



АНАЛИЗАТОР КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ АКЭ-820 РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ




Москва

1.	МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....	3
1.1.	Основные рекомендации и обозначения	3
1.2.	Вводный инструктаж.....	3
1.3.	Общие указания по эксплуатации.....	4
1.4.	Обращение с прибором по завершении измерений.....	4
2.	НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
3.	ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.....	6
3.1.	Первичный осмотр и начальная проверка	6
3.2.	Электропитание прибора	6
3.3.	Калибровка/ верификация.....	7
3.4.	Хранение.....	7
4.	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА	7
4.1.	Внешний вид прибора	7
4.2.	Описание входных гнезд коммутационной площадки.....	7
4.3.	Описание кнопок клавиатуры.....	7
4.4.	Описание сигнальных светодиодов	8
5.	НАЧАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ.....	8
5.1.	Выбор типа электрической системы.....	8
5.2.	Выбор типа токовых клещей.....	11
5.3.	Выбор предела измерения токовых клещей (т/преобразователя).....	12
5.4.	Выбор коэфф. трансформации (VTs).....	12
5.5.	Настройка пределов допуска для аномалий напряжения.....	12
5.6.	Настройка интервала интегрирования.....	12
5.7.	Настройка способа активации записи (START / STOP).....	12
5.8.	Настройка времени и даты (внутренний таймер).....	13
6.	ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ПРОЦЕДУРЫ ИЗМЕРЕНИЙ	13
6.1.	Использование прибора в однофазной системе (1Ф).....	13
6.2.	Использование прибора в трехфазной 3-х проводной системе	14
6.3.	Использование прибора в трехфазной 4-х проводной системе	15
7.	РЕГИСТРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ (ПКЭ).....	16
7.1.	Начало регистрации (старт записи)	16
7.2.	Во время регистрации	17
7.3.	Остановка регистрации	17
8.	СОХРАНЕНИЕ ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЕ ПАМЯТЬЮ.....	17
8.1.	Очистка памяти	17
8.2.	Передача данных в управляющее ПО.....	18
8.3.	Передача данных через USB порт.....	18
8.4.	Передача данных через WI-FI.....	18
9.	ПОДКЛЮЧЕНИЕ ВНЕШНИХ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.....	18
9.1.	Соединение с устройствами на базе ОС Android/ iOS	18
10.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	19
10.1.	Общая информация	19
10.2.	Чистка и уход за поверхностью	19
10.3.	Утилизация по окончании эксплуатации.....	19
11.	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	19
11.1.	Основные электрические спецификации АКЭ-820	19
11.2.	Соответствие требованиям.....	21
11.3.	Общие характеристики.....	21
11.4.	Электрические спецификации токовой петли HTFLEX 33L	21
12.	СОСТАВ ПРИБОРА И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	22
12.1.	Стандартно поставляемый комплект:	22
12.2.	Дополнительные аксессуары (опционально):.....	22
13.	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....	23
13.1.	Гарантийный срок	23
13.2.	Сервис и послегарантийное обслуживание	23
14.	ПРИЛОЖЕНИЕ В (теоретические аспекты измерений).....	24

1. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ





1.1. Основные рекомендации и обозначения

Измерительный прибор **анализатор качества электроэнергии АКЭ-820** (далее прибор), разработан в соответствии с директивой **МЭК 61010**. В целях безопасности и во избежание повреждения прибора рекомендуется строго следовать предписанным процедурам и внимательно прочитать все примечания, перед которыми стоит символ .

Перед началом работы и во время проведения измерений следует обратить внимание на ниже указанные ситуации:

- Не производите измерения напряжения или тока во влажных (сырых) и пыльных местах.
- Не производите измерения вблизи источника бытового газа, взрывоопасных материалов или топлива.
- Не прикасайтесь к тестируемой цепи, если не проводится никакого измерения.
- Не прикасайтесь к оголенным металлическим деталям, клеммам, цепям и т.п.
- Не используйте измерительный прибор, если неисправен (при наличии деформации, трещин, сколов, утечки веществ, отсутствии сообщений на дисплее и т.п.)

В данном руководстве и на приборе используются ниже представленные символы:

-  **Внимание:** Следуйте инструкциям, предписанным руководством. Неправильное использование может повредить прибор или его компоненты
-  **Опасно:** Высокое напряжение: риск поражения электрическим током
-  Исполнение с **двойной изоляцией**
-  Переменное напряжение или ток

Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию.

Содержание данного **Руководства по эксплуатации** не может быть воспроизведено в какой-либо форме (копирование, воспроизведение и др.) в любом случае без предшествующего разрешения компании изготовителя или официального дилера.

Внимание:



1. Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию (внести не принципиальные изменения, не влияющие на его технические характеристики). При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.
2. В соответствии с **ГК РФ** (ч.IV, статья 1227, п. 2): **«Переход права собственности на вещь не влечет переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности»**, соответственно приобретение данного средства измерения не означает приобретение прав на его конструкцию, отдельные части, программное обеспечение, руководство по эксплуатации и т.д. Полное или частичное копирование, опубликование и тиражирование руководства по эксплуатации запрещено

1.2. Вводный инструктаж

Данный прибор спроектирован и изготовлен для использования по условиям загрязнения **класс 2** и для применения на высотах над уровнем моря **до 2000 м**.

- ✓ Прибор предназначен для **измерения напряжения и тока** в энергосистемах и электроустановках (сооружениях) с защитой от перегрузки **кат IV/ ~300 В** («фаза-земля»); макс. до **~415 В** между входами.
- ✓ Соблюдайте необходимые меры предосторожности и безопасные приемы работы с целью:
 - Предотвращения поражения персонала опасным для жизни электротокком;
 - Исключения повреждения прибора неправильным обращением или действиями оператора.
- ✓ Используйте только фирменные аксессуары и принадлежности из комплекта прибора, что гарантирует обеспечение установленных стандартов и требований безопасности. Они всегда должны находиться в исправном состоянии, при необходимости производится их замена на идентичные модели и


типы.

- ✓ Не производить в цепях измерений напряжения/ тока с превышением указанных предельных значений для прибора.
- ✓ До присоединения измерительных проводов к измеряемым цепям и тестируемым объектам, подключения зажимов «крокодил» и токовых преобразователей убедитесь, что правильно выбраны режим и пределы измерений.
- ✓ Не выполнять измерений при несоблюдении (несоответствии) внешних условий требованиям и нормам.

	ВНИМАНИЕ
Произведите полную зарядку внутренней аккумуляторной батареи, по меньшей мере, в течение 5 часов перед использованием измерительного прибора в первый раз. При первом включении измерительного прибора нажмите и удерживайте кнопку ON/ OFF (ВКЛ./ВЫКЛ.) ~ в течение 5 сек.	

1.3. Общие указания по эксплуатации

Внимательно прочитайте нижеуказанную информацию и рекомендации:

	ВНИМАНИЕ
При невыполнении предписанных инструкций вы можете повредить прибор и/или его компоненты или подвергнуть опасности вашу безопасность.	

- Не касайтесь неиспользуемых клемм, когда измерительный прибор подключен к тестируемой цепи.
- На результаты и точность измерения силы тока, могут повлиять другие токи, протекающие вблизи от измеряемых проводов.
- При измерении тока всегда располагайте провод строго в середине токового преобразователя (клещей) для получения самой высокой точности.
- Измеренное значение остается постоянным, если активна функция “**HOLD**” (Удержание). Если измеренное значение остается неизменным, отключите функцию “**HOLD**”.

1.4. Обращение с прибором по завершении измерений

По окончании измерений выключите прибор путем нажатия в течение нескольких секунд на кнопку **ON/OFF** (ВКЛ./ ВЫКЛ.). Если вы не будете использовать прибор длительный период времени, соблюдайте инструкции по хранению и мерам предосторожности, описанные в р.1.2.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Введение

Водонепроницаемый анализатор **АКЭ-820** параметров качества электроэнергии (далее ПКЭ), с автономным источником питания для работы в 1 и трехфазных сетях питания промышленной частоты с интерфейсом USB и встроенным Wi-Fi модулем для беспроводного удаленного доступа к прибору и данным.

Анализатор-регистратор **АКЭ-820** (далее прибор) представляет абсолютно новый подход к электронным средствам измерения на основе анализа всех показателей качества сетевого напряжения общего назначения.

Прибор позволяет производить автоматизированную регистрацию ПКЭ, быстрый простой и удобный анализ огромного количества данных с помощью управляющей программы **TopView 2007**, а также он-лайн мониторинг с помощью бесплатного приложения **HTanalysis (APP)** для мобильных устройств (поддержка ОС Windows, iOS, Android), что ранее было невозможно реализовать с использованием других средств.



Назначение и особенности

АКЭ-820 представляет собой новое поколение анализаторов показателей качества электроэнергии (ПКЭ), обеспечивая легкий и при этом обширный анализ наиболее значимых параметров качества систем электропитания. Благодаря реализованным инновациям, прибор имеет возможность взаимодействовать с широко распространенными в настоящее время средствами мобильной связи и коммуникации: смартфонами, планшетами и КПК (на базе iOS или Android) для удовлетворения запросов самых требовательных профессионалов. Все регистрируемые электрические параметры могут отображаться на внешнем дисплее в режиме реального времени в виде численных значений (мультиметр), формы сигналов (score), в графическом режиме (гистограммы и векторные диаграммы). Векторная диаграмма отобразит фазовый сдвиг между любым фазным напряжением и соответствующим током, характеризуя тем самым индуктивный или емкостной характер подключенной нагрузки. Большой объем встроенной памяти позволит вести сбор и непрерывную запись 383 параметров, обеспечивая, например, при выборе периода интегрирования 10 мин длительность записи более 30 дней.



АКЭ-820 записывает **все параметры** заводского профиля (зав. уставка - по умолчанию), исключая таким образом ошибку заказчика анализа или упреждая возможную забывчивость оператора, - повторные сеансы регистрации теперь не понадобятся! В итоге - пользователь застрахован от пропуска важного для записи параметра, обязательного для анализа. Прибор АКЭ-820 начинает регистрацию всех данных сразу после выбора в меню «System» одного из трех типов энергосистем (однофазная, 3-х фазная без нейтрали, 3-х фазная с нейтралью) и нажатия оператором всего одной кнопки Старт.

Автономное питание АКЭ-820 осуществляется от внутренней литий-ионной батареи. Зарядное устройство встроено в анализатор с возможностью его подключения для зарядки аккумулятора от анализируемой электросети (по выбору оператора в цепь L-N или L-L).

Модуль Wi-Fi и интерфейс USB предоставляют ресурсы коммуникации со смартфонами, планшетами, КПК и ПК для активации и остановки записи (старт/ стоп), выгрузки файлов регистрации и анализа данных. Ударопрочный футляр-кейс и водонепроницаемая конструкция АКЭ-820 (исполнение IP65: прибор + входные гнезда!) допускают эксплуатацию в жестких промышленных условиях, обеспечивают возможность работы на открытом воздухе в неблагоприятной окружающей среде.

