



СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ TOPAZ SM

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ПЛСТ.411152.001 РЭ



Москва 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ОПИСАНИЕ И РАБОТА.....	6
1.1	Назначение изделия.....	6
1.2	Технические характеристики	6
1.2.1	Модификации и условное обозначение	6
1.2.2	Параметры электрического питания	7
1.2.3	Потребляемая мощность по измерительным цепям	8
1.2.4	Условия эксплуатации	8
1.2.5	Устойчивость к воздействию климатических условий	8
1.2.6	Безопасность	9
1.2.7	Показатели надежности.....	9
1.2.8	Электрическая прочность изоляции.....	9
1.2.9	Устойчивость к нагреву и огню.....	10
1.2.10	Устойчивость к механическим воздействиям	10
1.2.11	Фиксация результатов измерений по времени.....	10
1.2.12	Учет электроэнергии.....	11
1.2.13	Ведение журналов событий	11
1.2.14	Формирование и передача инициативных сообщений	12
1.2.15	Фиксация нарушений индивидуальных и контролируемых ПКЭ	13
1.2.16	Измерения времени.....	13
1.2.17	Батарея часов	14
1.2.18	SV-потоки	14
1.2.19	Программное обеспечение (ПО) и защита измерительной информации	14
1.2.20	Самодиагностика.....	15
1.2.21	Метрологические характеристики	15
1.2.22	Габаритные размеры	36
1.2.23	Электромагнитная совместимость	37
1.2.24	Интерфейсы передачи данных.....	37
1.2.25	Телеуправление и телесигнализация	38
1.3	Устройство и работа.....	39
1.3.1	Конструкция счетчиков	39
1.3.2	Принцип работы.....	43
1.3.3	Методы измерений.....	43
1.3.4	Лицевая панель счетчика.....	44



1.3.5	Работа индикаторов лицевой панели	44
1.3.6	Работа кнопок и дисплея	45
1.3.7	Работа с использованием сервисного ПО «ТОPAZ SM Configurator»	53
1.3.8	Работа с использованием встроенного web сервера.....	53
1.3.9	Работа с использование встроенного telnet-сервера.....	92
1.4	Комплектность.....	96
1.5	Маркировка и пломбирование счетчиков	96
1.5.1	Маркировка.....	96
1.5.2	Пломбирование	97
1.6	Упаковка.....	97
2	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	98
2.1	Эксплуатационные ограничения.....	98
2.2	Подготовка счетчиков к использованию.....	98
2.2.1	Распаковка и внешний осмотр.....	98
2.2.2	Механический монтаж	98
2.2.3	Электрическое подключение внешних цепей	99
2.2.3.1	Подключение цепей питания	99
2.2.3.2	Подключение измерительных цепей тока и напряжения	99
2.2.3.3	Подключение по интерфейсу RS-485	103
2.2.3.4	Подключение к сети Ethernet	104
2.2.3.5	Подключение цепей телесигнализации	105
2.2.3.6	Подключение цепей телеуправления	105
2.2.4	Заполнение информации о трансформаторах тока и напряжения	105
2.2.5	Настройка (конфигурирование) счетчика	106
2.2.6	Включение счетчика и проверка работоспособности	106
2.2.7	Пломбирование клеммной крышки	107
3	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОВЕРКА	107
3.1	Техническое обслуживание	107
4	ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	108
5	ХРАНЕНИЕ	108
6	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	108
7	УТИЛИЗАЦИЯ	109
8	ГАРАНТИИ	109



**ПРИЛОЖЕНИЕ А – МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ И РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ
ИЗМЕРЕНИЙ ПКЭ, ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕНИЯ, ТОКА, МОЩНОСТИ,
ЭНЕРГИИ..... 110**



Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на Счетчики электрической энергии **TOPAZ SM** (далее по тексту – счетчики, изделие). РЭ содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках и свойствах счетчиков, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия при монтаже, использовании по назначению, техническом обслуживании, текущем ремонте, хранении и транспортировании, оценки его технического состояния при определении необходимости отправки его в ремонт, а также сведения по утилизации изделия и его составных частей.

РЭ распространяется на все модификации и исполнения, перечисленные в настоящем документе.

Счетчики соответствуют национальным стандартам ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.22-2012, ГОСТ 31819.23-2012, ГОСТ 30804.4.30-2013 и ГОСТ ИЕС 61000-4-30-2017, ГОСТ 30804.4.7-2013, ГОСТ Р 51317.4.15-2012 и ГОСТ ИЕС 61000-4-15-2014, ГОСТ Р 8.655-2009, ГОСТ 33073-2014 и техническим условиям ТУ 26.51.63-030-89466010-2020.

Счетчики являются средством измерений утвержденного типа, интервал между поверками 10 лет.

К монтажу, использованию по назначению, техническому обслуживанию должны допускаться лица, изучившие настоящее РЭ и отвечающие по своей подготовке требованиям действующего законодательства в области охраны труда, в частности требованиям к персоналу и его подготовке, установленным Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей.



В СВЯЗИ С ПОСТОЯННОЙ РАБОТОЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ИЗДЕЛИЯ, В КОНСТРУКЦИЮ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОГУТ БЫТЬ ВНЕСЕНЫ ИЗМЕНЕНИЯ, НЕ УХУДШАЮЩИЕ ЕГО ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И НЕ ОТРАЖЕННЫЕ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ. ИЗМЕНЕНИЯ НЕ ВЛИЯЮТ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЧЕТЧИКОВ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение изделия

Счетчики предназначены в зависимости от модификации для:

- измерений и учета активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений в трехфазных трех- и четырехпроводных сетях переменного тока с номинальным фазным/линейным напряжением $3 \times 57,7/100$ В, $3 \times 220/380$ В или $3 \times 230/400$ В и частотой 50 Гц в соответствии с требованиями ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.22-2012, ГОСТ 31819.23-2012;
- измерений показателей качества электрической энергии (далее – ПКЭ), параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии по ГОСТ 30804.4.30-2013 и ГОСТ ИЕС 61000-4-30-2017 (класс А или S), ГОСТ 30804.4.7-2013 (класс I или II), ГОСТ Р 51317.4.15-2012 и ГОСТ ИЕС 61000-4-15-2014 (класс F1), ГОСТ Р 8.655-2009, ГОСТ 33073-2014;
- преобразования аналоговых сигналов силы и напряжения переменного тока в цифровые выборки мгновенных значений силы и напряжения переменного тока, передаваемые в порт/порты Ethernet в виде Sampled Values (SV-поток) по МЭК 61850-9-2;
- приема SV-потоков в порт/порты Ethernet и измерений по мгновенным значениям напряжения и силы переменного тока активной и реактивной электрической энергии, ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности и энергии,
- измерений времени и промежутков (интервалов) времени.

Счетчики могут работать как автономно, так и в составе различных информационно-измерительных и управляющих систем.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Модификации и условное обозначение

Счетчики выпускаются в модификациях, различающихся видами входных сигналов (аналоговые или цифровые), классами точности измерений электроэнергии, наличием функции и классами измерений ПКЭ и других параметров сети, наличием функции преобразования аналоговых значений силы и напряжения переменного тока в цифровые выборки мгновенных значений силы и напряжения переменного тока.

Структура условного обозначения модификаций счетчиков (код заказа) представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура условного обозначения модификаций счетчиков

ТОПАЗ SM A-B-C-D-E-F-G		
Позиция	Код	Описание
Измерительные входы (цепи), классы точности		
A	02	Аналоговые цепи силы тока и напряжения, класс точности счетчика активной/реактивной электрической энергии 0,2S/0,5
	05	Аналоговые цепи силы тока и напряжения, класс точности счетчика активной/реактивной электрической энергии 0,5S/1
	SV	Входы цифровых выборок мгновенных значений силы и напряжения переменного тока по МЭК 61850-9-2 (класс точности счетчика активной/реактивной электрической энергии 0,2S/0,5)
Номинальные значения тока и напряжения		
B	1.57,7	Номинальный ток 1 А, номинальное фазное/линейное напряжение $3 \times 57,7/100$ В
	1.220	Номинальный ток 1 А, номинальное фазное/линейное напряжение $3 \times 220/380$ В

TOPAZ SM A-B-C-D-E-F-G		
Позиция	Код	Описание
	1.230	Номинальный ток 1 А, номинальное фазное/линейное напряжение 3×230/400 В
	5.57,7	Номинальный ток 5 А, номинальное фазное/линейное напряжение 3×57,7/100 В
	5.220	Номинальный ток 5 А, номинальное фазное/линейное напряжение 3×220/380 В
	5.230	Номинальный ток 5 А, номинальное фазное/линейное напряжение 3×230/400 В
Диапазоны измерений напряжения и силы тока		
C	Ext	Расширенный (верхний предел измерений напряжения 2·Uном, силы тока 2·Iном)
Набор интерфейсов		
D	1Tx	1 порт Ethernet 100 Мбит/с TX, RJ-45
	2Tx	2 порта Ethernet 100 Мбит/с TX, RJ-45
	4Tx	4 порта Ethernet 100 Мбит/с TX, RJ-45
	1FxS	1 порт Ethernet, FX LC single-mode
	1FxM	1 порт Ethernet, FX LC multi-mode
	2FxS	2 порта Ethernet, FX LC single-mode
	2FxM	2 порта Ethernet, FX LC multi-mode
	4FxS	4 порта Ethernet, FX LC single-mode
	4FxM	4 порта Ethernet, FX LC multi-mode
Напряжение питания		
E	LV	Напряжение постоянного тока 24 В, 1 вход
	2LV	Напряжение постоянного тока 24 В, 2 вход
	HV	Напряжение переменного тока 230 В или напряжение постоянного тока 230 В, 1 вход
	2HV	Напряжение переменного тока 230 В или напряжение постоянного тока 230 В, 2 входа
Функция измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности		
F	Q (A)	Класс А по ГОСТ 30804.4.30, ГОСТ IEC 61000-4-30-2017, ГОСТ Р 8.655-2009
	Q (S)	Класс S по ГОСТ 30804.4.30, ГОСТ IEC 61000-4-30-2017, ГОСТ Р 8.655-2009
Функция преобразования аналоговых сигналов		
G	MU	Преобразование аналоговых сигналов в цифровые выборки мгновенных значений силы и напряжения переменного тока по МЭК 61850-9-2
Примечание:		
Отсутствие обозначений в позициях C, F, G означает отсутствие данной функции в счетчике.		

1.2.2 Параметры электрического питания

Электропитание счетчиков осуществляется от внешних источников. Характеристики питания приведены в таблице ниже.

Таблица 2 – Характеристики питания

Модификация	Номинальное напряжение	Рабочий диапазон
...-LV-...; ...-2LV-...	24 В DC	от 15 до 48 В
...-HV-...; ...-2HV-...	230 В DC	от 100 до 370 В
	230 В AC	от 85 до 264 В

Мощность, потребляемая счетчиком по цепям питания, не превышает 10 В·А.

Счетчики устойчивы к провалам и кратковременным прерываниям напряжения. Провалы и кратковременные прерывания напряжения не вызывают изменения в счетном механизме более чем на x единиц, а испытательный выход выдает сигнал, эквивалентный не более чем x единицам. Значение x рассчитывается по формуле:

$$x = 3 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{макс}} \quad , \quad (1)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение, В;

$I_{\text{макс}}$ – максимальный ток, А.

1.2.3 Потребляемая мощность по измерительным цепям

Характеристики потребляемой мощности приведены в таблице ниже.

Таблица 3 – Потребляемая мощность

Параметр	Значение
Мощность, потребляемая счетчиком по измерительным цепям напряжения (на фазу)	не превышает 0,06 В·А
Мощность, потребляемая счетчиком по измерительным цепям тока (на фазу)	не превышает 0,05 В·А

1.2.4 Условия эксплуатации

Таблица 4 - Нормальные условия измерений

Параметр	Значение
Температура окружающей среды, °С	от 15 до 25
Относительная влажность при температуре окружающей среды 20 °С, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

Таблица 5 - Условия эксплуатации

Параметр	Значение
Температура окружающей среды, °С	От -40 до +70
Относительная влажность при температуре окружающей среды 25 °С, %	до 95
Атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

1.2.5 Устойчивость к воздействию климатических условий

Счетчик устойчив к воздействию климатических условий по ГОСТ 31818.11-2012, п. 6.3:

- сухое тепло,
- влажное тепло (циклическое воздействие),
- солнечная радиация.

1.2.6 Безопасность

Счетчики соответствуют требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 004/2011.

По общим требованиям безопасности счетчики соответствуют ГОСТ 22261-94. По способу защиты человека от поражения электрическим током счетчики соответствуют ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 12.2.091-2012 класс защиты II.

1.2.7 Показатели надежности

Показатели надежности счетчиков:

- средний срок службы – 30 лет;
- средняя наработка на отказ – 320000 ч.

