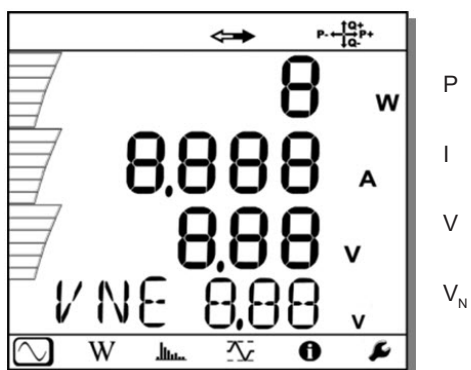


Трёхфазная 4-проводная, соединенная по схеме Y, симметричная (3P-4WYb)

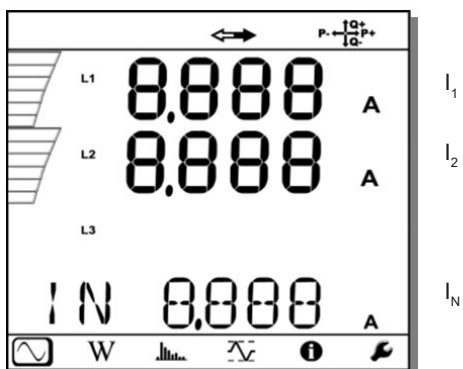


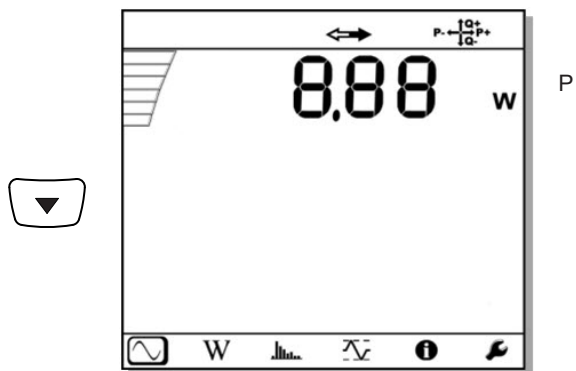
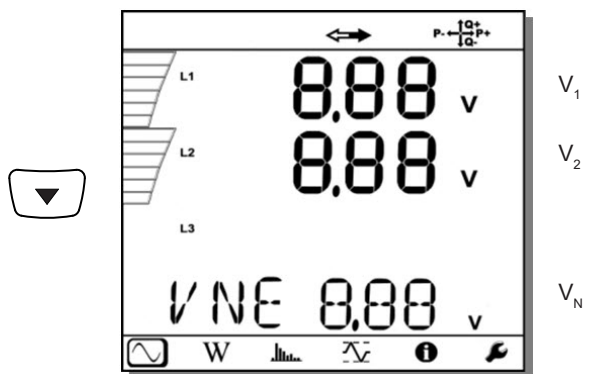


Сеть постоянного тока 2-проводная (dC-2W)

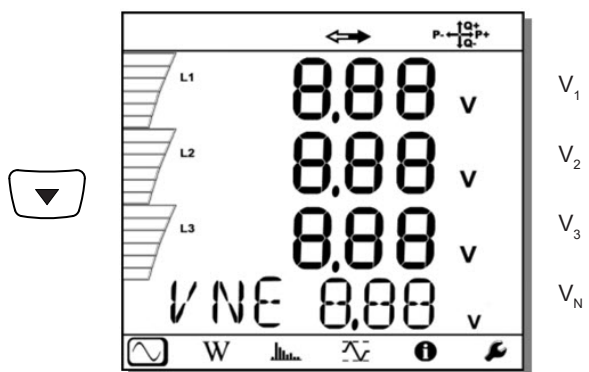
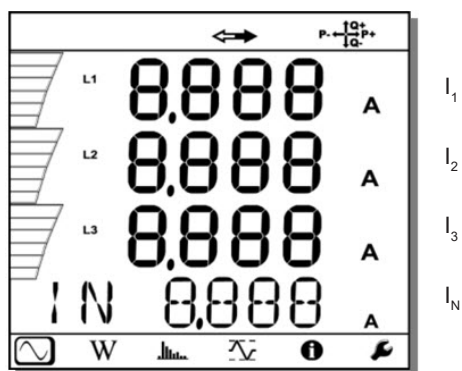


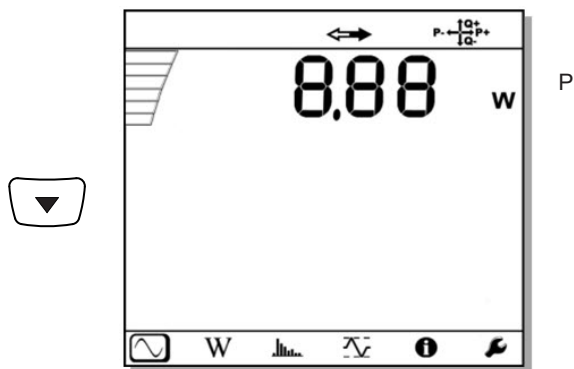
Сеть постоянного тока 3-проводная (dC-3W)





Сеть постоянного тока 4-проводная (dC-4W)





4.3.2. РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Отображаемыми значениями мощности являются значения полной мощности. Показатель энергии зависит от длительности, обычно он доступен через 10 или 15 минут или по истечении периода агрегации.

Нажать кнопку «Ввод»  и удерживать в нажатом положении более 2 секунд для получения показателей мощности в каждом квадранте (МЭК 62053-23). Индикация на дисплее **PART** указывает на отображение долевых значений.

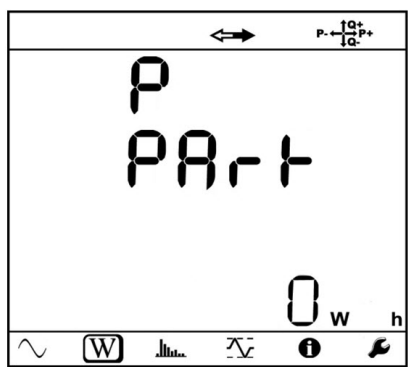


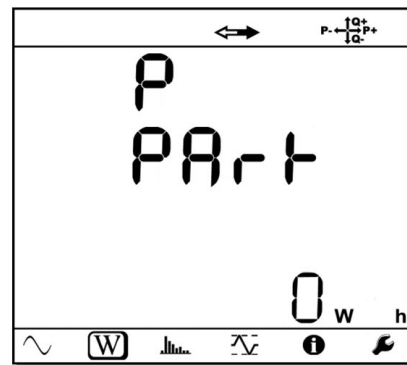
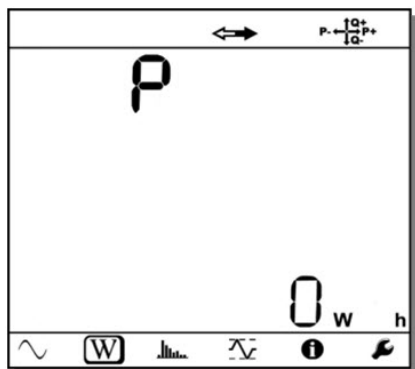
Рис. 31

Нажать на кнопку  для возврата к индикации значений полной мощности.

Экраны индикации отличаются в зависимости от того, является ли выбранная сеть сетью переменного или постоянного тока.

Сети переменного тока

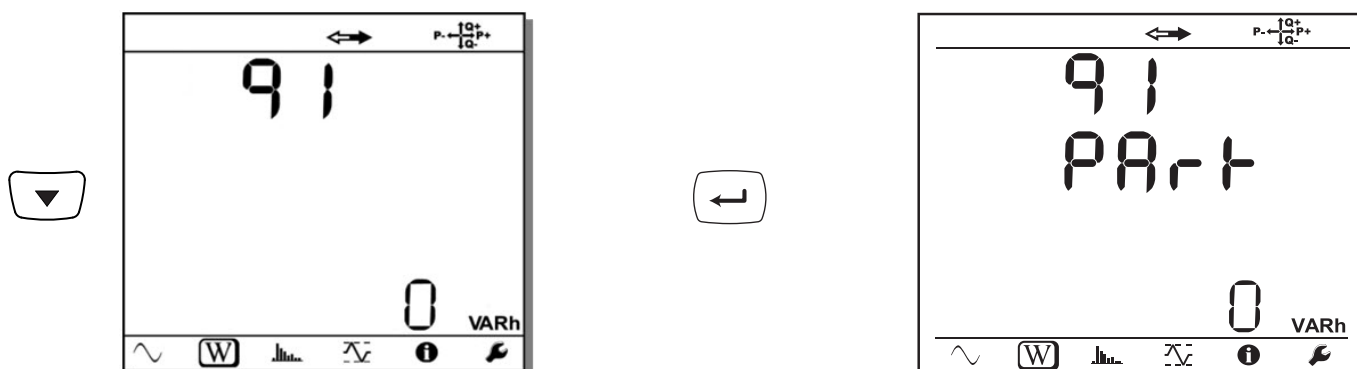
Ер+: общая активная энергия (потребляемая нагрузкой) в кВт·ч



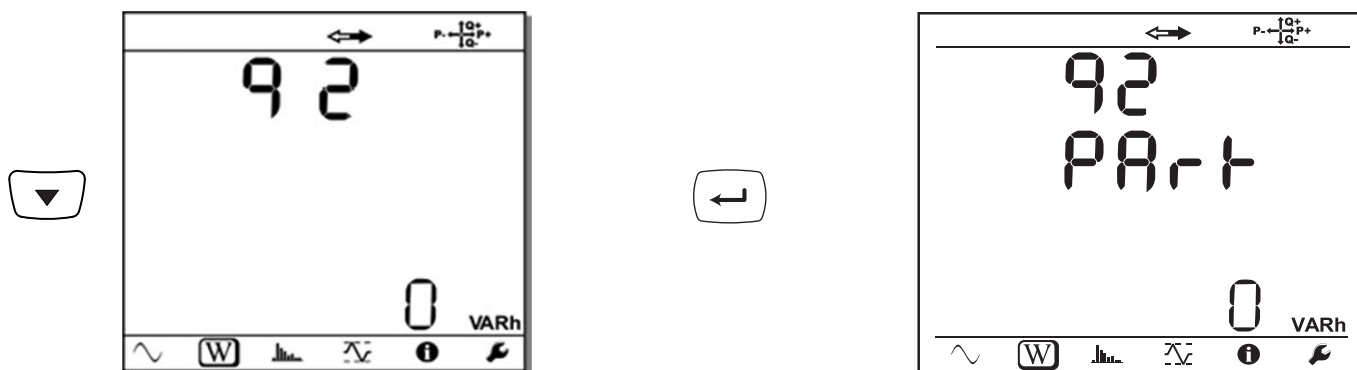
Ер-: общая активная энергия (отдаваемая источником) в кВт·ч



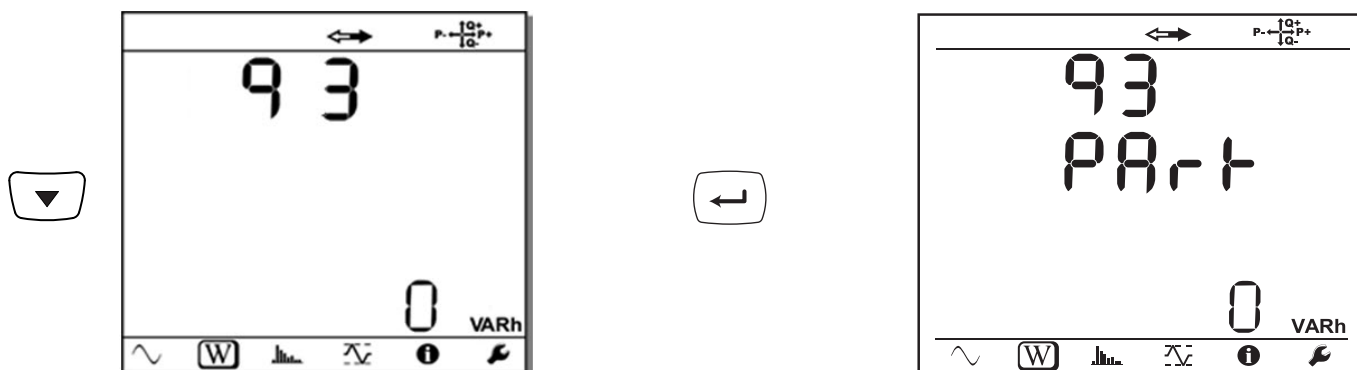
Eq1: реактивная энергия (потребляемая нагрузкой) в индуктивном квадранте (квадрант 1) в квар·ч.



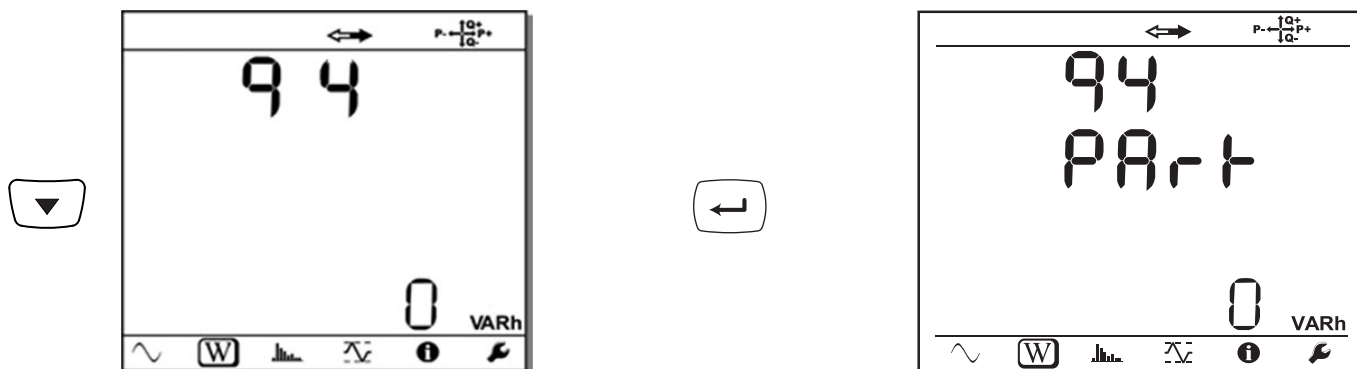
Eq2: реактивная энергия (отдаваемая источником) в емкостном квадранте (квадрант 2) в квар·ч.



Eq3: реактивная энергия (отдаваемая источником) в индуктивном квадранте (квадрант 3) в квар·ч.



Eq4: реактивная энергия (потребляемая нагрузкой) в емкостном квадранте (квадрант 4) в квар·ч.