Режимы измерений и функции

Прибор обеспечивает:

- Визуализацию **на внешнем дисплее** в реальном времени числовых значений (реж. **Multimetr**) предустановленных электрических параметров однофазных (1ф) и трехфазных систем (3ф 3пр/ 3ф 4пр)

- Гармонический анализ напряжений и токов вплоть до 49-ого порядка, детектирование и регистрация аномалий напряжения (выбросов, перенапряжений, провалов, отклонений, прерываний) с разрешающей способностью по времени 10 мсек
- Измерение коэфф. несимметрии напряжений по обратной последовательности (NEG%)/ по нулевой последовательности (ZERO%)
- Отображение **на внешнем дисплее** в реальном времени любой формы входного сигнала (реж. **Score**), графиков гистограмм гармонического анализа и векторных диаграмм с индикацией углов сдвига между соответствующими фазными напряжениями и токами.
- Определение правильности чередования фаз/ SEQUENCE (косвенно – при подключении)
- Запись в энергонезависимую память прибора (при нажатии на кнопку **START/ STOP**):
 - **TRMS**-значений напряжений (4 входа) и токов (4 входа),
 - результатов гармонического анализа,
 - значений мощности (активной, реактивной и полной), коэфф. мощности P_f и $\cos\phi$,
 - энергии (активной, реактивной и полной),
 - аномалий напряжения.

Максимальное количество параметров: **383**

Максимальное количество аномалий, доступных для регистрации: **65.530** событий.

Проанализировать записанные данные можно **ТОЛЬКО средствами управляющей программы** путем их передачи файла регистрации в ПК.

✓ Сохранение (при нажатии на закладку меню **SAVE**) любых выбранных параметров из мгновенных измеряемых входных значений, имеющихся во внутренней памяти прибора (с расширением "**Snapshot**").

✓ Наблюдение в режиме реального времени (форма, график, измеренные значения) на внешнем мобильном устройстве с экраном - **доступно ТОЛЬКО путем активации ПО HTanalysis.**

3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

3.1. Первичный осмотр и начальная проверка

Прибор был подвергнут изготовителем механическому и электрическому контролю до отгрузки потребителю. При этом предприняты все возможные меры для проверки полного соответствия прибора требованиям безопасности, а также меры предосторожности для обеспечения поставки в технически исправном состоянии.

При получении прибора рекомендуется, как можно быстрее произвести его осмотр с целью обнаружения возможных повреждений в ходе транспортировки (доставки). Если таковые обнаружатся, немедленно свяжитесь с изготовителем (дилером). Проверьте также комплектность прибора в соответствии с упаковочными документами и РЭ.

При обнаружении расхождений свяжитесь с продавцом (дилером). В случае необходимости возврата прибора поставщику следуйте инструкциям, изложенным в Р.13.

3.2. Электропитание прибора

Электропитание прибора осуществляется двумя способами:

Внешнее питание: с помощью 2-х проводов с красным и желтым проходным наконечником от внешней электросети переменного напряжения (диапазон питающего напряжения: 100...415 В, 50/60 Гц).

Внутренне питание: от встроенной перезаряжаемой ионно-литиевой аккумуляторной батареи (Li-Ion) при помощи несъемных проводов с наконечниками красный/ желтый.



ВНИМАНИЕ

При регистрации параметров, рекомендуется **ВСЕГДА питать анализатор** от внешней электросети и встроенного адаптера. В случае пропадания напряжения на фазе подключения питающих коннекторов (желт/ красн), прибор автоматически переключается в режим питания от собственного аккумулятора.

Перед первым использованием прибора произведите полную зарядку внутренней аккумуляторной батареи, по меньшей мере, в течение 5 часов.

3.3. Калибровка/ верификация

Прибор соответствует техническим характеристикам, внесенным в соответствующий перечень настоящего Руководства. Соблюдение технических характеристик прибора гарантируется производителем в течение **1 года** с момента продажи (реализации).

3.4. Хранение

Для гарантированного обеспечения заявленной точности измерений прибора, после его нахождения в экстремальных условиях окружающей среды (минусовые температуры, повышенная влажность и др.) обеспечьте необходимое время для адаптации к нормальным условиям в месте измерений (т.е. для выравнивания температур - см. п.11.3.).

4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА

4.1. Внешний вид прибора

Органы управления и индикации передней панели:



1. Индикаторные и сигнальные светодиоды
2. Описание и комментарии
3. USB порт
4. Входы для измерения напряжения и тока (U_{вх}/ I_{вх})
5. Клавиатура (кнопки 4 шт)

Рис.1: Передняя панель прибора (крышка откинута)

4.2. Описание входных гнезд коммутационной площадки



1. Потенциальные гнезда для подключения напряжений (U_{вх}) фаз $\Phi 1, \Phi 2, \Phi 3$ (L1, L2, L3) и нейтрали **N**
2. Входы для подключения токов на **I1, I2, I3** и тока нейтрали **I_N**
3. Питающий кабель: наконечники (кр./желт)

Примеч: Цветовая маркировка потенциальных гнезд (верхний горизонтальный ряд, слева-направо): 1- черн, 2- зел, 3 – корич, 4 – син

Рис.2: Входные гнезда (U/I)

4.3. Описание кнопок клавиатуры

Для управления прибором предназначены всего **4 кнопки** клавиатуры:


ON/ OFF	Питание: нажмите эту кнопку для включения прибора. Для выключения прибора нажмите и удерживайте эту кнопку в течение нескольких секунд (~2с). Если питание прибора не выключается - то нажмите и удерживайте эту кнопку по крайней мере 5с.
START/ STOP	Позволяет выполнить старт/ остановку любой записи (см. Р. 7).
SYSTEM	Позволяет выбрать один из 3-х предлагаемых типов энергосистемы: 1Ф (однофазная), 3-х фазная без нейтрали (3 пр. схема), 3-х фазная с нейтралью (4-х пр. схема).
WiFi/ RF	Позволяет выбрать режим: WiFi или RF (RF - только для беспроводной связи с другими приборами компании HT Italia).

4.4. Описание сигнальных светодиодов

Для индикации состояний и режимов приборов предназначены с/д лампочки:

Обозначение	Описание светодиода, пояснение и комментарии
POWER	Светодиод описывает статус и режим энергопотребления прибора: <i>не горит</i> : прибор выключен <i>мигающий зеленый</i> : прибор переключился в режим питания от внутренней аккумуляторной батареи <i>мигающий красный</i> : внутренняя батарея почти разряжена (низкий уровень заряда)
STATUS	Светодиод отображает состояние инструмента: <i>Не горит</i> : регистрация не производится. <i>мигающий зеленый</i> : ведется регистрация параметров. <i>горит зеленый</i> : прибор находится в готовности к запуску регистрации. Запись параметров начинается ровно с началом первой минуты внутренних часов (таймера) после нажатия на панели кнопки Старт /start или получения команды начала регистрации из оболочки мониторинговой у программы. <i>мигает красный</i> : объем памяти израсходован (нет свободного пространства) <i>горит красный</i> : внутренняя ошибка. При этом используйте управляющее программное обеспечение для определения типа неисправности. Некоторые из ошибок - могут заблокировать запуск регистрации или нарушить процедуру записи.
RF/ WiFi	Он отображает, какой из режимов беспроводной связи выбран в приборе в настоящее время. <i>Не горит</i> : включен режим WiFi соединения. <i>мигающий зеленый</i> : включен режим RF/ВЧ соединения (только для связи с другими приборами HT Italia).
CONNECTION	Он отображает, успешное подключение в режиме беспроводного соединения (WiFi или RF/ВЧ - согласно установленного типа)
SYSTEM	Этот светодиод указывает выбранный в настоящее время тип электрической системы: <i>не горит</i> : однофазный режим (бытовая оконечная розетка). <i>мигающий зеленый</i> : трехфазная электросеть без нейтрали (3-х пр.) <i>горит зеленый</i> : трехфазная электросеть с нейтралью (4-х пр.)
ERROR	Индикатор указывает на возможные ошибки при подключении к электросети: <i>не горит</i> : ошибка не обнаружена (подключение прибора – правильное!). <i>мигающий красный</i> : последовательность чередования фаз неправильная <i>горит красный</i> : одна из активных мощностей измеряемых прибором, является отрицательной.

5. НАЧАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

	ВНИМАНИЕ
Прибор настраивается и конфигурируется только с помощью ресурсов активированной управляющей программы (ПО) , за исключением выбора типа электрической системы. Данная настройка может выполняться при помощи кнопки SYSTEM на клавиатуре передней панели.	

5.1. Выбор типа электрической системы

Этот параметр позволяет выбрать для анализа ПКЭ необходимый тип системы электросети. Выбор производится с помощью кнопки на клавиатуре прибора.

Доступны следующие конфигурации:

- ✓ однофазная система
- ✓ трехфазная система без нейтрали (3-провода)
- ✓ трехфазная система с нейтралью (4-провода)

Каждая электрическая система строго соответствует своему индивидуальному списку параметров ПКЭ (**не изменяемые** !!!) которые указаны ниже в таблицах. Все заданные 383 параметра будут автоматически записываться в память анализатора при включении режима регистрации (без какой либо настройки или выбора оператором).

Таблица 2: Список параметров в однофазной системе/ 1 Ф (автоматическая регистрация)

Параметр	Описание (значение)
V1	Среднеквадратичное (с.к.з.) значение напряжения – фаза 1
Freq.	Частота напряжения питающей сети
I1	Ср.кв. значение силы тока - фаза 1
THDV1%,	Сумм. гармонические искажения напряжения (%) – фаза 1
DCV1, Har1V1, ,Har49V1	Гармоники напряжения – фаза 1
THDI1%	Сумм. гармонические искажения тока (%) - фаза 1
DCI1, Har1I1, ,Har49I1	Гармоники тока - фаза 1 (№№ - от пост. тока до 49-й)
P1+	Потребляемая активная мощность – фаза 1
Ea1+	Потребленная активная энергия - фаза 1
Q1i+	Потребляемая реактивная мощность (индуктивная) – фаза 1
Er1i+	Потребленная реактивная энергия (индуктивная) – фаза 1
Q1c+	Потребляемая реактивная мощность (емкостная) – фаза 1
Er1c+	Потребленная реактивная энергия (емкостная) – фаза 1
S1+	Потребляемая полная мощность – фаза 1
Es1+	Потребленная полная энергия – фаза 1
Pf1i+	Значение коэф. мощности (потребл. индуктивная мощность) – фаза 1
dPf1i+ +	Значение $\cos\phi$ / смещенный коэф. мощности (потребл. индукт. мощность) – фаза 1
Pf1c+	Значение коэф. мощности (потребл. емкостная мощность) – фаза 1
dPf1c+	Значение $\cos\phi$ / смещенный коэф. мощности (потребл. емкостная мощность) – фаза 1
P1-	Генерация активной мощности - фаза 1
Ea1-	Генерация активной энергии – фаза 1
Q1i-	Генерация реактивной мощности (индуктивная) - фаза 1
Er1i-	Генерация реактивной энергии (индуктивная) - фаза 1
Q1c-	Генерация реактивной мощности (емкостная) - фаза 1
Er1c-	Генерация реактивной энергии (емкостная) - фаза 1
S1-	Генерация полной мощности - фаза 1
Es1-	Генерация полной энергии - фаза 1
Pf1i-	Значение коэф. мощности (генерир. индукт. мощность) – фаза 1
dPf1i-	Значение $\cos\phi$ / смещ. коэф. мощности (генерир. индукт. мощность) – фаза 1
Pf1c-	Значение коэф. мощности (генерир. емкост. мощность) – фаза 1
dPf1c-	Значение $\cos\phi$ / смещенный коэф. мощности (генерир. емкост. мощность) – фаза 1

Таблица 3: Список параметров в трехфазной системе/ 3 Ф 3 пр (автоматическая регистрация)

Параметр	Описание (значение)
V1PE, V2PE, V3PE	Ср.кв. значения (с.к.з.) напряжения - фаза 1, фаза 2, фаза 3 по отношению к потенциалу PE (относительно земли)
V12, V23, V31	Ср.кв. значения межфазного напряжения ($\Delta\Phi$ 1-2, $\Delta\Phi$ 2-3, $\Delta\Phi$ 3-1)
Freq.	Частота напряжения питающей сети
I1, I2, I3	Ср.кв. значения силы тока - фаза 1, фаза 2, фаза 3