1.2.8 Электрическая прочность изоляции

1.2.7.1 Изоляция счетчиков выдерживает напряжение переменного тока 4 кВ в течение 1 мин между следующими цепями:

– соединенными вместе цепями питания счетчика с одной стороны и соединенными вместе цепями с другой стороны:

измерительных входов напряжения (только для счетчиков с аналоговыми измерительными цепями);

измерительных входов тока (только для счетчиков с аналоговыми измерительными цепями);

интерфейсными цепями входов RS-485;

интерфейсными цепями входов Ethernet;

цепями дискретных входов и выходов;

корпусом;

– соединенными вместе цепями измерительных входов напряжения с одной стороны и соединенными вместе цепями с другой стороны (только для счетчиков с аналоговыми измерительными цепями):

измерительных входов тока;

интерфейсными цепями входов RS-485;

интерфейсными цепями входов Ethernet;

цепями дискретных входов и выходов;

корпусом;

– соединенными вместе цепями измерительных входов тока с одной стороны и соединенными вместе цепями с другой стороны (только для счетчиков с аналоговыми измерительными цепями):

интерфейсными цепями входов RS-485;

интерфейсными цепями входов Ethernet;

цепями дискретных входов и выходов;

корпусом.

1.2.7.2 Изоляция счетчиков выдерживает напряжение переменного тока 0,5 кВ в течение 1 мин между следующими цепями:

– соединенными вместе интерфейсными цепями входов RS-485 с одной стороны и соединенными вместе цепями с другой стороны:

интерфейсными цепями входов Ethernet;

цепями дискретных входов и выходов;

корпусом;

- соединенными вместе интерфейсными цепями входов Ethernet с одной стороны и соединенными вместе цепями с другой стороны:
 - цепями дискретных входов и выходов;
 - корпусом;
- соединенными вместе интерфейсными цепями входов Ethernet с одной стороны и соединенными вместе цепями дискретных входов и выходов с другой стороны.

Примечание: счетчик должен быть обернут металлической фольгой, касающейся всех доступных проводящих частей корпуса, соединений с клеммой функционального заземления X3.5 (PE), таким образом, чтобы фольга находилась от зажимов и от отверстия для проводов на расстоянии не более 20 мм.

1.2.7.3 Изоляция счетчиков выдерживает импульсное напряжение в соответствии с п. 7.3.2 ГОСТ 31818.11-2012.

1.2.9 Устойчивость к нагреву и огню

Зажимная плата, крышка зажимов (клеммная крышка) и корпус счетчика обеспечивают безопасность от распространения огня. Они не поддерживают горение при тепловой перегрузке находящихся под напряжением частей при контакте с ними.

Устойчивость счетчика к нагреву и огню соответствует требованиям п. 5.8 ГОСТ 31818.11-2012.

1.2.10 Устойчивость к механическим воздействиям

Счетчик выдерживает механические воздействия (испытание молотком пружинного действия, испытание на удар, испытание на вибрацию) в соответствии с требованиями п. 5.2.2 ГОСТ 31818.11-2012.

1.2.11 Фиксация результатов измерений по времени

Счетчики выполняют фиксацию результатов измерений с записью в энергонезависимую память:

- профиля принятой и отданной активной и реактивной энергии (мощности) с программируемым интервалом времени интегрирования от 1 минуты до 60 минут с циклической перезаписью;
- профиля значений активной и реактивной электрической энергии (прием, отдача) нарастающим итогом суммарно и отдельно по тарифам, фиксированных на начало каждого суток (00 часов 00 минут 00 секунд) с циклической перезаписью;
- профиля значений активной и реактивной электроэнергии (приём, отдача) нарастающим итогом, а также запрограммированных параметров на начало текущего расчетного периода (на 00 часов 00 минут 00 секунд первых суток, следующих за последним расчетным периодом) и не менее 36 программируемых расчетных периодов (на 00 часов 00 минут 00 секунд первых суток, следующих за последним расчетным периодом) с циклической перезаписью.

Глубина хранения результатов измерений:

- профили нагрузки для 30-минутных интервалов: не менее 90 сут.;
- профили нагрузки для 60-минутных интервалов не менее 180 сут.;
- значения потребленной активной и реактивной электрической энергии с нарастающим итогом суммарно и отдельно по тарифам, фиксированных на начало каждого суток (00 часов 00 минут 00 секунд) не менее 123 сут.

1.2.12 Учет электроэнергии

Счетчики обеспечивают измерение объемов потребленной/отпущенной активной и реактивной электроэнергии по 8 тарифным зонам и суммарно в соответствии с действующей информационной моделью СПОДЭС. Реактивная энергия также учитывается в разрезе квадрантов (см. геометрическое представление на рис. А.3 Приложения А) по каждой тарифной зоне и суммарно.

Кроме того, счетчики модификаций ...-Q(A)-... и ...-Q(S)-... измеряют активную и реактивную энергию основной частоты в обоих направлениях, активную и реактивную энергию прямой последовательности в обоих направлениях.

Для учета вышеперечисленных видов энергии в энергонезависимой памяти имеются 16 счетчиков:

- 1) активная энергия в направлении «прием»;
- 2) активная энергия в направлении «отдача»;
- 3) реактивная энергия в направлении «прием»;
- 4) реактивная энергия в направлении «отдача»;
- 5) реактивная энергия первого квадранта;
- 6) реактивная энергия второго квадранта;
- 7) реактивная энергия третьего квадранта;
- 8) реактивная энергия четвертого квадранта;
- 9) активная энергия основной частоты в направлении «прием»;
- 10) активная энергия основной частоты в направлении «отдача»;
- 11) реактивная энергия основной частоты в направлении «прием»;
- 12) реактивная энергия основной частоты в направлении «отдача»;
- 13) активная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «прием»;
- 14) активная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «отдача»;
- 15) реактивная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «прием»;
- 16) реактивная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «отдача».

1.2.13 Ведение журналов событий

Счетчики фиксируют в журнале событий следующие события:

- дата и время вскрытия клеммной крышки;
- дата и время вскрытия корпуса счетчика;
- дата и время последнего перепрограммирования;
- дата, время и причина включения и отключения встроенного слаботочного реле (дискретный сигнал для управления внешним реле отключения нагрузки);
- дата, время, тип и параметры выполненной команды;
- попытка доступа с неуспешной идентификацией и (или) аутентификацией;
- попытка доступа с нарушением правил управления доступом;
- попытка несанкционированного обновления или записи нового внутреннего программного обеспечения;
- попытка несанкционированного изменения измеренных параметров;
- изменение направления перетока мощности;
- дата и время воздействия постоянного или переменного магнитного поля со значением модуля вектора магнитной индукции свыше 150 мТл (пиковое значение);

- факт связи со счетчиком, приведшей к изменению параметров конфигурации, режимов функционирования, в том числе управления нагрузкой;
- дата и время отклонения напряжения в измерительных цепях от заданных пределов;
- отсутствие или низкое напряжение при наличии тока в измерительных цепях с конфигурируемыми порогами;
- отсутствие напряжения либо значение напряжения ниже запрограммированного порога с фиксацией времени пропадания и восстановления напряжения;
- перерывы питания счетчика с фиксацией времени пропадания и восстановления;
- инверсия фазы или нарушение чередования фаз;
- превышение соотношения величин потребления активной и реактивной мощности;
- фиксация превышения небаланса тока на протяжении более 30 с (в процентах от величины наибольшего из векторной суммы фазных токов и абсолютных значениях) по нижнему порогу, определяемому уставкой;
- превышение заданного предела мощности;
- включение (отключение) измерительных цепей счетчика по снижению напряжения ниже установленных порогов;
- превышение какого-либо фазного тока выше порогового значения длительностью более 30 с;
- низкий уровень заряда батареи, определенного как критический в соответствии с уставкой;
- нарушение в подключении токовых цепей счетчика;
- превышение заданного предела допустимой температуры внутри корпуса;
- изменение текущих значений времени и даты при синхронизации времени с фиксацией в журнале событий времени до и после коррекции или величины коррекции времени, на которую было скорректировано значение.
- обобщенное событие (или по каждому факту) по результатам автоматической самодиагностики.

Журналы событий ведутся в соответствии с информационной моделью СПОДЭС.

1.2.14 Формирование и передача инициативных сообщений

При наступлении критических событий, перечень которых настраивается в соответствии с информационной моделью СПОДЭС, и при возникновении выбранных событий счетчик формирует и передает в ИВК инициативное сообщение.

Перечень инициативных сообщений по умолчанию:

- отсутствие напряжения, либо значение напряжения ниже запрограммированного порога (в т.ч. выключение питания счетчика и полное пропадание питания счетчика);
- срабатывание электронной пломбы корпуса счетчика;
- события с ошибками в журнале самодиагностики;
- магнитное поле – начало;
- разнонаправленная мощность по фазам – начало;
- отключение встроенного слаботочного реле по установленным лимитам, при этом по событиям с АПВ отправка после неудачных попыток включения;
- нештатная ситуация (обрыв) нулевого провода;
- наличие тока при отсутствии напряжения (обрыв нейтрали) – начало;
- нештатная ситуация (обрыв или короткое замыкание) фазных проводов в четырех проводных сетях низкого напряжения с глухозаземленной нейтралью;
- нештатная ситуация (обрыв) фазных проводов в сети среднего напряжения с изолированной нейтралью;
- фаза X – наличие тока при отсутствии напряжения (начало);

- неправильная последовательность фаз начало (инверсия фазы или нарушение чередования фаз);
- изменение коэффициента трансформации (по току и/или по напряжению).

1.2.15 Фиксация нарушений индивидуальных и контролируемых ПКЭ

Счетчики всех модификаций (вне зависимости от наличия функции измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности по таблице 1) выполняют измерения фазного и линейного напряжений, фазных токов, частоты сети, активной, реактивной и полной однофазной и трехфазной мощности, коэффициента мощности, соотношение реактивной и активной мощности ($\text{tg } \varphi$), индивидуальных и контролируемых параметров качества электроснабжения с показателями точности не хуже класса S по ГОСТ 30804.4.30-2013 и ГОСТ ИЕС 61000-4-30-2017 с фиксацией нарушения индивидуальных и контролируемых ПКЭ по следующим критериям за настраиваемый или расчетный интервал времени:

1) контролируемые ПКЭ:

- события нарушения параметра «отклонение напряжения»; параметр «отклонение напряжения» считается нарушенным, если положительное или отрицательное отклонение напряжения превысило программируемые нормально допустимое и предельно допустимое значения;

- события нарушения параметра «отклонение частоты»; параметр «отклонение частоты» считается нарушенным, если отклонение произошло на величину более нормально допустимого значения и более предельно допустимого значения;

- события нарушения параметра «коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности»; параметр «коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности» считается нарушенным, если значение коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности более нормально допустимого значения и более предельно допустимого значения;

- события перенапряжения: фаза(ы), дата/время начала и окончания перенапряжения, длительность перенапряжения и максимальное значение напряжения при перенапряжении;

- события провала напряжения: фаза(ы), дата/время начала и окончания провала напряжения, длительность провала напряжения и минимальное значение напряжения при провале напряжения;

- события прерывания напряжения: дата/время начала и окончания прерывания напряжения, длительность прерывания напряжения;

- суммарная продолжительность положительного и отрицательного отклонения напряжения в точке измерения электрической энергии в диапазоне от 5% до 10 % от номинального (или согласованного) напряжения в интервале 10 минут за каждый прошедший и не менее 11-ти предыдущих расчетных периодов;

2) индивидуальные ПКЭ:

- суммарная продолжительность времени превышения положительного и отрицательного отклонения уровня напряжения в точке измерения электрической энергии на более, чем 10 % от номинального (или согласованного) напряжения в интервале 10 мин за каждый прошедший и не менее 11 предыдущих расчетных периодов;

- количество фактов положительного отклонения напряжения в точке измерения электрической энергии на 20 % и более от номинального (или согласованного) напряжения за каждый прошедший и не менее 11 предыдущих расчетных периодов.

1.2.16 Измерения времени

Счетчики оснащены встроенными часами реального времени, работа которых не зависима от наличия напряжения в питающей сети. Встроенные часы формируют шкалу времени (ШВ)

счетчика, которая обеспечивает ведение даты и времени, ручную (по внешней команде через интерфейсы связи) и автоматическую коррекцию (синхронизацию) времени. Счетчик присваивает метки времени результатам измерений и различным событиям с разрешающей способностью не хуже 1 мс.

1.2.17 Батарея часов

Счетчики оснащаются литиевой батареей питания для поддержания хода встроенных часов, функционирования электронных пломб и датчика магнитного поля при отключенном питании счетчика.

Срок службы батареи – 16 лет.

1.2.18 SV-потоки

Счетчики модификации ...-SV-... могут применяться на цифровых подстанциях как цифровые вычислители электротехнических величин, принимающие сигналы от цифровых трансформаторов тока и цифровых трансформаторов напряжения или преобразователей аналоговых сигналов в цифровые.

Счетчики модификации ...-MU могут применяться на цифровых подстанциях как преобразователи аналоговых сигналов в цифровые выборки мгновенных значений силы и напряжения переменного тока.

Счетчики модификации ...-SV-... и модификации ...-MU, работающие с цифровыми выборками мгновенных значений, поддерживают следующие частоты дискретизации:

- 1000 Гц (20 выборок за период промышленной частоты сети),
- 1200 Гц (24 выборки за период промышленной частоты сети),
- 2400 Гц (48 выборок за период промышленной частоты сети)
- 4000 Гц (80 выборок за период промышленной частоты сети),
- 4800 Гц (96 выборок за период промышленной частоты сети),
- 12800 Гц (256 выборок за период промышленной частоты сети),
- 14400 Гц (288 выборок за период промышленной частоты сети).