Es+: общая полная энергия (потребляемая нагрузкой) в кВА·ч

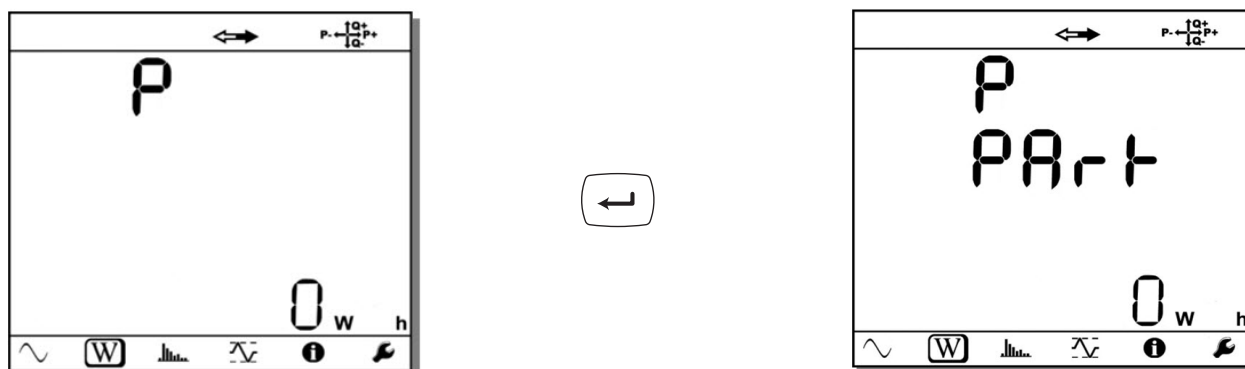


Es-: общая полная энергия (отдаваемая источником) в кВА·ч

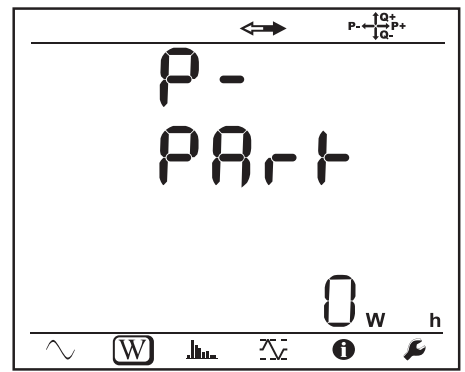
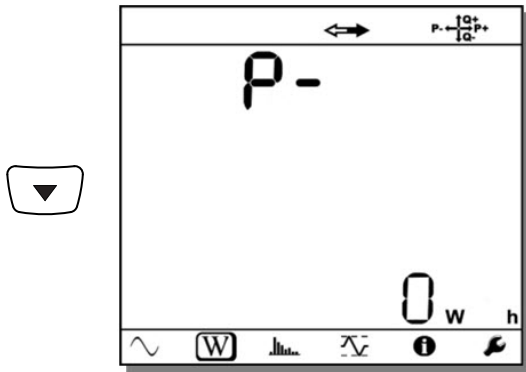


Сети постоянного тока

Er+: общая активная энергия (потребляемая нагрузкой) в кВт·ч



Ер-: общая активная энергия (отдаваемая источником) в кВт·ч

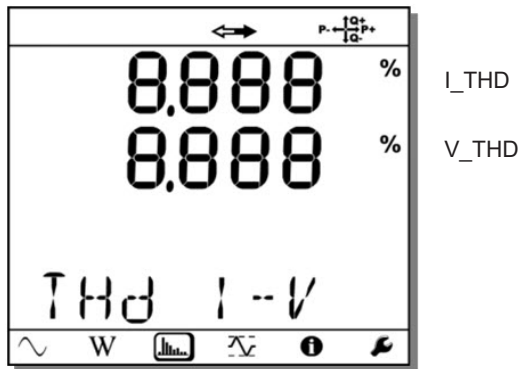


4.3.3. РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ ГАРМОНИК

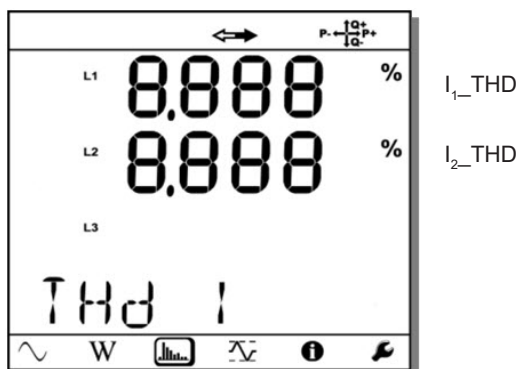
Индикация зависит от настройки сети.

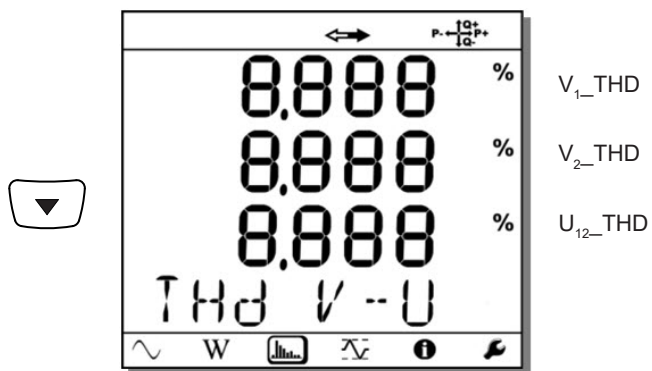
Индикация гармоник недоступна для сетей постоянного тока. На дисплее отображается индикация «No THD in DC Mode».

Однофазная 2-проводная (1P-2W)

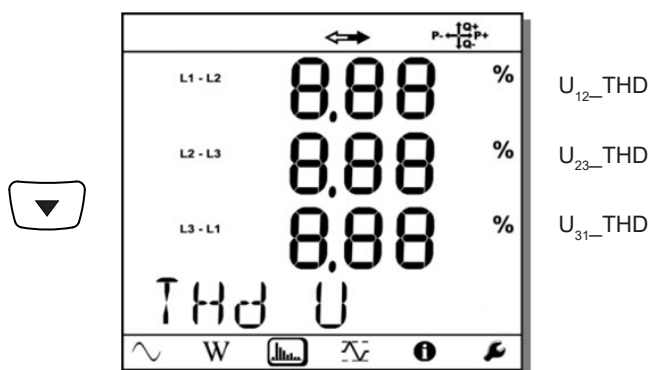
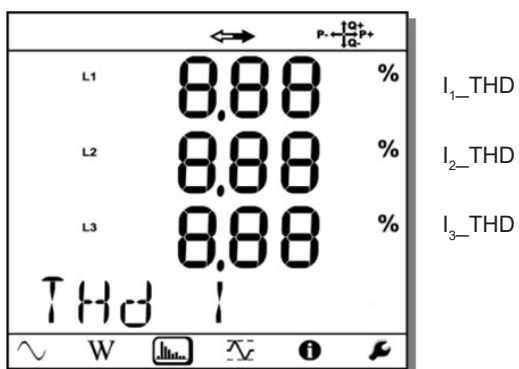


Двухфазная 3-проводная (1P-3W)

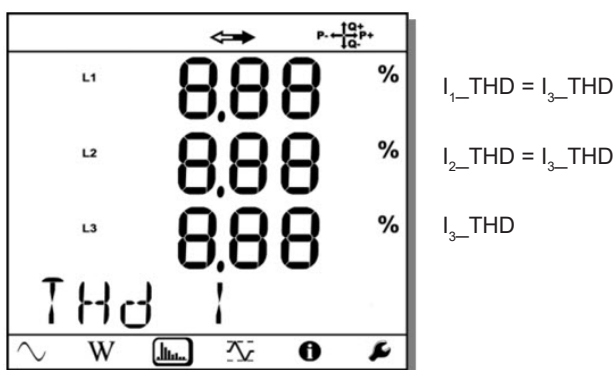


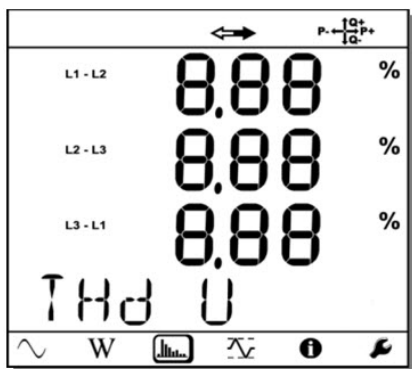


Трёхфазная 3-проводная несимметричная (3P-3WΔ2, 3P-3WΔ3, 3P-3WO2, 3P-3WO3, 3P-3WY2, 3P-3WY3)



Трёхфазная 3-проводная, соединенная по схеме Δ, симметричная (3P-3WΔb)



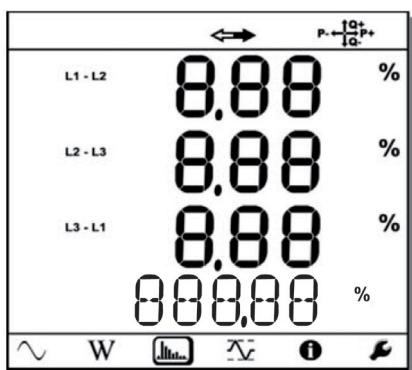


U_{12_THD}

$U_{23_THD} = U_{12_THD}$

$U_{31_THD} = U_{12_THD}$

Трехфазная 4-проводная несимметричная (3P-4WY, 3P-4WY2, 3P-4WΔ, 3P-4WOΔ)

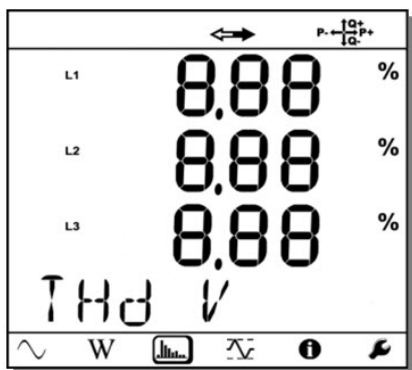


I_{1_THD}

I_{2_THD}

I_{3_THD}

I_{N_THD}

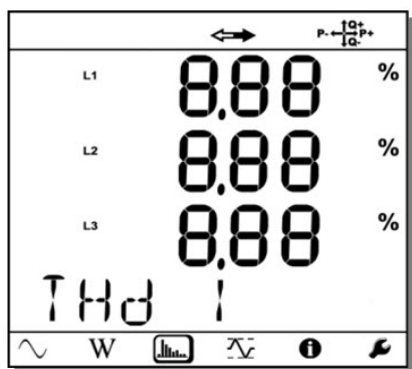


V_{1_THD}

V_{2_THD}

V_{3_THD}

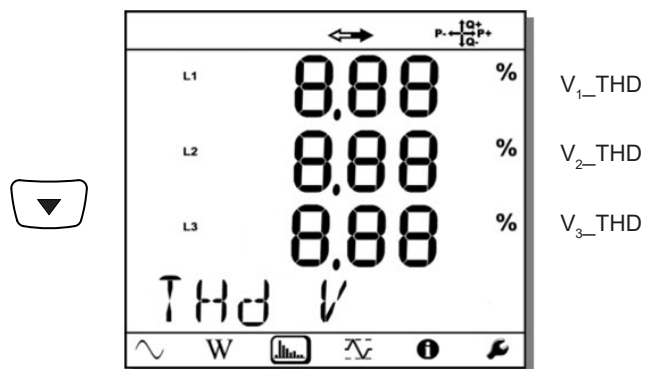
Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме Y, симметричная (3P-4WYb)



I_{1_THD}

I_{2_THD}

I_{3_THD}

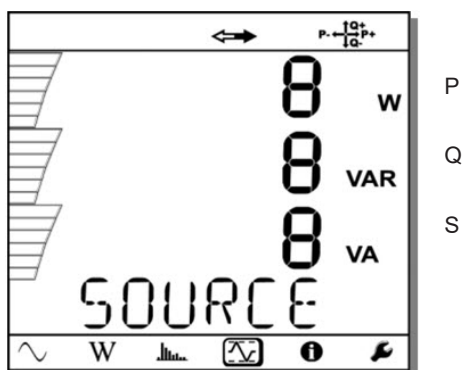
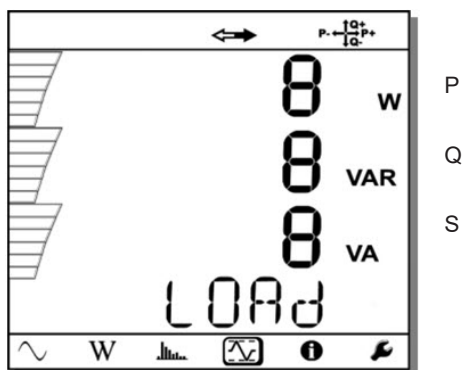
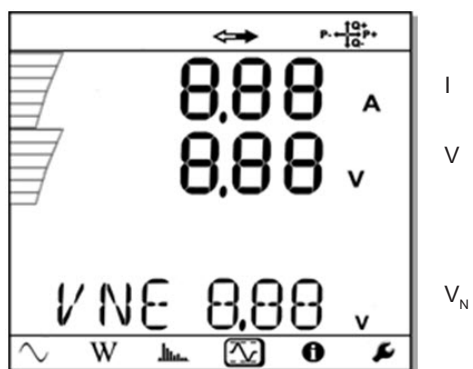


4.3.4. РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ МАКСИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

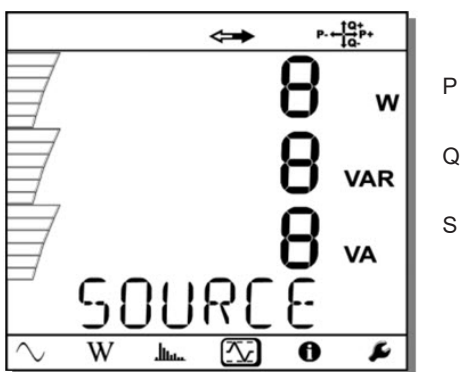
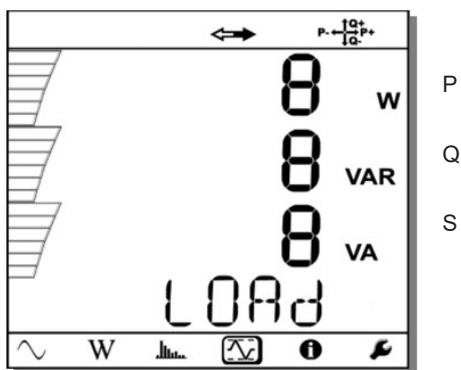
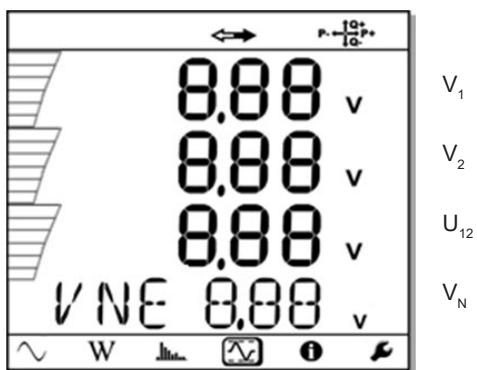
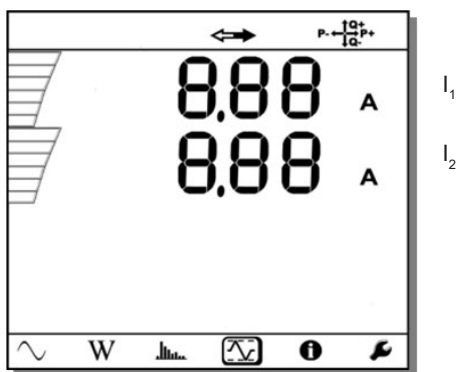
В зависимости от опции, выбранной в ПО PEL Transfer, речь может идти о максимальных агрегированных значениях текущей или последней записи или о максимальных агрегированных значениях, зарегистрированных с момента последнего сброса.

