



ОКП 422160

(Код продукции)

PQM-702

**АНАЛИЗАТОРЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ЭНЕРГИИ**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Версия 1.00

1	БЕЗОПАСНОСТЬ	5
2	ПОДГОТОВКА ИЗМЕРИТЕЛЯ К РАБОТЕ.....	6
3	ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	6
3.1	Питание анализатора	9
3.2	Степень защиты и условия эксплуатации	10
3.3	Монтаж на DIN-рейку	11
3.3.1	Нормальные условия окружающей среды	11
3.4	Измеряемые параметры	11
4	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА.....	15
4.1	Клавиатура	15
4.2	Включение измерителя.....	16
4.3	Дисплей.....	16
4.4	Синхронизация с ПК	20
4.4.1	Связь по USB	21
4.4.2	Радиосвязь с помощью OR-1	22
4.4.3	Связь по сети GSM	22
4.5	Измерение	23
4.5.1	Точки измерений.....	23
4.5.2	Начало и остановка регистрации	24
4.5.3	Ориентировочное время регистрации	24
4.6	Блокировка клавиатуры.....	25
4.7	Режим ожидания («спящий» режим)	25
4.8	Функция автоматического выключения	26
4.9	Уведомление о перемещении анализатора	26
5	ПОДКЛЮЧЕНИЕ АНАЛИЗАТОРА.....	26
6	РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ	30
6.1	Однофазная сеть	30
6.2	Методы усреднения параметров	38
7	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	39

7.1	Входы	40
7.2	Измеряемые параметры – точности, разрешения и диапазоны	41
7.2.1	Условия для поверки	41
7.2.2	Напряжение	41
7.2.3	Ток	41
7.2.4	Частота	42
7.2.5	Гармоники.....	42
7.2.6	Интергармоники.....	43
7.2.7	Мощность гармоник	43
7.2.8	Мощность и энергия	44
7.2.9	Фликер	44
7.2.10	Асимметрия.....	44
7.3	Регистрация событий – действующие значения напряжения и тока	45
7.4	Регистрация событий – дополнительные параметры	45
7.5	Гистерезис регистрации событий	47
7.6	Регистрация	47
7.7	Питание и нагреватель	49
7.8	Поддерживаемые сети	49
7.9	Поддерживаемые токовые клещи	49
7.9.1	Клещи С-4.....	50
7.9.2	Клещи С-5.....	51
7.9.3	Клещи С-6.....	54
7.9.4	Клещи С-7.....	55
7.9.5	Клещи F-1, F-2, F-3	56
7.10	Интерфейс	57
7.11	Условия окружающей среды и другие технические данные	58
7.12	Безопасность и электромагнитная совместимость	58
7.13	Стандарты	59
8	ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА	59
9	УТИЛИЗАЦИЯ	59
10	ПОВЕРКА	59
11	СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВИТЕЛЕ	60
12	СВЕДЕНИЯ О ПОСТАВЩИКЕ	60

13	СВЕДЕНИЯ О СЕРВИСНОМ ЦЕНТРЕ.....	60
14	ССЫЛКИ В ИНТЕРНЕТ	60

1 БЕЗОПАСНОСТЬ

RQM-702 – разработан для проведения анализа основных параметров качества электрической энергии. Для обеспечения правильного обслуживания прибора и достоверности полученных результатов измерений, необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

Внимание 

Перед работой с прибором необходимо изучить данное Руководство, тщательно соблюдать правила защиты, а также рекомендации Изготовителя.

Применение прибора, несоответствующее указаниям Изготовителя, может быть причиной поломки прибора и источником серьезной опасности для Пользователя.

- прибором могут пользоваться лица, имеющие соответствующую квалификацию и допуск к данным работам;
- во время измерений Пользователь не может иметь непосредственного контакта с открытыми частями, доступными для заземления (например, открытые металлические трубы центрального отопления, проводники заземления и т.п.); для обеспечения хорошей изоляции следует использовать соответствующую спецодежду, перчатки, обувь, изолирующие коврики и т. д.;
- нельзя касаться открытых токоведущих частей, подключенных к электросети;
- особую осторожность необходимо соблюдать при измерении напряжения, превышающего 40В постоянного или 20В переменного тока, которые представляют потенциальную опасность поражения электрическим током;
- недопустимо применение:
 - измерителя, поврежденного полностью или частично,
 - проводов с поврежденной изоляцией,
 - измерителя, продолжительное время хранимого в неправильных условиях (например, в сыром помещении);
- ремонт прибора может выполняться лишь авторизованным сервисным предприятием.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Не выполнять измерения во взрывоопасной среде (например, в присутствии горючих газов, паров, пыли и т.д.). Использование измерителя в таких условиях может вызвать искрение и взрыв.

Внимание 

Настоящее изделие относится к универсальным измерительным приборам для измерения и контроля электрических величин (напряжения, силы тока, сопротивления и мощности)

Символы, отображенные на приборе:



Клавиша для включения и выключения питания измерителя



Измеритель защищен двойной и усиленной изоляцией.



Перед работой с прибором необходимо изучить данное Руководство, тщательно соблюдать правила защиты, а также рекомендации Изготовителя.

MAX 760 V~ - Внимание, максимальное напряжение на измерительных входах не более 760 В переменного тока.



Сертификат безопасности Европейского стандарта.



Измеритель, предназначенный для утилизации, следует передать Производителю. В случае самостоятельной утилизации ее следует производить в соответствии с действующими правовыми нормами.

CAT IV 600V - Маркировка на оборудовании означает, что оно используется в сетях напряжением до 1000 В, относится к **IV** категории монтажа и максимальное импульсное напряжение, к воздействию которого должно быть устойчиво — 8000 В.

2 ПОДГОТОВКА ИЗМЕРИТЕЛЯ К РАБОТЕ

После покупки измерителя следует проверить комплектность содержимого упаковки.

Перед тем как приступить к измерениям:

- убедиться, что состояние элементов питания позволяет выполнять измерения;
- проверить целостность корпуса измерителя и изоляции измерительных проводов;

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Подключение несоответствующих или поврежденных проводов может привести к поражению опасным током.

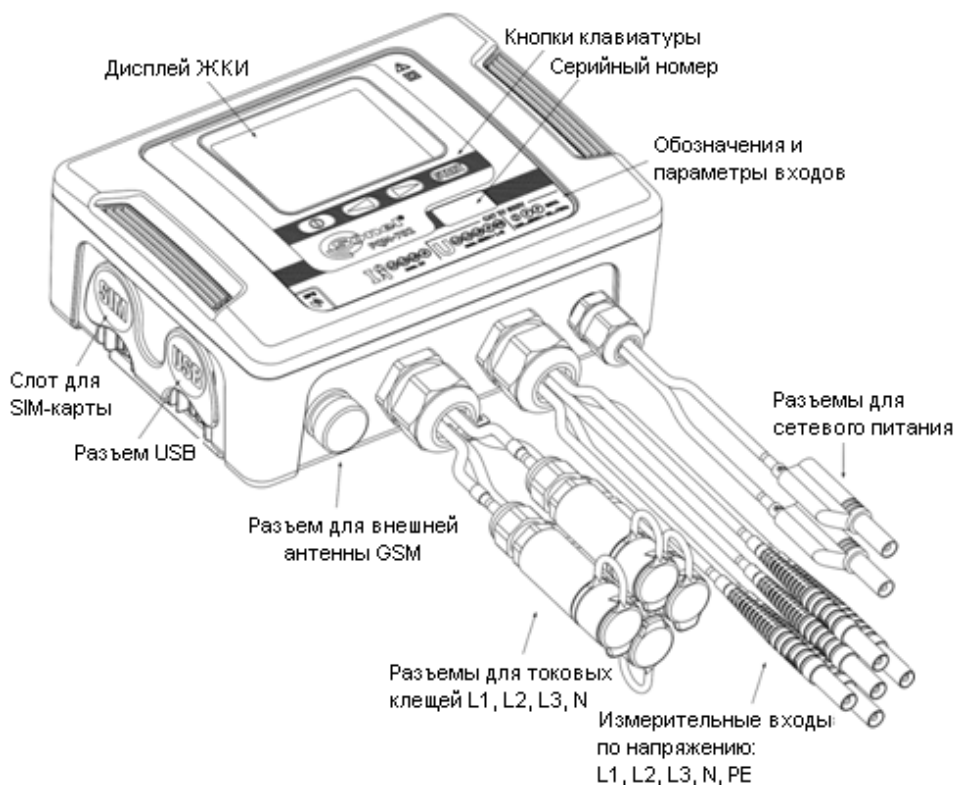
3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Анализатор параметров качества электрической энергии PQM-702 – это передовой высокотехнологичный продукт, позволяющий проводить всесторонние измерения, анализ и регистрацию параметров сети 50/60 Гц и качества электрической энергии в соответствии с ГОСТ Р 54149-2010, ГОСТ Р 51317.4.30–2008 (МЭК 61000-4-30:2008), ГОСТ Р 51317.4.7–2008 (МЭК 61000-4-7:2002). Согласно действующим стандартам анализатор полностью соответствует классу А.

Анализатор оснащен пятью входами по напряжению, с проводами, заканчивающимися разъемами типа «банан» и обозначенными L1, L2, L3, N и PE. Диапазон напряжений, измеренных по четырем каналам – это максимально ± 1500 В (анализатор имеет два поддиапазона по напряжению). Этот диапазон можно увеличить, применяя дополнительные трансформаторы напряжения.

Для измерения тока используются четыре токовых входа с короткими измерительными проводами, заканчивающихся разъемами для подключения токоизмерительных клещей. К ним

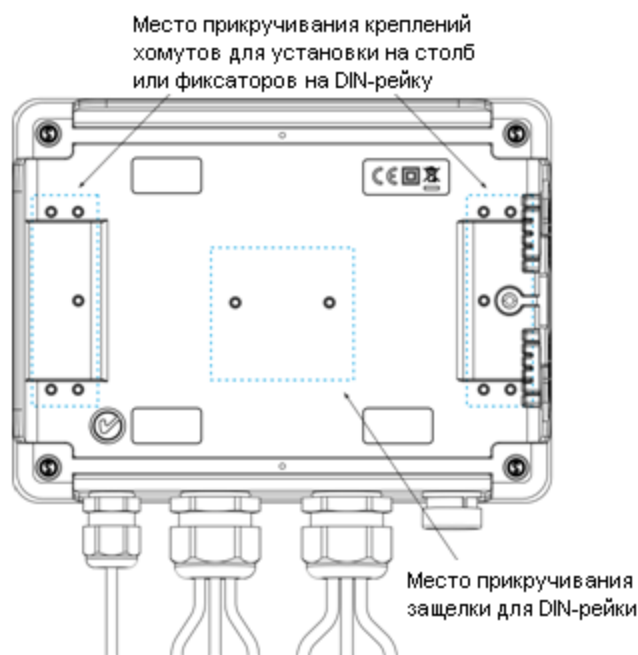
можно подключить: гибкие клещи F-1, F-2, F-3, с номинальным диапазоном до 3000 А (отличаются только диаметром обхвата), жесткие клещи С-4 (диапазон до 1000 А переменного тока), С-5 (диапазон до 1000 А переменного и постоянного тока), С-6 (диапазон до 10 А переменного тока) и С-7 (диапазон до 100 А переменного тока). Также как и при измерении напряжения, номинальный диапазон может быть изменен с помощью дополнительных трансформаторов тока, например, применяя трансформатора 100:1 с клещами С-4 можно измерять токи до 100 кА.



Анализатор качества электрической энергии PQM-702. Общий вид.

Прибор оснащен встроенной картой памяти объемом 8 Гб. Для обеспечения возможности быстрого считывания записанных данных, анализатор оснащен встроенным считывающим устройством, что позволяет чтение данных со скоростью порядка нескольких Мб/с. Данные могут быть считаны с помощью трех доступных каналов связи: USB, радиосвязи с использованием приемника OR-1 и GSM.

Модем GSM (с поддержкой стандарта UMTS) встроен в устройство вместе с антенной. Это дает практически неограниченный доступ к анализатору из любой точки мира, где есть покрытие GSM. На левой стороне корпуса находится слот для SIM-карты, необходимой для передачи данных по GSM.



Задняя панель анализатора PQM-702.

Еще одним преимуществом прибора является встроенный GPS-приемник вместе с антенной, что делает анализатор PQM-702 одним из первых устройств такого типа, которое без каких-либо дополнительных аксессуаров полностью соответствует требованиям PN-EN 61000-4-30 класса А. Приемник GPS обеспечивает синхронизацию с всемирным координированным временем UTC и позволяет достичь точности измерения времени до десятков наносекунд. Уверенный прием спутникового GPS сигнала обычно происходит на открытой местности, поэтому синхронизация с помощью встроенной антенны возможна только снаружи зданий. В случае использования анализатора PQM-702 внутри здания, для того, чтобы обеспечить наличие сигнала GPS, необходимо подключить к анализатору внешнюю GPS антенну и вывести ее на внешнюю сторону здания.

Регистрируемые параметры разделены на группы, которые можно независимо от других включать или выключать из регистрации, что позволяет рационально использовать место на карте памяти. Не регистрируемые параметры не занимают места, тем самым можно значительно продлить время записи других параметров.

Анализатор PQM-702 содержит внутренний блок питания с широким диапазоном входного напряжения 90...760В переменного (127...760 В постоянного) тока, который имеет отдельные провода (отдельный вход) с разъемами типа «банан» на концах.

Важной особенностью является приспособленность к работе в сложных погодных условиях – анализатор может быть установлен непосредственно на столбах линии электропередачи. Он обеспечивает герметичность класса IP65, а диапазон рабочих температур составляет -20°C...+55°C.

Бесперебойную работу в условиях пропадания напряжения питания обеспечивает встроенный литий-ионный аккумулятор.

Пользовательский интерфейс включает в себя цветной жидкокристаллический дисплей с разрешением 320x240 пикселей и размером 3,5 дюйма, а также 4-кнопочную клавиатуру.

Элементом, позволяющим проявить весь потенциал устройства, является специализированное программное обеспечение для персонального компьютера «SONEL ANALYSIS 2.0».

Связь с компьютером возможна тремя способами:

- подключение USB, обеспечивающее скорость передачи данных до 921,6 кбит/с; в режиме считывания данных с карты памяти - скорость порядка Мбит/с;
- по радиосвязи при использовании приемника OR-1, со скоростью передачи данных до 57,6 кбит/с (дальность ограничена примерно 5 м);
- подключение GSM через Интернет.

Чтобы иметь возможность использовать режим беспроводной связи с компьютером, необходимо подключить приемник радиосигнала OR-1 к порту USB компьютера. Скорость передачи данных в этом режиме медленнее, поэтому он рекомендуется для просмотра текущих данных сети, измеренных анализатором и для настройки и управления анализатором. В связи с медленной передачей данных, не рекомендуется считывание по радиосвязи больших объемов данных, записанных на карте памяти.

Передача данных по сети GSM потребует установки в соответствующий разъем анализатора действующей SIM- карты пользователя, с подключенной услугой передачи данных и статического IP адреса. Компьютер, который будет подключаться к анализатору, должен иметь доступ к Интернету.

3.1 Питание анализатора

Анализатор имеет встроенный сетевой источник питания с диапазоном номинальных напряжений 90...760 В переменного или 127...760 В постоянного тока. Блок питания имеет отдельные входы (провода красного цвета), обозначенные буквами P (от англ. power - питание). Для защиты источника питания от повреждений при попытке его подключения к напряжению ниже указанного диапазона, он выключается при входном напряжении менее 80 В переменного тока (110 В постоянного тока).

Для поддержания питания во время перерывов в подаче энергии служит внутренний аккумулятор. Он заряжается, когда на разъемах сетевого блока питания присутствует напряжение.

Он поддерживает автономное питание до 2 часов при температуре -20°C...+55°C. После полного разряда аккумулятора измеритель прерывает текущую работу (например, регистрацию) и выключается. После возвращения напряжения питания, если ранее продолжалась регистрация, анализатор ее возобновит.

Внимание ⚠

При подаче питания к зарядному устройству прибора от электрической сети, размещать оборудование таким образом, чтобы не возникало трудностей с его отключением.

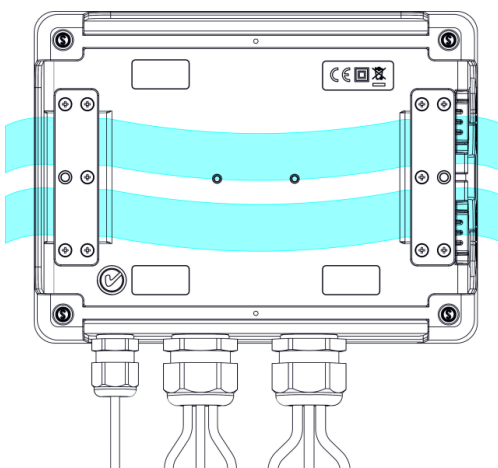
В случае длительного хранения без подключения к источнику питания (более 3 месяцев), аккумуляторная батарея полностью разрядится, и некоторые данные могут быть потеряны: текущее время, настройки измерительных программ, PIN-код, пароль блокировки и т.д. После возобновления работ с анализатором, рекомендуется восстановить настройки, используя ПО SONEL ANALYSIS 2.0.

Внимание

Замена аккумулятора должна производиться только в авторизованном сервисном центре

3.2 Степень защиты и условия эксплуатации

Анализатор PQM-702 предназначен для работы в сложных погодных условиях - он может быть установлен непосредственно на столбах линии электропередачи. Для монтажа используются два ремня с застежками и два пластиковых крепления. Крепления привинчиваются к задней стенке корпуса. Установка ремней осуществляется согласно рисунку.