1.2.19 Программное обеспечение (ПО) и защита измерительной информации

Встроенное ПО счетчиков производит обработку информации, поступающей от аппаратной части счетчика, формирует массивы данных и сохраняет их в энергонезависимой памяти, отображает измеренные значения на дисплее, а также обеспечивает связь счетчика с внешними устройствами через интерфейсы связи.

Встроенное ПО состоит из двух взаимодействующих частей: одна часть отвечает за измерительные функции счетчиков (метрологически значимая часть), другая – управляет работой интерфейсов счетчиков (метрологически незначимая часть). Метрологически значимая часть встроенного ПО расположена в отдельной области памяти и защищена от изменений контрольной суммой. При этом возможно обновление метрологически незначимой части ПО по различным интерфейсам и протоколам без изменения метрологически значимой.

Пользователь счетчиков не имеет доступа к изменению метрологически значимой части встроенного ПО, а также заводских градуировочных коэффициентов, записанных в память счетчиков при производстве.

Метрологические характеристики счетчиков нормированы с учетом влияния метрологически значимой части встроенного ПО.

Уровень защиты метрологически значимой части встроенного ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Внешнее (сервисное) программное обеспечение «TOPAZ SM Configurator» является метрологически не значимым, предназначено для настройки (программирования) счетчиков и считывания из счетчиков служебной и измерительной информации.

Идентификационные данные метрологически значимой части встроенного ПО счетчиков приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификационные данные метрологически значимой части встроенного ПО

Параметр	Значение
Идентификационное наименование ПО	TOPAZ_SM
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.7.0.11
Цифровой идентификатор ПО	0xB1708278
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32

Защита от несанкционированного доступа с целью изменения результатов измерений, параметров настройки, заводских градуировочных коэффициентов, встроенного программного обеспечения, журнала событий осуществляется на программном (идентификация и аутентификация, в том числе установкой паролей, контроль доступа к памяти счетчика и ее целостности, регистрация событий безопасности в журнале событий) и аппаратном уровне (электронные пломбы клеммной крышки и корпуса счетчика, датчик магнитного поля, физические пломбы).

1.2.20 Самодиагностика

В счетчиках выполняется самодиагностика, обеспечивающая ежедневное тестирование структурных блоков счетчика ИПУЭ (памяти, встроенных часов, системы тактирования и т.п.).

Ошибки фиксируются в журнале событий, записывается информация о сбое; результаты успешного тестирования в журнале событий не фиксируются.

При включении (перезагрузке) счетчика выполняется проверка целостности ПО, из выделенных областей памяти считывается идентификационное наименование ПО и номер версии, производится расчет цифрового идентификатора ПО.

1.2.21 Метрологические характеристики

Метрологические характеристики счетчиков представлены в таблицах 7-21.

Таблица 7 – Метрологические характеристики счетчиков с аналоговыми цепями тока и напряжения

Параметр	Значение
Тип включения цепей тока	трансформаторное
Тип включения цепей напряжения	трансформаторное непосредственное
Номинальное фазное/линейное напряжение $U_{ном}$, В ¹⁾	3×57,7/100; 3×220/380; 3×230/400
Номинальный ток $I_{ном}$ (максимальный ток $I_{макс}$), А ¹⁾	1 (1,5); 1 (2) ²⁾ ; 5 (7,5); 5 (10) ²⁾
Номинальная частота сети $f_{ном}$, Гц	50
Стартовый ток (чувствительность) при измерениях активной и реактивной электрической энергии, $I_{ст,}$, % от $I_{ном}$	0,1

Параметр	Значение	
Расширенный рабочий диапазон напряжения при измерениях активной и реактивной электрической энергии, В	от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$	
Классы точности при измерении активной электрической энергии по ГОСТ 31819.22-2012	0,2S; 0,5S	
Классы точности при измерении реактивной электрической энергии	по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020	0,5 ³⁾
	по ГОСТ 31819.23-2012	1,0
Постоянная счетчика для оптических импульсных выходов для модификации ...-Ext-..., имп./кВт·ч (имп./квар·ч)	для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В - рабочий режим (А) - испытательный режим (В)	6250 220000
	для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×57,7/100 В - рабочий режим (А) - испытательный режим (В)	25000 880000
	для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В - рабочий режим (А) - испытательный режим (В)	1250 45000
	для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×57,7/100 В - рабочий режим (А) - испытательный режим (В)	5000 175000
Постоянная счетчика для электрических импульсных испытательных выходов для модификации ...-Ext-..., имп./кВт·ч (имп./квар·ч)	для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В	220000
	для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×57,7/100 В	880000
	для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В	45000
	для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×57,7/100 В	175000

Параметр		Значение
Постоянная счетчика для оптических импульсных выходов для всех модификаций, кроме ...-Ext-..., имп./кВт·ч (имп./квар·ч)	для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В - рабочий режим (А) - испытательный режим (В)	8300 293000
	для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×57,7/100 рабочий режим (А) испытательный режим (В)	33500 1170000
	для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В рабочий режим (А) испытательный режим (В)	1660 60000
	для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×57,7/100 рабочий режим (А) испытательный режим (В)	6650 233000
Постоянная счетчика для электрических импульсных испытательных выходов для всех модификаций, кроме ...-Ext-..., имп./кВт·ч (имп./квар·ч)	для модификаций с номинальными током 1 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В	293000
	для модификаций с номинальными током 1 А и напряжением 3×57,7/100	1170000
	для модификаций с номинальными током 5 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В	60000
	для модификаций с номинальными током 5 А и напряжением 3×57,7/100 В	233000
Метрологические характеристики измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии		таблица 19
Порядок гармоник <i>n</i> при измерениях ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии		от 2 до 50 включ.
Порядок интергармоник <i>m</i> при измерениях ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии		от 1 до 49 включ.
Метрологические характеристики преобразований аналоговых сигналов силы и напряжения переменного тока в цифровые выборки мгновенных значений силы и напряжения переменного тока для модификации ...-MU-...		таблица 16

Параметр	Значение
Пределы допускаемого абсолютного смещения формируемой счетчиком ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника, мкс ⁴⁾ : по протоколу RTP по протоколу NTP	±1,0 ±1000
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме при (20±5) °С за сутки, с	±0,4
Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме при отклонении температуры окружающей среды от (20±5) °С в рабочих условиях измерений, на каждый 1 °С, (с/сут)/°С	±0,02
Примечание: 1) Для модификаций ...-MU-... и ...-SV...- при настройке счетчика возможна установка масштабных коэффициентов для напряжения и тока: для счетчика с номинальным током 1 А – от 1 до 107000, 5 А – от 1 до 21400; для счетчика с номинальным фазным напряжением 57,7 В – от 1 до 247960, 220 В – от 1 до 65073, 230 В – от 1 до 62243 2) Для модификации с расширенным диапазоном измерений (...-Ext-...) 3) Пределы допускаемых относительных погрешностей счетчиков при измерениях реактивной электрической энергии для счетчиков класса точности 0,5 по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020 составляют половину соответствующих значений для КТ 1 по ГОСТ 31819.23-2012 и приведены в таблицах 4-15 4) Для обеспечения единства измерений времени шкала времени внешнего источника должна быть синхронизирована с национальной шкалой координированного времени Российской Федерации UTC (SU)	

Таблица 8 – Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений при симметричной нагрузке и номинальном напряжении для счетчиков класса точности 0,5

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной основной погрешности, %
$0,02 \cdot I_{ном} \leq I < 0,05 \cdot I_{ном}$	1	±0,75
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	1	±0,5
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I < 0,10 \cdot I_{ном}$	0,5	±0,75
$0,10 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,5	±0,5
$0,10 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,25	±0,75

Таблица 9 – Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений при однофазной нагрузке и номинальном напряжении для счетчиков класса точности 0,5

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной основной погрешности, %
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	1	±0,75
$0,10 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,5	±0,75

Таблица 10 – Средний температурный коэффициент при измерении реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений при симметричной нагрузке и номинальном напряжении для счетчиков класса точности 0,5

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Средний температурный коэффициент, %/°C
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	1	$\pm 0,025$
$0,10 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,5	$\pm 0,035$

Таблица 11 – Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для счетчиков класса точности 0,5 при отклонении напряжения питания от номинального значения в пределах $\pm 10\%$

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$0,02 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	1	$\pm 0,35$
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,5	$\pm 0,50$

Таблица 12 – Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для счетчиков класса точности 0,5 при отклонении частоты сети от номинального значения в пределах $\pm 2\%$ при номинальном напряжении

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$0,02 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	1	$\pm 0,75$
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,5	$\pm 0,75$

Таблица 13 – Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для счетчиков класса точности 0,5, вызванной постоянной магнитной индукцией внешнего происхождения

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$I_{ном}$	1	$\pm 1,0$

Таблица 14 – Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для счетчиков класса точности 0,5, вызванной магнитной индукцией внешнего происхождения 0,5 мТл

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$I_{ном}$	1	$\pm 1,0$

Таблица 15 – Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для счетчиков класса точности 0,5, вызванной радиочастотными электромагнитными полями

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$I_{ном}$	1	$\pm 1,0$
Примечание: Характеристики воздействия – в соответствии с ГОСТ 31818.11-2012		

Таблица 16 – Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для счетчиков класса точности 0,5, вызванной кондуктивными помехами, наводимыми радиочастотными полями

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$I_{ном}$	1	$\pm 1,0$
Примечание: Характеристики воздействия – в соответствии с ГОСТ 31818.11-2012		

Таблица 17 – Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для счетчиков класса точности 0,5, вызванной наносекундными импульсными помехами

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$I_{ном}$	1	$\pm 2,0$
Примечание: Характеристики воздействия – в соответствии с ГОСТ 31818.11-2012		

Таблица 18 – Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для счетчиков класса точности 0,5, вызванной колебательными затухающими помехами

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$I_{ном}$	1	$\pm 1,0$
Примечание: Характеристики воздействия – в соответствии с ГОСТ 31818.11-2012		