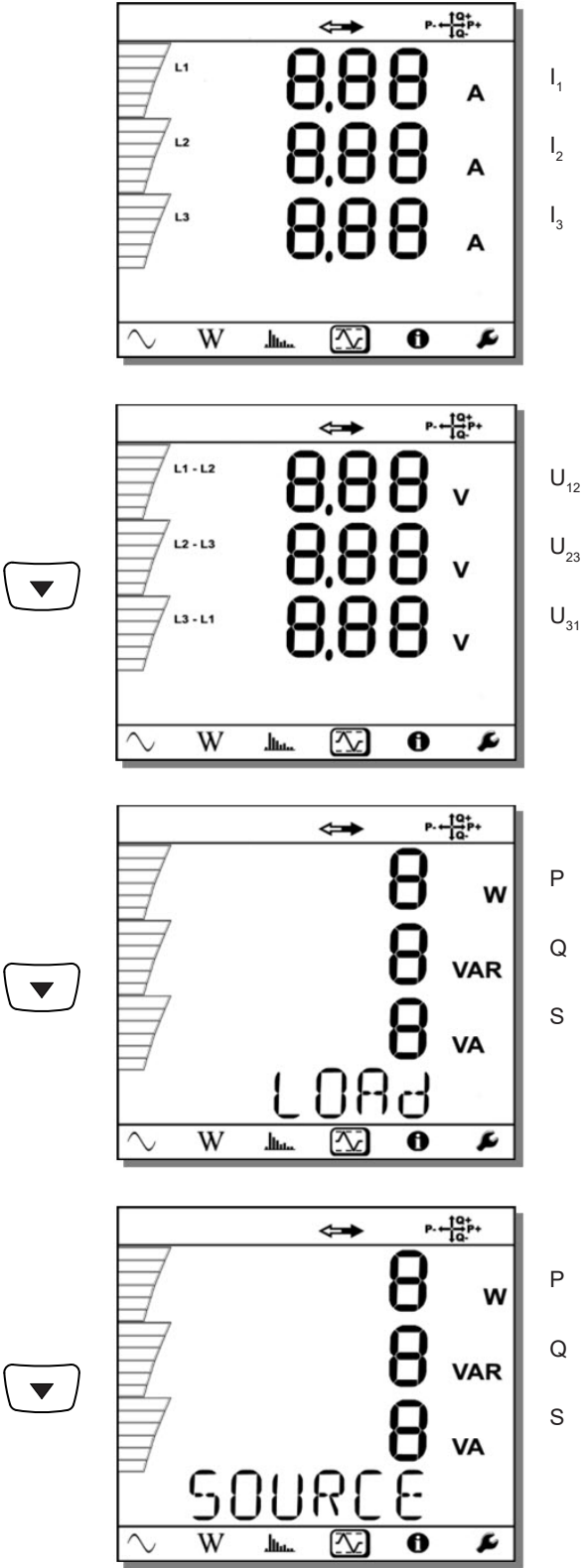
Индикация максимальных значений недоступна для сетей постоянного тока. На дисплее отображается индикация «No Max in DC Mode».

Однофазная 2-проводная (1P-2W)

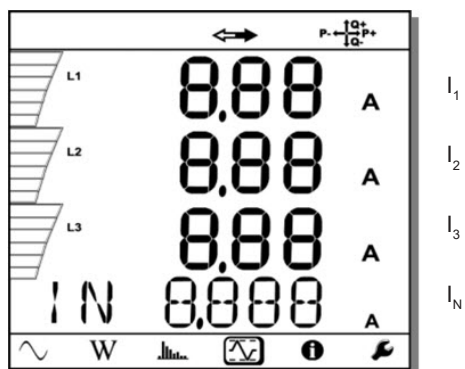


Двухфазная 3-проводная (1P-3W)





Трехфазная 4-проводная (3P-4WY, 3P-4WY2, 3P-4WΔ, 3P-4W0Δ), 3P-4WYb)



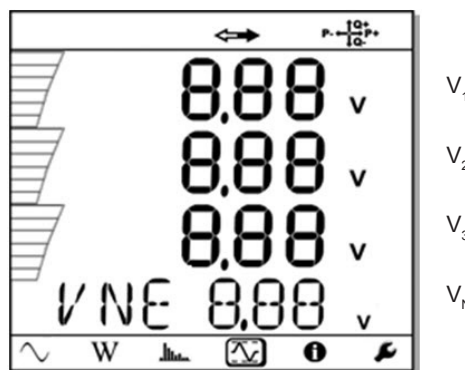
I_1

I_2

I_3

I_N

Для симметричной сети (3P-4WYb)
значение I_N не отображается.

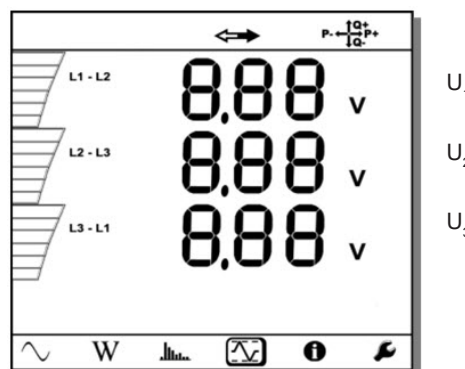


V_1

V_2

V_3

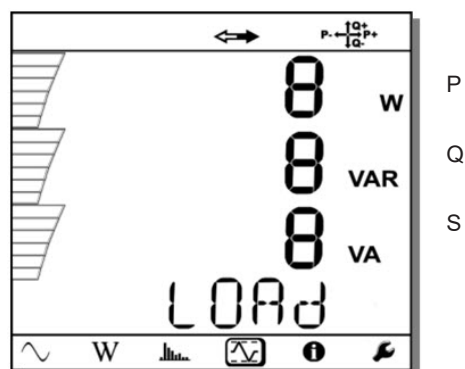
V_N



U_{12}

U_{23}

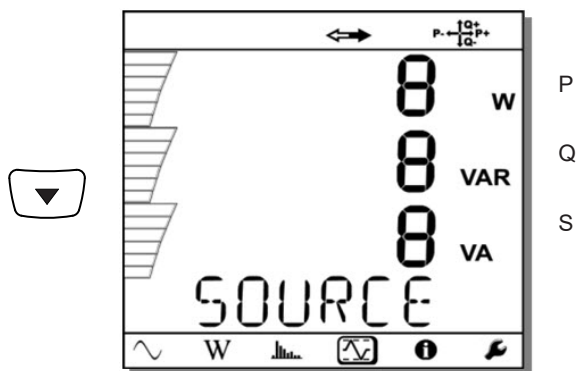
U_{31}



P

Q

S



5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ PEL TRANSFER

5.1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Программное обеспечение PEL Transfer позволяет:

- Подключить прибор к ПК по сети Wi-Fi или Bluetooth, через USB или Ethernet.
- Настроить прибор: присвоить имя, выбрать яркость и контрастность дисплея, заблокировать кнопку «Выбор»  прибора, настроить дату и время, отформатировать SD-карту и т.д.
- Настроить передачу данных между прибором и ПК.
- Настроить измерения: выбрать распределительную сеть, коэффициент трансформации, частоту, коэффициенты трансформации токовых датчиков.
- Настроить записи: выбрать имена, продолжительность, дату начала и окончания, период агрегации, регистрацию или отсутствие регистрации значений «1с» и гармоник.
- Управлять счетчиками энергии, временем работы прибора, временем наличия напряжения на измерительных входах, временем наличия тока на измерительных входах и т.д.

Программное обеспечение PEL Transfert позволяет также открывать записи, загружать их на ПК, экспортировать в электронные таблицы, просматривать соответствующие кривые, создавать отчеты и выводить их на печать.

Данное ПО также позволяет обновлять внутреннее программное обеспечение прибора при выходе новой версии обновления.

5.2. УСТАНОВКА ПО PEL TRANSFER



Не подсоединять прибор к ПК до установки программного обеспечения и драйверов.

Минимальные требования к компьютеру:

- Windows® 7 (32/64 бит) или Windows® 8
- Оперативная память от 2 до 4 Гб
- 10 Гб свободного места на диске
- Дисковод

Windows® — это зарегистрированная торговая марка Microsoft®.

1. Загрузите последнюю версию PEL Transfer с нашего веб-сайта.
www.chauvin-arnoux.com
Необходимо зайти в раздел «Техподдержка», затем произвести поиск по «PEL105»

Запустите файл **setup.exe**. Затем следуйте инструкциям по установке.



Вы должны обладать правами администратора для установки на своем ПК программного обеспечения PEL Transfer.

2. Появится предупреждающее сообщение, похожее на то, которое представлено ниже. Щелкнуть кнопкой мыши на **ОК**.

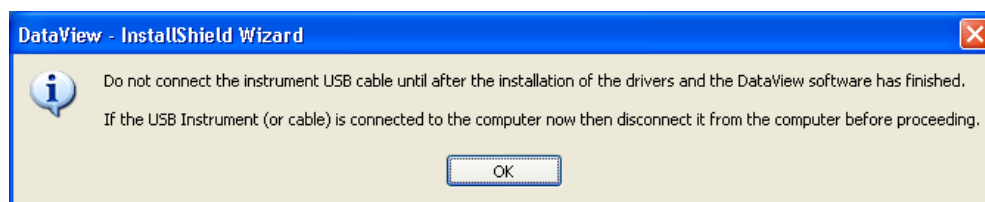


Рис. 32



Установка драйверов может занять некоторое время. Windows может также указать, что программа не отвечает, хотя она работает. Необходимо дождаться завершения процесса.

3. После завершения установки драйверов открывается диалоговое окно **«Успешное завершение установки»**. Щелкнуть кнопкой мыши на **ОК**.
4. Затем открывается окно **«Работа Install Shield Wizard завершена»**. Щелкнуть кнопкой мыши на **«Завершить»**.
5. Открывается диалоговое окно **«Вопрос»**. Щелкнуть кнопкой мыши на **«Да»**, чтобы прочесть информацию о процедуре подключения прибора к порту USB компьютера.



Окно браузера остается открытым. Можно выбрать другую опцию загрузки (например, Adobe® Reader), руководства по эксплуатации для чтения или же закрыть окно.

6. При необходимости перезагрузить компьютер.



На рабочий стол добавляется ярлык.

Теперь можно открыть PEL Transfer и подключить свой прибор PEL к компьютеру.



Для получения контекстной информации об установке PEL Transfer обращаться к меню «Справка по программному обеспечению»

6. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Погрешности выражаются в % от показаний (П) и в единицах младшего разряда (емр):
 $\pm (a\% \text{ П} + b \text{ емр})$

6.1. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ

Параметр	Расчетные условия
Температура окружающей среды	$23 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Относительная влажность	от 45% до 75%
Напряжение	Отсутствие постоянной составляющей в цепи перем. тока, отсутствие переменной составляющей в цепи пост. тока ($< 0,1\%$)
Ток	Отсутствие постоянной составляющей в цепи перем. тока, отсутствие переменной составляющей в цепи пост. тока ($< 0,1\%$)
Частота электрической сети	$50 \text{ Гц} \pm 0,1 \text{ Гц}$ и $60 \text{ Гц} \pm 0,1 \text{ Гц}$
Сдвиг фаз между напряжением и током	0° (активная мощность) или 90° (реактивная мощность)
Гармоники	$< 0,1\%$
Небаланс по напряжению	0%
Прогрев	Прибор должен быть включен под напряжение, по меньшей мере, в течение часа.
Синфазный сигнал	Прибор работает от аккумуляторной батареи, USB-кабель отсоединен.
Магнитное поле	0 А/ПЕРЕМ. ТОКА/м
Электрическое поле	0 В/ПЕРЕМ. ТОКА/м

Таблица 6

6.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

6.2.1. ВХОДЫ ПО НАПРЯЖЕНИЮ

Рабочий диапазон: до 1000 Вскз для напряжений между фазой и нейтралью, между фазами и между нейтралью и «землей» при частоте от 42,5 до 69 Гц (600 Вскз при частоте от 340 до 460 Гц) и до 600 Впост. тока.



Значения напряжения между фазой и нейтралью ниже 2 В и значения напряжения между фазами ниже $2\sqrt{3}$ В принимаются равными нулю.

Входной импеданс: 1908 кОм (между фазой и нейтралью и между нейтралью и «землей»)

Максимальная перегрузка: 1 100 Вскз

6.2.2. ВХОДЫ ПО ТОКУ



Выходы токовых датчиков являются выходами по напряжению.

Рабочий диапазон: от 0,5 мВ до 1,2 В ($1\text{В} = I_{\text{ном}}$) с пик-фактором $= \sqrt{2}$

Входной импеданс: 1 МОм (за исключением токовых датчиков AmpFlex® / MiniFlex®):
12,4 МОм (токовые датчики AmpFlex® / MiniFlex®)

Максимальная перегрузка: 1,7 В

6.2.3. ОСНОВНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ (КРОМЕ ТОКОВЫХ ДАТЧИКОВ)

Погрешности в нижеприведенных таблицах даны для значений «1 с» и агрегированных значений. Для измерений «200 мс» значения погрешностей необходимо удваивать.