THDV1%, THDV2%, THDV3%	Сумм. гармонические искажения напряжения (%) - фаза 1, фаза 2, фаза 3
DCVx, Har1Vx,..., Har49Vx	Гармоники напряжения – фаза 1, фаза 2, фаза 3 (x=1,2,3) - от пост. тока до 49-й
THDI1%, THDI2%, THDI3%	Сумм. гармонические искажения тока (%) - фаза 1, фаза 2, фаза 3
DCIx, Har1Ix, ,Har49Ix	Гармоники тока – фаза 1, фаза 2, фаза 3 (x=1,2,3) - от пост. тока до 49-й
u2 *	Коеф. несимм. напряжения по обратной последовательности, % (K2U)
uo *	Коеф. несимметрии напряжений по нулевой последовательности, % (K0U)
Pt+, P1+, P2+, P3+	Потребл. активная мощность – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Eat+, Ea1+, Ea2+, Ea3+	Потребл. активная энергия – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Qti+, Q1i+, Q2i+, Q3i+	Потребл. реактивная мощность (индуктивная) – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Erti+, Er1i+, Er2i+, Er3i+	Потребл. реактивная энергия (индуктивная) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Qtc+, Q1c+, Q2c+, Q3c+	Потребл. реактивная мощность (емкостная) – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Ertc+, Er1c+, Er2c+, Er3c+	Потребл. реактивная энергия (емкостная) – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
St+, S1+, S2+, S3+	Потребл. полная мощность – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Est+, Es1+, Es2+, Es3+	Потребл. полная энергия – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Pfti+, Pf1i+, Pf2i+, Pf3i+	Зн-ия коеф. мощности (потребл. индукт. мощность) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
dPfti+, dPf1i+, dPf2i+, dPf3i+	Зн-ия cosφ/ смещ. коеф. мощности (потребл. индукт. мощность) – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Pftc+, Pf1c+, Pf2c+, Pf3c+	Зн-ия коеф. мощности (потребл. емкост. мощность) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
dPftc+, dPf1c+, dPf2c+, dPf3c+	Зн-ия cosφ/ смещ. коеф. мощности (потребл. емкостная мощность) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
Pt-, P1-, P2-, P3-	Генерация активной мощности - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Eat-, Ea1-, Ea2-, Ea3-	Генерация активной энергии – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Qti-, Q1i-, Q2i-, Q3i-	Генерация реактивной мощности (индуктивн.) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Erti-, Er1i-, Er2i-, Er3i-	Генерация реактивной энергии (индуктивн.) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Qtc-, Q1c-, Q2c-, Q3c-	Генерация реактивной мощности (емкостная) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Ertc-, Er1c-, Er2c-, Er3c-	Генерация реактивной энергии (емкостная) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
St-, S1-, S2-, S3-	Генерация полной мощности - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Est-, Es1-, Es2-, Es3-	Генерация полной энергии - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Pfti-, Pf1i-, Pf2i-, Pf3i-	Зн-ия коеф. мощности (генер. инд. мощности) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
dPfti-, dPf1i-, dPf2i-, dPf3i-	Зн-ия cosφ/ смещ. коеф. мощности (генер. инд. мощности) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
Pftc-, Pf1c-, Pf2c-, Pf3c-	Зн-ия коеф. мощности (генерир. емк. мощность) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
dPftc-, dPf1c-, dPf2c-, dPf3c-	Зн-ия cosφ/ смещ. коеф. мощности (генер. емк. мощности) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3

*примеч. - индикация несимм. напряжений в 3-х фазной системе.

Таблица 4: Список параметров в трехфазной системе/ **3 Ф 4 пр** (автоматическая регистрация)

Параметр	Описание (значение)
V1, V2, V3	Ср.кв. значения (с.к.з.) напряжения - фаза 1, фаза 2, фаза 3
V12, V23, V31	Ср.кв. значения межфазного напряжения ($\Delta\Phi$ 1-2, $\Delta\Phi$ 2-3, $\Delta\Phi$ 3-1)
Freq.	Частота напряжения питающей сети
I1, I2, I3, IN	Ср.кв. значения силы тока - фаза 1, фаза 2, фаза 3, нейтраль

THDV1%, THDV2%, THDV3%	Сумм. гармонические искажения напряжения (%) - фаза 1, фаза 2, фаза 3
DCVx, Har1Vx, ,Har49Vx	Гармоники напряжения – фаза 1, фаза 2, фаза 3 (x=1,2,3) - от пост. тока до 49-й
THDI1%, THDI2%, THDI3%	Сумм. гармонические искажения тока (%) - фаза 1, фаза 2, фаза 3
DCIx, Har1Ix, ,Har49Ix	Гармоники тока – фаза 1, фаза 2, фаза 3 (x=1,2,3) - от пост. тока до 49-й
u2	Коеф. несимм. напряжения по обратной последовательности, % (K2U)
u0	Коеф. несимметрии напряжений по нулевой последовательности, % (K0U)
Pt+, P1+, P2+, P3+	Потребл. активная мощность – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Eat+, Ea1+, Ea2+, Ea3+	Потребл. активная энергия – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Qti+, Q1i+, Q2i+, Q3i+	Потребл. реактивная мощность (индуктивная) – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Erti+, Er1i+, Er2i+, Er3i+	Потребл. реактивная энергия (индуктивная) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Qtc+, Q1c+, Q2c+, Q3c+	Потребл. реактивная мощность (емкостная) – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Ertc+, Er1c+, Er2c+, Er3c+	Потребл. реактивная энергия (емкостная) – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
St+, S1+, S2+, S3+	Потребл. полная мощность – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Est+, Es1+, Es2+, Es3+	Потребл. полная энергия – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Pfti+, Pf1i+, Pf2i+, Pf3i+	Зн-ия коеф. мощности (потребл. индукт. мощность) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
dPfti+, dPf1i+, d Pf2i+, dPf3i+	Зн-ия cosφ/ смещ. коеф. мощности (потребл. индукт. мощность) – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Pftc+, Pf1c+, Pf2c+, Pf3c+	Зн-ия коеф. мощности (потребл. емкост. мощность) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
dPftc+, dPf1c+, dPf2c+, dPf3c+	Зн-ия cosφ/ смещ. коеф. мощности (потребл. емкостная мощность) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
Pt-, P1-, P2-, P3-	Генерация активной мощности - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Eat-, Ea1-, Ea2-, Ea3-	Генерация активной энергии – Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Qti-, Q1i-, Q2i-, Q3i-	Генерация реактивной мощности (индуктивн.) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Erti-, Er1i-, Er2i-, Er3i-	Генерация реактивной энергии (индуктивн.) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Qtc-, Q1c-, Q2c-, Q3c-	Генерация реактивной мощности (емкостная) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Ertc-, Er1c-, Er2c-, Er3c-	Генерация реактивной энергии (емкостная) - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
St-, S1-, S2-, S3-	Генерация полной мощности - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Est-, Es1-, Es2-, Es3-	Генерация полной энергии - Общая (Σ), фаза 1, фаза 2, фаза 3
Pfti-, Pf1i-, Pf2i-, Pf3i-	Зн-ия коеф. мощности (генер. инд. мощности) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
dPfti-, dPf1i-, d Pf2i-, dPf3i-	Зн-ия cosφ/ смещ. коеф. мощности (генер. инд. мощности) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
Pftc-, Pf1c-, Pf2c-, Pf3c-	Зн-ия коеф. мощности (генерир. емк. мощность) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3
dPftc-, dPf1c-, dPf2c-, dPf3c-	Зн-ия cosφ/ смещ. коеф. мощности (генер. емк. мощности) – Общая (Σ), ф 1, ф 2, ф 3



ВНИМАНИЕ

Подключения к входам прибора должны коррелироваться с типом выбранной системы. Для получения доп. информации о настройках этого параметра обратитесь к он-лайн руководству (в меню программного обеспечения).

5.2. Выбор типа токовых клещей

Данный параметр меню **всегда должен устанавливаться в соответствии с используемым типом клещей**.

При настройке предусмотрена возможность выбора одного их 2-х типов клещей:

√ **STD**: для стандартных т/клещей

√ **FLEX**: для гибких клещей (токовая петля).

Кроме того, для измерения тока фазы и нейтрали могут использоваться опциональные клещи с разными пределами измерений (чувствительностью) и независимыми настройками соответствующими полной шкале измерений АКЭ-820.

Выборный тип клещей **всегда должен соответствовать фактически используемому типу**. Для получения дополнительной информации о параметрах этой настройки обратитесь к он-лайн руководству в соответствующем разделе управляющего программного обеспечения (ПО).

5.3. Выбор предела измерения токовых клещей (т/преобразователя)

Значение параметра должно быть всегда равным полному диапазону (т.е. верхнему *пределу измерений*) т/клещей, используемых для проведения измерений. В случае применения многопредельных т/клещей, в меню прибора необходимо установить тот предел, который выбран на токовых клещах в данный момент.

Для гибкого токового преобразователя «Flex» можно выбрать только значения пределов: **100А** и **1000А**. Выбранная настройка «full scale/ полная шкала» всегда должны соответствовать фактически используемой полной шкале. Для получения дополнительной информации о параметрах этого параметра обратитесь в режиме он-лайн к справочным разделам ПО.

5.4. Выбор коэфф. трансформации (VTs)

Прибор в тестируемом оборудовании (электроустановке) может взаимодействовать с понижающим трансформатором при помощи задания «VTs Ratio»/ Коэфф. трансформации. Прибор может отображать значения напряжения первичной обмотки этих трансформаторов. Для этого необходимо выполнить установку коэф. трансформации в диапазоне доступных значений **1 ... 3999** (определяется соотношением числа витков обмоток трансформатора).

5.5. Настройка пределов допуска для аномалий напряжения

Прибор позволяет выполнять детектирование и регистрацию аномалий напряжения* с предварительной установкой Уном (в зависимости от выбранной системы) и отдельным заданием минимального и максимального порогов в % выражении. Значение Уном может быть задано в диапазоне от 1% до 30% с шагом 1%). Для получения дополнительной информации о настройках этого параметра обратитесь в режиме он-лайн к справочным разделам ПО и рекомендациям Р.8, 9.

* **Примеч.** - провалы/*dips* и прерывания напряжения, перенапряжение/*swells*, переходные процессы (колебания).

5.6. Настройка интервала интегрирования

Эта настройка определяет интервал времени (в сек., мин) в течение которого производится усреднение значений всех заданных параметров и величин для последующей их записи в память прибора (см. Р.8). Она определяет период интегрирования (*integration period*), который является интервалом между двумя последовательными записями в пределах общей продолжительности сеанса регистрации/измерений. Доступные значения периода интегрирования: **5с, 10с, 30с, 1 мин, 2 мин, 5 мин, 10 мин, 15 мин, 60 мин**. Для получения дополнительной информации о настройках этого параметра обратитесь в режиме он-лайн к справочным разделам ПО.

5.7. Настройка способа активации записи (START / STOP)

С помощью этих параметров можно задать режимы запуска/ остановки регистрации (запись во внутреннюю память). Более подробно ниже в таблице:

START: MAN	дет активирована запись всех заданных параметров <u>в начале первой минуты</u> после того, как оператор вручную нажал кнопку START/STOP на панели прибора (см. Р. 7)
STOP: MAN	пись всех заданных параметров будет прекращена вручную в случае повторного нажатия кнопки START/STOP на панели (см. Р.7).