Таблица 19 – Метрологические характеристики измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии счетчиков модификации ...-Q(A)...-Q(S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Показатели качества электроэнергии			
Среднеквадратическое значение напряжения U , В	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Отклонение частоты Δf , Гц	от -7,5 до 7,5	$\pm 0,01$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U , %	от 0,1 до 30	$\pm 0,05 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ (Δ) при $K_U < U_{ном}/U_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_U \geq U_{ном}/U_{(1)}$ $\pm 0,1 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ (Δ) при $K_U < U_{ном}/U_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_U \geq U_{ном}/U_{(1)}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$, %	от 0,05 до 30	$\pm 0,05 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ (Δ) при $K_{U(n)} < U_{ном}/U_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{U(n)} \geq U_{ном}/U_{(1)}$ $\pm 0,1 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ (Δ) при $K_{U(n)} < U_{ном}/U_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{U(n)} \geq U_{ном}/U_{(1)}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} , %	от 0 до 30	$\pm 0,15$ (Δ) $\pm 0,3$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} , %	от 0 до 30	$\pm 0,15$ (Δ) $\pm 0,3$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Длительность провала напряжения Δt_n , с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Длительность прерывания напряжения Δt_{np} , с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Глубина провала напряжения δU_n , %, прерывания напряжения δU_{np} , %	от 0 до 100	$\pm 0,2$ (Δ) $\pm 1,0$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Остаточное напряжение при провале и прерывании напряжения, В	от 0 до $1,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,2$ (Δ) $\pm 1,0$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перU}$, с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$, отн. ед.	от 1,0 до 2,0 для модификации ...-Ext-... от 1,0 до 1,5 для всех модификаций, кроме ...-Ext-...	$\pm 0,002$ (Δ) $\pm 0,01$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Кратковременная доза фликера P_{St} , отн. ед.	от 0,2 до 10 от 0,4 до 4	± 5 (δ) ± 5 (δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Длительная доза фликера P_{Lt} , отн. ед.	от 0,2 до 10 от 0,4 до 4	± 5 (δ) ± 5 (δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Установившееся отклонение напряжения δU_y , %	от -90 до 100 для модификации ...-Ext-... от -90 до 50 для всех модификаций, кроме ...-Ext-...	$\pm 0,1$ (Δ) $\pm 0,2$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$, %	от 0 до 100 для модификации ...-Ext-... от 0 до 50 для всех модификаций, кроме ...-Ext-...	$\pm 0,1$ (Δ) $\pm 0,2$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$, %	от 0 до 90	$\pm 0,1$ (Δ) $\pm 0,2$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$, В	от $0,0005 \cdot U_{ном}$ до $0,3 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,05$ (γ) при $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{ном}$ ± 5 (δ) при $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$	...-Q (A)-...
		$\pm 0,1$ (γ) при $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{ном}$ ± 5 (δ) при $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$	...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей напряжения $U_{(m)}$, В	от $0,0005 \cdot U_{ном}$ до $0,3 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,05$ (γ) при $U_{(m)} < 0,01 \cdot U_{ном}$ ± 5 (δ) при $U_{(m)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$	...-Q (A)-...
		$\pm 0,1$ (γ) при $U_{(m)} < 0,01 \cdot U_{ном}$ ± 5 (δ) при $U_{(m)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$	...-Q (S)-...
Коэффициент m -й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$, %	от 0,05 до 30	$\pm 0,05 \cdot U_{ном} / U_{(1)}$ (Δ) при $K_{U(m)} < U_{ном} / U_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{U(m)} \geq U_{ном} / U_{(1)}$	...-Q (A)-...
		$\pm 0,1 \cdot U_{ном} / U_{(1)}$ (Δ) при $K_{U(m)} < U_{ном} / U_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{U(m)} \geq U_{ном} / U_{(1)}$	...-Q (S)-...
Параметры напряжения			
Среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$, В	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты U_1 , В	от 0 до $U_{макс}^{2)}$	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты U_0 , В	от 0 до $U_{\max}^{2)}$	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты U_2 , В	от 0 до $U_{\max}^{2)}$	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U , °	от -180 до +180	$\pm 0,1$ (Δ) $\pm 0,2$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазных напряжений $\varphi_{U(n)}$, °	от -180 до +180	± 2 (Δ) ± 3 (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Частота переменного тока f , Гц	от 42,5 до 57,5	$\pm 0,01$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Параметры тока			
Среднеквадратическое значение силы фазного тока I , А	от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $I_{\max}^{1)}$	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты $I_{(1)}$, А	от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $I_{\max}^{1)}$	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты I_1 , А	от 0 до $I_{\max}^{1)}$	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты I_0 , А	от 0 до $I_{\max}^{1)}$	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты I_2 , А	от 0 до I_{\max}^1	$\pm 0,1$ (γ) $\pm 0,2$ (γ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей тока $I_{(n)}$, А	от $0,0005 \cdot I_{\text{ном}}$ до $0,5 \cdot I_{\text{ном}}$	$\pm 0,05$ (γ) при $I_{(n)} < 0,03 \cdot I_{\text{ном}}$ ± 5 (δ) при $I_{(n)} \geq 0,03 \cdot I_{\text{ном}}$ $\pm 0,1$ (γ) при $I_{(n)} < 0,03 \cdot I_{\text{ном}}$ ± 5 (δ) при $I_{(n)} \geq 0,03 \cdot I_{\text{ном}}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей тока $I_{(m)}$, А	от $0,0005 \cdot I_{\text{ном}}$ до $0,5 \cdot I_{\text{ном}}$	$\pm 0,05$ (γ) при $I_{(m)} < 0,03 \cdot I_{\text{ном}}$ ± 5 (δ) при $I_{(m)} \geq 0,03 \cdot I_{\text{ном}}$ $\pm 0,1$ (γ) при $I_{(m)} < 0,03 \cdot I_{\text{ном}}$ ± 5 (δ) при $I_{(m)} \geq 0,03 \cdot I_{\text{ном}}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока K_I , %	от 0,1 до 100	$\pm 0,05 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ (Δ) при $K_I < 3 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_I \geq 3 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ $\pm 0,1 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ (Δ) при $K_I < 3 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_I \geq 3 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент n -й гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$, %	от 0,05 до 50	$\pm 0,05 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ (Δ) при $K_{I(n)} < 3 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{I(n)} \geq 3 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ $\pm 0,1 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ (Δ) при $K_{I(n)} < 3 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{I(n)} \geq 3 \cdot I_{\text{ном}}/I_{(1)}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Коэффициент m -й интергармонической составляющей тока $K_{I(m)}$, %	от 0,05 до 50	$\pm 0,05 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ (Δ) при $K_{I(m)} < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{I(m)} \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ $\pm 0,1 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ (Δ) при $K_{I(m)} < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{I(m)} \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I} , %	от 0 до 50	$\pm 0,15$ (Δ) $\pm 0,3$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I} , %	от 0 до 50	$\pm 0,15$ (Δ) $\pm 0,3$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты φ_I , °	от -180 до +180	$\pm 0,5$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты φ_{UI} , °	от -180 до +180	$\pm 0,5$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{UI(n)}$, °	от -180 до +180	± 5 (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности $\varphi_{UI/1(I)}$, °	от -180 до +180	$\pm 0,3$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности $\varphi_{U0/0(I)}$, °	от -180 до +180	$\pm 3 (\Delta)$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности $\varphi_{U2/2(I)}$, °	от -180 до +180	$\pm 3 (\Delta)$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Параметры электрической мощности			
Активная фазная, трехфазная мощность P_ϕ, P , Вт	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^2$ от $0,01 I_{ном}$ до $I_{макс}^1$ $0,25 \leq |K_P| \leq 1$	$\pm 0,2 (\delta)$ при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2 (\gamma)$ при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Активная фазная, трехфазная мощность основной частоты $P_{\phi(1)}, P_{(1)}$, Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^2$ от $0,01 I_{ном}$ до $I_{макс}^1$ $0,25 \leq |K_P| \leq 1$	$\pm 0,2 (\delta)$ при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2 (\gamma)$ при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Активная мощность прямой последовательности напряжения и тока P_1 , Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^2$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^1$ $0,25 \leq |K_P| \leq 1$	$\pm 0,2 (\delta)$ при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2 (\gamma)$ при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Активная мощность обратной последовательности напряжения и тока P_2 , Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq |K_P| \leq 1$	$\pm 0,2$ (δ) при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2$ (γ) при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-...
Активная мощность нулевой последовательности напряжения и тока P_0 , Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq |K_P| \leq 1$	$\pm 0,2$ (δ) при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2$ (γ) при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Активная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $P_{\phi(n)}, P_{(n)}$, Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq |K_P| \leq 1$	$\pm 0,2$ (δ) при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2$ (γ) при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Реактивная фазная, трехфазная мощность Q_ϕ, Q , вар	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq |K_Q| \leq 1$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-...
		$\pm 1,0$ (δ) при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Реактивная фазная, трехфазная мощность основной частоты $Q_{\phi(I)}$, $Q_{(I)}$, вар	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq |K_Q| \leq 1$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_{\phi}(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_{\phi}(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (δ) при $Q_{\phi}(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_{\phi}(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Реактивная мощность прямой последовательности напряжения и тока Q_1 , вар	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq |K_Q| \leq 1$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_{\phi}(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_{\phi}(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (δ) при $Q_{\phi}(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_{\phi}(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Реактивная мощность обратной последовательности напряжения и тока Q_2 , вар	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq |K_Q| \leq 1$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_{\phi}(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_{\phi}(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (δ) при $Q_{\phi}(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_{\phi}(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Реактивная мощность нулевой последовательности напряжения и тока Q_0 , вар	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq |K_Q| \leq 1$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_{\phi}(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_{\phi}(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (δ) при $Q_{\phi}(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_{\phi}(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Реактивная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $Q_{\phi(n)}$, $Q_{(n)}$, вар	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq |K_Q| \leq 1$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (δ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Полная фазная, трехфазная мощность S_{ϕ} , S , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (δ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Полная фазная, трехфазная мощность основной частоты $S_{\phi(1)}$, $S_{(1)}$, В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (δ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Полная мощность прямой последовательности напряжения и тока S_0 , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (δ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Полная мощность прямой последовательности напряжения и тока S_1 , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_\phi(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_\phi(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (A)-...
		$\pm 1,0$ (δ) при $Q_\phi(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_\phi(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (S)-...
Полная мощность обратной последовательности напряжения и тока S_2 , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_\phi(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_\phi(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (A)-...
		$\pm 1,0$ (δ) при $Q_\phi(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_\phi(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (S)-...
Полная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{\phi(n)}, S_{(n)}$, В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_\phi(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_\phi(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (A)-...
		$\pm 1,0$ (δ) при $Q_\phi(Q) \leq Q_{фном}(Q_{ном})$ $\pm 1,0$ (γ) при $Q_\phi(Q) > Q_{фном}(Q_{ном})$	...-Q (S)-...
Коэффициент мощности фазный и трехфазный K_P	от -1 до 1	$\pm 0,01$ (Δ)	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Параметры электрической энергии			
Активная трехфазная энергия W_P , кВт·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq \cos \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Класс точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012	...-02-...
		Класс точности 0,5S по ГОСТ 31819.22-2012	...-05-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Активная трехфазная энергия основной частоты $W_{P(1)}$, кВт·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq \cos \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012 Показатели точности соответствуют классу точности 0,5S по ГОСТ 31819.22-2012	...-02-... ...-05-...
Активная трехфазная энергия прямой последовательности W_{P1} , кВт·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq \cos \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012 Показатели точности соответствуют классу точности 0,5S по ГОСТ 31819.22-2012	...-02-... ...-05-...
Реактивная трехфазная энергия W_Q , квар·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 0,5 от $0,02 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 1 $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Класс точности 0,5 по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020 Класс точности 1 по ГОСТ 31819.23-2012	...-02-... ...-05-...
Реактивная трехфазная энергия основной частоты $W_{Q(1)}$, квар·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 0,5 от $0,02 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 1 $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,5 по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020 Показатели точности соответствуют классу точности 1 по ГОСТ 31819.23-2012	...-02-... ...-05-...

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Реактивная трехфазная энергия прямой последовательности W_{Q1} , квар·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 0,5 от $0,02 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 1 $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,5 по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020 Показатели точности соответствуют классу точности 1 по ГОСТ 31819.23-2012	...-02-... ...-05-...
<p>1) Верхний предел измерений силы тока $I_{макс}$:</p> <ul style="list-style-type: none"> – для модификации с расширенным диапазоном измерений (...-Ext-...) $I_{макс} = 2 \cdot I_{ном}$; – для остальных модификаций $I_{макс} = 1,5 \cdot I_{ном}$ <p>2) Верхний предел измерений напряжения $U_{макс}$:</p> <ul style="list-style-type: none"> – для модификации с расширенным диапазоном измерений (...-Ext-...) $U_{макс} = 2 \cdot U_{ном}$; – для остальных модификаций $U_{макс} = 1,5 \cdot U_{ном}$ <p>Примечания</p> <p>1. Приведенные погрешности рассчитываются относительно номинальных значений, если не указано иного. Для однофазных мощностей номинальные значения составляют:</p> $P_{ном} = U_{ном} \cdot I_{ном}$ $Q_{ном} = U_{ном} \cdot I_{ном}$ $S_{ном} = U_{ном} \cdot I_{ном}$ <p>Для трехфазных мощностей номинальные значения равны номинальным значениям для однофазных мощностей, умноженным на 3.</p> <p>2. Измеряемые параметры ПКЭ и напряжения относятся к фазным и линейным напряжениям.</p> <p>3. При измерениях гармонических и интергармонических составляющих возможен выбор методов группирования по ГОСТ 30804.4.7-2013 и ГОСТ ИЕС 61000-4-30-2017:</p> <ul style="list-style-type: none"> гармонических группы, интергармонические подгруппы; гармонические подгруппы, централизованные интергармонические подгруппы. <p>4. Среднеквадратическое значение напряжения U, среднеквадратическое значение силы фазного тока I, активная фазная, трехфазная мощность $P_{ф}$, P, реактивная фазная, трехфазная мощность $Q_{ф}$, Q, полная фазная, трехфазная мощность $S_{ф}$, S измеряются с учетом всех спектральных составляющих до 50 гармоники включительно, а также интергармоник до 49 порядка.</p>			

Параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)	Модификация счетчика
<p>5. Частота n-ой гармонической составляющей определяется по формуле $f_{(n)} = n \cdot f_{(1)}$, частота m-ой интергармонической составляющей – $f_{(m)} = (m + 0,5) \cdot f_{(1)}$</p> <p>6. Измерения реактивной мощности Q_ϕ, Q счетчик выполняет геометрическим методом: $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$</p> <p>7. В связи с тем что значения фазовых углов, получаемых при преобразовании Фурье, равные π и $-\pi$, соответствуют одной и той же точке комплексной плоскости ($e^{\pm j\pi} = -1$), значения фазовых углов в области значений ($-180^\circ \pm \Delta$) и ($+180^\circ \pm \Delta$) могут менять свой знак на противоположный. Перемена знака в данной области значений не является неисправностью счетчика. Значение погрешности измерений углов фазового сдвига при этом должно рассчитываться по формуле:</p> $|\Delta| = |\varphi_{\text{изм}}| - |\varphi_{\text{эт}}|$ <p>8. Показатели точности ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, нормированы в диапазоне частот от 42,5 до 57,5 Гц.</p> <p>9. Под коэффициентом мощности K_P в общем случае понимается отношение активной к полной мощности: $K_P = P/S$; для синусоидального сигнала $K_P = \cos \varphi$.</p> <p>10. Под коэффициентом K_Q в общем случае понимается отношение реактивной к полной мощности: $K_Q = Q/S$; для синусоидального сигнала $K_Q = \sin \varphi$.</p> <p>11. Влияющей величиной при измерениях ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности является температура окружающего воздуха. Пределы допускаемой дополнительной погрешности от влияния изменения температуры окружающего воздуха при измерениях ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности не превышают половины предела допускаемой основной погрешности при отклонении температуры окружающего воздуха от $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$ на каждые 10°C в рабочих условиях измерений.</p> <p>12. Дополнительные погрешности при измерениях параметров электрической энергии – в соответствии с ГОСТ 31819.22-2012 для КТ 0,2S, КТ 0,5S (активная трехфазная энергия, активная трехфазная энергия основной частоты, активная трехфазная энергия прямой последовательности), таблицами 5-14 для КТ 0,5 (ТУ 26.51.63-030-89466010-2020) и ГОСТ 31819.23-2012 для КТ 1 (реактивная трехфазная энергия, реактивная трехфазная энергия основной частоты, реактивная трехфазная энергия прямой последовательности).</p> <p>13. Класс А по ГОСТ 30804.4.7-2013 и ГОСТ IEC 61000-4-30-2017 соответствует модификации ...-02-..., класс S – модификации ...-05....</p> <p>14. Примечание 13 относится ко всем модификациям счетчиков (вне зависимости от наличия функции измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности по таблице 1) при измерениях фазного и линейного напряжений, фазных токов, частоты сети, активной, реактивной и полной однофазной и трехфазной мощности, коэффициента мощности, индивидуальных и контролируемых параметров качества электроснабжения.</p>			