6.2.3.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ЧАСТОТЕ 50/60 ГЦ

Количественные показатели	Диапазон измерения	Основная погрешность
Частота (f)	[42,5; 69 Гц]	$\pm 0,1$ Гц
Напряжение между фазой и нейтралью (V)	[10 В; 1000 В]	$\pm 0,2\%$ П $\pm 0,2$ В
Напряжение между нейтралью и «землей» (V_{PE})	[10 В; 1000 В]	$\pm 0,2\%$ П $\pm 0,2$ В
Напряжение между фазами (U)	[17 В; 1700 В]	$\pm 0,2\%$ П $\pm 0,4$ В
Ток (I)	[0,2% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,2\%$ П $\pm 0,02\%$ I _{ном}
Ток нейтрали (I _N)	[0,2% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,2\%$ П $\pm 0,02\%$ I _{ном}
Активная мощность (P) кВт	PF = 1 V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,5\%$ П $\pm 0,005\%$ P _{ном}
	PF = [0,5 индукт.; 0,8 емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,7\%$ П $\pm 0,007\%$ P _{ном}
Реактивная мощность (Q) квар	Sin φ = 1 V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 1\%$ П $\pm 0,01\%$ Q _{ном}
	Sin φ = [0,5 индукт.; 0,5 емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 1,5\%$ П $\pm 0,01\%$ Q _{ном}
	Sin φ = [0,25 индукт.; 0,25 емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [10% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 3,5\%$ П $\pm 0,03\%$ Q _{ном}
Полная мощность (S) кВА	V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,5\%$ П $\pm 0,005\%$ S _{ном}
Коэффициент мощности (PF)	PF = [0,5 индукт.; 0,5 емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,05$
	PF = [0,2 индукт.; 0,2 емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,1$
tan Φ	tan Φ = [$\sqrt{3}$ индукт.; $\sqrt{3}$ емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,02$
	tan Φ = [3,2 индукт.; 3,2 емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,05$
Активная энергия (E _p) кВт·ч	PF = 1 V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,5\%$ П
	PF = [0,5 индукт.; 0,8 емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [10% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,7\%$ П
Реактивная энергия (E _q) квар·ч	sin φ = 1 V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 2\%$ П
	sin φ = [0,5 индукт.; 0,5 емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [10% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 2\%$ П
	sin φ = [0,5 индукт.; 0,5 емкостн.] V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 2,5\%$ П
Полная энергия (E _s) кВА·ч	V = [100 В; 1000 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	$\pm 0,5\%$ П

Количественные показатели	Диапазон измерения	Основная погрешность
Коэффициент гармонических искажений (THD) %	PF = 1 V = [100 В; 1000 В] I = [10% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	± 1% П

Таблица 7

- I_{ном} — это значение тока, измеренное на выходе токового датчика с напряжением 1 В.
- R_{ном} и S_{ном} — это активная и полная мощность для V = 1000 В, I = I_{ном} и PF = 1.
- Q_{ном} — это реактивная мощность для V = 1000 В, I = I_{ном} и sin φ = 1.
- Основная погрешность на уровне входов по току задается для изолированного входа с напряжением 1 В, что соответствует I_{ном}. Необходимо прибавить к ней основную погрешность используемого токового датчика, чтобы узнать общую погрешность измерительной цепи. Для токовых датчиков AmpFlex® и MiniFlex® необходимо применять основную погрешность, указанную в табл. Таблица 20.
- Если токовые датчики не используются, то основная погрешность по току нейтрали соответствует сумме погрешностей по I1, I2 и I3

6.2.3.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ЧАСТОТЕ 400 ГЦ

Количественные показатели	Диапазон измерения	Основная погрешность
Частота (f)	[340 Гц; 460 Гц]	± 0,3 Гц
Напряжение между фазой и нейтралью (V)	[10 В; 600 В]	± 0,2% П ± 0,5 В
Напряжение между нейтралью и «землей» (V _{PE})	[4 В; 600 В]	± 0,2% П ± 0,5 В
Напряжение между фазами (U)	[17 В; 600 В]	± 0,2% П ± 1 В
Ток (I)	[0,2% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	± 0,5% П ± 0,05% I _{ном}
Ток нейтрали (I _N)	[0,2% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	± 0,5% П ± 0,05% I _{ном}
Активная мощность (P) кВт	PF = 1 V = [100 В; 600 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	±2% П ± 0,02% R _{ном} ¹
	PF = [0,5 индукт.; 0,8 емкостн.] V = [100 В; 600 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	±3% П ± 0,03% R _{ном} ¹
Активная энергия (E _p) кВт·ч	PF = 1 V = [100 В; 600 В] I = [5% I _{ном} ; 120% I _{ном}]	± 2% П

Таблица 8

- I_{ном} — это значение тока, измеренное на выходе токового датчика с напряжением 1 В.
- R_{ном} — это активная мощность для V = 600 В, I = I_{ном} и PF = 1.
- Основная погрешность на уровне входов по току (I) задается для изолированного входа с номинальным напряжением 1 В, что соответствует I_{ном}. Необходимо прибавить к ней основную погрешность используемого токового датчика, чтобы узнать общую погрешность измерительной цепи. Для токовых датчиков AmpFlex® и MiniFlex® необходимо применять основную погрешность, указанную в табл. Таблица 20.
- Если токовые датчики не используются, то основная погрешность по току нейтрали соответствует сумме погрешностей по I1, I2 и I3
- Что касается токовых датчиков AmpFlex® и MiniFlex®, максимальный ток ограничен 60% I_{ном} при 50/60 Гц.
- 1: приблизительное значение

6.2.3.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ СЕТЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Количественные показатели	Диапазон измерения	Типовая основная погрешность
Напряжение (V)	$V = [100 \text{ В}; 1000 \text{ В}]$	$\pm 0,2\% \text{ П} \pm 0,2 \text{ В}$
Напряжение между нейтралью и «землей» (V_{PE})	$V = [2 \text{ В}; 1000 \text{ В}]$	$\pm 0,2\% \text{ П} \pm 0,2 \text{ В}$
Ток (I)	$I = [5\% I_{ном}; 120\% I_{ном}]$	$\pm 0,2\% \text{ П} \pm 0,02\% I_{ном}$
Ток нейтрали (I_N)	$I = [5\% I_{ном}; 120\% I_{ном}]$	$\pm 0,2\% \text{ П} \pm 0,02\% I_{ном}$
Мощность (P) кВт	$V = [100 \text{ В}; 1000 \text{ В}]$ $I = [5\% I_{ном}; 120\% I_{ном}]$	$\pm 0,5\% \text{ П} \pm 0,005\% P_{ном}$
Энергия (Eр) кВт·ч	$V = [100 \text{ В}; 1000 \text{ В}]$ $I = [5\% I_{ном}; 120\% I_{ном}]$	$\pm 1,5\% \text{ П}$

Таблица 9

- $I_{ном}$ — это значение тока, измеренное на выходе токового датчика с напряжением 1 В.
- $P_{ном}$ — это мощность для $V = 600 \text{ В}$, $I = I_{ном}$.
- Основная погрешность на уровне входов по току (I) задается для изолированного входа с номинальным напряжением 1 В, что соответствует $I_{ном}$. Необходимо прибавить к ней основную погрешность используемого токового датчика, чтобы узнать общую погрешность измерительной цепи.
- Если токовые датчики не используются, то основная погрешность по току нейтрали соответствует сумме погрешностей по I_1 , I_2 и I_3

6.2.3.4. ТЕМПЕРАТУРА

Для V, U, I, P, Q, S, PF и E:

- 300 ppm/°C, при $5\% < I < 120\%$ и PF = 1
- 500 ppm/°C, при $10\% < I < 120\%$ и PF = 0,5 индукт.

Смещение в сети пост. тока

- V: 10 мВ/°C (типовое значение)
- I: 30 ppm x $I_{ном}$ /°C (типовое значение)

6.2.3.5. ПОДАВЛЕНИЕ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА

Коэффициент подавления синфазного сигнала на нейтрали составляет 140 дБ (типовое значение).

Например, напряжение 230 В, приложенное к нейтрали, добавит 23 мкВ на выходах токовых датчиков AmpFlex® и MiniFlex®, что составляет ошибку в 230 мА при 50 Гц. На остальных токовых датчиках, это составит дополнительную ошибку, соответствующую 0,01% $I_{ном}$.

6.2.3.6. ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Для входов по току, к которым подключены гибкие токовые датчики MiniFlex® или AmpFlex®: 10 мА/А/м (типовое значение) при 50/60 Гц.

6.2.4. ТОКОВЫЕ ДАТЧИКИ

6.2.4.1. МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ



Обращаться к листу данных по безопасности или руководству по эксплуатации, входящим в комплект поставки токовых датчиков.

Амперометрические клещи и гибкие токовые датчики служат для измерения тока, протекающего по кабелю, без размыкания цепи. Они также защищают пользователя от опасных напряжений, присутствующих в цепи.

Выбор токового датчика зависит от измеряемого тока и диаметра кабелей.

При установке датчика, следовать направлению стрелки на датчике, обращенной в сторону нагрузки.

Только токовые датчики AmpFlex® A196A, входящие в комплект поставки прибора, а также гибкие токовые датчики MiniFlex® MA196 обеспечивают его герметичность (IP67, когда прибор закрыт).

6.2.4.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазоны измерений соответствуют рабочим диапазонам токовых датчиков. Иногда они отличаются от диапазонов прибора PEL. Для получения более подробной информации необходимо обращаться к руководству по эксплуатации, входящему в комплект поставки датчика.

а) AmpFlex® A196A или AmpFlex® A193

- Нажать с двух сторон на запирающий механизм, чтобы разомкнуть гибкое кольцо. Разомкнуть его, затем поместить вокруг проводника, по которому протекает измеряемый ток (по одному проводнику на кольцо).

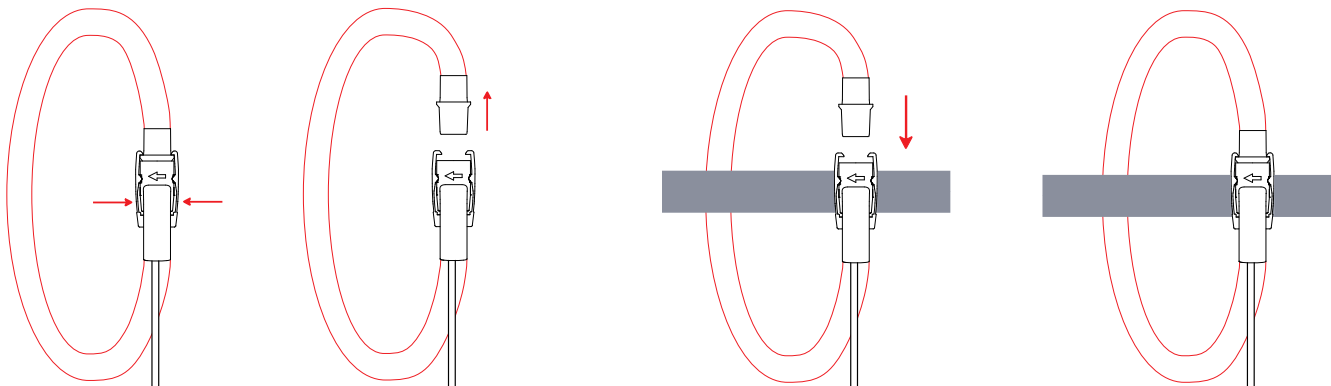


Рис. 33

- Снова замкнуть кольцо. Должен прозвучать «щелчок». Для достижения высокой точности измерения необходимо разместить проводник по центру кольца, а кольцу по возможности придать максимально круглую форму.
- Чтобы отсоединить токовый датчик, необходимо его разомкнуть и снять с проводника. Затем отсоединить токовый датчик от прибора.

AmpFlex® A196A (герметичные, степень защиты IP 67) и AmpFlex® A193	
Номинальный диапазон	100 / 400 / 2000 / 10 000 АПЕРЕМ. ТОКА
Диапазон измерения	от 0,2 до 12 000 АПЕРЕМ. ТОКА
Максимальный диаметр захвата (в зависимости от модели)	A196A: Длина = 610 мм; Ø = 170 мм A193: Длина = 450 мм; Ø = 120 мм A193: Длина = 800 мм; Ø = 235 мм
Влияние положения проводника в отверстии кольца датчика	≤ 2% повсюду и ≤ 4% возле запирающего механизма
Влияние близлежащего проводника, по которому протекает переменный ток	≤ 1% повсюду и ≤ 2% возле запирающего механизма
Безопасность	МЭК 61010-2-032, степень загрязнения 2, 1000 В КАТ. IV

Таблица 10

Замечание: Токи < 0,05% от номинального диапазона принимаются равными нулю.
Номинальные диапазоны снижены до 50 / 200 / 1000 / 5 000 АПЕРЕМ. тока при частоте 400 Гц.

b) MiniFlex® MA193 или MA196

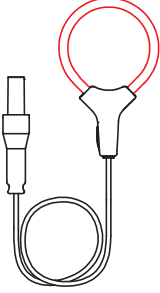
MiniFlex® MA193 или MA196		
Номинальный диапазон	100 / 400 / 2000 / 10 000 АПЕРЕМ. тока (при условии полного захвата проводника)	
Диапазон измерения	от 200 мА до 2400 АПЕРЕМ. тока	
Максимальный диаметр захвата	Длина = 250 мм; Ø = 70 мм Длина = 350 мм; Ø = 100 мм	
Влияние положения проводника в отверстии кольца датчика	≤ 1,5% (типичное значение), 2,5% максимум	
Влияние близлежащего проводника, по которому протекает переменный ток	≤ 1% для проводника, соприкасающегося с датчиком, и ≤ 2% возле запирающего механизма	
Безопасность	МЭК 61010-2-032, степень загрязнения 2, 600 В КАТ. IV, 1000 В КАТ. III	

Таблица 11

Замечание: Токи < 0,05 % от номинального диапазона принимаются равными нулю.
Номинальные диапазоны снижены до 50 / 200 / 1000 / 5 000 АПЕРЕМ. тока при частоте 400 Гц.
Диапазон 10 000 А действует при условии полного захвата проводника кольцом датчика MiniFlex®.

с) Клещи PAC93

Замечание: вычисления мощности сбрасываются при настройке нулевого значения тока.

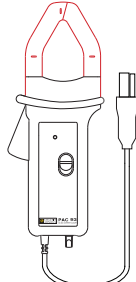
Клещи PAC93		
Номинальный диапазон	1000 АПЕРЕМ. тока, 1300 А пост. тока	
Диапазон измерения	от 1 до 1000 АПЕРЕМ. тока, от 1 до 1300 АПИК ПЕРЕМ. ТОК+ПОСТ. ТОК	
Максимальный диаметр захвата	Один проводник 42 мм или два по 25,4 мм, или две шины 50 x 5 мм	
Влияние положения проводника в отверстии губок клещей	< 0,5%, сеть пост. тока при частоте 440 Гц	
Влияние близлежащего проводника, по которому протекает переменный ток	< 10 мА/А при 50/60 Гц	
Безопасность	МЭК 61010-2-032, степень загрязнения 2, 300 В КАТ. IV, 600 В КАТ. III	

Таблица 12

Замечание: Токи < 1 АПЕРЕМ./пост. тока в сетях переменного тока принимаются равными нулю.

d) Клещи C193

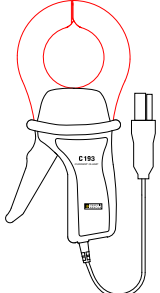
Клещи C193		
Номинальный диапазон	1000 АПЕРЕМ. тока для f ≤ 10 кГц	
Диапазон измерения	от 1 А до 1200 АПЕРЕМ. тока макс. (I > 1000 А максимум в течение 5 минут)	
Максимальный диаметр захвата	52 мм	
Влияние положения проводника в отверстии губок клещей	< 0,5%, сеть пост. тока при частоте 440 Гц	
Влияние близлежащего проводника, по которому протекает переменный ток	< 10 мА/А при 50/60 Гц	
Безопасность	МЭК 61010-2-032, степень загрязнения 2, 600 В КАТ. IV, 1000 В КАТ. III	

Таблица 13

Замечание: Токи < 0,5 А принимаются равными нулю.

е) Клещи MN93

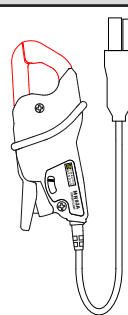
Клещи MN93		
Номинальный диапазон	200 АПЕРЕМ. ТОКА для $f \leq 10$ кГц	
Диапазон измерения	от 0,5 до 240 АПЕРЕМ. тока макс. ($I > 200$ А перем. тока)	
Максимальный диаметр захвата	20 мм	
Влияние положения проводника в отверстии губок клещей	$< 0,5\%$ при 50/60 Гц	
Влияние близлежащего проводника, по которому протекает переменный ток	≤ 15 мА/А	
Безопасность	МЭК 61010-2-032, степень загрязнения 2, 300 В КАТ. IV, 600 В КАТ. III	

Таблица 14

Замечание: Токи < 100 мА принимаются равными нулю.