Крепления и ремни для монтажа анализатора.

Анализатор обеспечивает герметичность класса IP65, а диапазон рабочих температур -20...+55°C.

Внимание ⚠

Для того чтобы обеспечить заявленную степень защиты класса IP65, необходимо соблюдать следующие правила:

- Должны быть плотно закрыты крышки разъемов USB и SIM-карты;
- Неиспользуемые разъемы токовых клещей должны быть закрыты силиконовыми пробками.
- Должна быть закручена заглушка для разъема внешней антенны GPS (или плотно закручен разъем установленной внешней антенны GPS).

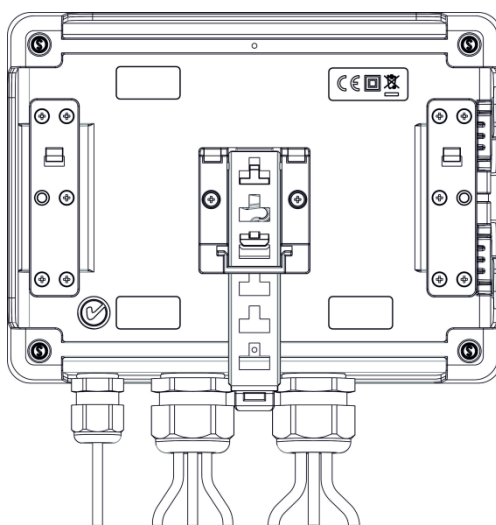
При температуре окружающей среды ниже 0°C и если внутренняя температура падает ниже этого порога, включается обогрев устройства внутренним нагревателем, задачей которого является поддержание положительной температуры в диапазоне температуры окружающей среды -20... 0°C.

Нагреватель питается от встроенного источника сетевого напряжения, а его мощность ограничена примерно 10 Вт.

Из-за особенностей встроенного литий-ионного аккумулятора его зарядка заблокируется, когда температура аккумулятора находится вне диапазона 0°C...45°C (статус зарядки в программе SONEC ANALYSIS 2.0 изменится на «зарядка приостановлена»).

3.3 Монтаж на DIN-рейку

В наборе поставляется крепление для установки анализатора на стандартную DIN-рейку. Защелку нужно прикрепить к задней стенке анализатора с помощью прилагаемых винтов. В комплект также входят крепления, которые необходимо установить, чтобы повысить надежность монтажа. Эти крепления имеют специальные крючки, которые фиксируют DIN-рейку.



Задняя стенка анализатора с элементами для монтажа на DIN-рейку.

3.3.1 Нормальные условия окружающей среды

- рабочая температура от -20° до 55°C
- температура хранения от -30°C до +60°C
- на высотах до 2000 м;
- влажность от 10 до 90%

3.4 Измеряемые параметры

Анализатор PQM-702 обеспечивает измерение и регистрацию следующих параметров:

Эффективное (действующее) значение фазного и линейного напряжения в диапазоне до 760 В (пикового до 1500В);

Эффективное (действующее) значение тока до 3000А (пикового до 10 кА) с помощью гибких клещей (F-1, F-2, F-3), до 1000 А (пикового до 3600А) с использованием жестких клещей С-4 или С-5, до 10 А (пикового до 36А) с клещами С-6, или до 100 А (пикового до 360А) с клещами С-7;

Коэффициент пиковых значений силы тока и напряжения;

Частота сети в диапазоне 40...70 Гц;

Активная, реактивная, полная мощность и энергия, мощность нелинейных искажений;

Гармонические составляющие напряжений и токов (до 50-й);

Коэффициенты гармонических искажений THDF и THDR для тока и напряжения;

Коэффициент потерь K, вызванных высшими гармониками (K-фактор);

Активную и реактивную мощности гармонических составляющих;

Угол фазового сдвига между напряжением и током;

Коэффициент мощности, $\cos\varphi$, $\tan\varphi$;

Коэффициенты асимметрии трехфазной сети и симметричных составляющих;

Величина дозы фликеров P_{st} и P_{lit} ;

Интергармоники напряжений и токов (до 50-й);

Коэффициенты интергармонических искажений TIDF и TIDR для тока и напряжения.

Выбранные параметры являются обобщенными (усредненными) по времени, определяемому пользователем и могут быть сохранены на карте памяти. Кроме среднего значения можно записывать минимальное и максимальное значения на протяжении интервала усреднения, а также мгновенные значения в момент записи.

Расширен также блок обнаружения событий. Типичными событиями в стандарте EN 50160 для напряжений – это прерывание (то есть уменьшение среднеквадратичного значения напряжения ниже 90% от номинального напряжения), перенапряжение (увеличение выше 110% от номинального значения), а также и провалы (то есть снижение напряжения ниже порога 5% от номинального значения). Пользователь не должен самостоятельно вводить параметры, определенные в стандарте EN 50160 - программа позволяет автоматически настроить прибор в режим измерения качества электроэнергии согласно EN 50160. В распоряжении пользователя остается режим своей собственной конфигурации - программа предлагает в этом отношении полную свободу. Напряжение - это только один из многих параметров, для которого можно определить пороги обнаружения событий. И так, для примера, можно настроить анализатор для обнаружения снижения коэффициента мощности ниже определенного порога, превышения КГИ (THD) выше другого порога и так же, превышение 9-й гармоникой значения напряжения, установленного пользователем в процентах. Событие записывается вместе со временем его возникновения. В случае событий, касающихся превышения порогов прерывания, провалов и скачков для напряжения, а также превышения минимального и максимального значений для токов, можно дополнить информацию о наступлении события, осциллограммами формы сигналов напряжения и тока. Может быть записано от 5 периодов сети до 1 секунды с регулируемым временем опережения события (ang. pretrigger). Вместе с осциллограммами также записываются RMS значения полупериодов (RMS1/2) с регулируемой длительностью от 1 с до 5 с.

Очень широкие возможности конфигурации, вместе с множеством измеряемых параметров делают из анализатора PQM-702 чрезвычайно полезный и мощный инструмент для измерения и анализа всех видов сети электропитания и возникающих в них помех. Некоторые уникальные особенности этого прибора выделяют среди других анализаторов этого типа, доступных на рынке.

Измеряемые параметры для различных конфигураций сети.

Параметр \ Тип сети, канал		1-фазная		2-х фазная				3-фазная «звезда» с N					3-ф «треугольник» 3-ф «звезда» без N			
		L1	N	L1	L2	L3	Σ	L1	L2	L3	N	Σ	L12	L23	L31	Σ
U	Действующее напряжение	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
U _{DC}	Постоянная составляющая напряжения	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
I	Действующее значение тока	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
I _{DC}	Постоянная составляющая тока	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
f	Частота	•		•				•					•			
CF U	Коэффициент пиковых значений напряжения	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
CF I	Коэффициент пиковых значений тока	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
P	Активная мощность	•		•	•		•	•	•	•		•				•
Q _L , Q _B	Реактивная мощность	•		•	•		•	•	•	•		•				• ⁽¹⁾
D, S _N	Мощность искажения	•		•	•		•	•	•	•		•				
S	Полная мощность	•		•	•		•	•	•	•		•				•
PF	Коэффициент мощности	•		•	•		•	•	•	•		•				•
cos φ	Косинус угла сдвига фаз	•		•	•		•	•	•	•		•				
tg φ	Тангенс угла сдвига фаз	•		•	•		•	•	•	•		•				• ⁽¹⁾
THDu	Коэффициент гармонических искажений напряжения	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
THDi	Коэффициент гармонических искажений тока	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
K	Коэффициент потерь	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
E _{p+} , E _{p-}	Активная энергия (потребляемая и отдаваемая)	•		•	•		•	•	•	•		•				•

E_{Q1+}, E_{Q1-} E_{QB+}, E_{QB-}	Реактивная энергия (потребляемая и отдаваемая)	•		•	•		•	•	•	•		•				• ⁽¹⁾
E_s	Полная энергия	•		•	•		•	•	•	•		•				•
$U_{h1...}$ U_{h50}	Амплитуды гармоник напряжения	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
$I_{h1...}$ I_{h50}	Амплитуды гармоник тока	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
$\varphi_{U1...}$ φ_{U50}	Угол между гармоническими составляющими тока и напряжения	•		•	•			•	•	•						
$P_{h1...}$ P_{h50}	Гармонические составляющие активной мощности	•		•	•			•	•	•						
$Q_{h1...}$ Q_{h50}	Гармонические составляющие реактивной мощности	•		•	•			•	•	•						
Асимметрия U, I	Симметричные составляющие и коэффициент несимметрии												•			•
P_{st}, P_{lt}	Доза фликера	•		•	•			•	•	•			•	•	•	
TID _U	Коэффициент интергармоник напряжения	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
TID _I	Коэффициент интергармоник тока	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
$U_{ih0...}$ U_{ih50}	Амплитуды интергармоник напряжения	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
$I_{ih0...}$ I_{ih50}	Амплитуды интергармоник тока	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	

Примечания:

L1, L2, L3 (L12, L23, L31) – означают фазы,

N – измерение по каналу напряжения N-PE или тока IN в зависимости от типа параметра;

Σ – значение для целой системы;

⁽¹⁾- в 3-х проводных сетях, в качестве суммарной реактивной мощности рассчитывается неактивная мощность $N = \sqrt{S_e^2 - P^2}$

Объединение измерений по интервалам времени	PN-EN 61000-4-30 Класс А (ГОСТ Р 51317.4.30-2008): Основное время измерения значений параметров (напряжение, ток, гармоники, асимметрия) - это 10-периодный интервал для сетей электропитания 50 Гц и 12-периодный для сетей 60 Гц;
---	--

	Интервал 3 секунды (150 периодов для номинальной частоты 50 Гц и 180 периодов для 60 Гц); Интервал 10 минут; Интервал 2 часа (на основе 12 интервалов по 10 минут); Обратная синхронизация и наложение 10/12- периодных интервалов
Погрешность хода времени часов	PN-EN 61000-4-30 Класс А (ГОСТ Р 51317.4.30-2008): Встроенные часы реального времени настраиваются на уровне программы Sonel Analysis, синхронизации времени по GPS с помощью встроенной или внешней антенны; Точность хода часов в отсутствие сигнала GPS лучше, чем $\pm 0,3\text{с/день}$
Частота	Выполнены требования PN-EN 61000-4-30 Класс А для метода и погрешности измерения (ГОСТ Р 51317.4.30-2008)
Значение напряжения питания	Выполнены требования PN-EN 61000-4-30 Класс А для метода и погрешности измерения (ГОСТ Р 51317.4.30-2008)
Колебания напряжения (фликер)	Метод измерения и погрешность соответствует требованиям стандарта PN-EN 61000-4-15
Провалы, прерывания и перенапряжения питания	Выполнены требования PN-EN 61000-4-30 Класс А для метода и погрешности измерения
Асимметрия напряжения питания	Выполнены требования PN-EN 61000-4-30 Класс А для метода и погрешности измерения (ГОСТ Р 51317.4.30-2008)
Гармоники напряжения и тока	Метод и погрешность измерения в соответствии с PN-EN 61000-4-7 класс I (ГОСТ Р 51317.4.7-2008)





Основным документом, регламентирующим положения связанные с качеством электрической энергии в РФ, был ГОСТ 13109-97. Стандарт не отвечал современным реалиям, и был пересмотрен для приведения в соответствии с международным стандартом EN 50160-2010. С 2013 года введен в действие новый: ГОСТ Р 54149-2010, отменяющий действие ГОСТ 13109-97 (с августа 2014).

Данные документы фактически были разработаны на основе стандартов международной электротехнической комиссии IEC 61000-4-30:2008 и IEC 61000-4-7:2002:

- ГОСТ Р 51317.4.30–2008 (МЭК 61000-4-30:2008) Методы измерений показателей качества электрической энергии;
- ГОСТ Р 51317.4.7–2008 (МЭК 61000-4-7:2002) Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств.



4 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА


4.1 Клавиатура

Клавиатура анализатора состоит из четырех клавиш: ВКЛ/ВЫКЛ , ВЛЕВО , ВПРАВО , СТАРТ/СТОП . Чтобы включить анализатор необходимо нажать кнопку ВКЛ/ВЫКЛ. Кнопки направлений ВЛЕВО и ВПРАВО используются в основном для смены информации на дисплее. Изображения на дисплее меняются по кругу, т.е. при нажатии на клавишу ВПРАВО на изображении 9/9 происходит переход к изображению 1/9. Клавиша ВЛЕВО меняет изображения


на дисплее в обратной последовательности. Клавиша ВКЛ/ВЫКЛ служит для запуска и остановки регистрации, в соответствии с установленной конфигурацией текущей точки измерения.

4.2 Включение измерителя

Анализатор включается нажатием клавиши . Появляется экран с приветствием, на котором отображается название прибора, версия внутреннего программного обеспечения (англ. *firmware*), версия оборудования и серийный номер. Затем анализатор выполняет самотестирование и в случае обнаружения ошибок, на дисплее появляется соответствующее сообщение об ошибке, сопровождаемое длинным звуковым сигналом. В случае ошибки инициализации карты памяти на дисплее появится надпись «**Ошибка карты памяти**». Если файловая система на карте повреждена (например, когда пользователь вручную переформатировал карту в режиме чтения памяти, в котором пользователь имеет полный доступ к содержимому карты) анализатор предложит заново отформатировать память (надпись «**Форматировать карту памяти?**»), клавиша  запускает процесс форматирования (3 коротких звуковых сигнала).

Если во время инициализации карты анализатор обнаружит в корневом каталоге файл FIRMWARE.PQF, который содержит информацию о прошивке анализатора (внутреннее программное обеспечение) и версия прошивки будет новее текущей версии программного обеспечения самого анализатора, будет предложено провести процесс обновления программного обеспечения – надпись «**Обновить прошивку?**». Клавиша  запускает данный процесс (3 коротких звуковых сигнала), в течение которого на дисплее можно наблюдать за ходом операции. Если обновление прошло успешно, появится надпись «**Обновлено успешно!**», в противном случае «**Ошибка обновления!**». Затем анализатор автоматически отключается.

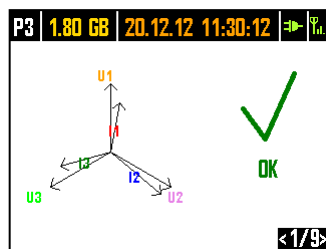
Анализатор настраивается на последнюю использованную точку измерения и переходит к отображению на дисплее изображения 1/9 с векторной диаграммой.

Выключение анализатора производится удержанием клавиши  в течение 2 секунд, если не включена блокировка клавиатуры или регистрация.

Нажатие на активную клавишу вызывает появление короткого звукового сигнала высокой тональности; для неактивной клавиши этот звук продолжительнее с более низкой тональностью.

4.3 Дисплей


На рисунке показано первое из изображений (1/9), формируемых анализатором на дисплее. Панель меню в верхней части является постоянным элементом, показываемым независимо от выбранного вида отображения.





Экран 1 с векторной диаграммой

На панели можно выделить (начиная слева):

- номер активной точки измерения: P1, P2, P3 или P4. В некоторых режимах номер точки отображается поочередно с дополнительным графическим символом:

 Символ синусоиды отображается, когда память точки измерения полностью заполнена зарегистрированными данными или когда для данной точки измерения не было назначено никакого места (нулевой объем).

 Символ означает ожидание запуска регистрации по первому обнаруженному событию (запуск от превышения порога).

 Символ песочных часов означает ожидание начала регистрации в режиме расписания (также в перерывах между интервалами регистрации).

- свободное место на карте памяти для активной точки измерения в Мб или Гб.
- текущие дата и время в формате: день.месяц.год час:минута:секунда;
- индикатор питания от сети или уровня заряда аккумулятора;
- индикатор уровня сигнала сети GSM (при наличии в слоте SIM-карты и подключения ее к сети GSM).

Номер изображения находится в правом нижнем углу дисплея.

Экран 1 по умолчанию выводится на дисплей при включении анализатора и после перемены точки измерения. На нем представлена векторная диаграмма измеряемой сети и, отображающий два состояния, индикатор правильности подключения к исследуемой сети. В случае правильного подключения отображается зеленый символ ОК, а когда обнаружена потенциальная ошибка, красный значок X с надписью ОШИБКА.

Критерии, используемые анализатором для выявления ошибки подключения, следующие:

- отклонение действующего значения напряжения более чем на $\pm 15\%$ от номинального значения;
- отклонение угла сдвига фаз основной гармоники напряжения более чем на $\pm 30^\circ$ от теоретического значения при резистивной нагрузке и симметричной сети (смотри примечание ниже);
- отклонение угла сдвига фаз основной гармоники тока более чем на $\pm 55^\circ$ от теоретического значения при резистивной нагрузке и симметричной сети (смотри примечание ниже);
- отклонение частоты сети более чем на $\pm 10\%$ от номинального значения частоты.

Примечание:

Для обнаружения ошибки сдвига фазы требуется, чтобы основная составляющая процесса была больше или равна 5% от номинального значения напряжения или 1% от номинального диапазона тока. Если это условие не выполняется, то правильность углов сдвига фаз не проверяется.

Такая функциональность позволяет провести быструю визуальную оценку того, насколько параметры сети соответствуют конфигурации анализатора.

Экран 2. На нем представлены измеренные действующие значения напряжений и токов в цепи и частота сети.