START: AUTO STOP: AUTO	этом режиме запись всех заданных параметров будет активирована/ остановлена с помощью программирования времени и даты (запись по таймеру). <u>Чтобы активировать процесс регистрации, оператору необходимо нажать кнопку START/STOP для перевода прибора в состояние ожидания (Stand-By), регистрация начнется сразу по достижении запрограммированного времени старта. (см.Р. 7)</u>
---	---


Для получения дополнительной информации о настройках этого параметра обратитесь в режиме он-лайн к справочным разделам ПО.

5.8. Настройка времени и даты (внутренний таймер)

Данная функция анализатора **АКЭ-820** реализована за счет возможности программирования и установки системной даты/времени прибора при подключении к нему внешнего планшета или смартфона с помощью установленного управляющего ПО (процедура синхронизации). Для получения дополнительной информации о настройках этого параметра обратитесь в режиме он-лайн к справочным разделам ПО.

6. ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ПРОЦЕДУРЫ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Использование прибора в однофазной системе (1Ф)

	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
	<p>Максимально допустимое напряжение между потенциальными входами является ~415 В, кат IV 300В - относительно земли. Не производите измерение напряжений, превышающих пределы, указанные в данном руководстве иначе вы можете повредить прибор и/или его компоненты или подвергнуть опасности вашу безопасность.</p> <p>Номинальное напряжение питания прибора (красн/ желтый терминалы) должно быть в пределах значений: 100 – 415 В, 50/60 Гц.</p>

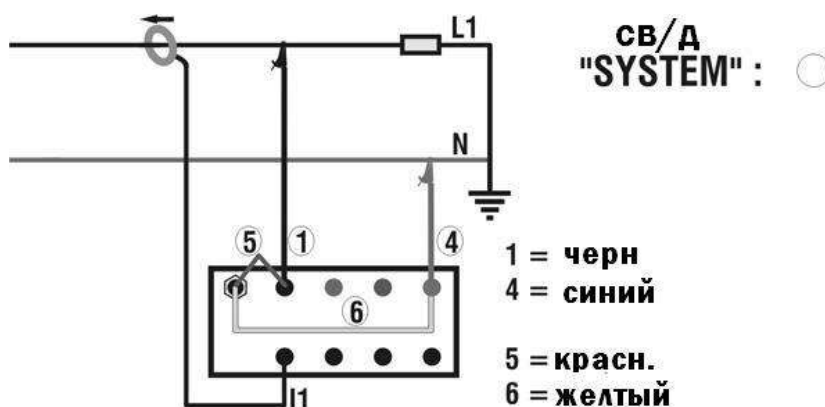




Рис. 2: Подключение прибора к **однофазной** системе (1Ф)
 (тут и далее по тексту в правом верхнем углу – светодиод «System»)

	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
	<p>Если возможно, перед подключением измерительного прибора к тестируемому электрическому оборудованию необходимо отключить электрическое питание в сети.</p>

1. При необходимости произведите проверку основных настроек измерительного прибора (см. Р. 5.). Кнопкой выбора **SYSTEM** на клавиатуре задайте режим **SINGLE** (однофазная система).

2. Подключите провода питания анализатора (красн./ желт.) согласно схеме указанной на рис.2
3. Произведите подключение измерительного провода к фазе L1(кабелю под напряжением) и N (нейтрали/ заземления) с учетом их цветов, как показано на рис.2.
4. Произведите подключение токового преобразователя к кабелю фазы L1, как показано на рис.2, соблюдая направление стрелки т/преобразователя, указывающее направленность тока от генератора к нагрузке.
5. Подайте на тестируемую электрическую установку напряжение питания, если оно было временно снято при подключении прибора к ЭУ.
6. Убедитесь, что светодиод индикации ошибки (**Error**) – не горит (выключен). В случае, если он находится во включенном состоянии, - проверьте правильность подключения токоизмерительных клещей с точки зрения направления перетекания мощности (тока потребления – по стрелке).
7. Если пользователем активировано USB или WiFi соединение с внешним устройством (см. Р.9), на котором установлен управляющий софт (HTanalysis), на экране мобильного устройства будут отображаться значения измеренных электрических параметров. Перед началом записи убедитесь, что на внешнем дисплее (**Real Time Values/ Значения в реальном времени**) производится отображение положительного значения активной мощности и коэфф. мощности, относящихся к нагрузке, которая обычно должна быть индуктивной. При отрицательных показаниях поменяйте подключение т/преобразователя на 180 градусов. Для получения дополнительной информации обратитесь к он-лайн справочнику в ПО.
8. Если требуется выполнить новую регистрацию: проверьте и при необходимости, измените значения основных параметров, заданных на панели (см. Р.5). Чтобы начать сеанс записи, - нажмите на кнопку **START/STOP** (Пуск/Стоп - см. Р. 7).

6.2. Использование прибора в трехфазной 3-х проводной системе

	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
<p>Максимально допустимое напряжение между потенциальными входами является ~415 В, кат IV 300В - относительно земли. Не производите измерение напряжений, превышающих пределы, указанные в данном руководстве. При превышении пределов напряжения вы можете повредить прибор и/или его компоненты или подвергнуть опасности вашу безопасность.</p>	

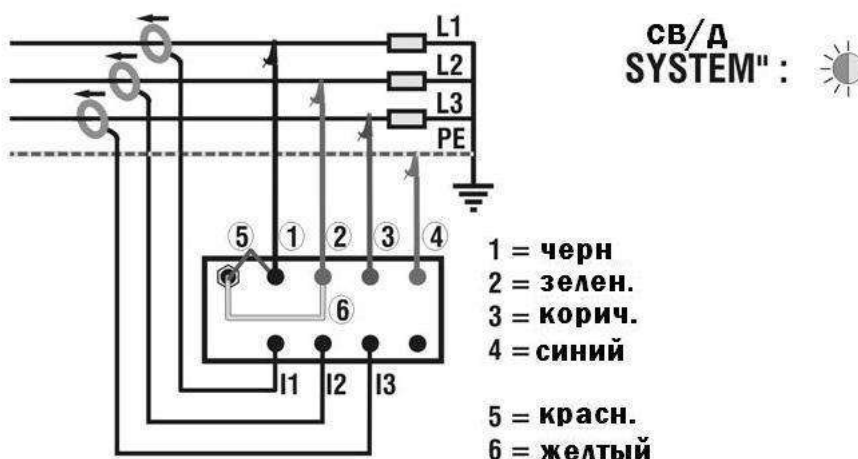



Рис.3: Подключение прибора к трехфазной 3-проводной системе с PE

	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
<p>Если возможно, перед подключением измерительного прибора к тестируемому электрическому оборудованию необходимо отключить электрическое питание.</p>	

1. При необходимости произведите проверку и изменение основных настроек измерительного прибора (см. Р 5.). Задайте режим **Three-phase 3-wire** (3-х фазная 3 пр. система).
2. Подключите провода питания АКЭ-820 (красн./ желт.) согласно схеме указанной на рис.3.
3. Произведите подключение измерительных проводов к фазным кабелям (**Ф1, Ф2, Ф3/ L1, L2, L3**) и заземлению **РЕ** с учетом их цветовой маркировки, как показано на рис.3. Обязательно подключите измерительный кабель с голубым наконечником (№4) к защитному проводнику РЕ. При необходимости скорректируйте измерительную схему.
4. Для измерения силы тока или мощности произведите подключение гибких токовых преобразователей к кабелям фаз **L1 L2, L3**, как показано на рис.3, соблюдая направление стрелки на корпусе т/преобразователя, указывающее стандартную направленность «от генератора к нагрузке».
5. Подайте на тестируемую электрическую установку напряжение питания в случае, если оно было временно снято при подключении прибора к ЭУ.
6. Убедитесь, что светодиод индикации ошибки (**Error**) – не горит (выключен). Если он находится во включенном состоянии, - проверьте правильность подключения токоизмерительных клещей с точки зрения направления перетекания мощности (тока потребления – по стрелке).
7. Если пользователем активировано USB или WiFi соединение с внешним устройством (см. Р.9), на котором установлен управляющий софт (HTanalysis), на экране мобильного устройства будут отображаться значения измеренных электрических параметров. Перед началом записи убедитесь, что на внешнем дисплее (**Real Time Values/** Значения в реальном времени) производится отображение положительного значения активной мощности и коэфф. мощности нагрузке, которая обычно должна быть индуктивной. При отрицательных показаниях поменяйте подключение т/преобразователя на 180°. Для получения дополнительной информации обратитесь к он-лайн справочнику в ПО.
7. Если требуется выполнить новую регистрацию: проверьте и при необходимости, измените значения основных параметров, заданных на панели (см. Р.5). Чтобы начать сеанс записи, - нажмите на кнопку **START/STOP** (Пуск/Стоп - см. Р. 7).

6.3. Использование прибора в трехфазной 4-х проводной системе

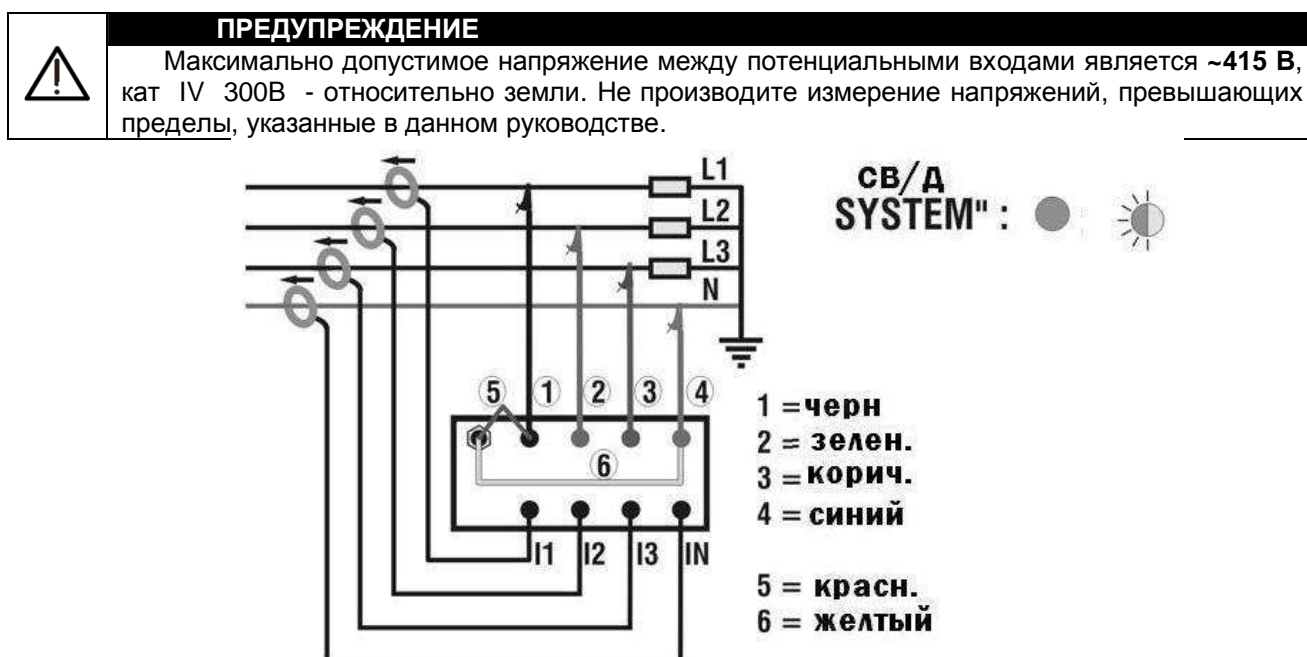


Рис. 4: Подключение прибора к трехфазной 4-проводной системе



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Перед подключением измерительного прибора к тестируемому электрическому оборудованию по возможности необходимо отключить электрическое питание.