ф) Клещи MN93A

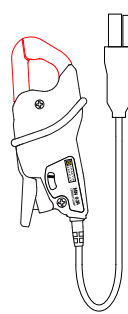
Клещи MN93A		
Номинальный диапазон	5 А и 100 АПЕРЕМ. ТОКА	
Диапазон измерения	Диапазон 5 А: от 0,005 до 6 АПЕРЕМ. тока макс. Диапазон 100 А: от 0,2 до 120 АПЕРЕМ. тока макс.	
Максимальный диаметр захвата	20 мм	
Влияние положения проводника в отверстии губок клещей	$< 0,5\%$ при 50/60 Гц	
Влияние близлежащего проводника, по которому протекает переменный ток	≤ 15 мА/А при 50/60 Гц	
Безопасность	МЭК 61010-2-032, степень загрязнения 2, 300 В КАТ. IV, 600 В КАТ. III	

Таблица 15

Диапазон 5 А клещей MN93A предназначен для измерения токов вторичной обмотки токовых трансформаторов.

Замечание: Токи $< 2,5$ мА $\times$ коэффициент трансформации в диапазоне 5 А и < 50 мА в диапазоне 100 А принимаются равными нулю.

г) Клещи E3N

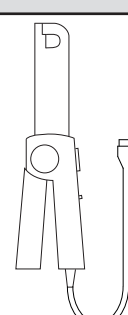
Клещи E3N		
Номинальный диапазон	10 АПЕРЕМ./пост. тока, 100 АПЕРЕМ./пост. тока	
Диапазон измерения	Диапазон 100 мВ/А: от 0,05 до 10 АПЕРЕМ./пост. тока Диапазон 10 мВ/А: от 0,5 до 100 АПЕРЕМ./пост. тока	
Максимальный диаметр захвата	11,8 мм	
Влияние положения проводника в отверстии губок клещей	$< 0,5\%$	
Влияние близлежащего проводника, по которому протекает переменный ток	-33 дБ (типовое значение), сеть пост. тока при частоте 1 кГц	
Безопасность	МЭК 61010-2-032, степень загрязнения 2, 300 В КАТ. IV, 600 В КАТ. III	

Таблица 16

Замечание: Токи < 50 мА в сетях переменного тока принимаются равными нулю.

h) Клещи J93

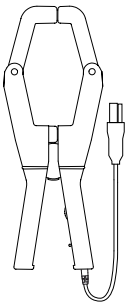
Клещи J93		
Номинальный диапазон	3500 АПЕРЕМ. тока, 5000 Апост. тока	
Диапазон измерения	50–3500 АПЕРЕМ. тока; 50–5000 Апост. тока	
Максимальный диаметр захвата	72 мм	
Влияние положения проводника в отверстии губок клещей	$< \pm 2\%$	
Влияние близлежащего проводника, по которому протекает переменный ток	> 35 дБ (типовое значение) , сеть пост. тока при частоте 2 кГц	
Безопасность	МЭК 61010-2-032, степень загрязнения 2, 600 В КАТ. IV, 1000 В КАТ. III	

Таблица 17

Замечание: Токи < 5 А в сетях переменного тока принимаются равными нулю.

h) Адаптерный блок 5 A/Essailec®

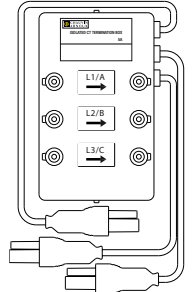
Адаптерный блок 5 A/Essailec®		
Номинальный диапазон	5 АПЕРЕМ. тока	
Диапазон измерения	от 0,005 до 6 АПЕРЕМ. тока	
Число входов для трансформатора	3	
Безопасность	МЭК 61010-2-032, степень загрязнения 2, 300 В КАТ. III	

Таблица 18

Замечание: Токи $< 2,5$ мА принимаются равными нулю.

6.2.4.3. ОСНОВНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ



Основные погрешности измерений тока и фазы необходимо прибавлять к основным погрешностям прибора для получения соответствующей величины: мощности, энергии, коэффициентов мощности, $\tan \Phi$ и т.д.

Нижеследующие характеристики приведены в порядке расчетных условий для токовых датчиков.

Характеристики токовых датчиков (выход 1 В при I_{ном})

Токовый датчик	I номинальный	Ток (СКЗ или пост. ток)	Основная погрешность при 50/60 Гц	Основная погрешность по ф при 50/60 Гц	Типовая погрешность по ф при 50/60 Гц	Типовая погрешность по ф при 400 Гц
Клещи РАС93	1000 А ПЕРЕМ. ТОКА 1300 А ПОСТ. ТОКА	[1 А; 50 А[	$\pm 1,5\% \Pi \pm 1 \text{ А}$	-	-	- 4,5° при 100 А
		[50 А; 100 А[	$\pm 1,5\% \Pi \pm 1 \text{ А}$	$\pm 2,5^\circ$	- 0,9°	
		[100 А; 800 А[	$\pm 2,5\% \Pi$	$\pm 2^\circ$	- 0,8°	
		[800 А; 1000 А[	$\pm 4\% \Pi$		- 0,65°	
		]1000 А пост. тока; 1300 А пост. тока[	$\pm 4\% \Pi$		- 0,65°	
Клещи С193	1000 А ПЕРЕМ. ТОКА	[1 А; 50 А[	$\pm 1\% \Pi$	-	-	+ 0,1° при 1000 А
		[50 А; 100 А[	$\pm 0,5\% \Pi$	$\pm 1^\circ$	+ 0,25°	
		[100 А; 1200 А[	$\pm 0,3\% \Pi$	$\pm 0,7^\circ$	+ 0,2°	
Клещи MN93	200 А ПЕРЕМ. ТОКА	[0,5 А; 5 А[	$\pm 3\% \Pi \pm 1 \text{ А}$	-	-	-
		[5 А; 40 А[	$\pm 2,5\% \Pi \pm 1 \text{ А}$	$\pm 5^\circ$	+ 2°	- 1,5° при 40 А
		[40 А; 100 А[	$\pm 2\% \Pi \pm 1 \text{ А}$	$\pm 3^\circ$	+ 1,2°	- 0,8° при 100 А
		[100 А; 240 А[	$\pm 1\% \Pi \pm 1 \text{ А}$	$\pm 2,5^\circ$	$\pm 0,8^\circ$	- 1° при 200 А
Клещи MN93A	100 А ПЕРЕМ. ТОКА	[200 мА; 5 А[	$\pm 1\% \Pi \pm 2 \text{ мА}$	$\pm 4^\circ$	-	-
		[5 А; 120 А[	$\pm 1\% \Pi$	$\pm 2,5^\circ$	+ 0,75°	- 0,5° при 100 А
	5 А ПЕРЕМ. ТОКА	[5 мА; 250 мА[	$\pm 1,5\% \Pi \pm 0,1 \text{ мА}$	-	-	-
		[250 мА; 6 А[	$\pm 1\% \Pi$	$\pm 5^\circ$	+ 1,7°	- 0,5° при 5 А
Клещи E3N	100 А ПЕРЕМ./ПОСТ. ТОКА	[50 мА; 40 А[	$\pm 4\% \Pi \pm 50 \text{ мА}$	$\pm 1^\circ$	-	-
		[40 А; 100 А[	$\pm 15\% \Pi$	$\pm 1^\circ$	-	-
	10 А ПЕРЕМ./ПОСТ. ТОКА	[50 мА; 10 А[	$\pm 3\% \Pi \pm 50 \text{ мА}$	$\pm 1,5^\circ$	-	-
Клещи J93	3500 А ПЕРЕМ. ТОКА 5000 А ПОСТ. ТОКА	[50 А; 250 А[	$\pm 2\% \Pi \pm 2,5 \text{ А}$	$\pm 3^\circ$	-	-
		[250 А; 500 А[	$\pm 1,5\% \Pi \pm 2,5 \text{ А}$	$\pm 2^\circ$	-	-
		[500 А; 3500 А[	$\pm 1\% \Pi$	$\pm 1,5^\circ$	-	-
		]3500 А пост. тока; 5000 А пост. тока[	$\pm 1\% \Pi$	-	-	-
Адаптер 5A/Essailec®	5 А ПЕРЕМ. ТОКА	[5 мА; 250 мА[	$\pm 0,5\% \Pi \pm 2 \text{ мА}$	$\pm 0,5^\circ$	-	-
		[250 мА; 6 А[	$\pm 0,5\% \Pi \pm 1 \text{ мА}$	$\pm 0,5^\circ$		

Таблица 19

Характеристики AmpFlex® и Min/Flex®

Токовый датчик	I номинальный	Ток (СКЗ или пост. ток)	Основная погрешность при 50/60 Гц	Основная погрешность при 400 Гц	Основная погрешность по ф при 50/60 Гц	Типовая погрешность по ф при 400 Гц
AmpFlex® A196A	100 АПЕРЕМ. ТОКА	[200 мА; 5 А]	$\pm 1,2\% \text{ П} \pm 50 \text{ мА}$	$\pm 2\% \text{ П} \pm 0,1 \text{ А}$	-	-
		[5 А; 120 А] *			$\pm 0,5^\circ$	- 0,5°
	400 АПЕРЕМ. ТОКА	[0,8 А; 20 А]	$\pm 1,2\% \text{ П} \pm 0,2 \text{ А}$	$\pm 2\% \text{ П} \pm 0,4 \text{ А}$	-	-
		[20 А; 500 А] *			$\pm 0,5^\circ$	- 0,5°
	2000 АПЕРЕМ. ТОКА	[4 А; 100 А]	$\pm 1,2\% \text{ П} \pm 1 \text{ А}$	$\pm 2\% \text{ П} \pm 2 \text{ А}$	-	-
		[100 А; 2 400 А] *			$\pm 0,5^\circ$	- 0,5°
	10 000 АПЕРЕМ. ТОКА	[20 А; 500 А]	$\pm 1,2\% \text{ П} \pm 5 \text{ А}$	$\pm 2\% \text{ П} \pm 10 \text{ А}$	-	-
		[500 А; 12 000 А] *			$\pm 0,5^\circ$	- 0,5°
MiniFlex® MA193	100 АПЕРЕМ. ТОКА	[200 мА; 5 А]	$\pm 1\% \text{ П} \pm 50 \text{ мА}$	$\pm 2\% \text{ П} \pm 0,1 \text{ А}$	-	-
		[5 А; 120 А] *			$\pm 0,5^\circ$	- 0,5°
	400 АПЕРЕМ. ТОКА	[0,8 А; 20 А]	$\pm 1\% \text{ П} \pm 0,2 \text{ А}$	$\pm 2\% \text{ П} \pm 0,4 \text{ А}$	-	-
		[20 А; 500 А] *			$\pm 0,5^\circ$	- 0,5°
	2000 АПЕРЕМ. ТОКА	[4 А; 100 А]	$\pm 1\% \text{ П} \pm 1 \text{ А}$	$\pm 2\% \text{ П} \pm 2 \text{ А}$	-	-
		[100 А; 2 400 А] *			$\pm 0,5^\circ$	- 0,5°
MiniFlex® MA196	10 000 АПЕРЕМ. ТОКА ¹	[20 А; 500 А]	$\pm 1\% \text{ П} \pm 1 \text{ А}$	$\pm 2\% \text{ П} \pm 2 \text{ А}$	-	-
		[500 А; 12 000 А] *			$\pm 0,5^\circ$	- 0,5°

Таблица 20

* : Номинальные диапазоны снижены вдвое при частоте 400 Гц.

1: При условии полного захвата проводника.

6.3. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

6.3.1. WI-FI

Диапазон частот 2,4 ГГц согласно стандарту IEEE 802.11 B/G/N передачи данных по радиоканалу

TX мощность: +17 дБм

RX чувствительность: -97 дБм

Скорость передачи данных: 72,2 Мб/с макс.

Безопасность: WPA / WPA2

Точка доступа (AP): до 5 клиентов

6.3.2. BLUETOOTH

Bluetooth 2.1

Класс 1 (радиус действия на открытом пространстве до 100 м)

Код сопряжения по умолчанию: 000

Номинальная выходная мощность: +15 дБм

Номинальная чувствительность: -82 дБм

Скорость передачи: 115,2 кбит/с

6.3.3. USB

Разъем типа B

USB 2

6.3.4. СЕТЬ

Разъем RJ-45 с 2 встроенными СИДами

Ethernet 100 Base T

6.4. ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

Сетевой источник питания

- **Рабочий диапазон:** от 100 В до 1000 В при частоте от 42,5 до 69 Гц
от 100 В до 600 В при частоте от 340 до 460 Гц
от 140 В до 1000 В для сетей постоянного тока
- **Максимальная мощность:** 30 В·А

Аккумуляторная батарея

- **Тип:** аккумуляторная батарея NiMH
- **Число циклов зарядки/разрядки:** > 1000
- **Время зарядки:** около 5 ч
- **Температура перезарядки:** от -20 до +55 °С
- **Длительность автономной работы:** около 1 ч без активации Bluetooth или Wi-Fi



Когда прибор отключен от питания, работа часов сохраняется в течение 20 дней.

6.5. УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Прибор может эксплуатироваться как внутри помещений, так и снаружи.
- **Высота над уровнем моря:**
 - Рабочая: от 0 до 2000 м
 - Хранения: от 0 до 10 000 м
- **Температура и относительная влажность:**

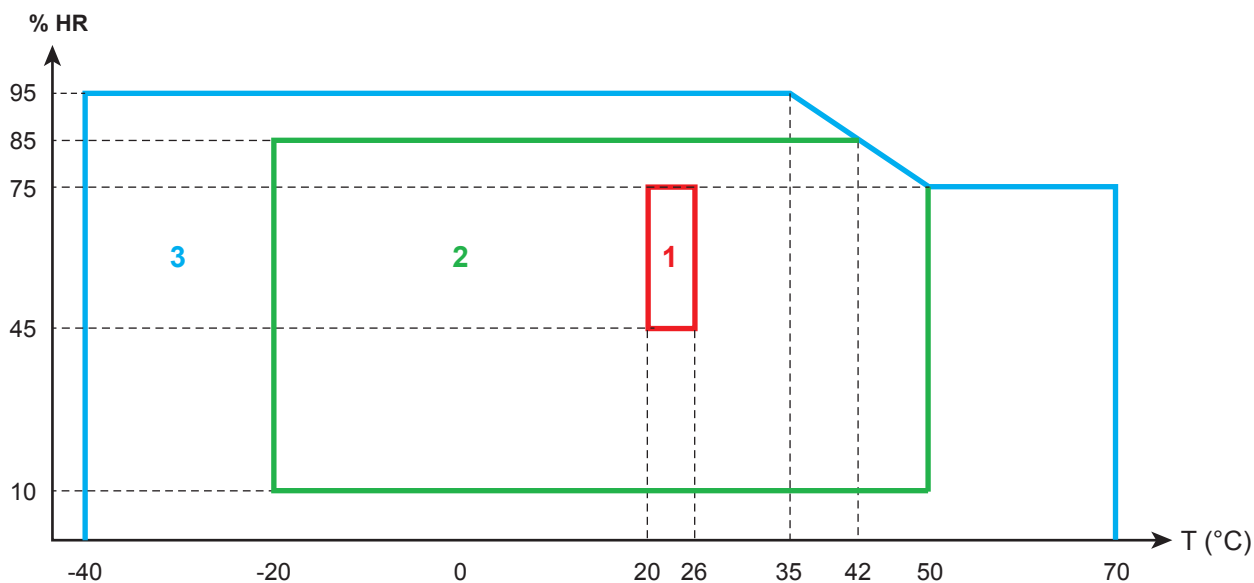


Рис. 34

- 1 = Расчетный диапазон
- 1 + 2 = Рабочий диапазон
- 1 + 2 + 3 = Диапазон хранения

6.6. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- **Размеры:** 270 (+ 50 мм с подключенными проводами) × 245 × 180 мм
- **Масса:** около 3,4 кг
- **Испытание на прочность при падении:** с высоты 20 см в самом неблагоприятном положении без каких-либо функциональных или неустраняемых механических повреждений. С высоты 1 м в упаковке.