P3	1.80 GB	20.12.12	11:30:10	⇒	Y _н
U1	= 224.5 V	I1	= 22.27 A		
U2	= 227.6 V	I2	= 28.39 A		
U3	= 228.0 V	I3	= 23.37 A		
U _{NPE}	= 0.028 V	I _N	= 10.95 A		
f	= 50.00 Hz				

Экран 2 с действующими значениями напряжений и токов

Экран 3 показывает активные и реактивные мощности. Мощности отдельных фаз последовательно обозначены номерами от 1 до 3. Итоговые мощности отображаются в последней строке (обозначение P и Q).

P3	1.80 GB	20.12.12	11:30:09	⇒	Y _н
P1	= 4.825 kW	Q1	= 929.3 var		
P2	= 6.301 kW	Q2	= 1.087 kvar		
P3	= 4.981 kW	Q3	= 1.289 kvar		
P	= 16.11 kW	Q	= 3.307 kvar		

Экран 3 с активными и реактивными мощностями

На экране 4 отображаются полная мощность искажений (обозначение SN) и полная мощность (S). Когда выбрано измерение мощности по методу Budeanu, вместо полной мощности искажений отображается мощность искажений D.

P3	1.80 GB	20.12.12	11:30:08	⇒	Y _н
SN1	= 984.6 var	S1	= 7.617 kVA		
SN2	= 778.3 var	S2	= 10.04 kVA		
SN3	= 1.100 kvar	S3	= 8.081 kVA		
SN	= 4.831 kvar	S	= 26.28 kVA		

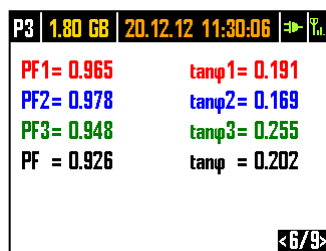
Экран 4 с мощностями искажений и полной мощностью

В свою очередь, экран 5 – это отображение коэффициентов гармонических искажений THD для напряжения и тока. Коэффициенты, показанные на этом изображении, рассчитаны относительно основной составляющей.

P3	1.80 GB	20.12.12	11:30:07	⇒	Y _н
THDU1	= 3.013 %	THDI1	= 17.69 %		
THDU2	= 2.902 %	THDI2	= 11.47 %		
THDU3	= 2.895 %	THDI3	= 19.49 %		
THDU _{NPE}	= 18.32 %	THDI _N	= 184.0 %		

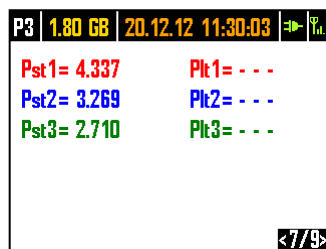
Экран 5 с коэффициентами гармонических искажений THD

На следующем экране 6 показаны коэффициенты мощности PF и $tg\varphi$ (то есть отношение реактивной мощности к активной мощности).



Экран 6 с коэффициентами мощности и $tg\varphi$

Экран 7, последнее из экранов измерений, представляет кратковременные и длительные дозы фликера P_{st} и P_{lt} . Показатель P_{st} обновляется каждые 10 минут, а P_{lt} каждые 2 часа.



Экран 7 с показателями мерцания света

Экран 8 представляет следующую информацию:

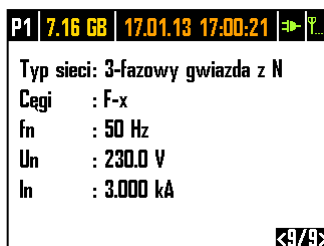
- время начала последней запущенной регистрации или время начала следующего запланированного интервала регистрации в режиме регистрации по расписанию;
- время окончания последней запущенной регистрации (если регистрация уже идет, то отображаются черточки) или время окончания следующего запланированного интервала регистрации в режиме регистрации по расписанию;
- продолжительность текущей регистрации или уже завершенной, возможная продолжительность интервала регистрации в режиме расписания;
- число событий, зарегистрированных анализатором с момента запуска регистрации;
- состояние сети GSM. В этой строке отображаются сообщения, которые относятся к текущему состоянию встроенного модема GSM:
 - «Включение ...»: модем включается;
 - «Идет подключение к сети»: модем регистрируется в сети GSM;
 - «Идет подключение к Интернету»: модем активирует услугу пакетной передачи данных и регистрируется в сети Интернет,
 - «Готов, UMTS»: модем успешно зарегистрировался в сети GSM и ждет подключения клиента. UMTS - это название стандарта передачи данных в сети, возможность его использования зависит от доступности услуг в вашем регионе.

Анализатор может на этом месте отображать другие сообщения, например, об обнаруженных ошибках: «Нет SIM-карты» если в слот не установлена SIM-карта, «Неверный PIN-код» если примененный анализатором PIN-код был отклонен SIM-картой, и т.д. Более подробное описание можно найти в разделе о GSM соединении.

Последняя строка экрана 8/9 показывает состояние приемника GPS: если в настоящий момент принимается правильный сигнал со спутников GPS (с внутренней или внешней антенны), то отображается слово «ДА». Если сигнал не принимается, то отображается «Нет сигнала». Подробнее о приемнике GPS в соответствующем разделе руководства по эксплуатации.

Экран 9 позволяет быстро проверить основные параметры настройки точки измерения:

- тип сети;
- тип токовых клещей;
- номинальные значения: напряжения, диапазона измеряемого тока и частоты.



Экран 9 с информацией о настройках точки измерения.

4.4 Синхронизация с ПК


Анализатор PQM-702 предоставляет три способа обмена данными с компьютером, соответственно:

- проводное соединение по USB;
- радиосвязь с помощью приемника OR-1;
- беспроводная связь через встроенный модем GSM.

Соединение с компьютером (режим PC) позволяет:

- передавать данные, сохраненные в памяти регистратора:
 - если анализатор не находится в режиме регистрации, возможно считывание данных всех точек измерения;
 - во время регистрации можно считать все данные из тех точек измерения, для которых не идет процесс регистрации;
 - существует возможность чтения части сохраненных данных активной точки измерения в процессе регистрации; часть данных, кэшируемых в памяти недоступна до момента их записи на карту памяти.
- просматривать параметры сети на компьютере:
 - мгновенные значения тока, напряжения, мощности и энергии, итоговые значения для всей системы;
 - гармоники, интергармоники, мощности гармоник, THD, TID;
 - асимметрию;
 - векторные диаграммы для напряжений;
 - осциллограммы тока и напряжения отображаемы в режиме реального времени;
 - все остальные измеряемые параметры, не перечисленные здесь.
- конфигурацию анализатора, дистанционный запуск и прекращение регистрации.

После подключения к компьютеру на дисплее появляется надпись «Подключение ПК» и тип подключения.





Во время соединения с ПК, клавиши блокируются, кроме клавиши . Если анализатор работает с включенным режимом блокировки клавиатуры (например, во время регистрации), то все клавиши заблокированы.

Для того чтобы соединиться с анализатором необходимо ввести его PIN-код. Код по умолчанию это 000 (три нуля). PIN-код можно изменить с помощью программы «SONEL ANALYSIS 2.0».

Три попытки ввода неправильного PIN-кода блокируют передачу данных на 10 минут. Только после этого времени будет возможна повторная попытка ввести код.

Если в течение 30 секунд после подключения к ПК не происходит никакого обмена данными между анализатором и компьютером, анализатор выходит из режима передачи данных и завершает подключение.

Внимание

Удержание в течение 5 секунд клавиш  и  возвращает PIN-код по умолчанию (000). Если включена блокировка клавиатуры во время регистрации, то она имеет более высокий приоритет (сначала нужно разблокировать клавиши, чтобы обнулить PIN-код). Для аварийной разблокировки клавиатуры удерживайте в течение 5 секунд клавиши  и .

Если есть активное подключение любым из способов коммуникации, то невозможна связь с анализатором другим способом, например, если установлено соединение по USB, невозможно подключиться к анализатору по радио через OR-1 или по GSM.

4.4.1 Связь по USB

USB – является постоянно действующим интерфейсом и не имеет возможности своего отключения. Для того, чтобы соединиться с анализатором, необходимо соединить его кабелем USB с компьютером (разъем USB находится на левой стенке анализатора и защищен уплотнительной заглушкой). На компьютере необходимо предварительно установить программное обеспечение SONEL ANALYSIS 2.0 вместе с драйверами (драйвера устанавливаются автоматически при установке ПО).

Скорость передачи данных составляет 921,6 кбит/сек. Кроме того, встроенный считыватель с карты памяти позволяет загружать данные регистрации со скоростью гораздо большей, чем стандартная. В этом режиме анализатор обеспечивает прямой доступ к своей карте памяти, что позволяет считывать данные со скоростью в несколько Мбит/с. Во время такого чтения не возможна нормальная связь с анализатором, например, просмотр данных в режиме реального времени. После считывания данных с карты памяти, приложение SONEL ANALYSIS 2.0 автоматически переключает анализатор из режима чтения в режим стандартной связи.

Внимание

В режиме чтения все содержимое карты памяти отображается как диск в операционной системе, что позволяет получить неограниченный доступ к его содержимому. Чтобы не повредить файловую систему на карте памяти и не потерять хранящиеся на ней данные, нельзя самостоятельно вмешиваться в файловую систему на карте памяти (например, создавать и сохранять собственные файлы или удалять файлы, записанные анализатором). Не используйте для этой цели других программ, кроме программы SONEL ANALYSIS.

4.4.2 Радиосвязь с помощью OR-1

Подключив к компьютеру радиоадаптер OR-1, можно установить с анализатором беспроводное соединение, используя диапазон 433 МГц. Радиус действия в этом режиме ограничен примерно 5 м, а максимальная скорость передачи данных составляет 57,6 кбит/с.

Внимание

Перед соединением с анализатором по радио нужно добавить ваш анализатор к базе анализаторов (Параметры → База анализаторов). При поиске среди анализаторов в списке доступных устройств показываются только те, которые внесены в базу.

Интерфейс радиосвязи, подключенный к приемнику OR-1, может быть отключен в анализаторе. Для того чтобы включить его заново, нужно воспользоваться двумя другими типами передачи данных: USB или GSM.

4.4.3 Связь по сети GSM

Встроенный GSM модем обеспечивает доступ к анализатору из любого места на Земле, где доступна сеть GSM. Модем поддерживает стандарт передачи данных UMTS HSPA с максимальной скоростью передачи данных 5,76/7,2 мбит/с (соответственно, получение/отправка данных). Чтобы использовать эту возможность, необходимо в слот на боковой панели анализатора вставить действующую SIM-карту.

SIM-карта должна быть подключена к следующим видам услуг:

- пакетная передача данных (GPRS);
- зарегистрированный статический IP;
- функция SMS для отправки уведомлений сигнализации.

Для настройки SIM-карты и модема в PQM-702 необходимы следующие данные, предоставляемые поставщиком услуг передачи данных:

- PIN-код для SIM-карты;
- PUK-код для SIM-карты, в случае блокировки SIM-карты после нескольких попыток ввода неправильного PIN-кода;
- номер IP предоставленный SIM-карте (это должно быть статический номер из общедоступной базы);
- имя точки доступа (англ. Access point name);
- имя пользователя и пароль (опционально, как правило, не требуется).



После первой установки SIM-карты, анализатор будет пытаться ввести последний введенный PIN-код или код, используемый по умолчанию. Обычно такая попытка заканчивается неудачей, и анализатор выдаст сообщение об ошибке PIN-кода. Для того чтобы ввести правильные данные, необходимо подключиться к анализатору по USB (или OR-1) и настроить соединение GSM. Процедура описана в соответствующем разделе данного руководства по эксплуатации. Если анализатор настроен правильно, то он попытается соединиться с сетью GSM, а затем с сетью Интернет. Анализатор будет виден в Интернете под предоставленным IP, используя порт 4001 для входящих соединений. Это соединение может быть установлено приложением SONEL ANALYSIS 2.0. Если GSM модем не будет использоваться, его можно отключить с помощью программы.

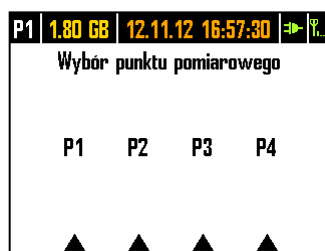
Подробнее о конфигурации анализатора для связи GSM в соответствующем разделе данного руководства по эксплуатации.

4.5 Измерение

4.5.1 Точки измерений





Анализатор позволяет сохранить четыре полностью независимые измерительные конфигурации, которые названы «точками измерений». Номер активной точки измерения отображается в левом верхнем углу дисплея.

При одновременном удерживании в течение 1с клавиши  и  отображается экран выбора точки измерения.



Выбор точки измерения

Чтобы выбрать одну из четырех точек следует нажать соответствующую клавишу, обозначенную символом треугольника на дисплее:

- для выбора точки измерения 1 нужно выбрать клавишу 
- для выбора точки измерения 2 нужно выбрать клавишу 
- для выбора точки измерения 3 нужно выбрать клавишу 
- для выбора точки измерения 4 нужно выбрать клавишу 

После выбора точки измерения анализатор переходит к отображению векторной диаграммы, изображение (1/9) и осуществляет проверку правильности подключения к исследуемой сети. Если обнаружена ошибка - звучит длинный сигнал.


Если пользователь откажется от выбора точки измерения и не нажмет никакой клавиши, через несколько секунд анализатор возвращается к предыдущему режиму.

В некоторых случаях, изменить точку измерения не представляется возможным. По крайней мере, двумя из этих случаев являются:

- анализатор находится в процессе регистрации; в этом случае отображается сообщение «Идет регистрация»;
- выполняется обмен данными с компьютером (по USB, с помощью OR-1 или GSM). В этом случае клавиши ВЛЕВО и ВПРАВО неактивны.

Пользователь может задать любое процентное соотношение памяти для каждой точки (например, 100% для первой, отсутствие других точек, или по 25% для каждой точки). Если для какой-то точки измерения отведена вся память, при выборе остальных на дисплее выводится попеременно номер точки с символом синусоиды, означающее, что возможен только просмотр параметров сети в режиме реального времени **LIVE**.

4.5.2 Начало и остановка регистрации

Если на карте в текущей точке измерения есть свободное место, можно начать регистрацию, нажатием клавиши  или на уровне ПО, если установлено соединение с ПК.


Режим запуска регистрации зависит от того, как он настроен в конфигурации точки измерения.

Возможны три режима:

- непосредственный запуск – регистрация начинается сразу же после нажатия клавиши.
- пороговое значение – анализатор ожидает начала регистрации до тех пор, пока один из параметров конфигурации точки измерения, превысит пороговое значение, инициирующее событие. Во время ожидания события в строке состояния анализатора отображается номер точки измерения, попеременно с символом наклоненной стрелки.
- согласно расписанию (по графику). На экране 8/9 можно проверить, как запланированы начало и окончание следующей регистрации. Одновременно в строке состояния отображается номер точки измерения, попеременно с символом песочных часов. Если время для всего запланированного по расписанию уже прошло, то регистрация не начнется и в строке состояния отображается номер точки измерения, попеременно с символом синусоиды (что означает, что возможен только просмотр текущих значений сети).

В режиме регистрации, отображаемый в верхнем левом углу дисплея номер точки измерения, мигает один раз в секунду.

Окончание регистрации:

- регистрация заканчивается автоматически в режиме расписания (если установлено время окончания), в остальных случаях она продолжается до остановки пользователем (клавишей  или на уровне ПО).
- регистрация заканчивается автоматически при заполнении всего отведенного места на карте памяти для данной точки измерения. В этом случае на дисплее номер точки измерения будет отображаться поочередно со значком синусоиды.
- дисплей остается в выключенном состоянии после завершения регистрации, если в конфигурации активирован спящий режим. Нажатие любой клавиши вызывает включение индикации и отображение последнего изображения (если не было блокировки клавиш) или требования ввести код разблокировки клавиатуры (если включена блокировка).

4.5.3 Ориентировочное время регистрации




Максимальное время регистрации зависит от многих факторов, таких как: размер выделенного места на карте памяти, время усреднения, тип сети, количество регистрируемых параметров, запись осциллограмм и обнаружение событий, и сами пороги событий. Некоторые выбранные конфигурации приведены в таблице. В последней колонке указано приблизительное время регистрации, когда на точку измерения выделено 2 ГБ свободного места на карте памяти. Показанные примеры конфигураций предполагают измерение напряжения N-PE и тока I_N .

Тип конфигурации/регистрируемые параметры	Время усреднения	Тип сети (активное измерение токов)	События	Осциллограммы событий	Осциллограммы после периода усреднения	Приблизительное время регистрации при отведенном месте 2GB
По EN 50160	10 минут	3-фазная	• (1000)	• (1000)		60 лет

		звезда	событий)	событий)		
По профилю «Напряжения и токи»	1 секунда	3-фазная звезда				270 дней
По профилю «Напряжения и токи»	1 секунда	3-фазная звезда			•	4 дня
По профилю «Мощности и гармоники»	1 секунда	3-фазная звезда				23 дня
По профилю «Мощности и гармоники»	1 секунда	3-фазная звезда	• (1000 событий)	• (1000 событий)		22, 5 дня
Включены все возможные параметры	10 минут	3-фазная звезда				4 года
Включены все возможные параметры	10 секунд	3-фазная звезда				25 дней
Включены все возможные параметры	10 секунд	1-фазная				64 дня
Включены все возможные параметры	10 секунд	1-фазная	• (1000 событий)	• (1000 событий)	•	14,5 дня

4.6 Блокировка клавиатуры

В приложении ПК есть возможность настройки параметров блокировки клавиш после начала регистрации. Это делается для защиты анализатора от остановки регистрации посторонним человеком. Чтобы разблокировать клавиши, пользователь должен ввести код, состоящий из 3 цифр:

- Нажатие любой клавиши вызывает появление надписи «Введите код», а затем трех черточек « – – – »;
- Пользователь может ввести правильный код разблокировки с помощью клавиш на клавиатуре: клавиша  последовательно изменяет цифры 0, 1, 2...9, 0 на первой позиции, клавиша  на второй, а клавиша  на третьей;
- Трехсекундное бездействие клавиатуры запускает проверку введенного кода;
- Правильно введенный пароль обозначается надписью ОК и происходит снятие блокировки, а неверно введенный код приводит к появлению надписи «Неверный код» и возврат в прежнее состояние (например, гашение дисплея, если он был выключен).
- После разблокировки, клавиатура автоматически блокируется снова, если пользователь в течение 30 секунд не нажмет на любую клавишу.