1. При необходимости произведите проверку и изменение основных настроек измерительного прибора (см. Р.5). Задайте режим **Three-phase 4-wire** (3-х фазная 4 пр. система).
2. Подключите провода питания АКЭ-820 (красн./ желт.) согласно схеме указанной на рис.3.
3. Произведите подключение измерительных проводов к фазным кабелям (**Ф1, Ф2, Ф3/ L1, L2, L3**) и нейтрали с учетом их цветовой маркировки, как показано на рис.3. Обязательно подключите измерительный кабель с **голубым** наконечником (№4) к нейтральному проводнику (N). При необходимости внесите исправления в измерительную схему.
4. Для измерения силы тока или мощности произведите подключение гибких токовых преобразователей к кабелям фаз **L1 L2, L3**, как показано на рис.3, соблюдая направление стрелки на корпусе т/преобразователя, указывающее стандартную направленность «от генератора к нагрузке».
5. Подайте на тестируемую электрическую установку напряжение питания в случае, если оно было временно снято при подключении прибора к ЭУ.
8. Убедитесь, что светодиод индикации ошибки (**Error**) – не горит (выключен). Если он находится во включенном состоянии, - проверьте правильность подключения токоизмерительных клещей с точки зрения направления перетекания мощности (тока потребления – по стрелке).
9. Если пользователем активировано USB или WiFi соединение с внешним устройством (см.Р.9), на котором установлен управляющий софт (HTanalysis), на экране мобильного устройства будут отображаться значения измеренных электрических параметров. Перед началом записи убедитесь, что на внешнем дисплее (**Real Time Values/ Значения в реальном времени**) производится отображение положительного значения активной мощности и коэфф. мощности нагрузке, которая обычно должна быть индуктивной. При отрицательных показаниях поменяйте подключение т/преобразователя на 180°. Для получения дополнительной информации обратитесь к он-лайн справочнику в ПО.
10. Если требуется выполнить новую регистрацию: проверьте и при необходимости, измените значения основных параметров, заданных на панели (см. Р.5). Чтобы начать сеанс записи, - нажмите на кнопку **START/STOP** (Пуск/Стоп - см. Р. 7).

7. РЕГИСТРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ (ПКЭ)

7.1. Начало регистрации (старт записи)

Регистрация параметров качества электроэнергии может запускаться вручную/ MANUALLY или автоматически/AUTO. По завершении этапа выбора базовых настроек и после выхода из режима «Меню», прибор начнет процесс регистрации ПКЭ по алгоритму указанному ниже:

- **MAN/ ручной режим:** запись начнется ровно в начале минуты после того, как на панели была нажата кнопка **START/STOP** (Пуск/Стоп).
- **AUTO/ Автоматический режим:** при нажатии оператором кнопки START/STOP, прибор будет находиться в режиме ожидания до тех пор, пока не будет достигнуто запрограммированное время старта (т.н. отложенный запуск по установленной дате и времени внутреннего таймера). Только по достижении заданного времени анализатор начнет запись параметров в память. **Если оператор предварительно не нажмет кнопку START/STOP, - то запись никогда не будет активирована.** Когда прибор находится в состоянии ожидания наступления заданного момента (дата/время) начала регистрации, - с/д индикатор **Status** постоянно горит зеленым цветом.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Для режима длительной регистрации (записи ПКЭ) всегда рекомендуется выбирать вариант питания анализатора от внешнего источника (от электросети переменного напряжения).

- Перед началом записи, оператор должен предварительно в реальном времени оценить ситуацию с анализируемой системой, понять что необходимо зарегистрировать и соответственно с условиями измерений и схемой ЭУ настроить прибор

- Для помощи пользователю в настройке, анализатора имеет предустановленный профиль с конфигурацией для 3-х фазной 4-х проводной системы для каждой выбранной электрической системы. Данный профиль, как правило, подходит для большинства случаев возможного применения прибора.
- Нажатие кнопки **START/STOP** (Пуск/ Стоп) начинает запись выбранных параметров согласно спецификации профиля (набора значений в меню - см. Р.7)
- Поскольку по умолчанию задан период интеграции **15 мин**, то прибор на каждом таком единичном интервале в период регистрации аккумулирует и обрабатывает данные во временной памяти. По истечении этого интервала, анализатор по определенному алгоритму обрабатывает результаты из временной памяти, и затем сохранит их во внутренней памяти как первую серию результатов и значений ПКЭ, имеющих отношение к этому отрезку записи.
- Таким образом, при условии интеграции $t_i=15$ мин, продолжительность записи **будет равной 15 минутам** для того чтобы сформировать серию последовательно записываемых данных, которые потом могут передаваться в ПК для анализа с помощью ПО
- В случае, если запись параметров будет остановлена до завершения выбранного периода интеграции, то промежуточные данные (накопленные во временной памяти) не будут обработаны. Поэтому эти результаты не будут сохранены в памяти анализатора (за этот конкретный интервал усреднения).

7.2. Во время регистрации

Во время записи можно отображать на экране следующие данные анализа с помощью управляющего программного обеспечения:

- Начало регистрации (дата/время старта)
- Значение периода интеграции
- Количество периодов интеграции (завершенных циклов)
- Общая продолжительность сеанса записи
- Количество обнаруженных аномалий напряжения

7.3. Остановка регистрации

Чтобы остановить процедуру регистрации, нажмите кнопку **START/STOP**.

8. СОХРАНЕНИЕ ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЕ ПАМЯТЬЮ

Прибор оснащен внутренней памятью объемом 8 МБ для записи измеренных значений во время сессии регистрации ПКЭ. С помощью управляющего программного обеспечения можно получить информацию о размере свободной памяти и настройках прибора. Прибор может записать в память **65.530** аномалий напряжения.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Все сохраненные данные можно увидеть (в доступных формах для анализа ПКЭ) - только после их передачи на компьютер с помощью программного обеспечения.

8.1. Очистка памяти

Для очистки памяти прибора (удаления всех записанных данных) необходимо:

- Выключить прибор с помощью кнопки **ВКЛ/ВЫКЛ**

- Нажав и удерживая кнопку **SYSTEM** - снова включите питание прибора
При этом прибор издаст звуковое подтверждение об очистке памяти.

8.2. Передача данных в управляющее ПО

Для передачи данных необходимо, что бы прибор был соединен с управляющим устройством

- Кабелем USB (к ПК)
- По сети WI-Fi (с внешним смартфоном/ планшетом)



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

- Это нельзя сделать в момент передачи данных
- Порт (RS) не должен быть занят другим устройством (мышью, модемом...)
- Перед соединением необходимо настроить WI-Fi или RS в ПО.

8.3. Передача данных через USB порт

Для передачи данных их инструмента в ПК необходимо:

- Включите прибор
- Соедините прибор с управляющим устройством на котором установлено ПО кабелем USB.
- Запустите ПО, и выберете режим «скачать данные». (Для получения дополнительной информации о настройках этого параметра, пожалуйста, обратитесь к он-лайн руководству по программе)

8.4. Передача данных через WI-FI



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Для передачи данных через WI-FI необходимо, что бы компьютер или иное внешнее устройство с поддержкой управляющего ПО было оборудовано WI-FI модулем!

- Включите прибор
- Нажмите **WiFi/ RF** кнопку на панели для включения и организации сети **WI-FI** (сигнальный светодиод **RF/ WiFi** – при этом не горит!)
- Активируйте WI-FI соединение на ПК (откройте настройку WI-FI найдите и выберете в списке доступных сетей «**PQA820-xx/ АКЭ-820**».
- Запустите ПО и выберете режим «Скачать данные по WI-FI» (для получения дополнительной информации о настройках этой функции, обратитесь к он-лайн руководству данной программы)

9. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ВНЕШНИХ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

9.1. Соединение с устройствами на базе ОС Android/ iOS

Для подключения необходимо выполнить следующее:

- Скачайте и установите на внешнее мобильное устройство (планшет или смартфон) специальное ПО (**APP - приложение**)
- Включите прибор и активируйте на нем WI-FI (см. p.8.4)
- Подключите устройство к сети WI-FI организуемой прибором
- Запустите ПО и активируйте режим получения данных, в дальнейшем выполняйте все инструкции и рекомендации по работе (**в приложении APP**)

10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

10.1. Общая информация

Анализатор **АКЭ-820** является прецизионным измерительным прибором. При его использовании и хранении строго следуйте рекомендациям и инструкциям данного руководства во избежание возникновения опасностей или возможных повреждений.

Никогда не используйте прибор в условиях окружающей среды с повышенной влажностью или высокой температурой. Не подвержайте измерительный прибор воздействию прямого солнечного света. Всегда выключайте прибор после использования.

10.2. Чистка и уход за поверхностью

Для чистки измерительного прибора и ухода за внешней поверхностью используйте мягкую сухую ткань. Не используйте обильно увлажненную ткань, абразивные материалы, растворители, агрессивные жидкости и т.п.

10.3. Утилизация по окончании эксплуатации



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: данный символ показывает, что оборудование и приспособления к нему (составные части анализатора) должны отдельно собираться по окончании периода эксплуатации и подвергаться правильной утилизации – по типам отходов.

11. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

11.1. Основные электрические спецификации АКЭ-820

Погрешности нормируются для температуры +23 °С (±5 °С) и относ. влажности < 70%. В таблицах указаны выражения для определения пределов допускаемой основной абсолютной погрешности. Например, $\Delta = \pm (0,005 \cdot X + 2 \cdot k)$, где X – измеренное значение, k – значение единицы младшего разряда на данном пределе измерения.

Измерение постоянного напряжения/ DCV

Диапазон	Разрешение	Погрешность
10...265 В	0,1 В	$\pm (0,007 \cdot U_{\text{изм.}} + 0,4 \text{ В})$

Значения напряжения вх. сигнала менее 10 В – обнуляются.

Измерение переменного напряжения TRMS (фаза – нейтраль/ ACV)

Диапазон	Частота	Разрешение	Погрешность
10...265 В	42,5...69 Гц	0,1 В	$\pm (0,005 \cdot U_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ В})$

Максимальный Пик-фактор = 1,5. При значении напряжения $U_{\text{вх}} < 10 \text{ В}$ – показания на дисплее обнуляются (индикация «0000»).

Измерение переменного напряжения TRMS (фаза – фаза/ ACV)

Диапазон	Частота	Разрешение	Погрешность
50...460 В	42,5...69 Гц	0,1 В	$\pm (0,01 \cdot U_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ В})$

Максимальный Пик-фактор = 1,5. Значения напряжения менее 10 В – обнуляются.

Измерение аномалий* напряжения (фаза – нейтраль)

Диапазон	Разрешение по напряжению	Разрешение по времени	Погрешность изм. напряжения
15...265 В	0,2 В	10 мс	$\pm (0,01 \cdot \text{Уизм.} + 0,2 \text{ В})$

*- провалы/dips и прерывания напряжения, перенапряжение/ swells, переходные процессы (колебания).

Измерение силы постоянного тока с помощью токовых клещей (Std)/ DCA

Диапазон	Разрешение	Погрешность	Защита входа
5...219,9 мВ	1 мВ	$\pm (0,007 \cdot \text{Уизм.} + 1 \text{ мВ})$	10 В
220...999,9 мВ		$\pm 0,007 \cdot \text{Уизм.}$	

Если напряжение на входе менее 5 мВ, то показания значения тока на дисплее – обнуляются.