Таблица 20 – Метрологические характеристики преобразования аналоговых сигналов в цифровые выборки мгновенных значений напряжения и силы тока (модификации ...-02-...-MU, ...-05-...-MU)

Параметр		Значение
Диапазон измерений (преобразований) напряжения переменного тока U и напряжения основной частоты $U_{(1)}$, В		от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{1)}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений (преобразований) напряжения переменного тока U и напряжения основной частоты $U_{(1)}$, %		$\pm 0,1$
Диапазон измерений (преобразований) силы переменного тока I и силы тока основной частоты $I_{(1)}$, А:		от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{2)}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений (преобразований) силы переменного тока I и силы тока основной частоты $I_{(1)}$, %, в поддиапазонах:	от $0,01 \cdot I_{ном}$ включит. до $0,05 \cdot I_{ном}$	$\pm 1,0$
	от $0,05 \cdot I_{ном}$ включит. до $I_{макс}^{2)}$	$\pm 0,1$
Диапазон измерений (преобразований) частоты переменного тока, Гц		от 42,5 до 57,5
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений (преобразований) частоты переменного тока, Гц		$\pm 0,01$
Диапазон измерений (преобразований) напряжения n -й гармонической составляющей $U_{(n)}$, В		от 0 до $0,3 \cdot U_{ном}$
Пределы основной допускаемой погрешности измерений (преобразований) напряжения n -й гармонической составляющей $U_{(n)}$:	абсолютной (при $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{ном}$)	$\pm 0,0003 \cdot U_{ном}$
	относительной (при $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$)	$\pm 3,0$
Диапазон измерений (преобразований) силы тока n -й гармонической составляющей $I_{(n)}$, А		от 0 до $0,5 \cdot I_{ном}$
Пределы основной допускаемой погрешности измерений (преобразований) силы тока n -й гармонической составляющей $I_{(n)}$	абсолютной (при $I_{(n)} < 0,03 \cdot I_{ном}$)	$\pm 0,0003 \cdot I_{ном}$
	относительной (при $I_{(n)} \geq 0,03 \cdot I_{ном}$)	$\pm 3,0$
Пределы основной допускаемой абсолютной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) напряжения и силы тока основной частоты, гармонических составляющих напряжения и тока, мин		± 3
¹⁾ Верхний предел измерений напряжения $U_{макс}$: <ul style="list-style-type: none"> – для модификации с расширенным диапазоном измерений (TOPAZ SM-...-Ext-...) $U_{макс} = 2 \cdot U_{ном}$; – для остальных модификаций $U_{макс} = 1,5 \cdot U_{ном}$; ²⁾ Верхний предел измерений силы тока $I_{макс}$: <ul style="list-style-type: none"> – для модификации с расширенным диапазоном измерений (TOPAZ SM-...-Ext-...) $I_{макс} = 2 \cdot I_{ном}$; – для остальных модификаций $I_{макс} = 1,5 \cdot I_{ном}$ 		
Примечания		

Параметр	Значение
1. Для напряжения переменного тока U , силы переменного тока I , гармонических составляющих напряжения $U_{(n)}$ и тока $I_{(n)}$, напряжения $U_{(1)}$ и тока $I_{(1)}$ основной частоты указаны среднеквадратические значения соответствующих величин.	
2. Напряжение U и сила переменного тока I измеряются с учетом всех спектральных составляющих до 50 гармоники включительно	
3. Погрешности измерений (преобразований) указаны для среднеквадратических значений силы тока и напряжения.	
4. Влияющей величиной при измерениях (преобразованиях) напряжения переменного тока U , напряжения основной частоты $U_{(1)}$, напряжения постоянного тока, силы переменного тока I , силы тока основной частоты $I_{(1)}$, частоты переменного тока f , напряжения n -й гармонической составляющей $U_{(n)}$, n -й гармонической составляющей $I_{(n)}$ является температура окружающего воздуха. Пределы допускаемой дополнительной погрешности от влияния изменения температуры окружающего воздуха при вышеперечисленных величин не превышают половины предела допускаемой основной погрешности при отклонении температуры окружающего воздуха от $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ на каждые 10°C в рабочих условиях измерений.	
5. Показатели точности величин, указанных в таблице, нормированы в диапазоне частот от 42,5 до 57,5 Гц.	

Таблица 21 – Метрологические характеристики счетчиков модификации ...-SV-...

<p>1. Измеряемые величины, диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей идентичны соответствующим показателям счетчиков модификаций ...-02-...-Q (А)-... при частоте дискретизации сигнала 12800 и 14400 Гц (соответственно 256 и 288 выборок за период промышленной частоты). Возможно изготовление модификации без функции измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии (только счетчик активной и реактивной электроэнергии КТ 0,2S/0,5).</p> <p>2. При меньших частотах дискретизации погрешности измерений величин, связанных с гармониками и интергармониками, гарантируются до следующих порядков:</p> <ul style="list-style-type: none"> $n = 10$ и $m = 9$ при частоте 1000 Гц (20 выборок за период); $n = 12$ и $m = 11$ при частоте 1200 Гц (24 выборки за период); $n = 24$ и $m = 23$ при частоте 2400 Гц (48 выборок за период); $n = 48$ и $m = 47$ при частоте 4800 Гц (96 выборок за период). <p>На показатели точности величин, не связанные с гармониками и интергармониками, в том числе класс точности счетчика активной и реактивной энергии, частота дискретизации сигнала не влияет.</p> <p>3. Влияющей величиной при измерениях ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии является температура окружающего воздуха. Пределы допускаемой дополнительной погрешности от влияния изменения температуры окружающего воздуха при измерениях ПКЭ, параметров напряжения, тока, мощности, энергии не превышают половины предела допускаемой основной погрешности при отклонении температуры окружающего воздуха от $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ на каждые 10°C в рабочих условиях измерений.</p>

1.2.22 Габаритные размеры

Габаритные размер (глубина × ширина × длина), мм, составляют (не более):

- крепление на гладкую поверхность: $63 \times 154 \times 301$;
- крепление на стандартный профиль направляющих ТН35: $82 \times 154 \times 280$.

1.2.23 Электромагнитная совместимость

Счетчики соответствуют требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 020/2011.

Счетчики удовлетворяют следующим требованиям к электромагнитной совместимости:

- 1) устойчивость к электростатическим разрядам по ГОСТ 31818.11-2012, п. 7.5.2;
- 2) устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю по ГОСТ 31818.11-2012, п. 7.5.3;
- 3) устойчивость к наносекундным импульсным помехам по ГОСТ 31818.11-2012, п. 7.5.4;
- 4) устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями по ГОСТ 31818.11-2012, п. 7.5.5;
- 5) устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии по ГОСТ 31818.11-2012, п. 7.5.6;
- б) устойчивость к колебательным затухающим помехам по ГОСТ 31818.11-2012, п. 7.5.7;
- 7) способность к подавлению промышленных радиопомех по ГОСТ 31818.11-2012, п. 7.5.8;
- 8) устойчивость к колебательному затухающему магнитному полю по ГОСТ IEC 61000-4-10-2014, испытательный уровень 5 (100 А/м);
- 9) устойчивость к магнитному полю промышленной частоты по ГОСТ IEC 61000-4-8-2013, испытательный уровень 5 (длительно 100 А/м, кратковременно 1000 А/м);
- 10) устойчивость к импульсному магнитному полю по ГОСТ IEC 61000-4-9-2013, испытательный уровень 4 (300 А/м);
- 11) радиопомехи промышленные, помехоэмиссия по ГОСТ CISPR 11-2017, оборудование класса А группы 1.

1.2.24 Интерфейсы передачи данных

1.2.20.1 Оптический порт

Оптический порт счетчиков выполнен в соответствии с ГОСТ IEC 61107-2011 и предназначен для обеспечения бесконтактного подключения счетчика, включая конфигурирование, настройку, и обмен информацией с внешними устройствами обработки данных при помощи считывающей головки. Скорость передачи данных – не ниже 9600 бит/с.

1.2.20.2 Интерфейсы Ethernet

Счетчик может иметь до четырех интерфейсов Ethernet. Количество и тип портов Ethernet обозначается согласно коду заказа (таблица 1). Технические характеристики интерфейсов Ethernet приведены в таблицах 22 и 23.

Таблица 22 – Характеристики портов Ethernet

Параметр	Код заказа		
	Tx	FxM	FxS
Количество	от 1 до 4		
Тип интерфейсного порта	RJ-45	LC	LC
Среда передачи	витая пара; 2 витые пары	многомодовое оптоволокно	одномодовое оптоволокно
Скорость передачи данных, Мбит/с	10/100	100	100
Максимальная длина линии связи, м	80	2 000	15 000
Сечение	-	50/125 мкм; 62,5/125 мкм	9/125 мкм
Длина волны, нм	-	1310	1310
Мощность передатчика, дБм	-	от -23,5 до -14	от -20 до 0
Чувствительность приемника, дБм	-	до -31	до -32

Параметр	Код заказа		
	Tx	FxM	FxS
Уровень перегрузки, дБм	-	-3	-3

Таблица 23– Технологии Ethernet, поддерживаемые устройством

Параметр	Значение
Поддерживаемые стандарты	IEEE 802.3 для 10BaseT, IEEE 802.3u для 100BaseT(X) и 100BaseFX, IEEE 802.3x Flow Control, Back Pressure Flow Control
Поддерживаемые протоколы обмена данными	Стандарты серии МЭК 61850 (MMS, GOOSE) ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 СПОДЭС
Протокол резервирования сети	PRP, RSTP
Протоколы синхронизации времени	NTP, SNTPv4, IEEE 1588 (PTPv2)

1.2.20.3 Интерфейсы RS-485

Счетчики имеют два интерфейса RS-485. Технические характеристики интерфейсов RS-485 приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Характеристики интерфейса RS-485

Параметр	Значение
Количество портов	2
Протоколы передачи данных	ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 (slave) Modbus RTU/ASCII (slave)
Режим передачи	асинхронный последовательный двухсторонний полудуплексный
Скорость передачи	2400-115200 бит/с
Контакты	+D (A), -D (B), G (GND)
Максимальная длина линии связи, м	1 200
Количество устройств в сегменте сети	до 20

1.2.25 Телеуправление и телесигнализация

Для выполнения функций телеуправления и телесигнализации счетчики оснащены двумя выходами и двумя входами дискретных сигналов.

1.2.21.1 Телеуправление (ТУ)

Выходы ТУ представляют собой пассивные двоичные выходные сигналы, предназначенные для подключения цепей управления и дискретного регулирования оборудования объектов. Выходы дискретных сигналов могут использоваться как электрические импульсные испытательные выходы и для управления внешним реле отключения нагрузки.

Аппаратно ТУ осуществляется электронными реле. Коммутация реле может производиться как в импульсном режиме (при получении команды ТУ, соответствующий канал принимает замкнутое состояние на заданное уставкой время, после чего размыкается), так и с фиксацией (при получении команды ТУ, соответствующий канал переходит в заданное состояние, и остается в нем до получения следующей команды ТУ)

Характеристики каналов ТУ (дискретных выходов) представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Характеристики каналов ТУ

Параметр	Значение
Число независимых гальванически изолированных каналов	2
Максимальное коммутируемое напряжение постоянного или переменного (амплитудное значение) тока, В	200
Максимальный коммутируемый ток (длительно) постоянный или переменный (амплитудное значение), мА	200

1.2.21.2 Телесигнализация (ТС)

Входы ТС представляют собой дискретные входы для подключения двухпозиционных контактных и бесконтактных датчиков положения типа «сухой контакт», электронный ключ, электронное реле и др. Питание датчиков от внешнего источника. Характеристики каналов ТС (дискретных входов) представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Характеристики каналов ТС

Параметр	Значение
Число каналов	2
Номинальное напряжение питания постоянным током, В	24
Рабочий диапазон напряжения питания постоянным током, В	21,5-26,5
Напряжение срабатывания, В	14
Потребляемый ток в состоянии «замкнуто», мА	15
Длительность входного сигнала и время восстановления входного сигнала для регистрации изменения состояния дискретных сигналов, мс, не менее	100
Диапазон регулировки антидребезгового фильтра, мс	100-1000
Дискретность регулировки антидребезгового фильтра, мс	100

1.3 Устройство и работа

1.3.1 Конструкция счетчиков

Счетчики состоят из первичных измерительных преобразователей (резистивных делителей и трансформаторов тока), печатных плат с радиоэлементами, клеммной крышки из прозрачного материала, клеммной колодки для подключения измерительных цепей тока и напряжения, разъемов подключения питания, дискретных входов и выходов, разъемов цифровых интерфейсов (2 порта RS-485 и Ethernet). Счетчик выполнен в пластмассовом корпусе, не поддерживающем горение (категория стойкости к горению ПГ и ПВ1 по ГОСТ 28157-2018).