■ Степень защиты согласно стандарту МЭК 60529

- IP 67, когда крышка прибора закрыта и надежно подсоединены провода для измерения напряжения и провода датчиков AmpFlex® A196A.
- IP 67, когда крышка прибора закрыта и на клеммы установлены заглушки.
- IP 54, когда крышка открыта, прибор находится в горизонтальном положении и на клеммы установлены заглушки.
- IP 40, когда крышка открыта, прибор находится в горизонтальном положении и с клемм сняты заглушки.

6.7. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Приборы отвечают требованиям стандартов МЭК 61010-1 и МЭК 61010-2-30:

Измерительные входы и оболочка: 1000 В КАТ. IV, степень загрязнения 3 (4, если прибор закрыт)

Токовые датчики отвечают требованиям стандарта МЭК 61010-2-032.

Измерительные провода и зажимы типа «крокодил» отвечают требованиям стандарта МЭК 61010-031.

6.8. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Излучение и безопасность для окружающей среды согласно стандарту МЭК 61326-1.

При использовании датчиков AmpFlex® и MiniFlex® вносимая погрешность составляет 0,5% полной шкалы при максимальном значении 5 А.

6.9. КАРТА-ПАМЯТИ

Прибор PEL поддерживает SD- и SDHC-карты, отформатированные в FAT32, емкостью до 32 Гб.

Число установок и извлечений: 1000.

Передача большого объема данных может быть долгой. Более того, некоторые компьютеры могут с трудом обрабатывать такое количество информации, а электронные таблицы вмещают ограниченный объем данных.

Мы рекомендуем оптимизировать данные, хранящиеся на SD-карте, и записывать только необходимые измерения. Для справки: запись в течение 5 дней с периодом агрегации 15 минут, регистрацией данных «1 с» и гармоник в трехфазной четырехпроводной сети занимает около 530 Мб. Если в показателях гармоник нет необходимости и их запись отключена, то размер данных сокращается примерно до 67 Мб.

Максимальная длительность записей для карты емкостью 2 Гб следующая:

- 19 дней для записи с периодом агрегации 1 минута с регистрацией данных «1 с» и гармоник;
- 12 недель для записи с периодом агрегации 1 минута с регистрацией данных «1 с», но без гармоник;
- 2 года для записи с периодом агрегации, составляющим 1 минуту.

Не сохранять на SD-карте более 32 записей.

Для длительных записей (продолжительностью более одной недели) или записей, содержащих показатели гармоник, необходимо использовать SDHC-карты класса 4 или выше.

Не использовать соединение по Bluetooth для загрузки большого объема записей, поскольку это займет слишком много времени. Если по Bluetooth необходимо передать только одну запись, то следует сократить ее размер за счет извлечения данных «1 с» и гармоник. Без них запись длительностью 30 дней не занимает более 2,5 Мб.

Зато может быть приемлемой загрузка через USB или Ethernet в зависимости от длительности записи и скорости передачи данных. Для передачи данных с большей скоростью использовать адаптер для карт памяти SD/USB.

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



За исключением уплотнителей герметичных разъемов и заглушек для клемм, прибор не содержит деталей, замену которых может производить необученный и неуполномоченный персонал. Любое несанкционированное выполнение работ по техническому обслуживанию, а также замена деталей аналогичными запчастями может серьезно сказаться на безопасности.

Регулярно проверять состояние уплотнительных колец на проводах. В случае повреждения уплотнителей герметичность не обеспечивается.

7.1. ЧИСТКА



Отсоединить от прибора все подключения.

Использовать мягкую ветошь, слегка смоченную в мыльной воде. Протереть прибор влажной ветошью, а затем быстро вытереть насухо сухой ветошью или обдуть струей воздуха. Не использовать спирт, растворители или углеводород.

Не использовать прибор, если на клеммы или кнопочную панель попала влага. Сперва высушить его.

Что касается токовых датчиков:

- Следить за тем, чтобы никакие сторонние предметы не препятствовали надлежащему функционированию запирающего механизма токового датчика.
- Содержать воздушные зазоры клещей в безупречно чистом состоянии. Не допускать попадания брызг воды непосредственно на клещи.

7.2. АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

Прибор оснащен аккумуляторной батареей NiMH. Данная технология обладает многими преимуществами:

- Длительный период автономной работы при небольших габаритах и массе;
- Значительно меньший эффект памяти: можно перезаряжать аккумулятор, даже если он не полностью разряжен;
- Бережное отношение к окружающей среде: отсутствие загрязняющих веществ, таких как свинец или кадмий, в соответствии с действующими нормативными актами.

После длительного хранения аккумуляторная батарея может полностью разрядиться. В этом случае зарядка может занять несколько часов. Тогда потребуется, по меньшей мере, 5 циклов зарядки/разрядки, чтобы аккумуляторная батарея снова достигла 95% своей емкости.

Для оптимизации использования аккумуляторной батареи и продления ее срока службы:

- Производить зарядку только при температуре в диапазоне между -20 и 55 °C.
- Соблюдать эксплуатационные условия.
- Соблюдать условия хранения.

7.3. ОБНОВЛЕНИЕ ПРОШИВКИ

В рамках постоянной работы, чтобы обеспечить наилучший сервис в плане производительности и технического усовершенствования, компания Chauvin Arnoux предлагает возможность обновления программного обеспечения, установленного на данном устройстве (встроенного ПО) и прикладного программного обеспечения (PEL Transfer).

7.3.1. ОБНОВЛЕНИЕ ВСТРОЕННОГО ПО

Когда ваш прибор подключен к PEL Transfer, вы информируетесь о наличии новой версии встроенного ПО.

Для обновления встроенного ПО:

- Подключите прибор через USB, поскольку объем передаваемых данных слишком большой для других типов связи.
- Запустите обновление.



Обновление прошивки может вызвать сброс конфигурации и потерю сохраненных данных. Поэтому в качестве меры предосторожности выполните резервное копирование данных, находящихся в памяти, на компьютер перед обновлением встроенного ПО.

8. ГАРАНТИЯ

Наша гарантия действует в течение **24 месяцев** с даты приобретения оборудования, если прямо не оговорено иное. Выписка из наших общих условий продажи предоставляется по требованию.

Гарантия не действует в следующих случаях:

- ненадлежащее использование прибора или использование с несовместимым оборудованием;
- любая модификация прибора без получения прямого разрешения от технического персонала производителя;
- выполнение операций технического обслуживания персоналом, не уполномоченным производителем;
- использование прибора не по назначению, как это указано в руководстве по эксплуатации;
- повреждения, возникшие в результате ударов, падения или затопления.

9. ПРИЛОЖЕНИЕ

9.1. ИЗМЕРЕНИЯ

9.1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Вычисления выполняются в соответствии с требованиями стандартов МЭК 61557-12 и МЭК 61000-4-30 и IEEE 1459.

Геометрическое представление активной и реактивной мощности:

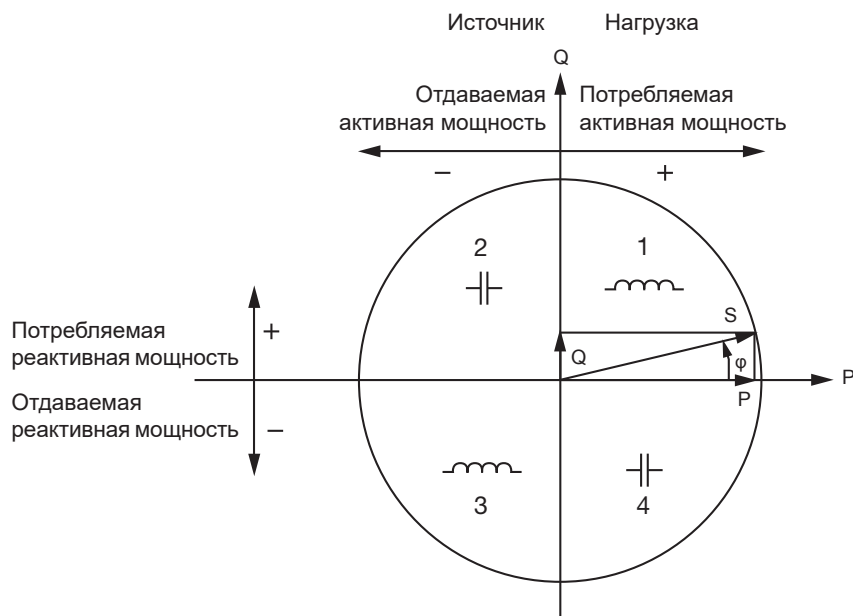


Рис. 35

Квадранты даны для определения значений мощности основной частоты.

Точкой отсчета на данной схеме является вектор тока (зафиксированный в правой части оси).

Направление вектора напряжения V варьируется в зависимости от угла сдвига фаз φ .

Угол сдвига фаз φ между напряжением V и током I рассматривается как положительный в математическом значении термина (против часовой стрелки).

9.1.2. ВЫБОРКА

9.1.2.1. ПЕРИОД ВЫБОРКИ

Он зависит от частоты сети: 50, 60 или 400 Гц.

Период выборки вычисляется каждую секунду.

- Частота сети: $f = 50$ Гц
 - В диапазоне между 42,5 и 57,5 Гц ($50 \text{ Гц} \pm 15\%$) период выборки синхронизирован с частотой сети. Для каждого периода сети доступны 128 выборок.
 - За пределами диапазона 42,5–57,5 Гц период выборки составляет 128×50 Гц.
- Частота сети: $f = 60$ Гц
 - В диапазоне между 51 и 69 Гц ($60 \text{ Гц} \pm 15\%$) период выборки синхронизирован с частотой сети. Для каждого периода сети доступны 128 выборок.
 - За пределами диапазона 51–69 Гц период выборки составляет 128×60 Гц.
- Частота сети: $f = 400$ Гц
 - В диапазоне между 340 и 460 Гц ($400 \text{ Гц} \pm 15\%$) период выборки синхронизирован с частотой сети. Для каждого периода сети доступны 16 выборок.
 - За пределами диапазона 340–460 Гц период выборки составляет 16×400 Гц.

Постоянный сигнал рассматривается за пределами диапазона частоты. Таким образом, частота выборки, в зависимости от предварительно выбранной частоты сети, составляет 6,4 кГц (50/400 Гц) или 7,68 кГц (60 Гц).

9.1.2.2. СИНХРОНИЗАЦИЯ ЧАСТОТЫ ВЫБОРКИ

- По умолчанию частота выборки синхронизируется по каналу V1.
- Если канал V1 отсутствует, то она пытается синхронизироваться по каналу V2, а затем V3, I1, I2 и I3.

9.1.2.3. ПОСТ./ПЕРЕМ. ТОК

Прибор PEL выполняет измерения переменного и постоянного тока для распределительных сетей переменного или постоянного тока. Выбор перем. тока или пост. тока осуществляется пользователем.

Значения перем.тока + пост. тока доступны с помощью ПО PEL Transfer.

9.1.2.4. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА НЕЙТРАЛИ

В зависимости от распределительной сети, если к клемме I_N не подключен токовый датчик, то ток нейтрали вычисляется.

9.1.2.5. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ «200 МС»

Прибор вычисляет следующие количественные показатели каждые 200 мс на основе измерений за 10 периодов для сети частотой 50 Гц, 12 периодов для сети частотой 60 Гц и 80 периодов для сети частотой 400 Гц в соответствии с табл. Таблица 21.

Количественные показатели «200 мс» используются для:

- трендов по количественным показателям «1 с»
- агрегации значений для количественных показателей «1 с» (см. § 9.1.2.6)

Все количественные показатели «200 мс» могут храниться на SD-карте во время сеанса записи.

9.1.2.6. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ «1 С» (ОДНА СЕКУНДА)

Прибор вычисляет следующие количественные показатели каждую секунду на основе измерений за 50 периодов для сети частотой 50 Гц, 60 периодов для сети частотой 60 Гц и 400 периодов для сети частотой 400 Гц в соответствии с табл. Таблица 21. Количественные показатели «1 с» используются для:

- значений в реальном времени,
- трендов,
- агрегации значений для «агрегированных» показателей (см. § 9.1.2.7),
- определения минимальных и максимальных значений для получения значений «агрегированных трендов».

Все количественные показатели «1 с» могут храниться на SD-карте во время сеанса записи.

9.1.2.7. АГРЕГАЦИЯ

Агрегированный количественный показатель — это значение, вычисленное за один период агрегации в соответствии с табл. Таблица 22.

Период агрегации всегда начинается с первой минуты часа или первой секунды минуты. Период агрегации одинаков для всех количественных показателей. Возможны следующие периоды: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 и 60 мин.

Все агрегированные количественные показатели хранятся на SD-карте во время сеанса записи. Их можно отобразить в ПО PEL Transfer (см. § 5).

9.1.2.8. МИНИМАЛЬНЫЕ И МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ

Минимальные и максимальные значения — это значения наблюдаемые в течение заданного периода агрегации. Они регистрируются вместе с датой и временем (см. табл. Таблица 22). Некоторые агрегированные максимальные значения отображаются непосредственно на дисплее прибора.

9.1.2.9. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Показатели энергии вычисляются каждую минуту.

Значение общей энергии отображается по запросу во время сеанса записи.

Долевое значение энергии может быть определено за один период усреднения мощности со следующими значениями: 1 ч, 1 день, 1 неделя или 1 месяц. Отображение долевого показателя энергии доступно только в режиме реального времени. Он не регистрируется.

Зато значения общей энергии доступны вместе с данными сеанса записи.

9.2. ФОРМУЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Большинство формул взяты из стандарта IEEE 1459.

Прибор PEL измеряет или вычисляет нижеследующие значения за один цикл (128 выборок за период и 16 выборок для за период при частоте 400 Гц). Данные значения недоступны для пользователя.