Измерение силы переменного тока с помощью токовых клещей (Std)/ ACA

Диапазон	Разрешение	Частота	Погрешность	Защита входа
5...219,9 мВ	1 мВ	42,5...69 Гц	$\pm (0,005 \cdot \text{Уизм.} + 0,6 \text{ мВ})$	10 В
220...999,9 мВ			$\pm 0,005 \cdot \text{Уизм.}$	

Значения тока обнуляются, если напряжение на входе менее 5 мВ

Измерение силы перем. тока с помощью токовой петли/ FLEX (предел 100 А, Кт* = 85 мкВ/ А)/ ACA

Диапазон	Разрешение	Частота	Погрешность	Защита входа
0,085...8,5 мВ	8,5 мкВ	42,5...69 Гц	$\pm (0,005 \cdot \text{Уизм.} + 0,007 \text{ мВ})$	10 В

Максимальный Пик-фактор (Ka) = 1,5. Значения силы тока менее 1 А – обнуляются.

* макс. выходной сигнал ~U=8,5 мВ при токе ~100 А/ 50 Гц

Измерение силы перем. тока с помощью токовой петли/ FLEX (предел 1000 А, Кт** =85 мкВ/ А)/ ACA

Диапазон	Разрешение	Частота	Погрешность	Защита входа
0,425...85 мВ	85 мкВ	42,5...69 Гц	$\pm (0,005 \cdot \text{Уизм.} + 0,15 \text{ мВ})$	10 В

Максимальный Пик-фактор (Ka) = 1,5. Значения тока менее 5 А – обнуляются.

** макс. выходной сигнал ~U=85 мВ при токе ~1000 А/ 50 Гц

Измерение частоты переменного тока / Freq

Диапазон	Разрешение	Погрешность
42,5...69 Гц	0,1 Гц	$\pm (0,002 \cdot \text{Физм.} + 0,1 \text{ Гц})$

Измерение мощности/ энергии постоянного тока (Уизм. > 200 В)/ P, Q

Диапазон	Диапазон	Разрешение	Погрешность
1...10 А	0...9,999 кВт/ кВт*ч	0,001 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 5 \text{ Вт})$
	10...99,99 кВт/ кВт*ч	0,01 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 50 \text{ Вт})$
10...200 А	0...99,99 кВт/ кВт*ч	0,01 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 50 \text{ Вт})$
	100...999,9 кВт/ кВт*ч	0,1 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 500 \text{ Вт})$
200 А...1000 А	0...999,9 кВт/ кВт*ч	0,1 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 0,5 \text{ кВт})$
	1000...9999 кВт/ кВт*ч	1 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 5 \text{ кВт})$

Измерение мощности/ энергии переменного тока (Уизм. > 200 В, коэфф. мощности = 1)

Диапазон	Диапазон	Разрешение	Погрешность
1...10 А	0...9,999 кВт/ кВт*ч	0,001 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,007 \cdot \text{Ризм.} + 3 \text{ Вт})$
	10...99,99 кВт/ кВт*ч	0,01 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,007 \cdot \text{Ризм.} + 30 \text{ Вт})$
10...200 А	0...99,99 кВт/ кВт*ч	0,01 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 30 \text{ Вт})$
	100...999,9 кВт/ кВт*ч	0,1 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 300 \text{ Вт})$
200 А...1000 А	0...999,9 кВт/ кВт*ч	0,1 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 0,3 \text{ кВт})$
	1000...9999 кВт/ кВт*ч	1 кВт/ кВт*ч	$\pm (0,01 \cdot \text{Ризм.} + 3 \text{ кВт})$

Измерение коэффициента мощности / Pf (COSφ)

Диапазон	Разрешение	Погрешность
0,2...0,5	0,01	0,6°
0,2...0,8		0,7°
0,8...1		1,0°

Измерение гармоник тока и напряжения/ Harm

Диапазон	Разрешение	Погрешность
DC...25	0,1 В/ 0,1 А	$\pm (0,05 \cdot \text{Изм.} + 2 \text{ ед.сч.})$
26...33		$\pm (0,1 \cdot \text{Изм.} + 2 \text{ ед.сч.})$
34...49		$\pm (0,15 \cdot \text{Изм.} + 2 \text{ ед.сч.})$

Измеренные значения гармоник, присутствующих в сигнале будут обнулены в случае:

- DC гармоники: значение DC < 0,5 % от значения 1-й гармоники или, если значение DC < 0,5 % от полной шкалы (FS) токовой петли или клещей
- 1-я гармоника: значение 1-й гармоники < 0,5 % полной шкалы (FS) токовой петли или клещей
- 2...49-я гармоника: значения 2...49-й гармоники < 0,5 % значения 1-й гармоники или < 0,5 % полной шкалы токовой петли (FS) или клещей

11.2. Соответствие требованиям

- Электробезопасность МЭК/ EN 61010-1 + A2(1996)
- Классификация степени защиты: КЛАСС 2 (Двойная изоляция)
- Степень загрязнения: класс 2
- Защита от перегрузки по напряжению: кат IV ~300 В («Ф-3»), макс ~460 В ~ (между входами)
- Применение: в закрытых помещениях
- Высота использования: макс. 2000 м над уровнем моря

11.3. Общие характеристики

- Поддерживаемые электрические системы:
 - Однофазная (2 пр.)
 - Трехфазная без нейтрали (3-х пр.)
 - Трехфазная + нейтраль (4-х пр.)
- Максимальное количество регистрируемых показателей ПКЭ: **383 параметров**
- Максимальное количество регистрируемых аномалий напряжения: **65530 событий**
- Интервал регистрации (на выбор): **5, 10, 30 с; 1, 2, 5, 10, 15, 60 мин**
- Автономная запись: более 30 дней с интервалом усреднения 10 мин
- Встроенная память: **8 МБ** (несъемная Flash-карта, установленная внутри корпуса)
- Питание:
 - Внутреннее: Li-ION батарея (время работы 1 час при пропадании питающей сети)
 - Внешнее: подключение к анализируемой линии электропитания с помощью проводов и проходных наконечников (100-415 В, частота 50/ 60 Гц)
- Интерфейс: USB подключение к ПК (Windows), WiFi только для планшета/ смартфона (iOS, Android).
- Габаритные размеры 245 x 210 x 110 мм
- Масса 1,5 кг
- Условия эксплуатации: 0 °С ... +40 °С, отн. влажность < 80 %
- Условия хранения: -10 °С ... +60 °С, отн. влажность < 80 %

11.4. Электрические спецификации токовой петли HTFLEX 33L

Диапазон измерений	1 ... 1000 А
Пределы измерений	100 А, 1000 А с.к.з. (переменный ток)
Коэффициент преобразования	85 мВ (при 1000 А, f=50 Гц)
Входное сопротивление	157 Ом ± 15 Ом
Импеданс нагрузки	399,2 Ом
Погрешность	± 0,5% (при 25 гр.С/ f= 50 Гц)
Линейность (в диапа. 10 % - 100%)	± 0,2%
Рабочий диапазон частот	10 Гц ... 20 кГц (по уровню -3 дБ)
Вносимый сдвиг фаз	<± 1 °
Дополнительная погрешность	± 2% (позиции. петли на токопроводе)
Собственные эл. шумы	1 мВ с.к.з.
Защита от перегрузки	кат. III/ 1000 В скз (ф-з), кат. IV/ 600В
Изоляция	Двойная
Использование по услов. загрязнения	Категория 2 (IP65)

Массогабаритные параметры и условия эксплуатации

Длина петли (разъемный токопровод)	610 мм
Диаметр петли	174 мм
Максимальный диаметр охвата	290 мм

Длина соединительного кабеля	2 м
Разъем	3-х контактный (BINDER)
Рабочая температура	-20 ⁰ С...+80 ⁰ С
Температура хранения	-20 ⁰ С...+80 ⁰ С
Температурный коэффициент	±0,05% на 1 ⁰ С
Относительная влажность	15%...85%
Масса	215 г

12. СОСТАВ ПРИБОРА И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

12.1. Стандартно поставляемый комплект:

Описание	Количество
Измерительный прибор АКЭ-820	1
Гибкие токовые петли (до ~100 А/ 1000 А)	4 (HTFLEX33L) (диам. 174 мм)
Комплект изм. проводов (черн./ синий/ корич./ зел.)	4 (KITMPACW)
Комплект зажимов-«крокодил» (черн./ синий/ корич./ зел.)	4 (KITMPACC)
Магнитный держатель (крепление к винтам)	4 (606-IECN)
Комплект: ПО управления (CD) + USB-кабель	1 (TOPVIEW 2007)
Транспортная тканевая сумка-кейс	1 (BORSA2051)
Руководство по эксплуатации	1



HTFLEX33L

12.2. Дополнительные аксессуары (опционально):

Описание	Количество
Токовые клещи (до ~200/ 2000А / 1В) (d 70 мм) - кабель 2м	HP30C2
Токовые клещи (до ~1/ 100/ 1000А/ 1В) (d 54 мм) - кабель 2м	HT96U
Адаптер для измерения тока с использованием внеш. трансф. тока (ТТ)	HT903
Адаптер-переход*: наконечник <i>hypertac</i> (папа) – колонковый соединитель 4 мм (мама)	ABNACON
Адаптер-переход**: наконечник <i>hypertac</i> (мама) – соединитель «банан» 4 мм (папа)	NOCANBA

*/** - для подключения опциональных преобразователей различного исполнения



HT96U



HP30C2



ABNACON*



NOCANBA**

13. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

13.1. Гарантийный срок

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

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

В данном приборе гарантируется отсутствие дефектов материалов и комплектующих, а также недостатков при его изготовлении в соответствии со сроками и условиями, изложенными в общих положениях Правил продажи (торговли). В течение периода гарантии (гарантийного срока) все дефектные части могут быть заменены, при этом изготовитель (поставщик) оставляет за собой право восстанавливать (осуществить гарантийный ремонт) или заменить изделие.

Если прибор необходимо отправить в сервисную службу или к дилеру (для постгарантийного техобслуживания) то возмещение транспортных расходов возлагается на клиента (заказчика). При этом такая отгрузка должна быть обязательно согласована с исполнителем (дилером). К возвращаемому изделию должно всегда прилагаться письменное уведомление, содержащее причины и мотивированное обоснование возвращения. При этом для отправки изделий должен быть использован только первоначальный упаковочный материал (тара). Любое повреждение (ущерб), которое может быть нанесено изделию вследствие ненадлежащей и не оригинальной упаковки, будет предъявлено клиенту путем письменного уведомления.

Изготовитель отклоняет любую ответственность за возможные повреждения (ущерб), нанесенный прибором людям и/или объектам.

В течение срока гарантии следующие состояния прибора и нарушения прекращают ее действие (т.е. являются основаниями для отказа в выполнении ремонта по гарантии):

- ✓ Любой ремонт, который необходим прибору как следствие его неправильного употребления или использования без рекомендованных (совместимых) устройств.
- ✓ Любой ремонт, который необходим прибору как следствие ненадлежащей упаковки.
- ✓ Любой ремонт, который необходим прибору как следствие действий по его техобслуживанию, выполненных неуполномоченным персоналом.
- ✓ Любая модификация прибора (внесение изменений в конструкцию), выполненная без разрешения фирмы-изготовителя.
- ✓ Применение прибора в режимах и условиях, не предусмотренных в его спецификациях или в Руководстве по эксплуатации.

Содержание данного Руководства не может быть воспроизведено ни в какой форме вообще без предшествующего Разрешение изготовителя или официального дилера.

Внимание:

Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию.

13.2. Сервис и послегарантийное обслуживание

Если обнаружены нарушения в работе прибора, то до обращения в службу сервиса (постгарантийного техобслуживания), убедитесь в исправности измерительных проводов (наконечников) и правильности их подключения. При необходимости поменяйте их расположение (подключение) на правильное.