На передней панели счетчика расположены:

- дисплей, выполненный по технологии OLED, позволяющий считывать результаты измерений и иную информацию,
- клавиатура для управления работой счетчика,
- светодиодные импульсные выходы для активной и реактивной электроэнергии, светодиоды, сигнализирующие о различных режимах работы счетчика,
- оптический порт с характеристиками по ГОСТ IEC 61107-2011.

Корпус счетчика оборудован датчиком вскрытия (электронной пломбой), срабатывающим, в том числе, при отсутствии сетевого питания. Также счетчик оснащен датчиком магнитного поля, позволяющим регистрировать воздействие на счетчик постоянного или переменного магнитного поля со значением модуля вектора магнитной индукции свыше 150 мТл (пиковое значение).

Счетчик защищается от несанкционированного доступа пломбой с нанесением знака поверки и пломбами сетевой (энергоснабжающей, обслуживающей) организации.

Счетчики выполняются в универсальном исполнении, позволяющем осуществлять монтаж в распределительный щит навесного или встраиваемого исполнения с креплением как на три точки (плоскую поверхность), так и на стандартный профиль направляющих TH35 (DIN-рейка) по ГОСТ Р МЭК 60715-2003 (используется приспособление для крепления).

Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой (код IP) по ГОСТ 14254-2015 – IP54. Зажимы и зажимная плата (клеммная колодка) соответствуют требованиям ГОСТ 31818.11-2012.

Общий вид счетчиков представлен на рисунке 1, чертеж с габаритными и присоединительными размерами – на рисунке 2.



Модификация с аналоговыми измерительными цепями



Модификация с цифровыми входами (...-SV-...)

Рисунок 1 – Общий вид счетчиков

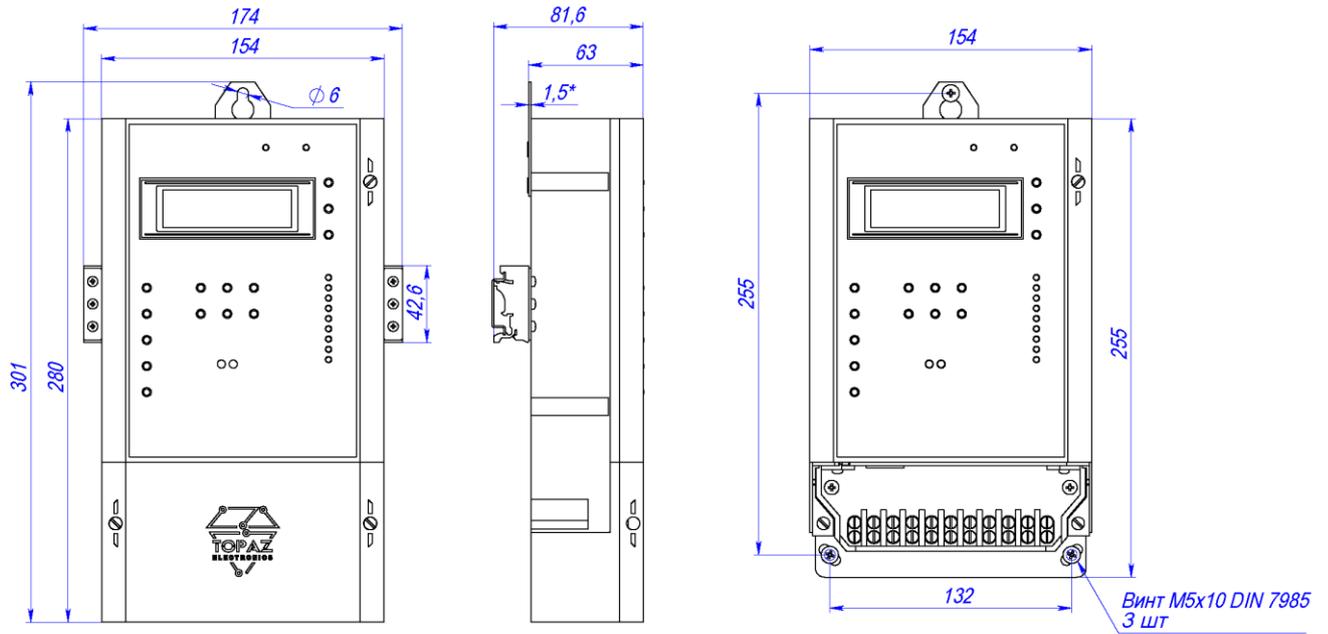


Рисунок 2 – Габаритные и присоединительные размеры счетчиков

Расположение и внешний вид разъемов представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Расположение и внешний вид разъемов

На рисунке 4 и в таблице 27 представлены схемы контактов разъемов и их назначение.

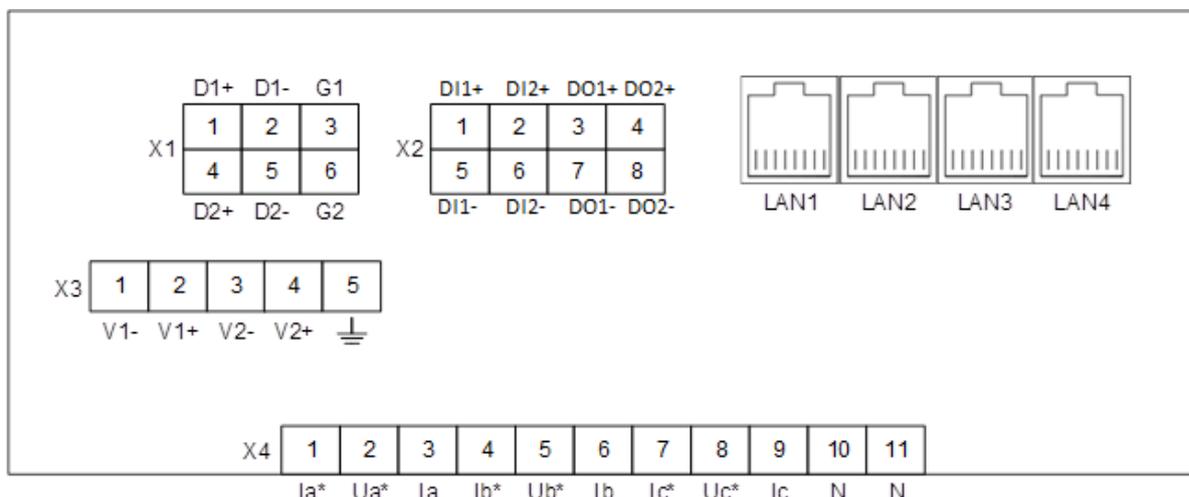


Рисунок 4 – Схема контактов и их обозначение

Таблица 27 – Назначение контактов разъемов (клемм)

Клемма		Назначение
Номер	Обозначение	
Интерфейсы RS-485		
X1.1	D1+	RS-481-1 Data+
X1.2	D1-	RS-481-1 Data-
X1.3	G1	RS-481-1 GND
X1.4	D2+	RS-481-2 Data+
X1.5	D2-	RS-481-2 Data-
X1.6	G2	RS-481-2 GND
Дискретные входы и выходы		
X2.1	DI1+	Дискретный вход 1 (+)
X2.5	DI1-	Дискретный вход 1 (-)
X2.2	DI2+	Дискретный вход 2(+)
X2.6	DI2-	Дискретный вход 2(-)
X2.3	DO1+	Дискретный выход 1 (+)
X2.7	DO1-	Дискретный выход 1 (-)
X2.4	DO2+	Дискретный выход 2 (+)
X2.8	DO1-	Дискретный выход 2 (-+)
Питание		
X3.1	-V1	Вход питания 1 (-/N)
X3.2	+V1	Вход питания 1 (+/L)
X3.3	-V2	Вход питания 2 (-/N)
X3.4	+V2	Вход питания 2 (+/L)
X3.5	символ зазем.	Клемма функционального заземления
Аналоговые измерительные цепи тока и напряжения		
X4.1	Ia	Клемма измерения тока фазы А «вход»
X4.2	Ua	Клемма измерения напряжения фазы А
X4.3	Ia	Клемма измерения тока фазы А «выход»
X4.4	Ib	Клемма измерения тока фазы В «вход»
X4.5	Ub	Клемма измерения напряжения фазы В
X4.6	Ib	Клемма измерения тока фазы В «выход»
X4.7	Ic	Клемма измерения тока фазы С «вход»
X4.8	Uc	Клемма измерения напряжения фазы С
X4.9	Ic	Клемма измерения тока фазы С «выход»
X4.10	N	Клемма нейтрального провода
X4.11	N	Клемма нейтрального провода

1.3.2 Принцип работы

Принцип работы счетчика основан на обработке входных сигналов силы и напряжения переменного тока, поступающих в аналоговом или цифровом виде (в зависимости от модификации). Аналоговые сигналы подвергаются аналого-цифровому преобразованию и дальнейшим преобразованиям с помощью алгоритмов цифровой обработки сигналов. Сигналы, поступающие в цифровом виде (SV-потoki), подвергаются преобразованиям с помощью алгоритмов цифровой обработки сигналов.

1.3.3 Методы измерений

Используемые в счетчике методы, алгоритмы и расчетные формулы измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, мощности, энергии изложены в приложении А.

1.3.4 Лицевая панель счетчика

Внешний вид лицевой панели счетчика с дисплеем, кнопками управления и индикаторами работы приведен на рисунке 5.

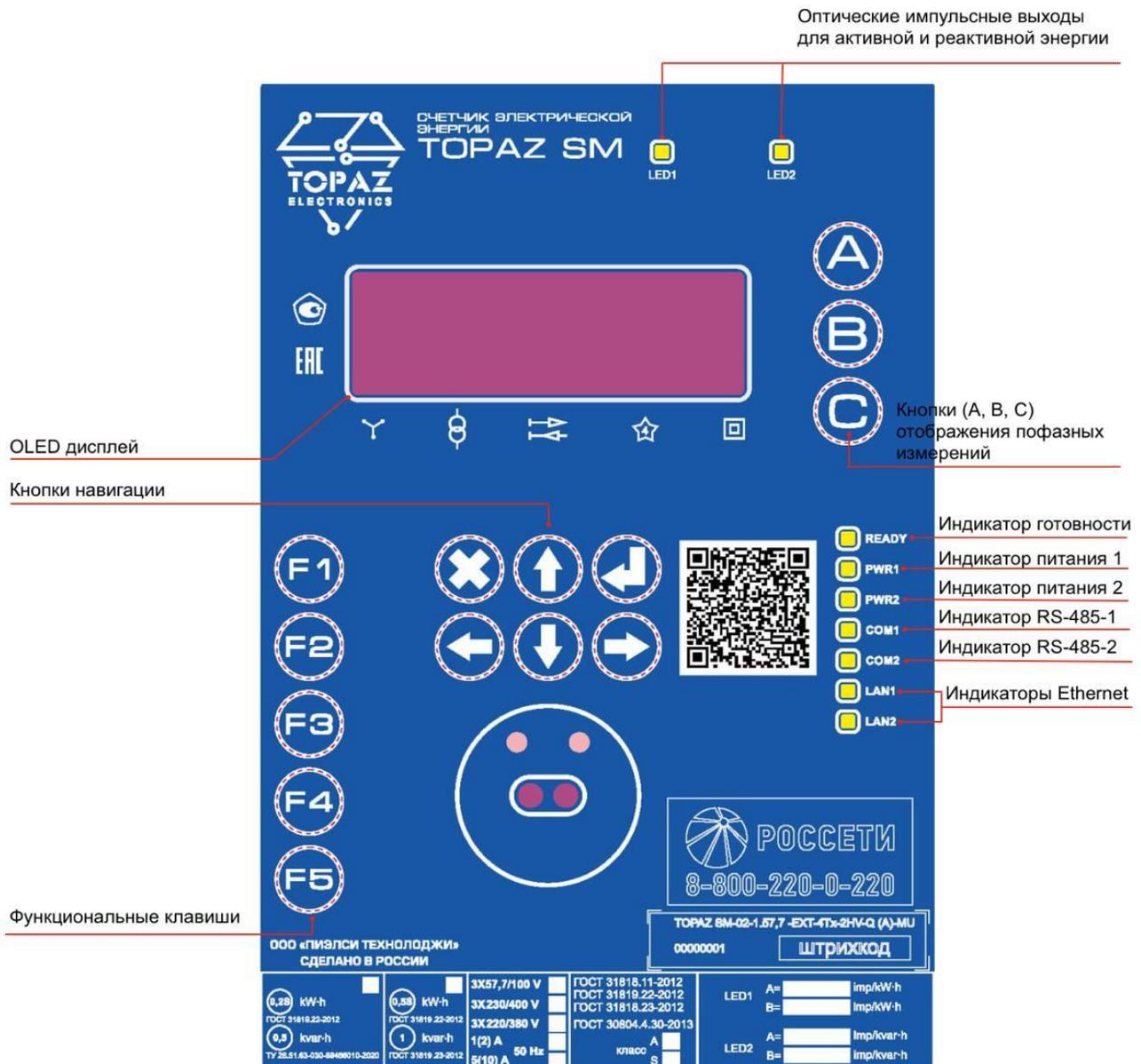


Рисунок 5 – Лицевая панель счетчика

1.3.5 Работа индикаторов лицевой панели

1.3.5.1 Индикатор готовности **READY**:

при нормальной работе устройства, индикатор мигает с частотой 1 Гц; в случае аварийной ситуации, свечение индикатора готовности непрерывное.