Затем прибор PEL вычисляет агрегированное значение за 10 циклов (50 Гц), 12 циклов (60 Гц) или 80 циклов (400 Гц), (количественные показатели «200 мс»), затем за 50 циклов (50 Гц), 60 циклов (60 Гц) или 400 циклов (400 Гц), (количественные показатели «1 с»).

Количественные показатели	Формулы	Комментарии
Измерения перем. тока		
Пик-фактор напряжения перем. тока (V_{L-CF})	$V_{L-CF}[T] = \frac{\frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n V_{L-peak\ x}}{V_L}$	L = 1, 2 или 3
Небаланс по напряжению обратной последовательности (перем. ток) (u_2)	$u_2 = 100 \times \frac{V^-}{V^+}$	*
Небаланс по напряжению нулевой последовательности (перем. ток) (u_0)	$u_0 = 100 \times \frac{V^0}{V^+}$	*
Пик-фактор тока (I_{L-CF})	$I_{L-CF}[T] = \frac{\frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n I_{L-peak\ x}}{I_L}$	L = 1, 2 или 3
Небаланс по току обратной последовательности (перем. ток) (i_2)	$i_2 = 100 \times \frac{I^-}{I^+}$	*
Небаланс по току нулевой последовательности (перем. ток) (i_0)	$i_0 = 100 \times \frac{I^0}{I^+}$	*
Реактивная мощность перем. тока (Q_L)	$Q_L = V_{L-H1} \times I_{L-H1} \times \sin \phi(I_{L-H1}, V_{L-H1})$ $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$	L = 1, 2 или 3
Полная мощность перем. тока (S_L)	$S_L = V_L \times I_L$ $S_T = S_1 + S_2 + S_3$	L = 1, 2 или 3
Углы фазового сдвига основной частоты $\phi(I_L, V_L)$ $\phi(I_L, I_M)$ $\phi(I_M, V_M)$	Вычисление БПФ	ϕ — это сдвиг фаз между током основной частоты I_L и напряжением основной частоты V_L
Неактивная мощность перем. тока (N_L)	$N_L = \sqrt{S_L^2 - P_L^2}$	L = 1, 2, 3 или T
Мощность искажения перем. тока (D_L)	$D_L = \sqrt{N_L^2 - Q_L^2}$	L = 1, 2, 3 или T
Квадрант (q)	Квадранты задаются следующим образом: ■ когда $Pf_L[10/12] > 0$ и $Q_L[10/12] > 0$: квадрант 1 ■ когда $Pf_L[10/12] < 0$ и $Q_L[10/12] > 0$: квадрант 2 ■ когда $Pf_L[10/12] < 0$ и $Q_L[10/12] < 0$: квадрант 3 ■ когда $Pf_L[10/12] > 0$ и $Q_L[10/12] < 0$: квадрант 4	
Активная мощность основной частоты (перем. ток) (Pf_L)	$Pf_L = V_{L-H1} \times I_{L-H1} \times \cos \phi(I_{L-H1}, V_{L-H1})$ $Pf_T = Pf_1 + Pf_2 + Pf_3$	L = 1, 2 или 3
Активная мощность основной частоты прямой последовательности (перем. ток) (P^+)	$P^+ = 3 \times V^+ \times I^+ \times \cos \theta(I^+, V^+)$	

Количественные показатели	Формулы	Комментарии
Полная мощность основной частоты (перем. ток) (Sf_L)	$Sf_L = V_{L-H1} \times I_{L-H1}$ $Sf_T = Sf_1 + Sf_2 + Sf_3$	L = 1, 2 или 3
Коэффициент мощности перем. тока (PF_L)	$PF_L = \frac{P_L}{S_L}$	L = 1, 2 или 3
Активная мощность разбалансировки фаз (перем. ток) (P_U)	$P_U = Pf_T - P^+$	
Активная мощность гармоник (перем. ток) (P_H)	$P_H = P_T - Pf_T$	
DPF _L / Cos φ_L (перем. ток)	$DPF_L = \cos \varphi_L = \cos \varphi (I_{L-H1}, V_{L-H1})$ $\cos \varphi_T = \frac{Pf_T}{Sf_T}$	L = 1, 2 или 3
Тан Φ (перем. ток)	$Tan\Phi = \frac{Q_T}{P_T}$	
Измерения пост. тока		
Напряжение пост. тока (V_{Ldc})	$V_{Ldc}[T] = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n V_{Ldc.x}$	L = 1, 2, 3 или E
Постоянный ток (I_{Ldc})	$I_{Ldc}[T] = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n I_{Ldc.x}$ Если к клемме I_N не подключен токовый датчик, то I_N вычисляется по следующей формуле: $I_{Ndc} = I_{1dc} + I_{2dc} + I_{3dc}$	L = 1, 2, 3 или N
Измерение параметров энергии		
Активная энергия прямого направления (перем. ток) (E_{P+})	$E_{P+} = \sum P_{T+x}$	
Активная энергия обратного направления (перем. ток) (E_{P-})	$E_{P-} = (-1) \times \sum P_{T-x}$	
Реактивная энергия в квадранте 1 (перем. ток) (E_{Q1})	$E_{Q1} = \sum Q_{Tq1x}$	
Реактивная энергия в квадранте 2 (перем. ток) (E_{Q2})	$E_{Q2} = \sum Q_{Tq2x}$	
Реактивная энергия в квадранте 3 (перем. ток) (E_{Q3})	$E_{Q3} = (-1) \times \sum Q_{Tq3x}$	
Реактивная энергия в квадранте 4 (перем. ток) (E_{Q4})	$E_{Q4} = (-1) \times \sum Q_{Tq4x}$	
Полная энергия прямого направления (перем. ток) (E_{S+})	$E_{S+} = \sum S_{T+x}$	
Полная энергия обратного направления (перем. ток) (E_{S-})	$E_{S-} = \sum S_{T-x}$	
Энергия прямого направления (пост. ток) (E_{Pdc+})	$E_{Pdc+} = \sum P_{Tdc+x}$	
Энергия обратного направления (пост. ток) (E_{Pdc-})	$E_{Pdc-} = (-1) \times \sum P_{Tdc-x}$	

Таблица 21

T соответствует периоду

n соответствует числу выборок.

* : Для вычисления напряжений и токов прямой, обратной и нулевой последовательности (V^+ , I^+ , V^- , I^- , V^0 , I^0) применяется преобразование Фортескью.

V1, V2, V3 — напряжения между фазой и нейтралью проверяемой сетевой установки. [V1=VL1-N ; V2=VL2-N ; V3=VL3-N].

Строчные литеры v1, v2, v3 обозначают выборочные значения.

U1, U2, U3 — напряжения между фазами проверяемой сетевой установки.

Строчные литеры обозначают выборочные значения [u12 = v1-v2 ; u23= v2-v3 ; u31=v3-v1].
I1, I2, I3 — токи, протекающие по фазовым проводам сетевой установки.
I_N соответствует току, протекающему по нулевому проводу проверяемой сетевой установки.
Строчные литеры i1, i2, i3 обозначают выборочные значения.

Для некоторых величин, связанных с мощностью, количественные показатели «нагрузки» и «источника» вычисляются отдельно для получения агрегированных значений на основе значений «1 с».

Количественные показатели	Формулы	Комментарии
Измерения перем. тока		
Активная мощность прямого направления (перем. ток) (P _{L+})	$P_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n P_{L+x}$	L = 1, 2, 3 или T
Активная мощность обратного направления (перем. ток) (P _{L-})	$P_{L-} = (-1) \times \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n P_{L-x}$	P _{L-} > 0 L = 1, 2, 3 или T
Реактивная мощность прямого направления (перем. ток) (Q _{L+})	$Q_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Q_{L+x}$	Q _{L+} может быть > 0 или < 0 Q _{L+} [арг.] = Q _{L1} [арг.] - Q _{L4} [арг.] L = 1, 2, 3 или T
Реактивная мощность обратного направления (перем. ток) (Q _{L-})	$Q_{L-} = (-1) \times \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Q_{L-x}$	Q _{L-} может быть > 0 или < 0 Q _{L-} [арг.] = -Q _{L2} [арг.] + Q _{L3} [арг.] L = 1, 2, 3 или T
Полная мощность прямого направления (перем. ток) (S _{L+})	$S_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n S_{L+x}$	S _{L+} используется для вычисления PF _{L+} и E _{L+} . L = 1, 2, 3 или T
Полная мощность обратного направления (перем. ток) (S _{L-})	$S_{L-} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n S_{L-x}$	S _{L-} используется для вычисления PF _{L-} и E _{L-} . L = 1, 2, 3 или T
Активная мощность основной частоты прямого направления (перем. ток) (Pf _{L+})	$Pf_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Pf_{L+x}$ $Pf_{T+} = Pf_{1+} + Pf_{2+} + Pf_{3+}$	L = 1, 2 или 3
Активная мощность основной частоты обратного направления (перем. ток) (Pf _{L-})	$Pf_{L-} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Pf_{L-x}$	L = 1, 2, 3 или T
Полная мощность основной частоты прямого направления (перем. ток) (Sf _{L+})	$Sf_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Sf_{L+x}$	L = 1, 2, 3 или T
Полная мощность основной частоты обратного направления (перем. ток) (Sf _{L-})	$Sf_{L-} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Sf_{L-x}$ $Sf_{T-} = Sf_{1-} + Sf_{2-} + Sf_{3-}$	L = 1, 2 или 3
Коэффициент мощности перем. тока прямого направления (PF _{L+})	$PF_{L+} = \frac{P_{L+}}{S_{L+}}$	L = 1, 2, 3 или T
Коэффициент мощности перем. тока обратного направления (PF _{L-})	$PF_{L-} = \frac{P_{L-}}{S_{L-}}$	PF _{L-} > 0 L = 1, 2, 3 или T
Cos φ _L перем. тока на нагрузке (Cos φ _{L+})	$Cos \varphi_{L+} = \frac{Pf_{L+}}{Sf_{L+}}$	L = 1, 2, 3 или T
Cos φ _L перем. тока на источнике (Cos φ _{L-})	$Cos \varphi_{L-} = \frac{Pf_{L-}}{Sf_{L-}}$	Cos φ _{L-} > 0 L = 1, 2, 3 или T
Тан Φ перем. тока на нагрузке (Φ ₊)	$Tan \Phi_{+} = \frac{Q_{T+}}{P_{T+}}$	

Количественные показатели	Формулы	Комментарии
Тан Ф перем. тока на источнике (Ф-)	$\tan \Phi_{-} = \frac{Q_{T-}}{P_{T-}}$	
Измерения пост. тока		
Активная мощность прямого направления (пост. ток) (P_{L+dc})	$P_{L+d.c.} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n P_{L+d.c.x}$	L = 1, 2, 3 или T
Активная мощность обратного направления (пост. ток) (P_{L-dc})	$P_{L-d.c.} = (-1) \times \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n P_{L-d.c.x}$	L = 1, 2, 3 или T
Измерения перем. тока + пост. тока		
Активная мощность прямого направления (перем. ток + пост. ток) ($P_{L+ac+dc}$)	$P_{L+a.c.+d.c.} = P_{L+} + P_{L+d.c.}$	L = 1, 2, 3 или T
Активная мощность обратного направления (перем. ток + пост. ток) ($P_{L-ac+dc}$)	$P_{L-a.c.+d.c.} = P_{L-} + P_{L-d.c.}$	L = 1, 2, 3 или T
Полная мощность прямого направления (перем. ток + пост. ток) ($S_{L+ac+dc}$)	$S_{L+a.c.+d.c.} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n S_{L+a.c.+d.c.x}$	L = 1, 2, 3 или T
Полная мощность обратного направления (перем. ток + пост. ток) ($S_{L-ac+dc}$)	$S_{L-a.c.+d.c.} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n S_{L-a.c.+d.c.x}$	L = 1, 2, 3 или T

Таблица 22

+ = нагрузка

- = источник

q = квадрант = 1, 2, 3 или 4

9.3. ДОПУСТИМЫЕ ТИПЫ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ

Принимаются в расчет следующие типы распределительных сетей:

Распределительная сеть	Условное обозначение	Порядок следования фаз	Комментарии	Схема для справки
Однофазная (однофазная 2-проводная)	1P- 2W	Нет	Напряжение измеряется между L1 и N. Ток измеряется на проводе L1.	см. § 4.1.1
Двухфазная (с расщепленной фазой, однофазная 3-проводная)	1P-3W	Нет	Напряжение измеряется между L1, L2 и N. Ток измеряется на проводах L1 и L2. Ток нейтрали вычисляется по формуле: $i_N = i_1 + i_2$	см. § 4.1.2
Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Δ [2 токовых датчика]	3Π-3ΩΔ2	Да	Метод измерения мощности основан на методе использования двух ваттметров с виртуальной нейтралью. Напряжение измеряется между L1, L2 и L3. Ток измеряется на проводах L1 и L3. Ток i_2 вычисляется (к клемме L2 токовые датчики не подключены) по формуле: $i_2 = -i_1 - i_3$ Нейтраль недоступна для измерения тока и напряжения	см. § 4.1.3.1
Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме разомкнутого Δ [2 токовых датчика]	3P-3WO2			см. § 4.1.3.3
Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Y [2 токовых датчика]	3P-3WY2			см. § 4.1.3.5
Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Δ [3 токовых датчика]	3Π-3ΩΔ3	Да	Метод измерения мощности основан на методе использования трех ваттметров с виртуальной нейтралью. Напряжение измеряется между L1, L2 и L3. Ток измеряется на проводах L1, L2 и L3. Нейтраль недоступна для измерения тока и напряжения	см. § 4.1.3.2
Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме разомкнутого Δ [3 токовых датчика]	3P-3WO3			см. § 4.1.3.4
Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Y [3 токовых датчика]	3P-3WY3			см. § 4.1.3.6
Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме Δ, симметричная	3Π-3ΩΔB	Нет	Измерение мощности основано на методе использования одного ваттметра. Напряжение измеряется между L1 и L2. Ток измеряется на проводе L3. $U_{23} = U_{31} = U_{12}$ $I_1 = I_2 = I_3$	см. § 4.1.3.7
Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме Y	3P-4WY	Да	Измерение мощности основано на методе использования трех ваттметров с нейтралью. Напряжение измеряется между L1, L2 и L3. Ток измеряется на проводах L1, L2 и L3. Ток нейтрали вычисляется по формуле: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$	см. § 4.1.4.1
Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме Y, симметричная	3P-4WYB	Нет	Измерение мощности основано на методе использования одного ваттметра. Напряжение измеряется между L1 и N. Ток измеряется на проводе L1. $V_1 = V_2 = V_3$ $U_{23} = U_{31} = U_{12} = V_1 \times \sqrt{3}$ $I_1 = I_2 = I_3$ $I_N = 3 \times I_1$	см. § 4.1.4.2