Если после этого прибор не работает должным образом, убедитесь в том, что все операции и процедуры измерений выполняются в соответствии с порядком, изложенным в настоящей инструкции.

В случае необходимости отправить прибор для послепродажного техобслуживания в сервисную службу или к дилеру, возмещение транспортных расходов возлагается на клиента (заказчика). При этом такая отгрузка должна быть обязательно согласована с исполнителем (дилером).

Уведомление должно всегда прилагаться к возвращаемому изделию и содержать причины его возвращения, а также мотивированное и документально подтвержденное обоснование.

Для отправки изделий должен быть использован только первоначальный (оригинальный) упаковочный материал, тара. Любое повреждение (ущерб), которое может быть нанесено изделию вследствие ненадлежащей (не оригинальной) упаковки, встречно предъявляется клиенту путем его письменного уведомления о таких фактах.

Адрес сервис-центра ЗАО «ПриСТ»:
Москва, ул. 2-й Донской проезд дом 10 стр.4, тел. (495) 777-55-91

14. ПРИЛОЖЕНИЕ В (теоретические аспекты измерений)

Аномалии напряжения

Прибор способен детектировать и осуществлять регистрацию в качестве аномалий напряжения все такие его TRMS значения, которые находятся вне пределов максимального (Lim+) и минимального (Lim-) отклонения от уровня опорного (номинального) напряжения = **Uоп (V ref)**. Данные значения вычисляются на интервале полпериода частоты напряжения. т.е. за каждые **10 мс** для 50 Гц.

В процессе выбора параметров регистрации пределы отклонения от выбранного номинального значения могут быть заданы в процентах: от $\pm 1\%$ до $\pm 30\%$ (с шагом 1%). Эти пределы остаются неизменными в течение всего периода текущей регистрации.

В качестве Uоп должно выбираться:

Номинальное напряжение **U ф-н**: для **1ф** и **3ф 4 пр.** энергосистем

Номинальное напряжение **U ф-ф**: для **3ф 3 пр.** энергосистем

Пример 1: **3ф 3 пр.** система.

Uоп = 400 В, Lim+ = 6%, Lim- = 10% =>

U макс = 400 x (1+6/100) = 424 В

U мин = 400 x (1-10/100) = 360 В

Пример 2: **3ф 4 пр.** система.

Uоп = 230 В, Lim+ = 6%, Lim- = 10% =>

U макс = 230 x (1+6/100) = 243,08 В

U мин = 230 x (1-10/100) = 207,0 В

После загрузки файла регистрации из памяти прибора в ПК для его анализа с помощью ПО на дисплее отображаются ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ (в случае детектирования аномалий напряжения):

- **Phase** число (цифру), соответствующее № фазы, где произошла аномалия.
- **Dip/Peak** "направление" аномалии: "**Вниз**" (**Dip**) или "**Вверх**" (**Peak**), т.е. идентифицирует соответственно снижения (спады) напряжения или его «броски» (кратковременные перенапряжения).
- **Date and Time** дату и время начала события в формате: день: месяц: год,
час: минута: секунда: сотые доли секунды.
- **Duration** продолжительность события, в секундах с решением 10мс.
- **Extremes** минимум или максимум значения напряжения аномалии (экстремум).

Гармоники напряжения и тока

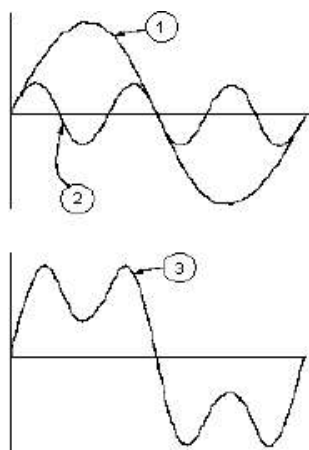
1. Теоретические аспекты

Любой периодический несинусоидальный сигнал может быть представлена как сумма синусоидальных составляющих колебаний (гармоник), частота каждой, из которых определяется кратным коэффициентом от частоты основной гармоники, согласно уравнению:

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

где: **V0** = Усредненное значение **U(t)**, **V1** = Амплитуда основной гармоники **U(t)**

V_k = Амплитуда К-ой гармоники $U(t)$



Пояснение:

1. Основная (первая) гармоника **50 Гц**
2. Третья гармоника (**150 Гц**)
3. Искаженная форма волны напряжения (тока) **50 Гц**

Эффект суммирования кратных частотных гармоник (1-й и 3-й)

В напряжении сети электропитания, основная гармоника имеет частоту 50 Гц, вторая гармоника имеет частоту 100 Гц, третья гармоника = 150 Гц и так далее. Гармонические искажения – постоянная, длительная по времени проявления проблема. Ее не следует путать или смешивать с короткими событиями типа перекосов напряжения, спадов или кратковременных колебаний, импульсов.

Можно отметить, что в уравнении (1) индекс σ (Σ) - от 1 до ∞ (бесконечности). Однако в действительности сигнал не имеет неограниченного числа гармоник: всегда существует такое конечное число **N**, при котором значение данной гармоники является незначительным и им можно пренебречь.

THD% (суммарный коэффициент гармоник) - фундаментальный показатель присутствия производных гармоник в сигнале 50 Гц.

Для стандарта **EN50160** это выражается следующей формулой:

$$THDV \% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_h^2}}{V_1} \times 100$$

Этот параметр учитывает все присутствующие гармоники. Чем выше этот показатель, тем сильнее будет искажена огибающая напряжения (тока) по сравнению с синусоидальной формой.

2. Присутствие гармоник: ПРИЧИНЫ

Любое устройство, которое изменяет форму синуса или вносит только частичный вклад в формирование причин таких искажений формы волны, вызывает явление возникновения кратных (четных и нечетных) гармоник. Все текущие сигналы (напряжение, ток) в некотором роде уже фактически искажены. Наиболее обычная ситуация - гармоническое искажение, вызванное использованием нелинейных нагрузок, таких как электрические бытовые приборы, персональные компьютеры или блоки управления приводов для двигателей (ст. машина, пылесос и др.). Гармоническое искажение являются причиной существенных токов потребления на частотах, которые являются нечетными гармониками основной частоты.

Токи гармонических составляющих в значительной мере воздействуют на нулевой провод (нейтраль) электрических сооружений. В большинстве стран, система энергоснабжения является 3-х фазной (50/60 Гц), первичная обмотка трансформатора – по схеме «треугольник» (Δ -дельта), а вторичная - «звезда». Обычно вторичная обмотка обеспечивает $U \sim 230V$ между фазой и нейтралью или $\sim 400V$ между фазами. Сбалансированность нагрузок на каждой фазе (т.е. их равномерное распределение) всегда представляет определенную трудность (предмет головной боли) для проектировщиков энергосистем распределения и электропитания.

Еще около 10 лет назад, в хорошо сбалансированной системе, векторная сумма токов в нейтральной цепи была равна нулю или имела весьма низкое значение (в виду трудности получения полного баланса). Применяемые в сетях освещения лампы, маломощные двигатели и другие устройства, которые являлись в основном линейными нагрузками. В результате обеспечивался по существу синусоидальный ток в каждой фазе при малом значении тока в цепи нейтраль частоты 50Гц.

"Современные" устройства: телевизоры, флуоресцентные лампы, видео, устройства оргтехники и микроволновые (СВЧ) печи обычно вызывают искажение формы тока только для части каждого периода, вызванного нелинейными нагрузками и как следствие, наличие нелинейных токов. Все это является причиной появления нечетных гармоник 50Гц - частоты питающей сети. По этой причине, ток в распределительных (РУ) и распределительных трансформаторах, наряду с гармониками 50Гц содержит также и составляющие 150Гц, а также другие значимые гармоники до 750 Гц и даже выше.

Векторная сумма токов в хорошо сбалансированной энергосистеме, которая питает нелинейные нагрузки и потребителей может в итоге быть весьма низкой. Однако, это суммирование не устраняет негативного влияния всех токовых гармоник. Нечетные гармоники, кратные 3-й третьей основной гармонике

(называемые "TRIPLENS") объединенные вместе и протекающие в нейтрали могут привести к перегреву трансформатора даже при условии сбалансированности нагрузок.

3. Присутствие гармоник: последствия

Как правило, четные гармоники, то есть 2-я, 4-я и т.д., не создают проблем при эксплуатации электросетей. Тройные гармоники, нечетные гармоники кратные 3-й третьей основной гармонике, накладываясь в цепи нейтраль, друг на друга (вместо взаимной компенсации), создают условия для перегрева провода, что является чрезвычайно опасным. Проектировщики при проектировании и пользователи при эксплуатации систем распределения электроэнергии, которые наверняка будут содержать гармонический ток, должны учитывать нижеперечисленные проблемы:

- нулевой провод должен иметь достаточное сечение.
- трансформатор распределения должен иметь дополнительную систему охлаждения, чтобы в случае присутствия гармоник обеспечить его номинальную мощность и рассеивание тепла. Это необходимо по причине того, что гармонический ток в нулевом проводе вторичной обмотки циркулирует и в связанной с ним первичной обмотке, выполненной по схеме «треугольник» (Δ-дельта). Этот циркулирующий ток гармоник вызывает перегрев трансформатора.
- токи гармоник в фазах отражаются от первичной обмотки и возвращаются назад к источнику напряжения (энергии). Это может вызывать искажение формы волны напряжения в такой степени, что не хватит возможностей устройств коррекции коэффициента мощности (КРМ) для ее исправления (т.е. превышение возможностей КРМ).

5-я и 11-я гармоника противоположная по фазе току, протекающему через электродвигатели, затрудняют управление им и приводят к сокращению их среднего срока службы. Как правило, чем выше порядковый номер гармоники, тем меньше ее энергия и следовательно воздействие, которое она будет оказывать на потребителей и устройства (кроме трансформаторов).

По окончании записи прибор отображает на дисплее общее количество зарегистрированных событий. Анализ результатов возможен только при передаче сохраненных данных в виде файла на компьютер с помощью программного обеспечения **TopView**. Программа позволяет отображать следующие параметры:

- **Таблица сохраненных событий** (№ фазы, где произошло событие; его дата и время; макс.значение (TRMS) за полпериода на интервале регистрации, последнее значение на интервале регистрации).
- **График зарегистрированных событий** (график по 100 сохраненным значениям тока и напряжения во время интервала регистрации для каждого ряда/ колонки результатов из таблицы событий).

Примечание: Для детального изучения возможностей по обработке и отображению результатов записи обратитесь к рекомендациям и подсказкам ПО **TopView** (раздел **HELP ON LINE**).

Коэффициент несимметрии (Unbalance)

При нормальных условиях источник напряжения и оконечная нагрузка должны быть идеально сбалансированы. Разбаланс может возникать при ошибках (сбоях, неисправностях) в системе питания. Кроме того, баланс в однофазной сети может быть только статистическим.

Для оценки разбаланса системы применяется теория симметричных компонентов. Исходя из этой теории, всегда возможно любую тройку векторов разложить на 3 вида троек: **прямая** (положительная) последовательность, **обратная** (отрицательная) последовательность и **нулевая** последовательность:



Рис.131: Векторное разложение в тройки

На основе анализа этих результатов следует, что любую разбалансированную трехфазную систему можно разложить на 3 трехфазные системы, которые могут быть упрощены до отдельного изучения 3 однофазных систем относительно прямой, обратной и нулевой последовательностей соответственно.