1.3.5.2 Индикаторы питания **PWR1, PWR2**:

при наличии питающего напряжения по одному из каналов, соответствующий индикатор питания непрерывно светится.

1.3.5.3 Индикаторы передачи информации по сети **COM1, COM2**:

при передаче данных по интерфейсу светодиодный индикатор активен.

1.3.5.4 Индикаторы передачи информации по сети Ethernet **LAN1 – LAN4**:

при передаче данных по интерфейсу светодиодный индикатор активен.

1.3.5.5 Оптические импульсные выходы для активной (**LED1**) и реактивной (**LED2**) энергии могут функционировать в двух режимах: рабочем (А) и испытательном (В).

Рабочий режим предназначен для индикации потребляемой мощности, частота следования импульсов пропорциональна трехфазной мощности. Связь между числом импульсов, формируемых на импульсном выходе, и величиной трехфазной энергии, устанавливается постоянной счетчика для рабочего режима (А).

Испытательный режим предназначен для контроля метрологических характеристик или проверки счетчика с использованием поверочной установки и фотосчитывающего устройства. Как и для рабочего режима, частота следования импульсов пропорциональна трехфазной мощности. Связь между числом импульсов, формируемых на импульсном выходе, и величиной трехфазной энергии, устанавливается постоянной счетчика для испытательного режима (В).

1.3.6 Работа кнопок и дисплея

Выбор измеряемой величины или параметра, выводимых на дисплей, осуществляется с помощью кнопок клавиатуры.

Типовая навигация в режимах меню, если не указано иное:



– переход к индикации следующего параметра;



– переход к индикации предыдущего параметра;



– выход в фоновый режим или возврат к предыдущему пункту меню;



– выбор пункта меню

1.3.6.1 Режим фоновой индикации

После подачи напряжения питания на дисплее отображается заставка с логотипом фирмы-изготовителя. По истечении 60 с счетчик переходит в режим фоновой индикации. На рисунке 6 представлен фоновый режим индикации с предупреждением об отсутствии в памяти счетчика градуировочных коэффициентов.

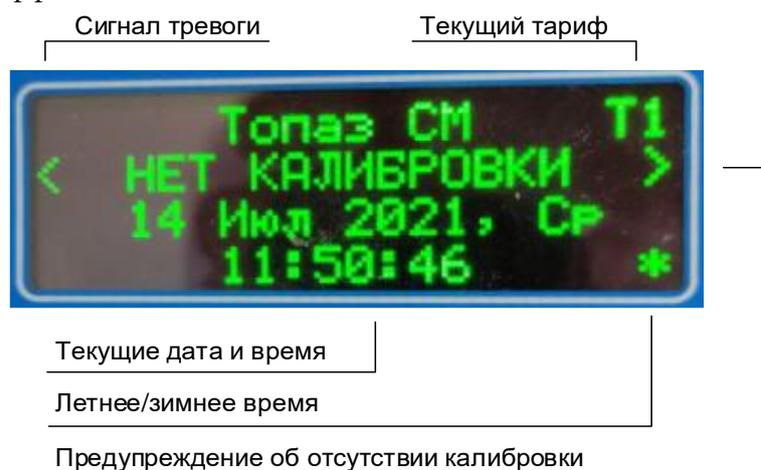


Рисунок 6 – Фоновый режим индикации

При наступлении тревожного события (вскрытие электронной пломбы корпуса или клеммной крышки, воздействие магнитного поля) в левом верхнем углу дисплея отображается значок .

В правом нижнем углу дисплея отображается индикатор летнего/зимнего времени. Возможные виды индикации:

- * – переключение между летним и зимним временем отключено;
- Л – летнее время
- З – зимнее время

Если в памяти счетчика отсутствуют градуировочные коэффициенты, и эксплуатация счетчика невозможна, на дисплее отображается надпись: «НЕТ КАЛИБРОВКИ».



ВНИМАНИЕ! ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТРОЙСТВА БЕЗ ЗАВОДСКОЙ ГРАДУИРОВКИ НЕДОПУСТИМА.

1.3.6.2 Отображение значений энергии

В режиме фоновой индикации по нажатию кнопки  происходит отображение измеренной энергии нарастающим итогом суммарно и по тарифам в кВт·ч (активная энергия) и квар·ч (реактивная энергия), как показано на рисунке 7.

Обозначение	Измеренная энергия	Тариф
A+	00008058.40	**
A-	00000002.92	
R+	00008056.33	
R-	00000000.00	

Рисунок 7 – Отображение значений энергии

В правом верхнем углу указан выбранный тариф:

T_n – счетчики тарифной зоны (где n – номер тарифной зоны, от 1 до 8);

****** – суммарное величина по всем тарифным зонам.

В таблице 24 представлено обозначение видов энергии

Таблица 28 – Обозначение видов энергии

Вид энергии	Обозначение
Активная энергия в прямом направлении	A+
Активная энергия в обратном направлении	A-
Реактивная энергия в прямом направлении	R+
Реактивная энергия в обратном направлении	R-
Реактивная энергия в первом квадранте	R1
Реактивная энергия во втором квадранте	R2
Реактивная энергия в третьем квадранте	R3
Реактивная энергия в четвертом квадранте	R4

Перемещение между отображаемыми видами энергии и тарифными зонами осуществляется навигационными кнопками  и  или  и 

1.3.6.3 Отображение ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии

1.3.6.3.1 При нажатии на кнопки отображения фазных измерений **A**, **B**, **C** на дисплей выводятся (рисунок 8) текущие значения величин, указанных в таблице 29 (в правом верхнем углу отображается фаза). Перемещение между измеряемыми величинами осуществляется навигационными кнопками  и  или  и  , а переход к величинам гармонических составляющих напряжения, тока и мощности – последовательными нажатиями кнопки 



Рисунок 8 – Отображение фазных измерений

Таблица 29 – Перечень величин фазных измерений

Величина	Обозначение на дисплее
Среднеквадратическое значение фазного напряжения U	U
Среднеквадратическое значение линейного напряжения U	UAB (UBC, UCA)
Среднеквадратическое значение силы фазного тока I	I
Активная фазная мощность P_ϕ	P
Реактивная фазная мощность Q_ϕ	Q
Полная фазная мощность P	S
Коэффициент мощности фазный K_P	COS ϕ
Частота переменного тока f	F
Отклонение частоты Δf	dF
Кратковременная доза фликера P_{St} Примечание – отображается значение кратковременной дозы фликера (отн. ед.) и доля интервала времени, истекшего до очередного обновления значения, %	Pst
Длительная доза фликера P_{Lt} Примечание – отображается значение кратковременной дозы фликера (отн. ед.) и доля интервала времени, истекшего до очередного обновления значения, %	Plt
Среднеквадратическое значение линейного напряжения основной частоты $U_{(1)}$	UAB(1) (UBC(1), UCA(1))
Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты ϕ_U	\angle UAB(1) (\angle UBC(1), \angle UCA(1))
Угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты ϕ_I	\angle IAB(1) (\angle IBC(1), \angle ICA(1))
Активная фазная мощность основной частоты $P_{\phi(1)}$	P(1)
Реактивная фазная мощность основной частоты $Q_{\phi(1)}$	Q(1)
Полная фазная мощность основной частоты $S_{\phi(1)}$	S(1)
Длительность провала напряжения Δt_n , глубина провала напряжения δU_n	Провал

Величина	Обозначение на дисплее
Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перU}$, коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$	Перенапряжение
Длительность прерывания напряжения $\Delta t_{пр}$, глубина прерывания напряжения $\delta U_{пр}$	Прерывание
Положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$ (фазное значение)	dU(+)
Отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$ (фазное значение)	dU(-)
Установившееся отклонение напряжения δU_y (фазное значение)	dUуст
Положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$ (линейное значение)	dU(+) _{AB} (dU(+) _{BC}), dU(+) _{CA}
Отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$ (линейное значение)	dU(-) _{AB} (dU(-) _{BC}), dU(-) _{CA}
Установившееся отклонение напряжения δU_y (линейное значение)	dUуст _{AB} (dUуст _{BC}), dUуст _{CA}
Среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$ (фазное значение)	U(1)
Среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$ (фазное значение)	U(2)...U(50)
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U (фазное значение)	THDS
Коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ (фазное значение)	Ku(2)...Ku(50)
Среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$ (фазное значение)	Uisg(1)...Uisg(49)
Среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$ (линейное значение)	UAB(1) (UBC(1), UCA(1))
Среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$ (линейное значение)	UAB(2)... UAB(50) (UBC(2)... UBC(50), UCA(2)...UCA(50))
Коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ (линейное значение)	KuAB(2)...KuAB(50) (KuBC(2)...KuBC(50) KuCA(2)...KuCA(50))
Среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$ (линейное значение)	UABi(1)... UABi(49)
Среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты $I_{(1)}$	I(1)
Среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей тока $I_{(n)}$	I(2)...I(50)
Коэффициент n -й гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$	Ki(2)...Ki(50)
Среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей тока $I_{(m)}$	Iisg(1)...Iisg(49)
Активная фазная мощность основной частоты $P_{\phi(1)}$	P(1)
Активная фазная мощность n -ой гармонической составляющей $P_{\phi(n)}$	P(2)...P(50)
Реактивная фазная мощность основной частоты $Q_{\phi(1)}$	Q(1)
Реактивная фазная мощность n -ой гармонической составляющей $Q_{\phi(n)}$	Q(2)...Q(50)
Полная фазная мощность основной частоты $S_{\phi(1)}$	S(1)
Полная фазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{\phi(n)}$	S(2)...P(50)

Величина	Обозначение на дисплее
Угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты φ_{UI}	$\angle UI(1)$
Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{UI(n)}$	$\angle UI(2) \dots \angle UI(50)$
Примечание: Если не оговорено отдельно, отображаются фазные значения величин	

1.3.6.3.2 Для отображения текущих трехфазных значений величин или величин, для измерений (расчетов) которых необходимы значения по трем фазам, необходимо нажать функциональную кнопку **F1**, для перехода к отображению гармонических составляющих

активной, реактивной и полной мощностей необходимо последовательно нажимать кнопку 

Пример отображения трехфазных измерений представлен на рисунке 9, в правом верхнем углу отображается знак **3**, символизирующий трехфазные измерения.

Перечень величин трехфазных измерений приведен в таблице 30.



Рисунок 9 – Отображение трехфазных измерений

Таблица 30 – Перечень величин трехфазных измерений

Величина	Обозначение на дисплее
Активная трехфазная мощность P	PABC
Реактивная трехфазная мощность Q	QABC
Полная трехфазная мощность S	SABC
Коэффициент мощности трехфазный K_P	COSABC
Среднеквадратическое значение векторной суммы фазных токов Примечание: Показатели точности не нормируются, справочное значение	3I0
Среднеквадратическое значение векторной суммы фазных напряжений Примечание: Показатели точности не нормируются, справочное значение	3U0
Среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты I_1	I1
Среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты I_0	I2
Среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты I_2	I0
Коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I}	K2I

Величина	Обозначение на дисплее
Коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I}	K0I
Среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты системы фазных напряжений U_1	U1
Среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты системы фазных напряжений U_2	U2
Среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты системы фазных напряжений U_0	U0
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности системы фазных напряжений K_{2U}	K2U
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности системы фазных напряжений K_{0U}	K0U
Активная мощность прямой последовательности напряжения и тока P_1	P1
Активная мощность обратной последовательности напряжения и тока P_2	P2
Активная мощность нулевой последовательности напряжения и тока P_0	P0
Реактивная мощность прямой последовательности напряжения и тока Q_1	Q1
Реактивная мощность обратной последовательности напряжения и тока Q_2	Q2
Реактивная мощность нулевой последовательности напряжения и тока Q_0	Q0
Полная мощность прямой последовательности напряжения и тока S_1	S1
Полная мощность обратной последовательности напряжения и тока S_2	S2
Полная мощность нулевой последовательности напряжения и тока S_0	S0
Коэффициент мощности прямой последовательности (косинус угла фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности) Примечание: Показатели точности не нормируются, справочное значение	COS1ф
Коэффициент мощности обратной последовательности (косинус угла фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности) Примечание: Показатели точности не нормируются, справочное значение	COS2ф
Коэффициент мощности нулевой последовательности (косинус угла фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности) Примечание: Показатели точности не нормируются, справочное значение	COS0ф

Величина	Обозначение на дисплее
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности $\varphi_{U1/I(1)}$	$\angle IU1$
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности $\varphi_{U2/I(1)}$	$\angle IU2$
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности $\varphi_{U0/I(1)}$	$\angle IU0$
Активная трехфазная мощность основной частоты $P_{(1)}$	PABC(1)
Активная трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $P_{(n)}$	PABC(2)... PABC(50)
Реактивная трехфазная мощность основной частоты $Q_{(1)}$	QABC(1)
Реактивная трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $Q_{(n)}$	QABC(2)... QABC(50)
Полная трехфазная мощность основной частоты $S_{(1)}$	SABC(1)
Полная трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{(n)}$	SABC(2)... SABC(50)

Примечание:

Для считывания результатов измерений всех величин, указанных в таблице 15, необходимо использовать сервисное ПО «TOPAZ SM Configurator», или встроенный web сервер. Часть параметров, используемых при контроле метрологических характеристик и поверке счетчиков, считывается посредством обращения к встроенному telnet-серверу. telnet-сервер служит лишь для считывания измерительной информации, но не позволяет настраивать счетчик, внесение изменений во встроенное ПО, результаты измерений, градуировочные коэффициенты невозможно.