Внимание

Удержание в течение 5 секунд клавиш  и  вызывает аварийное отключение блокировки клавиш и отменяет блокировку клавиатуры в анализаторе.

4.7 Режим ожидания («спящий» режим)

Программа ПК дает возможность включить спящий режим. В этом режиме через 10 секунд от начала регистрации анализатор гасит дисплей. С этого момента каждые 10 секунд в левом верхнем углу дисплея кратковременно появляется номер точки измерения, сигнализируя об активной регистрации. После завершения регистрации (например, если память была заполнена) экран будет погашен до тех пор, пока не будет нажата клавиша.

4.8 Функция автоматического выключения

Если анализатор не менее 30 минут работает с питанием от аккумулятора (отсутствует сетевое питание) и не находится в режиме регистрации или нет активного соединения с компьютером, он автоматически отключается для предотвращения разряда аккумулятора.

Автоматическое выключение анализатора возникает также в случае полного разряда аккумулятора. Такое аварийное отключение производится независимо от режима, в котором он находится. В случае активной регистрации, она прерывается. После возвращения напряжения питания регистрация возобновляется. Аварийное отключение сигнализируется сообщением «Аккумулятор разряжен!».

4.9 Уведомление о перемещении анализатора

Анализатор, в котором работает GSM-модем в радиусе действия GPS, может уведомлять пользователя о своем перемещении. Чтобы воспользоваться этой возможностью, необходимо включить функцию «антивор» с помощью приложения и ввести в список экстренных телефонов соответствующий номер, на который необходимо отправить SMS с сообщением. В этом режиме анализатор запоминает положение, которое было определено впервые после включения регистрации, и затем отправляет SMS-сообщение на указанный номер телефона (или телефонов), если будет обнаружено перемещение анализатора более чем на 50 м. В программе SONEL ANALYSIS, можно связаться с анализатором через GSM и проверить в окне статуса текущее положение анализатора (даже когда анализатор отключен - см. ниже).

После активации функции защиты от кражи анализатор ведет себя по-другому в режиме отключения: все время включены модем GSM и GPS-приемник. Это приводит к тому, что в случае отсутствия сетевого питания аккумулятор разряжается, примерно, как при нормальной работе анализатора с питанием только от аккумулятора. По истечении этого времени, анализатор полностью выключается, следовательно, будет уже невозможно отправлять SMS сообщения.

Внимание

**Для правильной работы функции защиты от кражи требуется:
включенный GSM модем с правильно настроенной SIM-картой;
по крайней мере, один установленный телефонный номера для отправки SMS-сообщения.
Активация функции защиты от кражи должна сопровождаться проверкой обоих этих элементов.**

5 ПОДКЛЮЧЕНИЕ АНАЛИЗАТОРА

Анализатор можно подключить к следующим типам сети:

- Однофазная двухпроводная
- Расщеплённая фаза (двухфазная) (с отдельной обмотки трансформатора, англ. split phase)
- Трёхфазная четырёхпроводная («звезда»)
- Трёхфазная трёхпроводная («звезда») (изолированная нейтраль)
- Трёхфазная трёхпроводная («треугольник»)

В трехпроводных системах возможен замер токов методом Арона, с использованием только двух клещей, измеряющих линейные токи I_{L1} и I_{L3} . Значение же тока I_{L2} вычисляется согласно зависимости:

$$I_{L2} = -I_{L1} - I_{L3}$$

Эту методику можно использовать в случае системы типа треугольник и звезда без нейтрального проводника.

Внимание

Поскольку входы измерения напряжения отнесены к входу N, в системах, где отсутствует нейтральный проводник входы N и L3 анализатора соединены между собой.

В сетях с нейтральным проводником дополнительно можно включить измерение тока в этом проводнике после подключения дополнительных клещей по входу I_N . Это измерение выполняется после включения в конфигурации места измерения опции Измерение в проводнике N.

Внимание

Для правильного вычисления полной мощности S_e а также коэффициента мощности PF в трехфазной 4-проводной сети обязательно измерение тока в нейтральном проводнике. В таком случае необходимо всегда включать опцию Измерение в проводнике N и подключить 4 измерительных клещей.

В случае систем с доступными проводниками PE и N (заземляющий и нейтральный) возможно также измерение напряжения PE-N. С этой целью необходимо проводник PE подключить к входу напряжения PE анализатора. Дополнительно в конфигурации точки измерения нужно выбрать опцию **Напряжение PE-N**.

Необходимо обратить внимание на фазировку клещей (гибких и обычных). Клещи необходимо так установить, чтобы стрелка находящаяся на клещах совпадала с направлением тока. Проверить правильность установки клещей можно путем измерения активной мощности – в большинстве типов пассивных приемников, активная мощность имеет положительный знак. Изменить полярность можно как непосредственно переподключив токовые клещи, или с помощью программного обеспечения SONEL Analysis.

Ниже рисунки схематично представляют способы подключения анализатора к исследуемой сети в зависимости от ее типа.

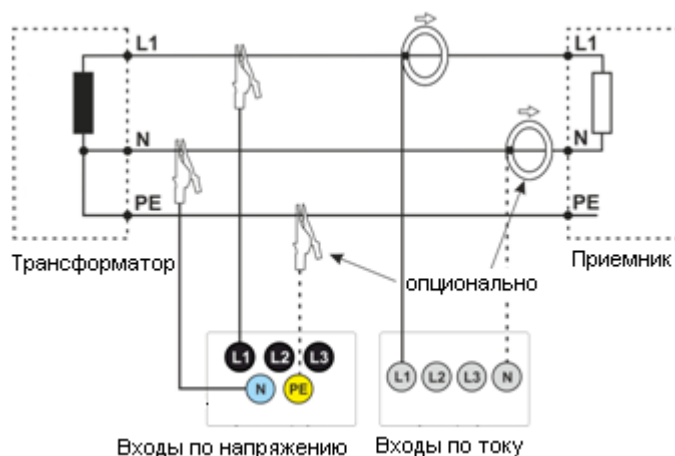


Схема подключения – однофазная сеть.

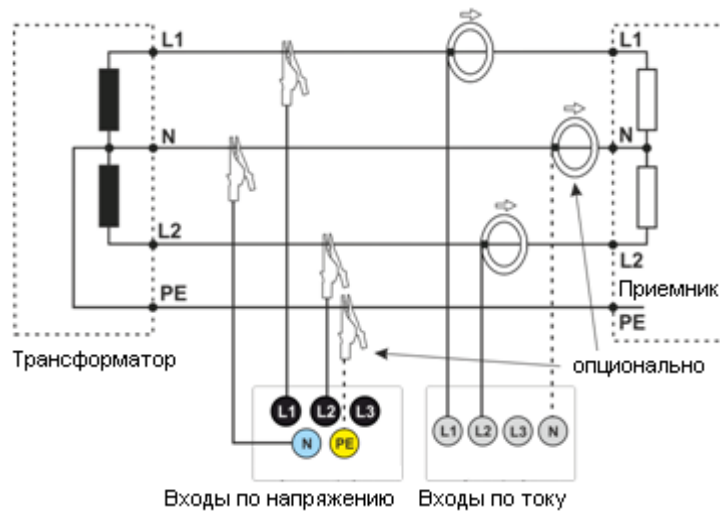


Схема подключения – сеть с расщеплённой фазой (двухфазная).

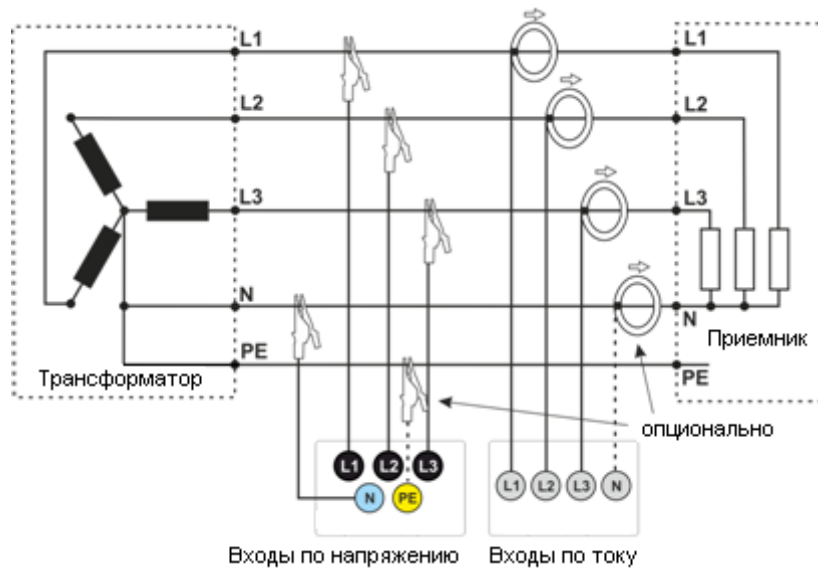


Схема подключения – трехфазная сеть «звезда» с нейтральным проводом.

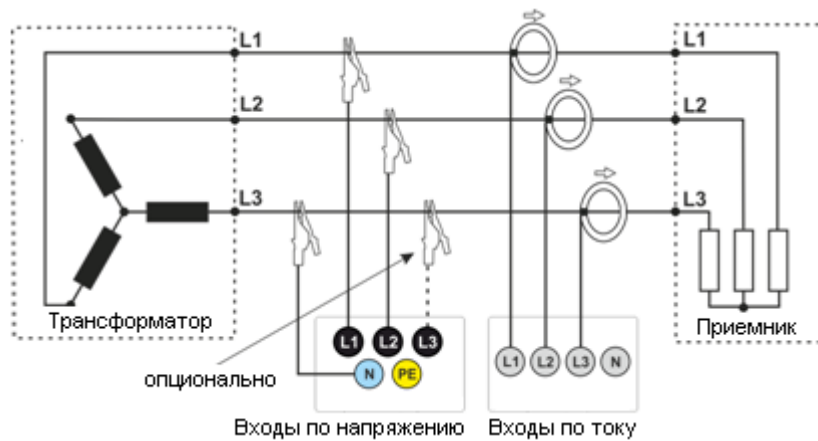


Схема подключения – трехфазная сеть «звезда» без нейтрального провода.

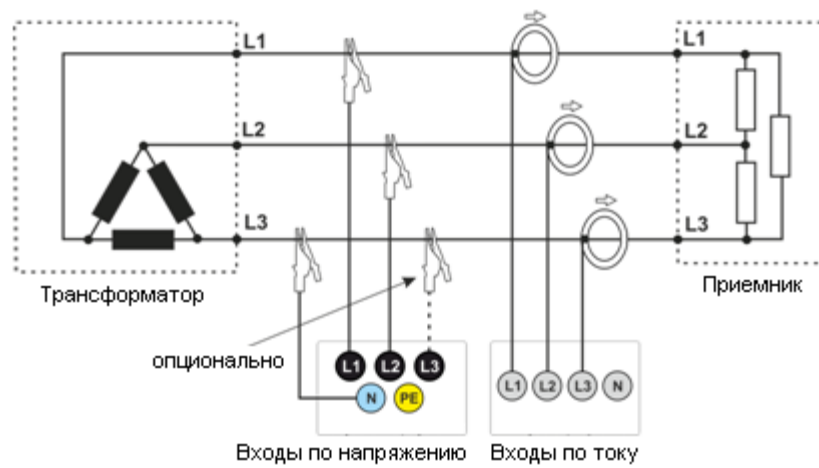


Схема подключения – трехфазная сеть «треугольник».

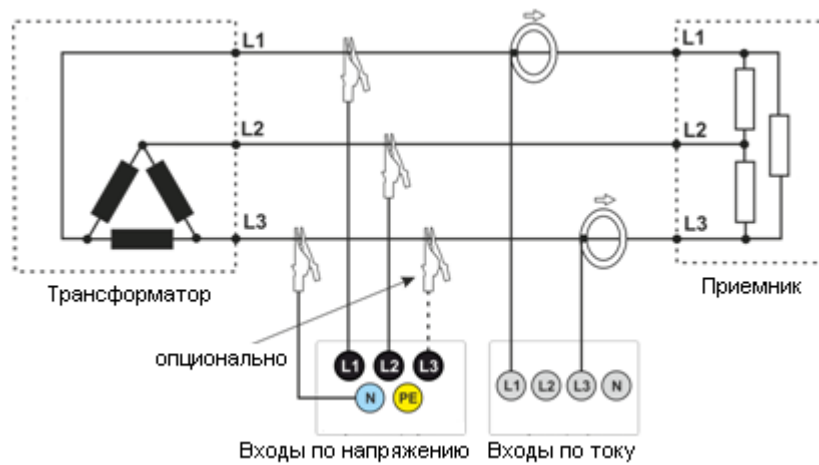


Схема подключения – трехфазная сеть «треугольник» (измерение тока методом Арона).

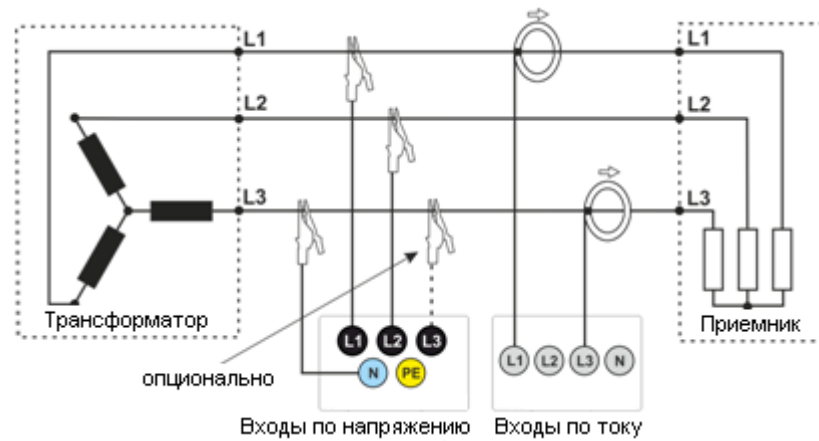
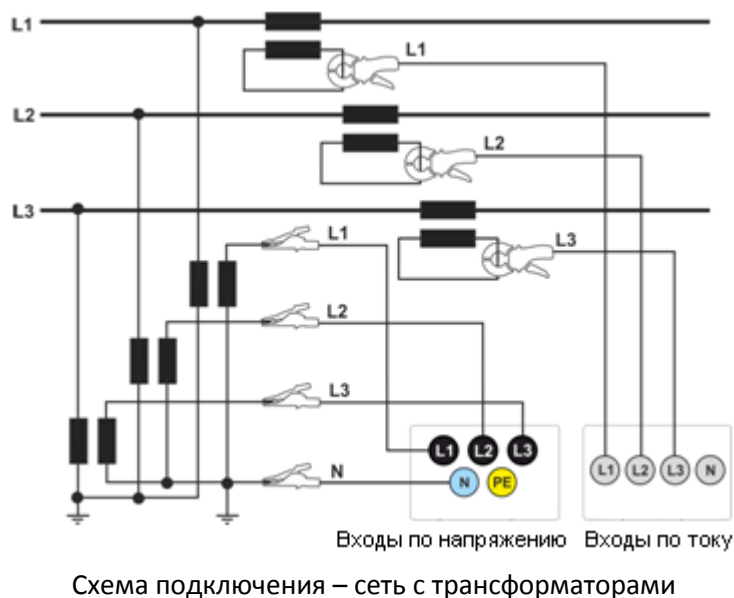


Схема подключения – трехфазная сеть «звезда» без нейтрального провода (измерение тока методом Арона).