Прибор осуществляет измерение и запись следующих параметров, которые характеризуют разбаланс напряжения энергосистемы:

$$NEG\% = \frac{E_r}{E_d} \times 100 = \text{коэфф. несимметрии по обратной последовательности}$$

$$ZERO\% = \frac{E_0}{E_d} \times 100 = \text{коэфф. несимметрии по нулевой последовательности}$$

где:

E_r = обратная последовательность

E_d = прямая последовательность

E_0 = нулевая последовательность

Мощность и определение коэффициента мощности (Pf)

В стандартной электрической установке, питаемой 3 фазным синусоидальным напряжением, определены следующие параметры **МОЩНОСТИ**:

Активная Мощность в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	(n=1,2,3)	$P_{actn} = V_{nN} \cdot I_n \cdot \cos(\varphi_n)$
Полная Мощность в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	(n=1,2,3)	$P_{appn} = V_{nN} \cdot I_n$
Реактивная Мощность в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	(n=1,2,3)	$P_{reactn} = \sqrt{P_{appn}^2 - P_{actn}^2}$
Коэфф. мощности в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	(n=1,2,3)	$P_{Fn} = \frac{P_{actn}}{P_{appn}}$
Суммарная Активная мощность		$P_{act} = P_{act1} + P_{act2} + P_{act3}$
Суммарная Реактивная мощность		$P_{react} = P_{react1} + P_{react2} + P_{react3}$
Суммарная Полная Мощность		$P_{app} = \sqrt{P_{act}^2 + P_{react}^2}$
Суммарный коэфф. мощности		$P_F = \frac{P_{act}}{P_{app}}$

Где: V_{nN} = RMS значение напряжения между n-й фазой и нейтралью (N).

I_n = RMS значение тока n-ой фазы.

φ_n = угол сдвига фаз между напряжением и током n-ой фазы.

В реальных условиях (т.е. присутствия в энергосистеме искаженных напряжений и токов) предыдущие формулы (соотношения), описывающие **МОЩНОСТЬ**, изменяются следующим образом:

Активная Мощность в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	(n=1,2,3)	$P_{actn} = \sum_{k=0}^{\infty} V_{kn} I_{kn} \cos(\varphi_{kn})$
Полная Мощность в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	(n=1,2,3)	$P_{appn} = V_{nN} \cdot I_n$
Реактивная Мощность в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	(n=1,2,3)	$P_{reactn} = \sqrt{P_{appn}^2 - P_{actn}^2}$
Коэфф. мощности в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	(n=1,2,3)	$P_{Fn} = \frac{P_{actn}}{P_{appn}}$
Искажение Коэфф. мощности в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	(n=1,2,3)	$dPF_n = \cos \varphi_{1n}$ = phase displacement between the fundamentals of voltage and current of n phase
Суммарная активная Мощность		$P_{act} = P_{act1} + P_{act2} + P_{act3}$
Суммарная реактивная Мощность		$P_{react} = P_{react1} + P_{react2} + P_{react3}$
Суммарная полная Мощность		$P_{app} = \sqrt{P_{act}^2 + P_{react}^2}$
Суммарный коэфф. мощности		$P_F = \frac{P_{act}}{P_{app}}$

Где: V_{kn} = RMS значение **К-ой гармонике** напряжения между n-ой фазой и нейтралью (N).

I_{kn} = RMS значение **К-ой гармонике** тока n-ой фазы.

φ_{kn} = угол сдвига (фаз) между **К-ой гармоникой** напряжения и **К-ой гармоникой** тока n-ой фазы.

Примечание:

Необходимо отметить, что приведенное выше выражение для фазовой реактивной мощности **Preact** не синусоидальной формы - было бы неправильным. Для понимания вопроса следует рассмотреть, какое влияние оказывают обе причины: присутствие гармоник и наличие реактивной мощности (помимо других проявлений и эффектов) на увеличение потерь мощности в линии из-за увеличенного RMS значения тока. В соответствии с вышеупомянутым выражением увеличение потерь из-за наличия гармоник добавляется к потерям связанным с

наличием реактивной мощности.

В действительности, даже если эти два явления присутствуют одновременно и оказывают влияние на увеличение потерь мощности сети электропитания, вовсе не обязательно, что они находятся в фазе по отношению друг к другу и поэтому могут складываться простым математическим суммированием.

Ранее указанное выражение будет оправдано относительной простотой вычисления и при относительно малом расхождении между значением **Preact**, полученным при использовании такой формулы и ее истинным значением.

Кроме того, следует отметить, что для энергосистем и сетей с наличием гармоник, определяется и другой показатель – **искажение** коэффициента мощности = (**dPF= CosPhi**). Практически, этот параметр представляет собой теоретический предел, которого может достигать значение КМ при условии полного устранения всех гармоник в сети электропитания.

Мощность и коэфф. Мощности (КМ)

Для определения типа реактивной мощности, типа коэффициента мощности и направления перетекания активной мощности должно применяться нижеприведенная таблица соответствий и соотношений.

Указанные углы являются углами смещения (сдвига) фазы тока и напряжения (например, в первой группе таблицы ток опережает напряжение на угол от 0° до 90°):

Тестируемое оборудование = индуктивный генератор (L)	←	→	Тестируемое оборудование = емкостная нагрузка (C)
180°	$P_{act+} = 0$ $P_{fc+} = -1$ $P_{fi+} = -1$ $P_{reactC+} = 0$ $P_{reacti+} = 0$	$P_{act-} = P_{act}$ $P_{fc-} = -1$ $P_{fi-} = P_{f}$ $P_{reactC-} = 0$ $P_{reacti-} = P_{react}$	90°
			0°
	$P_{act+} = 0$ $P_{fc+} = -1$ $P_{fi+} = -1$ $P_{reactC+} = 0$ $P_{reacti+} = 0$	$P_{act-} = P_{act}$ $P_{fc-} = -1$ $P_{fi-} = P_{f}$ $P_{reactC-} = 0$ $P_{reacti-} = P_{react}$	270°
			90°
			0°
			270°
	←	→	
Тестируемое оборудование = индуктивный генератор (L)			Тестируемое оборудование = индуктивная нагрузка (C)

Где:

Обозначение символов

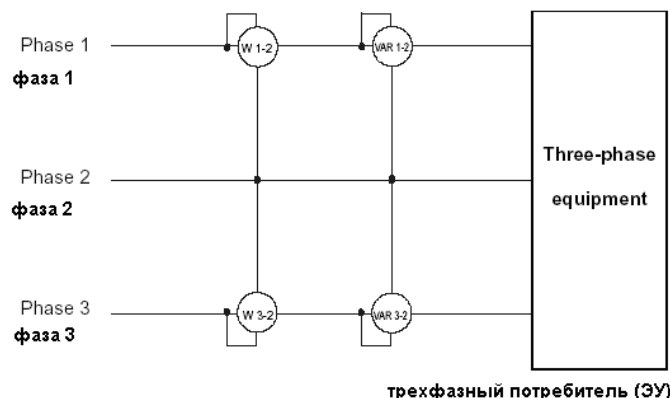
Pact+ Pfc+ Pfi+ Preactc+ Preacti	Активная мощность + Емкостной коэфф. мощности + Индуктивный коэфф. мощности + Емкостная реактивная мощность + Индуктивная реактивная мощность +	Положительный параметр (потребитель)
Pact- Pfc- Pfi- Preactc- Preacti-	Активная мощность - Емкостной коэфф. мощности - Индуктивный коэфф. мощности - Емкостная реактивная мощность - Индуктивная реактивная мощность -	Отрицательный параметр (Генератор)

Обозначение параметров и их определение:

Pact	активная мощность (положительная или отрицательная) отображается на панели прибора и представляет собой текущее значение активной мощности в определенный момент времени.
Preact	реактивная мощность (индуктивная или емкостная, положительная или отрицательная) отображается на панели прибора и представляет собой текущее значение реактивной активной мощности в определенный момент времени.
Pf	коэффициент мощности (индуктивный или емкостный, положительный или отрицательный) отображается на панели прибора представляет собой текущее значение КМ в определенный момент времени.
0	активная мощность (положительная или отрицательная) или реактивная мощность (индуктивная или емкостная, положительная или отрицательная) не определена и поэтому отображается на панели прибора как нулевое значение.
-1	коэффициент мощности (индуктивный или емкостный, положительный или отрицательный) не определен и поэтому отображается на дисплее прибора как отрицательное значение.

Трёхфазные 3-х проводные энергосистемы

В энергосистемах, распределяющих электропитание без использования нейтрального проводника, (сх ARON) значения фазового напряжения, коэффициента мощности и угла сдвига фаз (**cos φ**) теряют свое значение. В данном случае определяются только межфазовое напряжение, значения токов в фазах и суммарное значение мощностей.



При этом потенциал одной из этих трех фаз (например, в фазе 2) берется для сравнения в качестве опорного. Суммарные значения активной, реактивной и полной мощности выражаются как сумма (индицируемых на дисплее) значений измеренных двумя приборами: соответственно **ВАТТ**метрами и **ВАР**метрами/ **ВА**метрами.

$$P_{act} = P_{act12} + P_{act32}$$

$$P_{react} = P_{react12} + P_{react32}$$

$$P_{app} = \sqrt{(P_{act12} + P_{act32})^2 + (P_{react12} + P_{react32})^2}$$

Метод измерений: основы и реализация

Прибор способен измерять: напряжение, токи, активные мощности, реактивную мощность (включая индуктивную и емкостную), полную мощность, индуктивный и емкостной коэффициент мощности, параметры аналоговых или импульсных сигналов (помех). Все эти параметры для каждой фазы (напряжение и ток) обрабатываются и анализируются **цифровым способом**: по всем трем фазам входные сигналы преобразуются (с учетом частоты дискретизации) в **256** отсчетов (сэмплов) за **1 период f = 50 Гц** и собираются в модули данных.

Периоды интегрирования (усреднения)

Хранение в приборе всех данных потребовало бы огромного объема внутренней памяти. В результате исследований и испытаний реализован оптимальный способ ее заполнения, который позволяет обеспечить сжатие информации, подлежащей сохранению, при обеспечении надежной фиксации существенных (значимых) данных.

Как единственно возможный выбран метод «**интегрирование**»: после некоторого интервала времени, называемого «**период интегрирования**», который может быть установлен в пределах от **5 сек** до **60 минут** (3600 сек), прибор выбирает из оцифрованных данных (выборки) следующие значения:

- **Минимальное** значение параметра в течение периода интегрирования (кроме гармоник)
- **Среднее** значение параметра (определяемое как среднеарифметическое всех значений, зарегистрированных в течение текущего периода интегрирования)
- **Максимальное** значение параметра в течение периода интегрирования (кроме гармоник)

Только эта значимая информация (по каждому измеряемому параметру) заносится во внутреннюю память с привязкой ко времени и дате начала регистрации при выбранном периоде интегрирования. Сразу после занесения обработанных данных во второй уровень памяти, прибор снова начинает анализировать результаты измерения входных параметров на следующем выбранном интервале интегрирования и т.д. (т.е. абсолютно непрерывно, без пропусков и потерь данных).

Вычисление коэффициента мощности **Pf (Км)**

Согласно стандартам в энергетике, средний коэффициент мощности (**Pf/Км**) не может быть рассчитан как усреднение его мгновенных значений. Он должен вычисляться из средних значений активной (**Pact**) и реактивной (**Preact**) мощности.

Каждый в отдельности средний **Км** (в фазе или суммарный) рассчитывается в конце каждого периода интегрирования по среднему значению соответствующей мощности независимо от того, регистрируется в данный момент мощность или нет.

Кроме того, для лучшего анализа типа текущей нагрузки на линии электропитания, а также с целью возможности фиксирования периодов при сравнении и изучении выставленных счетов за потребление энергии с низким значением $\cos\varphi$, его индуктивный и емкостной типы определяются как независимые параметры (**Pfi**, **Pfc**).