Распределительная сеть	Условное обозначение	Порядок следования фаз	Комментарии	Схема для справки
Трехфазная 3-проводная, соединенная по схеме 2,5-элементной звезды	3P-4WY2	Да	Данный метод называется методом 2,5 элементов. Метод измерения мощности основан на методе использования трех ваттметров с виртуальной нейтралью. Напряжение измеряется между L1, L3 и N. V_2 вычисляется по формуле: $v_2 = -v_1 - v_3$, $u_{12} = 2v_1 + v_3$, $u_{23} = -v_1 - 2v_3$. V_2 считается симметричным. Ток измеряется на проводах L1, L2 и L3. Ток нейтрали вычисляется по формуле: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$.	см. § 4.1.4.3
Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме Δ	3P-4W Δ	Нет	Измерение мощности основано на методе использования трех ваттметров с нейтралью, но ни один показатель мощности не доступен для каждой фазы. Напряжение измеряется между L1, L2 и L3. Ток измеряется на проводах L1, L2 и L3. Ток нейтрали вычисляется только для ветви трансформатора: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$.	см. § 4.1.5.1
Трехфазная 4-проводная, соединенная по схеме разомкнутого Δ	3P-4WO Δ			см. § 4.1.5.2
Сеть постоянного тока 2-проводная	DC-2W	Нет	Напряжение измеряется между L1 и N. Ток измеряется на проводе L1.	см. § 4.1.6.1
Сеть постоянного тока 3-проводная	DC-3W	Нет	Напряжение измеряется между L1, L2 и N. Ток измеряется на проводах L1 и L2. Отрицательный ток (обратный) вычисляется по формуле: $i_N = i_1 + i_2$.	см. § 4.1.6.2
Сеть постоянного тока 4-проводная	DC-4W	Нет	Напряжение измеряется между L1, L2, L3 и N. Ток измеряется на проводах L1, L2 и L3. Отрицательный ток (обратный) вычисляется по формуле: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$.	см. § 4.1.6.3

Таблица 23

9.4. ВЕЛИЧИНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

● = Да □ = Нет

Количественные показатели		1P-2W	1P-3W	3P-3W Δ 2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3W Δ 3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3W Δ B	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4W Δ 3P-4WO Δ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
V_1	AC RMS	●	●				●	●	●	●			
V_2	AC RMS		●				●	● = V_1	● ⁽¹⁰⁾	●			
V_3	AC RMS						●	● = V_1	●	●			
V_{NE}	AC RMS	●	●				●	●	●	●			
V_1	DC										●	●	●
V_2	DC											●	●
V_3	DC												●
V_{NE}	DC	●	●				●	●	●	●	●	●	●
V_1	AC + DC RMS	●	●				●	●	●	●			
V_2	AC + DC RMS		●				●	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁰⁾	●			
V_3	AC + DC RMS						●	● ⁽¹⁾	●	●			
V_{NE}	AC + DC RMS	●	●				●	●	●	●			
U_{12}	AC RMS		●	●	●	●	●	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁰⁾	●			
U_{23}	AC RMS			●	●	● ⁽¹⁾	●	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁰⁾	●			
U_{31}	AC RMS			●	●	● ⁽¹⁾	●	● ⁽¹⁾	●	●			

Количественные показатели		1P-2W	1P-3W	3P-3WΔ2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3WΔ3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3WΔB	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4WΔ 3P-4WOΔ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
I_1	AC RMS	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
I_2	AC RMS		●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_3	AC RMS			●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_N	AC RMS		●				●	●	●	●			
I_1	DC										●	●	●
I_2	DC											●	●
I_3	DC												●
I_N	DC											●	●
I_1	AC + DC RMS	●	●	●	●	●(1)	●	●	●	●			
I_2	AC + DC RMS		●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_3	AC + DC RMS			●	●	●	●	●(1)	●	●			
I_N	AC + DC RMS		●				●	●	●	●			
V_{1-CF}		●	●				●	●	●	●			
V_{2-CF}			●				●	●(1)	●(10)	●			
V_{3-CF}							●	●(1)	●	●			
I_{1-CF}		●	●	●	●	●	●	●	●	●			
I_{2-CF}			●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_{3-CF}				●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
V_+				●	●	●	●	●	●(10)				
V_-				●	●	●(4)	●	●(4)	●(10)				
V_0				●	●	●(4)	●	●(4)	●(10)				
I_+				●	●	●	●	●	●				
I_-				●	●	●(4)	●	●(4)	●				
I_0				●	●	●(4)	●	●(4)	●				
u_0				●	●	●(4)	●	●(4)	●(4)	●(3)			
u_2				●	●	●(4)	●	●(4)	●(4)	●(3)			
i_0				●	●	●(4)	●	●(4)	●	●(3)			
i_2				●	●	●(4)	●	●(4)	●	●(3)			
F		●	●	●	●	●	●	●	●	●			
P_1	AC	●	●				●	●	●	●			
P_2	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			
P_3	AC						●	●(1)	●	●			
P_T	AC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
P_1	DC										●	●	●
P_2	DC											●	●
P_3	DC												●
P_T	DC										●(7)	●	●
P_1	AC+DC	●	●				●	●	●	●			
P_2	AC+DC		●				●	●(1)	●(10)	●			
P_3	AC+DC						●	●(1)	●	●			
P_T	AC+DC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Pf_1		●	●				●	●	●	●			
Pf_2			●				●	●(1)	●(10)	●			
Pf_3							●	●(1)	●	●			
Pf_T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
P_+				●	●	●	●	●(1)	●				

Количественные показатели		1P-2W	1P-3W	3P-3WΔ2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3WΔ3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3WΔB	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4WΔ 3P-4WOΔ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
P_U				●	●	●(4)	●	●(4)	●				
P_h		●	●	●	●	●	●	●	●				
Q_1		●	●				●	●	●	●			
Q_2			●				●	●(1)	●(10)	●			
Q_3							●	●(1)	●	●			
Q_T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
S_1	AC	●	●				●	●	●	●			
S_2	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			
S_3	AC						●	●(1)	●	●			
S_T	AC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
S_1	AC+DC	●	●				●	●	●	●			
S_2	AC+DC		●				●	●(1)	●(10)	●			
S_3	AC+DC						●	●(1)	●	●			
S_T	AC+DC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Sf_1		●	●				●	●	●	●			
Sf_2			●				●	●(1)	●(10)	●			
Sf_3							●	●(1)	●	●			
Sf_T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
N_1	AC	●	●				●	●	●	●			
N_2	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			
N_3	AC						●	●(1)	●	●			
N_T	AC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
N_1	AC+DC	●	●				●	●	●	●			
N_2	AC+DC		●				●	●(1)	●(10)	●			
N_3	AC+DC						●	●(1)	●	●			
N_T	AC+DC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
D_1	AC	●	●				●	●	●	●			
D_2	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			
D_3	AC						●	●(1)	●	●			
D_T	AC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
D_1	AC+DC	●	●				●	●	●	●			
D_2	AC+DC		●				●	●(1)	●(10)	●			
D_3	AC+DC						●	●(1)	●	●			
D_T	AC+DC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
PF_1		●	●				●	●	●	●			
PF_2			●				●	●(1)	●(10)	●			
PF_3							●	●(1)	●	●			
PF_T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
$\cos \varphi_1$		●	●				●	●	●	●			
$\cos \varphi_2$			●				●	●(1)	●(10)	●			
$\cos \varphi_3$							●	●(1)	●	●			
$\cos \varphi_T$		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
$\tan \Phi$		●	●	●	●	●(3)	●	●	●(10)	●			
V_{1-Hi}	i=1 до 50 (6) %f	●	●				●	●	●	●			
V_{2-Hi}			●				●	●(1)	●(10)	●			
V_{3-Hi}							●	●(1)	●	●			
U_{12-Hi}	i=1 до 50 (6) %f		●	●	●	●	●	●(1)	●(10)	●			
U_{23-Hi}				●	●	●(1)	●	●(1)	●(10)	●			
U_{31-Hi}				●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			

Количественные показатели		1P-2W	1P-3W	3P-3WΔ2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3WΔ3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3WΔB	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4WΔ 3P-4WOΔ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
I_1 -Hi	i=1 до 50 (6) %f	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
I_2 -Hi			●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_3 -Hi				●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_N -Hi			●(2)				●(2)	●(4)	●(2)	●(2)			
V_1 -THD	%f	●	●				●	●	●	●			
V_2 -THD	%f		●				●	●(1)	●(10)	●			
V_3 -THD	%f						●	●(1)	●	●			
U_{12} -THD	%f		●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
U_{23} -THD	%f			●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
U_{31} -THD	%f			●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_1 -THD	%f	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
I_2 -THD	%f		●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_3 -THD	%f			●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_N -THD	%f		●(2)				●(2)	●(4)	●(2)	●(2)			
Порядок следования фаз	I			●	●	●	●		●	●			
	V			●	●	●	●		●	●			
	I, V	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
$\varphi(V_2, V_1)$			●				●	●(9)					
$\varphi(V_3, V_2)$							●	●(9)					
$\varphi(V_1, V_3)$							●	●(9)	●	●			
$\varphi(U_{23}, U_{12})$				●	●	●(9)	●	●(9)		●			
$\varphi(U_{12}, U_{31})$				●	●	●(9)	●	●(9)		●			
$\varphi(U_{31}, U_{23})$				●	●	●(9)	●	●(9)		●			
$\varphi(I_2, I_1)$			●		●	●(9)	●	●(9)	●	●			
$\varphi(I_3, I_2)$					●	●(9)	●	●(9)	●	●			
$\varphi(I_1, I_3)$				●	●	●(9)	●	●(9)	●	●			
$\varphi(I_1, V_1)$		●	●			●(8)	●	●	●	●			
$\varphi(I_2, V_2)$			●				●	●					
$\varphi(I_3, V_3)$							●	●	●	●			
E_{PT}	Источник АС	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{PT}	Нагрузка АС	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{QT}	Квадр. 1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{QT}	Квадр. 2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{QT}	Квадр. 3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{QT}	Квадр. 4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{ST}	Источник	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{ST}	Нагрузка	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{PT}	Источник ДС	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●	●	●
E_{PT}	Нагрузка ДС	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●	●	●

Таблица 24

(1) Экстраполированное значение

(2) Вычисленное значение

(3) Непоказательное значение

(4) Всегда = 0

(5) АС+ДС, когда выбрано

(6) макс. 7 порядков при 400 Гц

(7) $P_1 = P_T$, $\varphi_1 = \varphi_T$, $S_1 = S_T$, $PF_1 = PF_T$, $\cos \varphi_1 = \cos \varphi_T$, $Q_1 = Q_T$, $N_1 = N_T$, $D_1 = D_T$

(8) $\varphi(I_3, U_{12})$

(9) Всегда = 120°

(10) Интерполированное значение

9.5. ГЛОССАРИЙ

φ	Фазовый сдвиг напряжения (фаза-нейтраль) относительно тока (фаза-нейтраль).
$\vec{E}$	Фазовый сдвиг в цепи с индуктивным сопротивлением.
$\vec{F}$	Фазовый сдвиг в цепи с емкостным сопротивлением.
°	Градус.
%	Процент.
A	Ампер (единица измерения силы тока).
AC	Переменная составляющая (тока или напряжения).
CF	Пик-фактор тока или напряжения: соотношение пикового значения сигнала к действительному значению.
$\cos \varphi$	Косинус фазового сдвига напряжения (фаза-нейтраль) относительно тока (фаза-нейтраль).
DC	Постоянная составляющая (тока или напряжения).
E_p	Активная энергия.
E_q	Реактивная энергия.
E_s	Полная энергия.
f (частота)	Число полных периодов изменения напряжения или тока в секунду.
Hz	Герц (единица измерения частоты).
I	Символ силы тока.
I-CF	Пик-фактор тока.
I-THD	Полное гармоническое искажение тока.
I_L	Действительное значение силы тока ($L = 1, 2$ или 3)
I_{L-Hn}	Значение или процентное отношение тока гармоники n-го порядка ($L = 1, 2$ или 3).
L	Фаза многофазной электрической сети.
MAX	Максимальное значение.
MIN	Минимальное значение.
P	Активная мощность.
PF	Коэффициент мощности (Power Factor): соотношение активной мощности к полной мощности.
Q	Реактивная мощность.
RMS	RMS (Root Mean Square) среднеквадратическое значение тока или напряжения. Квадратный корень из средне-арифметического значения квадратов мгновенных значений количественного показателя за заданный интервал времени.
S	Полная мощность.
$\tan \Phi$	Соотношение реактивной мощности к активной мощности.
THD	Полный коэффициент гармонических искажений (Total Harmonic Distortion). Он описывает пропорцию гармоник сигнала по отношению к действительному значению основной составляющей или общему действительному значению без постоянной составляющей.
U	Напряжение между двумя фазами.
U-CF	Пик-фактор напряжения между фазами.
u2	Небаланс напряжений между фазой и нейтралью.
U_{L-Hn}	Значение или процентное отношение напряжения между фазами к гармонике n-го порядка ($L = 1, 2$ или 3)
Uxy-THD	Полный коэффициент гармонических искажений напряжения между двумя фазами.
V (B)	Напряжение между фазой и нейтралью или Вольт (единица измерения напряжения).
V-CF	Пик-фактор напряжения
V-THD	Коэффициент гармонических искажений напряжения между фазой и нейтралью.
VA (B·A)	Единица измерения полной мощности (Вольт-ампер).
var (вар)	Единица измерения реактивной мощности.
varh (вар·ч)	Единица измерения реактивной энергии.
V_L	Действительное значение напряжения ($L = 1, 2$ или 3)
V_{L-Hn}	Значение или процентное отношение напряжения между фазой и нейтралью к гармонике n-го порядка ($L = 1, 2$ или 3).
W (Вт)	Единица измерения активной мощности (Ватт).
Wh (Вт·ч)	Единица измерения активной энергии (Ватт-час).
Агрегация	Различные способы, указанные в § 9.2.
Гармоники	В электрических системах это напряжения и токи, которые являются кратными значениями основной частоты.
Метод измерения:	Любой метод, связанный с отдельным конкретным измерением.
Небаланс напряжений многофазной сети:	Состояние, при котором действительные значения напряжений между проводниками (основная составляющая) и/или разницы между фазами последовательно соединенных проводников не равны.

Номинальное напряжение: Номинальное напряжение сети.

Основная составляющая: составляющая основной частоты.

Порядок гармоники: отношение частоты гармоники к основной частоте; целое число.

Фаза Временная связь между током и напряжением в цепях переменного тока.

Приставки единиц измерения международной системы (СИ)

Приставка	Обозначение	Коэффициент
милли-	мл	10^{-3}
кило-	к	10^3
мега-	М	10^6
гига-	Г	10^9
тера-	Т	10^{12}
пета-	П	10^{15}
экса-	Э	10^{18}

Таблица 25

FRANCE

Chauvin Arnoux

12-16 rue Sarah Bernhardt

92600 Asnières-sur-Seine

Tél : +33 1 44 85 44 85

Fax : +33 1 46 27 73 89

info@chauvin-arnoux.com

www.chauvin-arnoux.com

INTERNATIONAL

Chauvin Arnoux

Tél : +33 1 44 85 44 38

Fax : +33 1 46 27 95 69

Our international contacts

www.chauvin-arnoux.com/contacts