6 РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

6.1 Однофазная сеть

Однофазная сеть

Параметр	Обозначение	Метод расчета
Название	Единицы	Формула
Действующее значение напряжения (True RMS)	U_A	В
		$U_A = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M U_i^2}$ <p>где U_i очередной отсчет напряжения U_{A-N} $M=2560$ для сети 50 Гц $M=3072$ для сети 60 Гц</p>
Постоянная составляющая напряжения	U_{ADC}	В
		$U_{ADC} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M U_i$ <p>где U_i очередной отсчет напряжения U_{A-N} $M=2560$ для сети 50 Гц $M=3072$ для сети 60 Гц</p>
Частота	f	Гц
		число целых периодов напряжения U_{A-N} , подсчитанных за 10 секундный интервал по времени часов, разделенному на общее время полных периодов
Действующее значение тока (True RMS)	I_A	А
		$I_A = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M I_i^2}$ <p>где I_i очередной отсчет тока I_A $M=2560$ для сети 50 Гц $M=3072$ для сети 60 Гц</p>

Постоянная составляющая тока	I_{ADC}	А	$I_{ADC} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M I_i$ <p>где I_i очередной отсчет тока I_A $M=2560$ для сети 50 Гц $M=3072$ для сети 60 Гц</p>
Активная мощность	P	Вт	$P = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M U_i I_i$ <p>где U_i очередной отсчет напряжения U_{A-N}, I_i очередной отсчет тока I_A, $M=2560$ для сети 50 Гц $M=3072$ для сети 60 Гц</p>
Реактивная мощность Budeanu	Q_B	вар	$Q_B = \sum_{h=1}^{50} U_h I_h \sin \varphi_h$ <p>где U_h - h-я гармоника напряжения U_{A-N}, I_h - h-я гармоника тока I_A, а φ_h - h-й угол между гармониками U_h и I_h</p>
Реактивная мощность основной составляющей (первой гармоники)	Q_1	вар	$Q_1 = U_1 I_1 \sin \varphi_1$ <p>где U_1 - основная составляющая (первая гармоника) напряжения U_{A-N}, I_1 - основная составляющая тока I_A, а φ_1 - угол между основными составляющими U_1 и I_1</p>
Полная мощность	S	ВА	$S = U_{ARMS} I_{ARMS}$
Полная мощность искажения	S_N	ВА	$S_N = \sqrt{S^2 - (U_1 I_1)^2}$
Мощность искажения Budeanu	D_B	вар	$D_B = \sqrt{S^2 - P^2 - Q_B^2}$
Коэффициент мощности	PF	—	$PF = \frac{P}{S}$ <p>если $PF > 0$, нагрузка является генератором если $PF < 0$, нагрузка является приемником</p>
Коэффициент сдвига фаз	$\cos \varphi$ DPF	—	$\cos \varphi = DPF = \cos(\varphi_{U1} - \varphi_{I1})$ <p>где φ_{U1} - абсолютный угол основной составляющей напряжения U_{A-N} φ_{I1} - абсолютный угол основной составляющей тока I_A</p>
Тангенс φ	$tg \varphi$	—	$tg \varphi = \frac{Q_1}{P}$
Гармоники тока и напряжения	U_{hx} I_{hx}	В А	Метод гармонических подгрупп, по PN-EN 61000-4-7, x - (ряд гармоник) = 1..50
Коэффициент гармонических искажений напряжения относительно основной	$THDU_F$	—	$THDU_F = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} U_h^2}}{U_1} \times 100\%$, где U_h - h -я гармоника напряжения U_{A-N} , а U_1 - основная составляющая напряжения U_{A-N}

гармоники			
Коэффициент гармонических искажений напряжения относительно среднеквадратичного значения	$THDU_R$	–	$THDU_R = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} U_h^2}}{U_{ARMS}} \times 100\%$ <p>где U_h - h-я гармоника напряжения U_{A-N}</p>
Коэффициент гармонических искажений тока относительно основной гармоники	$THDI_F$	–	$THDI_F = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} I_h^2}}{I_1} \times 100\%$ <p>где I_h - h-я гармоника тока I_A, I_1- основная составляющая тока I_A</p>
Коэффициент гармонических искажений тока относительно среднеквадратичного значения	$THDI_R$	–	$THDI_R = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} I_h^2}}{I_{ARMS}} \times 100\%$ <p>где I_h - h-я гармоника тока I_A</p>
Коэффициент пиковой амплитуды напряжения (пик-фактор напряжения)	CFU	–	$CFU = \frac{\max U_i }{U_{ARMS}}$ <p>где величина $\max U_i$ выражает наибольшее из абсолютных значений отсчетов напряжения U_{A-N} $i = 2560$ для сети 50 Гц $i = 3072$ для сети 60 Гц</p>
Коэффициент пиковой амплитуды тока (пик-фактор тока)	CFI	–	$CFI = \frac{\max I_i }{I_{ARMS}}$ <p>где величина $\max I_i$ выражает наибольшее из абсолютных значений отсчетов тока I_A $i = 2560$ для сети 50 Гц $i = 3072$ для сети 60 Гц</p>
Кратковременная доза фликера	P_{st}	–	рассчитывается в соответствии с стандартом PN-EN 61000-4-15
Длительная доза фликера	P_{lt}	–	$P_{LT} = \frac{1}{3} \sqrt{\sum_{i=1}^{12} (P_{STi})^3}$ <p>где P_{sti} – очередная i-ая кратковременная доза фликера</p>
Активная энергия (потребляемая и отдаваемая)	E_{p+}, E_{p-}	Вт·ч	$E_{p+} = \sum_{i=1}^m P_+(i)T(i)$ $P_+(i) = \begin{cases} P(i) & \text{для } P(i) > 0 \\ 0 & \text{для } P(i) \leq 0 \end{cases}$ $E_{p-} = \sum_{i=1}^m P_-(i)T(i)$

$$P_{-}(i) = \begin{cases} |P(i)| & \text{для } P(i) < 0 \\ 0 & \text{для } P(i) \geq 0 \end{cases}$$

где i -это очередной номер окна измерения 10/12 периодов,

$P(i)$ представляет значение активной мощности P , рассчитанной в i -м интервале измерения,

$T(i)$ представляет длительность i -го интервала измерения в часах

Реактивная энергия $E_{Q_{B+}}, E_{Q_{B-}}$ вар·ч
 Вudeanu
 (потребляемая и отдаваемая)

$$E_{QB+} = \sum_{i=1}^m Q_{B+}(i)T(i)$$

$$Q_{B+}(i) = \begin{cases} Q_B(i) & \text{для } Q_B(i) > 0 \\ 0 & \text{для } Q_B(i) \leq 0 \end{cases}$$

$$E_{QB-} = \sum_{i=1}^m Q_{B-}(i)T(i)$$

$$Q_{B-}(i) = \begin{cases} |Q_B(i)| & \text{для } Q_B(i) < 0 \\ 0 & \text{для } Q_B(i) \geq 0 \end{cases}$$

где i -это очередной номер периода измерения 10/12 периодов,

$Q_B(i)$ представляет значение реактивной мощности Вudeanu Q_B , рассчитанной в i -м периоде измерения,

$T(i)$ представляет длительность i -го периода измерения в часах

Реактивная энергия $E_{Q_{1+}}, E_{Q_{1-}}$ вар·ч
 основной составляющей
 (потребляемая и отдаваемая)

$$E_{Q1+} = \sum_{i=1}^m Q_{1+}(i)T(i)$$

$$Q_{1+}(i) = \begin{cases} Q_1(i) & \text{для } Q_1(i) > 0 \\ 0 & \text{для } Q_1(i) \leq 0 \end{cases}$$

$$E_{Q1-} = \sum_{i=1}^m Q_{1-}(i)T(i)$$

$$Q_{1-}(i) = \begin{cases} |Q_1(i)| & \text{для } Q_1(i) < 0 \\ 0 & \text{для } Q_1(i) \geq 0 \end{cases}$$

где i -это очередной номер периода измерения 10/12 периодов,

$Q_1(i)$ представляет значение основной составляющей реактивной мощности Q_1 , рассчитанной в i -м периоде измерения,

$T(i)$ представляет длительность i -го периода измерения в часах,

Полная энергия E_S ВА·ч

$$E_S = \sum_{i=1}^m S(i)T(i)$$

где i -это очередной номер периода измерения 10/12 периодов,

$S(i)$ представляет значение полной мощности S , рассчитанной в i -м периоде измерения,

$T(i)$ представляет длительность i -го периода

(не перечисленные параметры рассчитываются как для однофазной сети)

Название	Параметр		Метод расчета
	Обозначение	Единицы	
Общая активная мощность	P_{tot}	Вт	$P_{tot} = P_A + P_B$
Общая реактивная мощность Budeanu	Q_{Btot}	вар	$Q_{Btot} = Q_{BA} + Q_{BB}$
Общая реактивная мощность основной составляющей	Q_{1tot}	вар	$Q_{1tot} = Q_{1A} + Q_{1B}$
Общая полная мощность	S_{tot}	ВА	$S_{tot} = S_A + S_B$
Общая полная мощность искажения	S_{Ntot}	ВА	$S_{Ntot} = S_{NA} + S_{NB}$
Общая мощность искажения Budeanu	D_{Btot}	вар	$D_{Btot} = D_{BA} + D_{BB}$
Общий коэффициент мощности	PF_{tot}	—	$PF_{tot} = \frac{P_{tot}}{S_{tot}}$
Общий коэффициент сдвига фаз	$\cos \varphi_{tot}$ DPF_{tot}	—	$\cos \varphi_{tot} = DPF_{tot} = \frac{1}{2} (\cos \varphi_A + \cos \varphi_B)$
Общий тангенс ф	$tg \varphi_{tot}$	—	$tg \varphi = \frac{Q_{1tot}}{P_{tot}}$
Общая активная энергия (потребляемая и отдаваемая)	E_{P+tot}, E_{P-tot}	Вт·ч	$E_{P+tot} = E_{P+A} + E_{P+B}$ $E_{P-tot} = E_{P-A} + E_{P-B}$
Общая реактивная энергия Budeanu (потребляемая и отдаваемая)	E_{QB+tot}, E_{QB-tot}	вар·ч	$E_{QB+tot} = E_{QB+A} + E_{QB+B}$ $E_{QB-tot} = E_{QB-A} + E_{QB-B}$
Общая реактивная энергия основной составляющей (потребл. и отдаваемая)	E_{Q1+tot}, E_{Q1-tot}	вар·ч	$E_{Q1+tot} = E_{Q1+A} + E_{Q1+B}$ $E_{Q1-tot} = E_{Q1-A} + E_{Q1-B}$
Общая полная энергия	$E_{S tot}$	ВА·ч	$E_{S tot} = E_{SA} + E_{SB}$

Трехфазная сеть «звезда» с N

(не перечисленные параметры рассчитываются как для однофазной сети)

Параметр	Метод расчета	
Название	Обозначение	Единицы

Общая активная мощность	P_{tot}	Вт	$P_{tot} = P_A + P_B + P_C$
Общая реактивная мощность Budeanu	Q_{Btot}	вар	$Q_{Btot} = Q_{BA} + Q_{BB} + Q_{BC}$
Общая реактивная мощность согласно IEEE 1459	Q_1^+	вар	$Q_1^+ = 3U_1^+ I_1^+ \sin \varphi_1^+$, где U_1^+ прямая симметричная составляющая напряжения (основной составляющей), I_1^+ прямая симметричная составляющая тока (основной составляющей), φ_1^+ угол между составляющими U_1^+ и I_1^+ $S_e = 3U_e I_e$, где
Эффективная полная мощность	S_e	ВА	$U_e = \sqrt{\frac{3(U_A^2 + U_B^2 + U_C^2) + U_{AB}^2 + U_{BC}^2 + U_{CA}^2}{18}}$ $I_e = \sqrt{\frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2 + I_N^2}{3}}$ $S_{eN} = \sqrt{S_e^2 + S_{e1}^2}, \text{ где } S_{e1} = 3U_{e1} I_{e1}$
Эффективная полная мощность искажения	S_{eN}	ВА	$U_{e1} = \sqrt{\frac{3(U_{A1}^2 + U_{B1}^2 + U_{C1}^2) + U_{AB1}^2 + U_{BC1}^2 + U_{CA1}^2}{18}}$ $I_{e1} = \sqrt{\frac{I_{A1}^2 + I_{B1}^2 + I_{C1}^2 + I_{N1}^2}{3}}$
Общая мощность искажения Budeanu	D_{Btot}	вар	$D_{Btot} = D_{BA} + D_{BB} + D_{BC}$
Общий коэффициент мощности	PF_{tot}	—	$PF_{tot} = \frac{P_{tot}}{S_e}$
Общий коэффициент сдвига фаз	$\cos \varphi_{tot} \quad DPF_{tot}$	—	$\cos \varphi_{tot} = DPF_{tot} = \frac{1}{3} (\cos \varphi_A + \cos \varphi_B + \cos \varphi_C)$
Общий тангенс ф	$tg \varphi_{tot}$	—	$tg \varphi_{tot} = \frac{Q_{1tot}}{P_{tot}}$
Общая активная энергия (потребляемая и отдаваемая)	E_{P+tot}, E_{P-tot}	Вт	$E_{P+tot} = E_{P+A} + E_{P+B} + E_{P+C}$ $E_{P-tot} = E_{P-A} + E_{P-B} + E_{P-C}$
Общая реактивная энергия Budeanu (потребляемая и отдаваемая)	E_{QB+tot}, E_{QB-tot}	вар·ч	$E_{QB+tot} = E_{QB+A} + E_{QB+B} + E_{QB+C}$ $E_{QB-tot} = E_{QB-A} + E_{QB-B} + E_{QB-C}$
Общая реактивная энергия основной составляющей (потребляемая и отдаваемая)	E_{Q1+tot}, E_{Q1-tot}	вар·ч	$E_{Q1+tot} = E_{Q1+A} + E_{Q1+B} + E_{Q1+C}$ $E_{Q1-tot} = E_{Q1-A} + E_{Q1-B} + E_{Q1-C}$

Общая полная энергия	E_{Stot}	ВА·ч	$E_{Stot} = \sum_{i=1}^m S_e(i)T(i)$ <p>где i-это очередной номер окна измерения 10/12 периодов, $S_e(i)$ представляет значение эффективной полной мощности S_e, рассчитанной в i-м окне измерения, $T(i)$ представляет длительность i-го окна измерения в часах,</p>
Действующее значение нулевой симметричной составляющей напряжения	U_0	В	$\underline{U}_0 = \frac{1}{3}(\underline{U}_{A1} + \underline{U}_{B1} + \underline{U}_{C1})$ $U_0 = \text{mag}(\underline{U}_0)$ <p>где \underline{U}_{A1}, \underline{U}_{B1}, \underline{U}_{C1} векторы основных составляющих фазных напряжений U_A, U_B, U_C, а оператор $\text{mag}(\underline{U}_0)$ обозначает модуль вектора</p>
Действующее значение прямой симметричной составляющей напряжения	U_1	В	$\underline{U}_1 = \frac{1}{3}(\underline{U}_{A1} + a\underline{U}_{B1} + a^2\underline{U}_{C1})$ $U_1 = \text{mag}(\underline{U}_1)$ <p>где \underline{U}_{A1}, \underline{U}_{B1}, \underline{U}_{C1} векторы основных составляющих фазных напряжений U_A, U_B, U_C, а оператор $\text{mag}(\underline{U}_1)$ обозначает модуль вектора, $a = 1e^{j120^\circ} = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}j$, $a^2 = 1e^{j240^\circ} = -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}j$</p>
Действующее значение обратной симметричной составляющей напряжения	U_2	В	$\underline{U}_2 = \frac{1}{3}(\underline{U}_{A1} + a^2\underline{U}_{B1} + a\underline{U}_{C1})$ $U_2 = \text{mag}(\underline{U}_2)$ <p>где \underline{U}_{A1}, \underline{U}_{B1}, \underline{U}_{C1} векторы основных составляющих фазных напряжений U_A, U_B, U_C, а оператор $\text{mag}(\underline{U}_2)$ обозначает модуль вектора,</p> $a = 1e^{j120^\circ} = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}j,$ $a^2 = 1e^{j240^\circ} = -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}j$
Коэффициент несимметрии напряжения нулевой последовательности	u_0	%	$u_0 = \frac{U_0}{U_1} \cdot 100\%$
Коэффициент несимметрии напряжения обратной последовательности	u_2	%	$u_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\%$
Нулевая симметричная составляющая тока	I_0	А	$\underline{I}_0 = \frac{1}{3}(\underline{I}_{A1} + \underline{I}_{B1} + \underline{I}_{C1})$ $I_0 = \text{mag}(\underline{I}_0)$ <p>где \underline{I}_{A1}, \underline{I}_{B1}, \underline{I}_{C1} векторы основных составляющих токов фаз I_A, I_B, I_C, оператор $\text{mag}(\underline{I}_0)$ обозначает модуль вектора</p>

Действующее значение прямой симметричной составляющей тока	I_1	A	$\underline{I}_1 = \frac{1}{3}(\underline{I}_{A1} + a\underline{I}_{B1} + a^2\underline{I}_{C1})$ $I_1 = \text{mag}(\underline{I}_1)$ где $\underline{I}_{A1}, \underline{I}_{B1}, \underline{I}_{C1}$ векторы основных составляющих токов фаз I_A, I_B, I_C , оператор $\text{mag}(\underline{I}_1)$ обозначает модуль вектора
Действующее значение обратной симметричной составляющей	I_2	A	$\underline{I}_2 = \frac{1}{3}(\underline{I}_{A1} + a^2\underline{I}_{B1} + a\underline{I}_{C1})$ $I_2 = \text{mag}(\underline{I}_2)$ где $\underline{I}_{A1}, \underline{I}_{B1}, \underline{I}_{C1}$ векторы основных составляющих токов фаз I_A, I_B, I_C , оператор $\text{mag}(\underline{I}_2)$ обозначает модуль вектора
Коэффициент несимметрии тока нулевой последовательности	i_0	%	$i_0 = \frac{I_0}{I_1} \cdot 100\%$
Коэффициент несимметрии тока обратной последовательности	i_2	%	$i_2 = \frac{I_2}{I_1} \cdot 100\%$

Трехфазная сеть «звезда» без N

(параметры: действующие значения напряжения и тока, постоянные составляющие напряжений и токов, коэффициенты THD и K, симметричные составляющие и коэффициенты асимметрии, дозы фликера рассчитываются также как для однофазной сети, только вместо фазных напряжений используется линейные напряжения)

Параметр Название	Обозначение	Единицы	Метод расчета
Линейное напряжение U _{CA}	U_{CA}	B	$U_{CA} = -(U_{AB} + U_{BC})$
Ток I ₂ (измерительные схемы Арона)	I_2	A	$I_2 = -(I_1 + I_3)$
Общая активная мощность	P_{tot}	Вт	$P_{tot} = \frac{1}{M} \left(\sum_{i=1}^M U_{iAC} I_{iA} + \sum_{i=1}^M U_{iBC} I_{iB} \right)$ U_{iAC} очередной отсчет напряжения U_{A-C} U_{iBC} очередной отсчет напряжения U_{B-C} I_{iA} очередной отсчет тока I_A I_{iB} очередной отсчет тока I_B $M=2048$ для сети 50 Гц и 60 Гц $S_e = 3U_e I_e$, где
Общая полная мощность	S_e	ВА	$U_e = \sqrt{\frac{U_{AB}^2 + U_{BC}^2 + U_{CA}^2}{9}}$ $I_e = \sqrt{\frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{3}}$
Общая реактивная мощность (Budeanu и IEEE 1459)	Q_{Btot}	вар	$Q = N = \sqrt{S_e^2 - P^2}$
Общая мощность искажения Budeanu	D_{Btot}	вар	$D_{Btot} = 0$

Эффективная полная мощность искажения	S_{eN}	ВА	$S_{eN} = \sqrt{S_e^2 + S_{e1}^2}, \text{ где } S_{e1} = 3U_{e1}I_{e1}$ $U_{e1} = \sqrt{\frac{U_{AB1}^2 + U_{BC1}^2 + U_{CA1}^2}{9}}$ $I_{e1} = \sqrt{\frac{I_{A1}^2 + I_{B1}^2 + I_{C1}^2}{3}}$
Общий коэффициент мощности	PF_{tot}	–	$PF_{tot} = \frac{P_{tot}}{S_e}$
Активная энергия (потребляемая и отдаваемая)	E_{P+tot}, E_{P-tot}	Вт	$E_{P+tot} = \sum_{i=1}^m P_{+tot}(i)T(i)$ $P_{+tot}(i) = \begin{cases} P_{tot}(i) & \text{для } P_{tot}(i) > 0 \\ 0 & \text{для } P_{tot}(i) \leq 0 \end{cases}$ $E_{P-tot} = \sum_{i=1}^m P_{-tot}(i)T(i)$ $P_{-tot}(i) = \begin{cases} P_{tot}(i) & \text{для } P_{tot}(i) < 0 \\ 0 & \text{для } P_{tot}(i) \geq 0 \end{cases}$ <p>где i-это очередной номер окна измерения 10/12 периодов, $P_{tot}(i)$ представляет значение общей активной мощности P_{tot}, рассчитанной в i-м окне измерения, $T(i)$ представляет длительность i-го окна измерения в часах,</p> $E_{Stot} = \sum_{i=1}^m S_e(i)T(i)$ <p>где i-это очередной номер окна измерения 10/12 периодов, $S_e(i)$ представляет значение общей полной мощности S_e, рассчитанной в i-м окне измерения, $T(i)$ представляет длительность i-го окна измерения в часах,</p>
Общая полная энергия	E_{Stot}	ВА·ч	

6.2 Методы усреднения параметров

Методы усреднения параметров

Методы усреднения параметров	
Параметр	Метод усреднения
Действующее напряжение	RMS (среднеквадратичное)
Постоянное напряжение	среднее арифметическое
Частота	среднее арифметическое
Коэффициент пикового значения (пик-фактор) U, I	среднее арифметическое
Симметричные составляющие U, I	RMS (среднеквадратичное)
Коэффициент несимметрии U, I	рассчитываются из средних значений симметричных составляющих

Действующее значение тока	RMS (среднеквадратичное)
Активная, реактивная, полная мощность и мощность искажения	среднее арифметическое
Коэффициент мощности PF	рассчитывается из среднего значения мощности
cosφ	среднее арифметическое
tgφ	рассчитывается из среднего значения мощности
THD U, I	рассчитывают как отношение среднего значения RMS высших гармоник к среднему значению RMS основной составляющей (для THD-F) или отношение среднего значения RMS высших гармоник к среднему значению эффективного напряжения (для THD-R)
Амплитуды гармоник U, I	RMS (среднеквадратичное)
Углы между гармониками напряжений и токов	среднее арифметическое
Активная и реактивная мощность гармоник	среднее арифметическое

7 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технические характеристики могут быть изменены изготовителем без дополнительного уведомления.

Указанные значения погрешностей применимы только к PQM-702 без дополнительных трансформаторов и токоизмерительных клещей.

Сокращения:

1. U_{RMS} – измеренное значение напряжения постоянного и переменного тока (среднеквадратическое значение);
2. I_{RMS} - измеренное значение силы постоянного и переменного тока (среднеквадратическое значение);
3. U_{nom} – номинальное значение напряжения, установленное в анализаторе. Возможны установки напряжений из группы: 110/190 В, 115/200 В, 220/380 В, 230/400 В, 240/415 В, 400/690 В (межфазное/ линейное). При использовании трансформаторов, в анализаторе возможна установка номинального напряжения (напряжения вторичной обмотки).
4. I_{nom} – номинальное значение предела диапазона измерения для токовых разъемов анализатора (клещей);
5. К - коэффициент масштабного преобразования входных для токовых разъемов анализатора;
6. h – порядковый номер гармоники;
7. $U_{h, изм}$ – измеренное значение среднеквадратического значения гармонических составляющих напряжения;
8. $I_{h, изм}$ - измеренное значение среднеквадратического значения гармонических составляющих силы тока;
9. THD_{U изм} - измеренное значение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения;

10. THD_Iизм - измеренное значение суммарного коэффициента гармонических составляющих силы тока;
11. P(E_p)изм - измеренное значение активной мощности (активной энергии);
12. Q(E_Q)изм - измеренное значение реактивной мощности (реактивной энергии);
13. S(E_S)изм - измеренное значение полной мощности (полной энергии);
14. Pst изм - измеренное значение кратковременной дозы фликера;
15. Plt изм - измеренное значение длительной дозы фликера.
16. δ_U – относительная погрешность измерения напряжения;
17. δ_I – относительная погрешность измерения силы тока;
18. δ_p – дополнительная относительная погрешность, связанная с измерением угла сдвига фаза между напряжением и током

$$\text{Для } \cos \varphi \neq 0, \delta_p = 100 \cdot \left(1 - \frac{\cos(\varphi + \Delta\varphi)}{\cos \varphi}\right) [\%]$$

$$\text{Для } \sin \varphi \neq 0, \delta_p = 100 \cdot \left(1 - \frac{\sin(\varphi - \Delta\varphi)}{\sin \varphi}\right) [\%]$$

- где φ – угол сдвига фаз между напряжением и током;
- $\Delta\varphi$ - абсолютная погрешность измерения угла сдвига фаз между напряжением и током.

7.1 Входы

Входы по напряжению	
Число входов	5 (L1, L2, L3, N, PE – 5 измерительных канала) гальванически не изолированные
Максимальное входное напряжение	760 Вольт _{RMS}
Пиковое значение входного напряжения (без срезки)	1500 В (высоковольтный диапазон) 450 В (низковольтный диапазон)
Диапазон измерения постоянного напряжения	±1500 В (высоковольтный диапазон) ±450 В (низковольтный диапазон)
Аналоговая полоса пропускания (–3дБ)	>20 кГц
Трансформаторы	по решению пользователя
Полное входное сопротивление измерительных входов	10МОм (дифференциально)
Коэффициент ослабления синфазного сигнала (англ. CMRR)	>70 дБ (50Гц)
Токовые входы	
Число входов	4 (3 фазы + нейтраль) гальванически не изолированные
Номинальное входное напряжение	1 Вольт _{RMS}
Пиковое значение входного напряжения	3,6 В
Аналоговая полоса пропускания (–3дБ)	>20 кГц
Полное входное сопротивление	Канал жестких клещей: 100 кОм Канал гибких клещей: 12,4 кОм
Диапазон измерения (без трансформаторов)	Гибкие клещи F-1/F-2/F-3: 1..3000А (10000А пиковое значение) Клещи жесткие C-4, C-5: 1..1000А (3600 А пиковое значение) Клещи жесткие C-6: 0,01..10А (36А пиковое значение)

	Клещи жесткие С-7: 0..100А (360А пиковое значение)
Трансформаторы	по решению пользователя
Коэффициент ослабления синфазного сигнала (англ. CMRR)	60 дБ (50Гц)
Дискретизация и часы реального времени RTC	
АЦП (аналогово-цифровой преобразователь)	16-битный
Частота дискретизации	10,24 кГц для 50 Гц и 60 Гц Одновременная дискретизация по всем каналам
Количество отсчетов за период	204,8 для 50 Гц; 170,67 для 60 Гц
Синхронизация ФАПЧ (англ. PLL)	40..70 Гц
Опорный канал для системы ФАПЧ	L1
Часы реального времени	$\pm 3,5$ ppm/°C макс. (около ± 9 секунд/месяц) в диапазоне температур -20°C...+55°C

7.2 Измеряемые параметры – точности, разрешения и диапазоны

7.2.1 Условия для поверки

Нормальные условия для поверки	
Температура окружающей среды	23°C \pm 2°C
Относительная влажность	40...60%
Асимметрия напряжения	$\leq 0,1\%$ для коэффициента несимметрии по обратной последовательности (относится только к трехфазным сетям)
Внешнее магнитное поле	≤ 40 А/м (постоянное) ≤ 3 А/м (переменное) для частоты 50/60Гц
Постоянная составляющая напряжения и тока	нулевая
Форма сигнала	синусоидальный
Частота	50 Гц $\pm 0,2\%$ или 60 Гц $\pm 0,2\%$

7.2.2 Напряжение

Напряжение	Диапазон и условия	Разрешение	Основная погрешность
U_{RMS} (переменное и постоянное)	$10\% U_{nom} \leq U_{RMS} \leq 120\% U_{nom}$ для $U_{nom} \geq 100$ В	0,01% U_{nom}	$\pm 0,1\% U_{nom}$
Пик-фактор	1...10 (1...1,65 для напряжения 690 В) для $U_{RMS} \geq 10\% U_{nom}$	0,01	$\pm 5\%$

7.2.3 Ток

Ток	Диапазон и условия	Разрешение	Основная погрешность
I_{RMS} (переменный и постоянный)	Входной канал без клещей		
	0..1В (0..3,6 В _{p-p})	0,01% I_{nom}	$\pm 0,1\% I_{nom}$ ($\pm 0,4\% I_{nom}$ с учетом погрешности от помех, излучаемых на радио частоте)
	Клещи гибкие F-1/F-2/F-3		

	0..3000 A (10 000 A _{p-p})	0,01% I _{nom}	Дополнительная погрешность ±1% (±2% с учетом дополнительной погрешности от положения)
Клещи жесткие С-4			
	0..1000 A (3600 A _{p-p})	0,01% I _{nom}	Дополнительная погрешность 0,1..10 А: ± (3% + 0,1А) 10 А: ±3% 50 А: ±1,5% 200 А: ±0,75% 1000..1200 А: ±0,5%
Клещи жесткие С-5			
	0..1000 A (3600 A _{p-p})	0,01% I _{nom}	Дополнительная погрешность 0,5..100 А: ≤ (1,5% + 1А) 100..800 А: ≤ 2,5% 800..1000 А переменного тока: ≤ 4% 800..1400 А постоянного тока: ≤ 4%
Клещи жесткие С-6			
	0..10 А (36 А _{p-p})	0,01% I _{nom}	Дополнительная погрешность 0,01..0,1А: ± (3% + 1мА) 0,1..1А: ±2,5% 1..12А: ±1%
Клещи жесткие С-7			
	0..100 А (360 А _{p-p})	0,01% I _{nom}	Дополнительная погрешность 0..100А: ± (0,5% + 0,02А) (45..65 Гц) 0..100А: ± (1,0% + 0,04А) (40..1000Гц)
Пик-фактор	1..10 (1..3,6 для I _{nom}) для I _{RMS} ≥ 1% I _{nom}	0,01	±5%

7.2.4 Частота

Частота	Диапазон и условия	Разрешение	Основная погрешность
f	40..70 Гц 10% U _{nom} ≤ U _{RMS} ≤ 120% U _{nom}	0,01 Гц	±0,01 Гц

7.2.5 Гармоники

Гармоники	Диапазон и условия	Разрешение	Основная погрешность
Гармонический ряд (n)	Постоянный ток, 1..50, группирование: подгруппы гармоник по PN-EN 61000-4-7		
Амплитуда U _{RMS}	0..120% U _{nom}	0,01% U _{nom}	±0,05% U _{nom} при и.в.<1% U _{nom} ±5% и.в. при и.в.≥ 1% U _{nom} (согласно PN-EN 61000-4-7 класс I)
Амплитуда I _{RMS}	В зависимости от использованных	0,01% I _{nom}	±0,15% U _{nom} при и.в.<3% I _{nom} ±5% и.в. если и.в.≥ 3% I _{nom}

	клещей (смотри характеристики I_{RMS})		(согласно PN-EN 61000-4-7 класс I)
Коэффициент гармонических искажений (THD-R) по напряжению ($n = 2..50$)	0,0...100,0% для $U_{RMS} \geq 1\% U_{nom}$	0,1%	$\pm 5\%$
Коэффициент гармонических искажений (THD-R) по току ($n = 2..50$)	0,0...100,0% для $I_{RMS} \geq 1\% I_{nom}$	0,1%	$\pm 5\%$
К-фактор	1,0...50,0 для $I_{RMS} \geq 1\% I_{nom}$	0,1	$\pm 10\%$
Угол сдвига фаз (напряжение)	$-180^\circ \dots +180^\circ$	$0,1^\circ$	$\pm(n \times 1^\circ)$
Угол сдвига фаз (ток)	$-180^\circ \dots +180^\circ$	$0,1^\circ$	$\pm(n \times 1^\circ)$

7.2.6 Интергармоники

Интергармоники	Диапазон и условия	Разрешение	Основная погрешность
Интергармонический ряд (n)	0..50; группирование: по подгруппам интергармоник по PN-EN 61000-4-7 (субгармоники также с учетом полосы 5 Гц)		
Амплитуда U_{RMS}	0..120% U_{nom}	0,01% U_{nom}	$\pm 0,05\% U_{nom}$ при и.в. < 1% U_{nom} $\pm 5\%$ и.в. при и.в. $\geq 1\% U_{nom}$ (согласно PN-EN 61000-4-7 класс I)
Амплитуда I_{RMS}	В зависимости от использованных клещей (смотри характеристики I_{RMS})	0,01% I_{nom}	$\pm 0,15\% U_{nom}$ при и.в. < 3% I_{nom} $\pm 5\%$ и.в. если и.в. $\geq 3\% I_{nom}$ (согласно PN-EN 61000-4-7 класс I)
Коэффициент интергармонических искажений (TID-R) по напряжению ($n = 0..50$)	0,0...100,0% для $U_{RMS} \geq 1\% U_{nom}$	0,1%	$\pm 5\%$
Коэффициент интергармонических искажений (TID-R) по току ($n = 0..50$)	0,0...100,0% для $I_{RMS} \geq 1\% I_{nom}$	0,1%	$\pm 5\%$

7.2.7 Мощность гармоник

Мощности гармоник	Условия	Разрешение	Основная погрешность
Активная и реактивная мощность гармоник	$80\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 120\% U_{nom}$ $5\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$	зависит от U_{nom} и I_{nom}	$\pm \sqrt{\delta_{Uh}^2 + \delta_{Ih}^2 + \delta_{ph}^2} \%$, где: δ_{Uh} – основная погрешность измерения амплитуды гармоник напряжения, δ_{Ih} – основная погрешность измерения амплитуды гармоник тока, δ_{ph} – основная погрешность измерения

			фазы между гармониками напряжения и тока
--	--	--	--

7.2.8 Мощность и энергия

Мощность и энергия	Условия (для мощности и энергии $80\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 120\% U_{nom}$)	Разрешение	Основная погрешность
Активная мощность Активная энергия	$1\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 5\% I_{nom}$ $\cos\varphi = 1$	зависит от U_{nom} и I_{nom}	$\sqrt{1,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$ $\cos\varphi = 1$		$\pm \sqrt{0,5^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$2\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 10\% I_{nom}$ $\cos\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{1,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$ $\cos\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{0,6^2 + \delta_{ph}^2} \%$
Реактивная мощность Реактивная энергия	$2\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 5\% I_{nom}$ $\sin\varphi = 1$	зависит от U_{nom} и I_{nom}	$\pm \sqrt{1,25^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$ $\sin\varphi = 1$		$\pm \sqrt{1,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 10\% I_{nom}$ $\sin\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{1,25^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$ $\sin\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{1,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$ $\sin\varphi = 0,25$		$\pm \sqrt{1,25^2 + \delta_{ph}^2} \%$
Полная мощность	$2\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 5\% I_{nom}$	зависит от U_{nom} и I_{nom}	$\pm 1,0\%$
Полная энергия	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$		$\pm 0,5\%$
Коэффициент мощности (PF)	0...1 $50\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 120\% U_{nom}$ $10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$	0,01	$\pm 0,03$
Коэффициент сдвига фаз ($\cos\varphi/DPF$)	0...1 $50\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 120\% U_{nom}$ $10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$	0,01	$\pm 0,03$

7.2.9 Фликер

Фликер	Диапазон и условия	Разрешение	Основная погрешность
P_{st} (10мин.) P_{lt} (2часа)	0,2...10 для $U_{RMS} \geq 80\%$ U_{nom}	0,01	$\pm 5\%$ в пределах табличных значений стандарта PN-EN 61000-4-15

7.2.10 Асимметрия

Асимметрия (напряжение и ток)	Диапазон и условия	Разрешение	Основная погрешность
Коэффициент несимметрии прямой,	0,0%...20,0% для $80\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 120\% U_{nom}$	0,1%	$\pm 0,15\%$ (абсолютная погрешность)

обратной и нулевой последовательности			
---------------------------------------	--	--	--

7.3 Регистрация событий – действующие значения напряжения и тока

Напряжение U_{RMS} (перенапряжения, провалы и прерывания)	Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
$U_{RMS(1/2)}$	0,0%...120,0% U_{nom}	0,01% U_{nom}	$\pm 0,2\% U_{nom}$
Пороги обнаружения	Устанавливаются пользователем в процентах либо в абсолютных значениях. Обнаружение события основано на измерении $U_{RMS(1/2)}$ (действующее значение за 1 период, обновляемое каждые $\frac{1}{2}$ периода).		
Продолжительность	часы: минуты: секунды, миллисекунды	$\frac{1}{2}$ периода	Один период
Запись осциллограммы	Максимально 1 секунда записи и 960 мс опережения события, дискретизация 10,24 кГц, 8-битное разрешение		

Ток I_{RMS} (минимум, максимум)	Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
$I_{RMS(1/2)}$	0,0%...100,0% I_{nom}	0,01% I_{nom}	$\pm 0,2\% I_{nom}$
Пороги обнаружения	Устанавливаются пользователем в процентах либо в абсолютных значениях. Выявление события основано на измерении $I_{RMS(1/2)}$ (действующее значение за 1 период, обновляемое каждые $\frac{1}{2}$ периода).		
Продолжительность	часы: минуты: секунды, миллисекунды	$\frac{1}{2}$ периода	Один период
Запись осциллограммы	Максимально 1 секунда записи и 960 мс опережения события, дискретизация 10,24 кГц, 8-битное разрешение		

7.4 Регистрация событий – дополнительные параметры

Параметр	Диапазон	Методика определения
Частота (мин., макс.)	40...70Гц (в процентах или абсолютных величинах)	Обнаружение события основано на 10с измерении, согласно PN-EN 61000-4-30
Пик-фактор напряжения (мин., макс.)	1,0...10,0	На основе значения 10/12-периодов
Пик-фактор тока (мин., макс.)	1,0...10,0	На основе значения 10/12-периодов
Коэффициент несимметрии по обратной последовательности напряжения (макс.)	0,0...20,0%	На основе значения 10/12-периодов
Коэффициент несимметрии по обратной последовательности тока (макс.)	0,0...20,0%	На основе значения 10/12-периодов
Кратковременная доза фликера P_{st} (макс.)	0..20	На основе 10-минутного значения
Длительная доза фликера P_{lt}	0..20	На основе 2-часового значения

(макс)		
Активная мощность P (мин., макс.)	В зависимости от настройки	На основе значения 10/12-периодов (для потребляемой и отдаваемой)
Реактивная мощность Q (мин., макс.)	В зависимости от настройки	На основе значения 10/12-периодов (для потребляемой и отдаваемой)
Полная мощность S (мин., макс.)	В зависимости от настройки	На основе значения 10/12-периодов
Мощность искажения D / Полная мощность искажения S_N (мин., макс.)	В зависимости от настройки	На основе значения 10/12-периодов
Коэффициент мощности PF (мин, макс)	0...1	На основе значения 10/12-периодов
Коэффициент сдвига фаз $\cos\varphi/DPF$ (мин., макс.)	0...1	На основе значения 10/12-периодов
$tg\varphi$ (мин., макс.)	0...10	На основе значения 10/12-периодов
Активная энергия E_p (макс.)	В зависимости от настройки	Проверка превышения каждые 10/12-периодов (для потребляемой и отдаваемой)
Реактивная энергия E_Q (макс.)	В зависимости от настройки	Проверка превышения каждые 10/12-периодов (для потребляемой и отдаваемой)
Полная энергия E_s (макс.)	В зависимости от настройки	Проверка превышения каждые 10/12-периодов
Коэффициент гармонических искажений THD-F напряжения (макс)	0...100%	На основе значения 10/12-периодов
Коэффициент гармонических искажений THD-F тока (макс.)	0...200%	На основе значения 10/12-периодов
Амплитуды гармоник напряжения (макс.)	0...100%, или абсолютные значения	На основе значения 10/12-периодов; Независимые пороги для всех гармоник в диапазоне 2...50
Амплитуды гармоник тока (макс.)	0...200% , или абсолютные значения	На основе значения 10/12-периодов; Независимые пороги для всех гармоник в диапазоне 2...50
Коэффициент интергармонических искажений TID-F напряжения (макс)	0...100%	На основе значения 10/12-периодов
Коэффициент интергармонических искажений TID-F тока (макс.)	0...100%	На основе значения 10/12-периодов
Амплитуды интергармоник напряжения (макс.)	0...100%, или абсолютные значения	На основе значения 10/12-периодов; Независимые пороги для всех интергармоник в диапазоне 0...50
Амплитуды интергармоник	0...100%, или абсолютные	На основе значения 10/12-

тока (макс.)	значения	периодов; Независимые пороги для всех интергармоник в диапазоне 0...50
Коэффициент К (К-фактор) (макс.)	1,0..50,0	На основе значения 10/12-периодов

7.5 Гистерезис регистрации событий

Гистерезис регистрации события	Диапазон	Методика определения
Гистерезис	0..10% с шагом 0,1%	Для каждого из параметров рассчитывается как процент от максимального значения порога

7.6 Регистрация

Регистратор	
Время усреднения ⁽¹⁾	200мс, 1с, 3с, 5с, 10с, 15с, 30с, 1мин, 3мин, 5мин, 10мин, 15мин, 30мин, 60мин, 120мин. Специальный режим: ½ периода (запись только $U_{RMS(1/2)}$ и $I_{RMS(1/2)}$) ⁽²⁾
Мин/макс усреднение для U_{RMS}	½ периода, период, 200мс, 1с, 3с, 5с ⁽³⁾
Мин/макс усреднение для I_{RMS}	½ периода, период, 200мс, 1с, 3с, 5с ⁽³⁾
Запись осциллограмм	Возможность записи 3 периодов осциллограмм активных каналов после каждого периода усреднения
Режимы запуска регистрации	Ручной, После первого обнаруженного события, По расписанию (четыре заданных интервала времени)
Точки измерения	4 независимые конфигурации пользователя, распределение пространства на карте памяти, возможность выделения всего объема памяти для выбранной точки измерения.
Время регистрации	Зависит от конфигурации
Память	Встроенная карта памяти 8 Гб
Модель памяти	Линейная
Безопасность	Возможность блокировки клавиатуры от несанкционированного доступа, блокировка считывания данных с помощью PIN кода

⁽¹⁾ Время усреднения меньше 10с в действительности равно кратному от основной частоты сети: 200мс – 10/12 периодов, 1с – 50/60 периодов, 3с – 150/180 периодов, 5с – 250/300 периодов.

⁽²⁾ $U_{RMS(1/2)}$ и $I_{RMS(1/2)}$ являются действующими значениями за 1 период с обновлением каждые ½ периода

⁽³⁾ Периоды усреднения мин./макс. 200мс, 1с, 3с, 5с в действительности равны кратному от основной частоты сети: 200мс – 10/12 периодов, 1с – 50/60 периодов, 3с – 150/180 периодов, 5с – 250/300 периодов.

Регистрируемые параметры	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Мгновенное значение
Действующее значение фазного/линейного напряжения U_{RMS} (в зависимости от типа схемы)	•	•	•	•
Действующее значение линейного напряжения (только в 3-фазной)	•			

схеме «звезда» с N и 2-фазной) U_{RMS}				
Действующее значение тока I_{RMS}	•	•	•	•
Частота f	•	•	•	•
Пик-фактор напряжения CF U	•	•	•	•
Пик-фактор тока CF I	•	•	•	•
Коэффициенты несимметрии по обратной и прямой последовательности, симметричные составляющие: прямой, обратной и нулевой последовательности (напряжение) U_0, U_1, U_2, u_0, u_2	•	•	•	•
Коэффициенты несимметрии по обратной и прямой последовательности, симметричные составляющие: прямой, обратной и нулевой последовательности (ток) I_0, I_1, I_2, I_0, I_2	•	•	•	•
Дозы фликера P_{st} и P_{It}	•	•	•	•
Активная мощность (потребляемая и отдаваемая) P_+, P_-	•	•	•	•
Реактивная мощность (потребляемая и отдаваемая) $Q_{1+}, Q_{1-} / Q_{B+}, Q_{B-}$	•	•	•	•
Полная мощность S	•	•	•	•
Мощность искажения D/ Полная мощность искажения S_N	•	•	•	•
Коэффициент мощности PF	•	•	•	•
Коэффициент сдвига фаз $\cos\varphi/DPF$	•	•	•	•
$\tan\varphi$	•	•	•	•
Активная энергия (потребляемая и отдаваемая) E_{P+}, E_{P-}				•
Реактивная энергия (потребляемая и отдаваемая) E_{Q+}, E_{Q-}				•
Полная энергия E_S				•
Коэффициент гармонических искажений THD-F напряжения	•	•	•	•
Коэффициент гармонических искажений THD-F тока	•	•	•	•
Амплитуды гармоник напряжения $U_{h1...}U_{h50}$	•	•	•	•
Амплитуды гармоник тока $I_{h1...}I_{h50}$	•	•	•	•
Коэффициент интергармонических искажений TID-F по напряжению	•	•	•	•
Коэффициент интергармонических искажений TID-F по току	•	•	•	•
Амплитуды интергармоник напряжения $U_{h0...}U_{h50}$	•	•	•	•

Амплитуды интергармоник тока $I_{h0} \dots I_{h50}$	•	•	•	•
Коэффициент К (К-фактор)	•	•	•	•
Активные мощности гармоник (1...50) $P_{h1} \dots P_{h50}$	•	•	•	•
Реактивные мощности гармоник (1...50) $Q_{h1} \dots Q_{h50}$	•	•	•	•
Углы между гармониками напряжения и тока $\varphi_1 \dots \varphi_{50}$	•	•	•	•

7.7 Питание и нагреватель

Питание	
Диапазон входных напряжений	90...760 В переменного тока, 127...760 В постоянного тока
Категория электробезопасности	CAT IV/600В
Потребляемая мощность	Максимальная 30 ВА
Аккумулятор	Li-Ion 4,5 А·ч
Время работы с питанием от аккумулятора	> 2 часов
Время зарядки аккумулятора (полностью разряженного)	8 часов
Потребляемый от аккумулятора ток в режиме выключенного анализатора (при отсутствии сетевого питания, не относится к режиму защиты от кражи)	< 1мА

Нагреватель	
Порог температуры включения нагревателя	+5°C
Питание нагревателя	Встроенный источник питания от сети
Мощность нагревателя	Максимальная 10Вт

7.8 Поддерживаемые сети

Типы поддерживаемых сетей (косвенно или напрямую)	
1-фазная	Однофазная, с нейтральным проводом (разъемы L1, N)
2-фазная (с расщепленной фазой)	Двухфазная, с нейтральным проводом (разъемы L1, L2, N)
3-фазная «звезда» с N	Трехфазная, типа «звезда» с нейтралью (разъемы L1, L2, L3, N)
3-фазная «треугольник»	Трехфазная типа «треугольник» (разъемы L1, L2, L3, N замкнута на L3)
3-фазная «треугольник», схема Арона	Трехфазная, типа «треугольник» (разъемы L1, L2, L3, N замкнута на L3), с двумя токовыми клещами
3-фазная «звезда» без N	Трехфазная, типа «звезда» без нейтрального провода (зажимы L1, L2, L3, N замкнута на L3)
3-фазная «звезда» без N, схема Арона	Трехфазная, типа «звезда» без нейтрального провода (зажимы L1, L2, L3, N замкнута на L3), с двумя токовыми клещами

7.9 Поддерживаемые токовые клещи

Типы поддерживаемых токовых клещей

F-1	Клещи гибкие (пояс Роговского), максимальный диаметр – 400 мм, диапазон измерения 3000 A _{RMS}
F-2	Клещи гибкие (пояс Роговского), максимальный диаметр – 250 мм, диапазон измерения 3000 A _{RMS}
F-3	Клещи гибкие (пояс Роговского), максимальный диаметр – 130 мм, диапазон измерения 3000 A _{RMS}
C-4	Клещи типа СТ, переменного тока, диапазон измерения 1000A _{RMS} , 1мВ/А
C-5	Клещи типа СТ с датчиком Холла, переменного/постоянного тока, диапазон измерения 1000A _{RMS} , 1мВ/А
C-6	Клещи типа СТ, переменного тока, для малых токов, диапазон измерения 10A _{RMS} , 1мВ/10мА
C-7	Клещи типа СТ, переменного тока, диапазон измерения 100A _{RMS} , 5мВ/А

7.9.1 Клещи C-4

Токовые клещи C-4 предназначены для измерения переменного тока в электрических установках малой и средней мощности. Выходным сигналом является напряжение, пропорциональное силе измеряемого тока. Выходной сигнал передается по 1,5 м кабелю, заканчивающемуся соответствующим разъемом.

Стрелка, размещенная на одной из сторон, указывает направление электрического тока. Принято считать, что ток течет в положительном направлении, если он движется от источника к приемнику. Такая ориентация клещей требуется для правильного измерения мощности.



Токовые клещи C-4

Внимание

Нельзя измерять токи выше 1200 А. Следует ограничить время измерения тока до 1000А, согласно следующим данным:

Диапазон тока	$I \leq 1000A$	$1000A < I \leq 1200A$
Режим работы	непрерывный ¹⁾	15 минут измерения, следующие 30 минут перерыв

¹⁾ Для частоты $f \leq 1\text{кГц}$. Ограничения максимального значения тока при непрерывной работе для частоты выше 1 кГц в соответствии с зависимостью $I_{\text{макс}} = 1000A/f[\text{кГц}]$

Внимание

Нельзя использовать клещи на неизолированных проводниках с потенциалом большим 600 В по отношению к земле и в установках измерительной категории выше III.

Нормальные условия для поверки	
Температура	+20...+26°C
Относительная влажность	20...75%
Позиция провода	провод в центре, относительно зажимов клещей
Частота синусоидального тока	48...65 Гц
Коэффициент гармонических искажений	<1%
Постоянная составляющая тока	нулевая
Постоянное магнитное поле	≤ 40А/м (магнитное поле Земли)
Переменное внешнее магнитное поле	нулевое
Провода в непосредственной близости	отсутствие протекающего по ним тока

Диапазон тока	Основная погрешность ⁽¹⁾	Ошибка фазы
0,1..10 А	< 3% + 0,1 А	не определена
10..50 А	< 3%	≤ 3°
50..200 А	< 1,5%	≤ 1,5°
200..1000 А	< 0,75%	≤ 0,75°
1000..1200 А	< 0,5%	≤ 0,5°

⁽¹⁾ в % от измеряемой величины

Технические параметры	
Выходной сигнал для максимального тока	1 В переменного тока
Соотношение	1 мВ / 1А для переменного тока
Частотный диапазон	30 Гц...10 кГц
Тип изоляции	двойная, в соответствии с PN-EN 61010-1
Измерительная категория по PN-EN 61010-1	III 600В
Степень защиты, согласно PN-EN 60529	IP40, с открытыми губками IP30
Размеры	216 x 111 x 45 мм
Масса	около 640 г
Раскрытие зажимов	53 мм
Охват открытых зажимов	139 мм
Максимальный диаметр измеряемого провода	∅ 52 мм
Длина кабеля клещей	1,5 м
Диапазон рабочих температур	-10°C...+55°C
Влажность	< 85%
Высота над уровнем моря	< 2000 м
Электромагнитная совместимость	PN-EN 61000-6-3:2008 PN-EN 61000-6-2:2008

7.9.2 Клещи С-5

Токовые клещи С-5 предназначены для измерения переменных и постоянных токов без разрыва цепи с протекающим током. Диапазон измерения составляет 1400 А для постоянного тока и 1000 А для переменного тока. Выходным сигналом является напряжение, пропорциональное силе измеряемого тока. Клещи имеют один диапазон измерения 1000 А, с чувствительностью 1 мВ/А, ручку установки нуля и светодиодный индикатор питания.

Выходной сигнал передается по 1,5м кабелю, заканчивающемуся соответствующим разъемом.

Стрелка, размещенная на одной из сторон, указывает направление электрического тока. Принято считать, что ток течет в положительном направлении, если он движется от источника к приемнику. Такая ориентация клещей требуется для правильного измерения мощности и постоянных составляющих.

Ограничения по перегрузке:

- Постоянный ток: до 3000 А (непрерывный режим),
- Переменный ток до 1000 А в непрерывном режиме до частоты 1 кГц,
- Ограничение максимального значения тока для непрерывной работы на частоте выше 1 кГц, в соответствии с зависимостью: $I_{\text{макс}} = 1000 \text{ A} / f [\text{кГц}]$.



Токовые клещи С-5

Включение:

Для включения клещей установите переключатель в положение 1мВ/А. Зеленый светодиод сигнализирует о правильной работе. Если после переключения светодиод не загорается или гаснет при измерении, необходимо заменить элементы питания.

Коррекция показаний нуля постоянного тока:

Убедившись, что зажимы закрыты, и не охватывают никакого провода, нужно подключить токовые клещи к анализатору PQM и запустить программу SONEL Analysis в режиме предварительного просмотра текущих значений (обратите внимание на правильную настройку точки измерения для измерения с клещами С-5). Нажмите и поворачивайте ручку до получения показания нулевого значения постоянной составляющей тока.

Нормальные условия для поверки	
Температура	+18...+28°C
Относительная влажность	20...75%
Напряжение батарейки	9 В ±0,1В
Позиция провода	провод в центре, относительно зажимов клещей
Ток	постоянный или синусоидальный переменный $f \leq 65$ Гц
Постоянное магнитное поле	$\leq 40\text{А/м}$ (магнитное поле Земли)
Переменное внешнее магнитное поле	нулевое
Провода в непосредственной близости	при отсутствии протекающего тока

Диапазон тока	0,5...100А	100...800А	800...1000А (переменный ток) 800...1400А (постоянный ток)
Основная погрешность ¹⁾	≤ 1,5% + 1А	≤ 2,5%	≤ 4%

⁽¹⁾ в % от измеряемой величины

Диапазон тока	10...200А	200...1000А
Ошибка фазы	≤ 2,5°	≤ 2°

для диапазона частот 45...65 Гц

Параметр, вносящий погрешность	Диапазон	Дополнительная погрешность
Шум	постоянный ток ... 1 кГц	≤1мВр-р (или1 Ар-р)
	постоянный ток ... 5 кГц	≤1,5мВр-р (или 1,5 Ар-р)
	от 1 кГц до 5 кГц	≤0,5мВр-р (или 0,5 Ар-р)
Частота тока	65..440 Гц	-2%
	440..1000 Гц	-5%
	1..5 кГц	-4dB
Напряжение батарейки	9 В ±0,1В	≤1А/В
Температура	-10°С...+55°С	≤ 300 ppm/°С или 0,3%/10°С
Относительная влажность	10...85%	≤0,5%
Изменение позиции провода Ø20мм, расположенного в центре клещей	постоянный ток ... 440 Гц	<0,5%
	постоянный ток...1 кГц	<1%
	постоянный ток ...2 кГц	<3%
	постоянный ток ...5 кГц	<10%
Помехи от параллельного провода с переменным током на расстоянии 23 мм	50...60 Гц	<10 мА/А
Внешнее магнитное поле, действующее на провод, расположенный в центре клещей	400 А/м (50Гц)	<1,3 А
Коэффициент подавления синфазной составляющей	50...400 Гц	>65 дБ А/В

Технические характеристики	
Соотношение	1 мВ / 1А
Частотный диапазон	0 (постоянный ток)...5 кГц
Полное входное сопротивление (импеданс)	100 Ом
Диапазон регулировки нуля постоянного тока	±10 А
Тип изоляции	двойная, в соответствии с PN-EN 61010-1
Измерительная категория по PN-EN 61010-1	III 600В
Степень защиты, согласно PN-EN 60529	IP30
Питание	батарейка 9В (6LR61, 6LF22, NEDA 1604)
Время работы от щелочной батарейки	около 120 часов
Размеры	237 x 97 x 44 мм
Масса	около 520 г
Максимальный диаметр измеряемого провода	Ø 39 мм
Длина кабеля клещей	1,5 м
Диапазон рабочих температур	-10°С...+55°С

Влажность	< 85%
Высота над уровнем моря	< 2000 м
Электромагнитная совместимость	PN-EN 61000-6-3:2008 PN-EN 61000-6-2:2008

7.9.3 Клещи С-6

Клещи С-6 предназначены для измерения переменного тока частотой до 10 кГц в диапазоне 10мА...10А.

Выходным сигналом является напряжение, пропорциональное силе измеряемого тока с чувствительностью 100 мВ/А. Оно передается по 1,5 м кабелю, заканчивающемуся соответствующим разъемом.

Стрелка, размещенная на одной из сторон, указывает направление электрического тока. Принято считать, что ток течет в положительном направлении, если он движется от источника к приемнику. Такая ориентация клещей требуется для правильного измерения мощности.



Токовые клещи С-6

Внимание

Нельзя использовать клещи на неизолированных проводниках с потенциалом большим 600 В по отношению к земле и в установках измерительной категории выше III.

Нормальные условия для поверки	
Температура	+20...+26°C
Относительная влажность	20...75%
Позиция провода	провод в центре, относительно зажимов клещей
Частота синусоидального тока	48...65 Гц
Коэффициент гармонических искажений	<1%
Постоянная составляющая тока	нулевая
Постоянное магнитное поле	≤ 40А/м (магнитное поле Земли)
Переменное внешнее магнитное поле	нулевое
Провода в непосредственной близости	отсутствие протекающего по ним тока

Диапазон тока	Основная погрешность ⁽¹⁾	Ошибка фазы
0,01..0,1 А	< 3% + 1 мА	не определена
0,1..1 А	< 2,5%	≤ 5°
1..12 А	< 1%	≤ 3°

⁽¹⁾ в % от измеряемой величины

Технические параметры	
Соотношение	100 мВ / 1А для переменного тока
Частотный диапазон	40 Гц...10 кГц
Тип изоляции	двойная, в соответствии с PN-EN 61010-1
Измерительная категория по PN-EN 61010-1	III 600В
Степень защиты, согласно PN-EN 60529	IP40, с открытыми губками IP30
Размеры	135 x 50 x 30 мм
Масса	около 240 г
Раскрытие зажимов	21 мм
Охват открытых зажимов	69 мм
Максимальный диаметр измеряемого провода	∅ 20 мм
Длина кабеля клещей	1,5 м
Диапазон рабочих температур	-10°C...+55°C
Влажность	< 85%
Высота над уровнем моря	< 2000 м
Электромагнитная совместимость	PN-EN 61000-6-3:2008 PN-EN 61000-6-2:2008

7.9.4 Клещи C-7

Клещи C-7 предназначены для измерения переменного тока в сетях низкого и среднего напряжения в диапазоне до 100А.

Выходным сигналом является напряжение, пропорциональное силе измеряемого тока с чувствительностью 5мВ/А. Оно передается по 1,5м кабелю, заканчивающемуся соответствующим разъемом.

Стрелка, размещенная на одной из сторон, указывает направление электрического тока. Принято считать, что ток течет в положительном направлении, если он движется от источника к приемнику. Такая ориентация клещей требуется для правильного измерения мощности.



Токовые клещи C-7

Внимание

Нельзя использовать клещи на неизолированных проводниках с потенциалом большим 300 В по отношению к земле и в установках измерительной категории выше III.

Нормальные условия для поверки	
Температура	+18...+28°C
Относительная влажность	<85% (без конденсации влаги)

Частота	Основная погрешность	Ошибка фазы
45...65Гц	±0,5% ±0,1мВ	≤ 2°
40Hz...1 кГц	±1,0% ±0,2мВ	не определена

Технические параметры	
Соотношение	5 мВ / 1А для переменного тока
Полное выходное сопротивление	11 Ом
Тип изоляции	двойная, в соответствии с PN-EN 61010-1
Измерительная категория по PN-EN 61010-1	III 300В
Размеры	100 x 60 x 26мм
Масса	около 160 г
Максимальный диаметр измеряемого провода	∅ 24 мм
Длина кабеля клещей	1, 5 м
Диапазон рабочих температур	0°C...+50°C
Относительная влажность	< 85% (без конденсации влаги)
Электромагнитная совместимость	PN-EN 61326

7.9.5 Клещи F-1, F-2, F-3

Гибкие клещи (пояс Роговского) F-1, F-2 и F-3 предназначены для измерения переменного тока с частотой до 10 кГц в диапазоне 1 А ... 3000 А. Токковые гибкие клещи F-1, F-2 и F-3 отличаются между собой только максимальным диаметром обхвата. Электрические параметры идентичны.

Выходным сигналом является напряжение, пропорциональное производной измеряемого тока при чувствительности 38,83 мВ/1000А для 50 Гц и 46,6 мВ/1000 А для 60 Гц.



Клещи F-1



Клещи F-2



Клещи F-3

Выходной сигнал передается по 2 м кабелю, заканчивающемуся соответствующим разъемом для подходящего гнезда в приборе.

Стрелка, помещенная на застежке клещей, указывает направление электрического тока. Принято считать, что ток течет в положительном направлении, если он движется от источника к приемнику. Такая ориентация клещей требуется для правильного измерения мощности.

Внимание

Нельзя использовать клещи на неизолированных проводниках с потенциалом большим 1000 В по отношению к земле и в установках измерительной категории выше III.

Нормальные условия для поверки	
Температура	+18...+22°C
Позиция провода	провод в центре относительно петли клещей
Постоянное магнитное поле	≤ 40А/м (магнитное поле Земли)
Переменное внешнее магнитное поле	нулевое
Внешнее электрическое поле	нулевое

Технические характеристики	
Номинальный диапазон измерения	1 А...3000 А (10000 А пиковое для 50 Гц)
Коэффициент вход/выход	38,83 мВ/1000 А (50 Гц), 46,6 мВ/1000 А (60 Гц)
Основная погрешность	±1% в диапазоне 1 А...3000 А
Линейность	±0,2%
Дополнительная погрешность:	
- от положения провода	±2% максимально
- от внешнего магнитного поля	±0,5% максимально
- от температуры	±0,07%
Выходной импеданс	30 Ом/400 мм
Тип изоляции	двойная, в соответствии с PN-EN 61010-1
Измерительная категория по PN-EN 61010-1	III 1000В
Степень защиты, согласно PN-EN 60529	IP65
Диаметр катушки	15,5 мм
Диаметр застежки (максимальный)	30 мм
Длина окружности F-1	120 см
Длина окружности F-2	80 см
Длина окружности F-3	45 см
Внутренний диаметр после застегивания F-1	360 мм
Внутренний диаметр после застегивания F-2	235 мм
Внутренний диаметр после застегивания F-3	120 мм
Масса F-1	около 410 г
Масса F-2	около 310 г
Масса F-3	около 220 г
Длина кабеля гибких клещей	2 м
Диапазон рабочих температур	-20°C...+80°C
Электромагнитная совместимость	PN-EN 61000-6-3:2008 PN-EN 61000-6-2:2008

7.10 Интерфейс

Тип соединения	
USB	Оптически изолированный интерфейс, максимальная скорость передачи: 921,6 кбит/с, режим чтения данных из памяти со скоростью порядка несколько Мбит/с, совместим с USB 2.0.
Беспроводной	Встроенный радио модуль 433 МГц, связь осуществляется при помощи радио адаптера OR-1, максимальная скорость передачи: 57,6 кбит/с, радиус действия до 5 м.

GSM	Встроенный GSM модем (стандарт UMTS), максимальная скорость обмена данными 5,76/7.2 Мбит/с
-----	--

7.11 Условия окружающей среды и другие технические данные

Дополнительные характеристики	
Диапазон рабочих температур	-20°C...+55°C
Диапазон температур при хранении	-30°C...+60°C
Влажность	10...90% с возможной конденсацией
Влагонепроницаемость (согласно PN-EN 60529)	IP 65
Нормальные условия для поверки	Температура окружающей среды: 23°C ±2°C Влажность: 40...60%
Размеры	200 x 180 x 77мм (без проводов)
Масса	около 1,6 кг
Дисплей	Цветной ЖКИ TFT, 320x240 пиксель, диагональ 3,5"
Память для хранения данных	Встроенная карта памяти 8Гб (стандартно), с возможностью расширения до 32 Гб(опционально)

7.12 Безопасность и электромагнитная совместимость

Безопасность и электромагнитная совместимость	
Соответствие	PN-EN 61010-1
Измерительная категория	III 1000В/IV 600В, класс загрязнения 2, по PN-EN 61010-1
Изоляция	Двойная согласно PN-EN 61010-1
Электромагнитная совместимость	PN-EN 61326
Устойчивость к помехам на радиочастотах	PN-EN 61000-4-3 синусоидальная модуляция 80% АМ, 1кГц 80...1000 МГц, 10 В/м 1,4...2,0 ГГц, 3 В/м 2,0...2,7 ГГц, 1 В/м
Устойчивость к электростатическим разрядам	PN-EN 61000-4-2 Разряд в воздухе: 8 кВ Разряд контактный: 4 кВ
Устойчивость к наведенным помехам, индуцированным радиочастотным полем	PN-EN 61000-4-6 Синусоидальная модуляция 80% АМ, 1кГц 0,15...80 МГц, 10 В
Устойчивость к серии быстрых электрических переходных состояний	PN-EN 61000-4-4 Амплитуда 2 кВ, 5 кГц
Устойчивость к ударным импульсам	PN-EN 61000-4-5 Амплитуда 2 кВ (L-L), 4 кВ (L-PE)
Эмиссия излучаемых помех на радиочастотах	PN-EN 61000-6-3 30...230 МГц, 30дБ (мкВ/м) на расстоянии 10м 230...1000 МГц, 37дБ (мкВ/м) на расстоянии 10м
Эмиссия кондуктивных помех	PN-EN 61000-6-3 Уровни для квазипикового детектора: 0,15 кГц...0,5 МГц: 66 дБмкВ...56 дБмкВ 0,5 МГц ...5 МГц: 56 дБмкВ 5 МГц ...30 МГц: 60 дБмкВ

7.13 Стандарты

Стандарты	
Методы измерения	ГОСТ Р 51317.4.30–2008 (МЭК 61000-4-30:2008) класс А
Точность измерений	ГОСТ Р 51317.4.30–2008 (МЭК 61000-4-30:2008) класс А
Качество энергии	ГОСТ Р 54149-2010 (МЭК 50160)
Фликер	ГОСТ Р 51317.4.30–2008 (МЭК 61000-4-30:2008)
Гармоники	ГОСТ Р 51317.4.7–2008 (МЭК 61000-4-7:2002)
Стандарт качества	разработка, проектирование и производство согласно ISO 9001

8 ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА

Внимание

В случае нарушения правил эксплуатации оборудования, установленных Изготовителем, может ухудшиться защита, примененная в данном приборе

Корпус измерителя можно чистить мягкой влажной фланелью. Нельзя использовать растворители, абразивные чистящие средства (порошки, пасты и так далее).

Электронная схема измерителя не нуждается в чистке, за исключением гнезд подключения измерительных проводников.

Измеритель, упакованный в потребительскую и транспортную тару, может транспортироваться любым видом транспорта на любые расстояния.

Допускается чистка гнезд подключения измерительных проводников с использованием безворсистых тампонов.

Все остальные работы по обслуживанию проводятся только в авторизованном сервисном центре ООО «СОНЭЛ».

Ремонт прибора осуществляется только в авторизованном сервисном центре.

9 УТИЛИЗАЦИЯ

Измеритель, предназначенный для утилизации, следует передать Производителю. В случае самостоятельной утилизации ее следует производить в соответствии с действующими правовыми нормами.

10 ПОВЕРКА

Анализатор PQM-700 в соответствии с Законом РФ «Об обеспечении единства измерений» (Ст.13) подлежит поверке. Поверка анализаторов проводится в соответствии с методикой поверки, согласованной с ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА».

Межповерочный интервал – 2 года.

Методика поверки доступна для загрузки на сайте www.sonel.ru

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ООО «СОНЭЛ»

Осуществляет поверку СИ SONEL и обеспечивает бесплатную доставку СИ в поверку и из поверки экспресс почтой.

115583, Москва, Каширское шоссе, 65

тел./факс +7(495) 287-43-53; E-mail: standart@sonel.ru, Internet: www.sonel.ru

11 СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВИТЕЛЕ

SONEL S.A., Poland, 58-100 Swidnica, ul. WokulskieГо 11
tel. (0-74) 858 38 78 (Dział Handlowy)

e-mail: dh@sonel.pl

internet: www.sonel.pl

12 СВЕДЕНИЯ О ПОСТАВЩИКЕ

ООО «СОНЭЛ», Россия

115583, Москва, Каширское шоссе, 65

тел./факс +7(495) 287-43-53;

E-mail: info@sonel.ru,

Internet: www.sonel.ru

13 СВЕДЕНИЯ О СЕРВИСНОМ ЦЕНТРЕ

Гарантийный и послегарантийный ремонт прибора осуществляют авторизованные Сервисные центры. Обслуживанием Пользователей в России занимается Сервисный центр в г. Москва, расположенный по адресу:

115583, Москва, Каширское шоссе, 65,

тел./факс +7(495) 287-43-53;

E-mail: info@sonel.ru

Internet: www.sonel.ru

Сервисный центр компании СОНЭЛ осуществляет гарантийный и не гарантийный ремонт СИ SONEL и обеспечивает бесплатную доставку СИ в ремонт/ из ремонта экспресс почтой.

14 ССЫЛКИ В ИНТЕРНЕТ

Каталог продукции SONEL

<http://www.sonel.ru/ru/products/>

Метрология и сервис

<http://www.sonel.ru/ru/service/metrological-service/>

Поверка приборов SONEL

<http://www.sonel.ru/ru/service/calibrate/>

Ремонт приборов SONEL

<http://www.sonel.ru/ru/service/repair/>

Электроизмерительная лаборатория

<http://www.sonel.ru/ru/electrical-type-laboratory/>

Форум SONEL

<http://forum.sonel.ru/>

КЛУБ SONEL

<http://www.sonel.ru/ru/sonel-club/>