1.3.6.4 Календари, профили сезонов, недель, дней, специальные дни

При нажатии на функциональную кнопку **F2** вызываются формы для просмотра активного и пассивного календарей, профилей сезонов, недель, дней и таблицы специальных дней, соответствующих информационной модели обмена данными СПОДЭС.

Перемещение между Активным календарем, Пассивным календарем и Таблицей специальных дней осуществляется навигационными кнопками  и  или  и , а внутри календарей по профилям сезонов, недель, дней – кнопками  и  или  и  после нажатия кнопки .

Пример экранных форм дисплея – на рисунке 10.

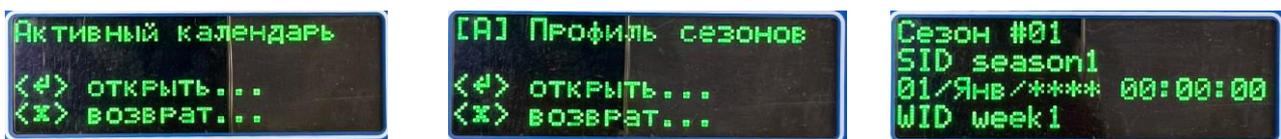


Рисунок 10 – Пример экранных форм дисплея, вызываемых нажатием кнопки **F2**

1.3.6.5 Служебная информация и информация о настройках и номиналах

1.3.6.5.1 Нажатием на кнопку **F3** вызывается следующая информация (перемещение

между страницами осуществляется нажатием на навигационные кнопки  и  или  и ):

Часы Синхр – информация о наличии синхронизации встроенных часов счетчика (RTC), Да/Нет;

Часы Пояс – смещение ШВ встроенных часов (часовой пояс) в ШВ UTC(SU) в часах и минутах;

Время синхронизации – временная метка (дата и время в часах, минутах, секундах) первой настройки встроенных часов счетчика;

Время корректировки – временная метка (дата и время в часах, минутах, секундах) последней подстройки хода часов от внешнего источника

Вскрыт корпус – информация о нарушении электронной пломбы на вскрытие корпуса счетчика, Да/Нет, временная метка (дата и время в часах, минутах, секундах);

Магнитное поле – информация о воздействии на счетчик постоянного или переменного магнитного поля со значением модуля вектора магнитной индукции свыше 150 мТл (пиковое значение), Да/Нет, временная метка (дата и время в часах, минутах, секундах);

Лето/Зима – информация об автоматическом переходе на летнее/зимнее время, Вкл/Выкл;

Лето – дата и время перехода на летнее время;

Зима – дата и время перехода на зимнее время;

Наработка – текущая наработка счетчика в час.

Пример экранной формы дисплея со служебной информацией показан на рисунке 11.



Рисунок 11 – Пример экранной формы дисплея со служебной информацией

1.3.6.5.2 Нажатием на функциональную клавишу **F4** вызывается следующая информация

(перемещение между страницами осуществляется нажатием на навигационные кнопки  и  или  и ):

Сост. DIN1 – информация о состоянии дискретного входа 1 (наличие или отсутствие сигнала), Вкл/Выкл;

Сост. DIN2 – информация о состоянии дискретного входа 2 (наличие или отсутствие сигнала), Вкл/Выкл;

Сост. DOUT1 – информация о состоянии дискретного выхода 1 (реле замкнуто или разомкнуто), Вкл/Выкл;

Сост. DOUT2 – информация о состоянии дискретного выхода 2 (реле замкнуто или разомкнуто), Вкл/Выкл;

ЦПУ_% – загрузка центрального процессора в %;

ЦПУ_Т – температура микросхемы центрального процессора;

АЦП_Т – температура микросхемы АЦП;

Вр.раб. – продолжительность работы счетчика после последней перезагрузки, в том числе отключения питания в днях, часах, минутах и секундах;

H/W – версия (ревизия) печатной платы счетчика;

S/W – номер версии (идентификационный номер) метрологически значимой части встроенного ПО счетчика;

S/N – заводской номер счетчика;

Текущая дата и время счетчика (месяц, число месяца, год, часы, минуты, секунды).

1.3.6.5.3 Нажатием на функциональную клавишу **F5** вызывается следующая информация

(перемещение между страницами осуществляется нажатием на навигационные кнопки  и  или  и ):

Коэф. трансф. тока – коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока при измерениях с учетом коэффициента;

Коэф. трансф. напр. – коэффициент трансформации измерительного трансформатора напряжения при измерениях с учетом коэффициента;

Импульсов на кВт*ч – передаточное число счетчика по активной энергии;

Импульсов на кВар*ч – передаточное число счетчика по реактивной энергии;

Номинал. напряжение – номинальное напряжение счетчика;

Номинал. ток – номинальный ток счетчика;

MAC-адрес устройства – MAC-адрес счетчика;

IEC61850-9-2 TX – информация о частоте дискретизации SV-потоков (выборка за период промышленной частоты сети) модификации счетчика ...-MU (#1 – порт Ethernet1, #2 – порт Ethernet2);

Стат. IP-адрес – статический IP-адрес, задаваемый при ручной настройке сетевых параметров счетчика;

Стат. маска подсети – статическая маска подсети, задаваемая при ручной настройке сетевых параметров счетчика;

DHCP IP-адрес – IP-адрес счетчика, получаемый автоматически по протоколу DHCP;

DHCP маска подсети – маска подсети, получаемая автоматически по протоколу DHCP;

RS485 #1 настройки – настройка порта RS-485 № 1 (скорость передачи в бит/с, число бит данных, число стоп-бит, контроль четности);

RS485 #2 настройки – настройка порта RS-485 № 2 (скорость передачи в бит/с, число бит данных, число стоп-бит, контроль четности).

1.3.7 Работа с использованием сервисного ПО «TOPAZ SM Configurator»

Сервисное ПО «TOPAZ SM Configurator» устанавливается на ПК и используется для настройки счетчиков, считывания результатов измерений, журналов событий, служебной информации.

Работа с использованием сервисного ПО «TOPAZ SM Configurator» описана в документе Руководство пользователя TOPAZ SM Configurator.

1.3.8 Работа с использованием встроенного web сервера

1.3.8.1 Встроенный web сервер позволяет просматривать результаты измерений, журналы событий, служебную информацию, формировать отчеты о качестве электроэнергии (протоколы испытаний по форме, рекомендованной ГОСТ 33073-2014). Обращение к серверу производится с компьютера, с установленным браузером. Поддерживаются современными браузерами: Microsoft Edge от версии 44.17763.831.0, Google Chrome от версии 98.0.4758.82, Mozilla Firefox от версии 96.0, Opera от версии 83.0.4254.27, Яндекс Браузер от версии 22.1.3.848.

Для входа в web-интерфейс выполните следующие действия:

- подключите компьютер с помощью Ethernet-кабеля к разъему Ethernet устройства;
- откройте интернет-браузер;
- наберите в адресной строке интернет-браузера адрес устройства (по умолчанию **192.168.5.127** для всех портов Ethernet).

Введите логин и пароль (по умолчанию: логин – **public**, пароль – **public**) и нажмите кнопку «Войти»

1.3.8.2 Внешний вид страниц web интерфейса представлен в разделе 1.3.8. В разделе 1.3.8 представлен максимально возможный состав страниц, при отсутствии данных измерений или

конфигурации для конкретной модификации соответствующие страницы и поля web интерфейса неактивны.

1.3.8.3 При вводе в адресной строке браузера IP-адреса счетчика, подключенного к компьютеру посредством Ethernet, появляется страница авторизации (**Рисунок 12**). Авторизация поддерживает разграничение прав доступа (считывание показаний, конфигуратор) в соответствии с информационной моделью обмена данными СПОДЭС.

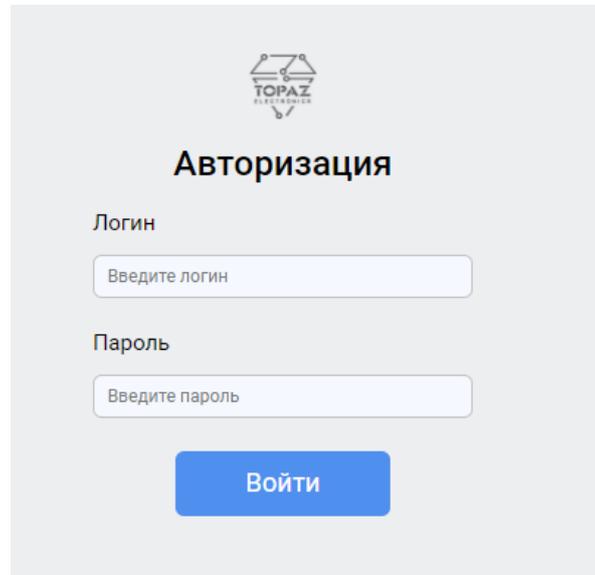


Рисунок 12 – Форма авторизации

Если были введены неверные данные, то появится надпись: «Проверьте правильность вводимых данных и повторите попытку» (**Рисунок 13**).

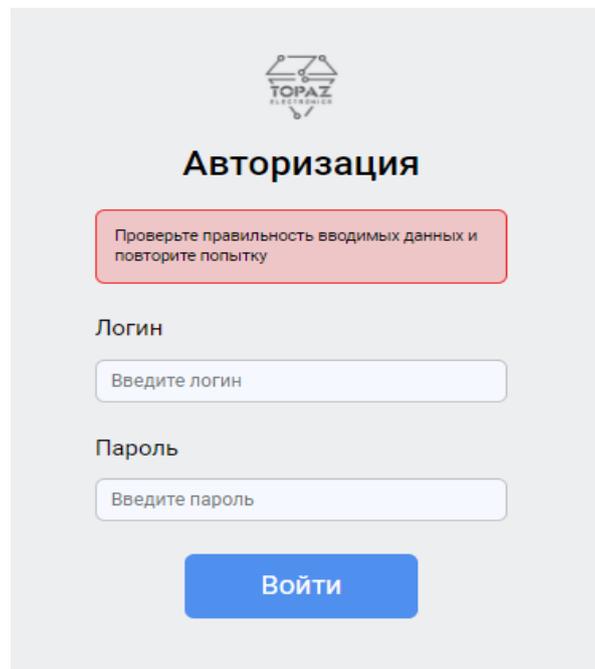


Рисунок 13 – Форма авторизации при неверных данных

1.3.8.4 Навигация по разделам web-интерфейса осуществляется через главное меню, расположенное в левой части окна web-браузера (**Рисунок 14**). При переходе в раздел,

происходит загрузка текущих данных и параметров данного раздела. Описание полей в **Таблица 31**.

Время на устройстве: 2024-11-07|10:32:29
Заводской номер: 3804294967295

Идентификационные данные метрологически значимой части встроенного ПО

Идентификационное наименование ПО: TOPAZ_SM
Номер версии (идентификационный номер ПО): 1.7.0.11
Цифровой идентификатор ПО: 0xB1708278
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО: CRC32

- Основные показатели
- Общие данные
- Гармонические составляющие >
- Интергармонические составляющие >

Тока
Напряжения
Мощности

Тока
Напряжения

- Учёт электроэнергии
- Параметры сети
- Конфигурирование устройства >

Установка даты/времени
Синхронизация времени
PTP
SNTP
RS485
Ethernet
МЭК101
МЭК104
МЭК61850
Настройки каналов измерения
Дисплей
Журналы

- Журналы событий

Отчёт о качестве электроэнергии

Автоматическое обновление показаний: ✔

Рисунок 14 – Меню разделов интерфейса

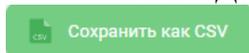
Таблица 31 - Меню разделов интерфейса

Название	Описание
Время на устройстве	Показывает дату и время установленные на устройстве
Заводской номер	Показывает заводской номер устройства
Идентификационное наименование ПО	Показывает идентификационное наименование ПО
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Показывает номер версии (идентификационный номер ПО)
Цифровой идентификатор ПО	Показывает цифровой идентификатор ПО
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	Показывает алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Основные показатели	Открывается страница с основными показателями

Название	Описание
Общие данные	Открывается страница с общими данными
Гармонические составляющие	Открывается страница с гармоническими составляющими (Ток/Напряжение/Мощность)
Интергармонические составляющие	Открывается страница с интергармоническими составляющими (Ток/Напряжение/Мощность)
Учёт электроэнергии	Открывается страница с учётом электроэнергии
Параметры сети	Открывается страница с параметрами сети
Конфигурирование устройства	Открывается страница с конфигурированием устройства (Установка даты/времени/Синхронизация времени/PTP/SNTP/RS485/Ethernet/МЭК101/МЭК104/МЭК61850/Настройка каналов измерения/Дисплей/Журналы)
Журналы событий	Открывается страница с журналами событий
Отчёт о качестве электроэнергии	Открывается страница с отчётом о качестве электроэнергии
Автоматическое обновление показаний	Снятие/установка флага «Автоматическое обновление показаний»

1.3.8.5 После авторизации осуществляется переход на страницу «Основные показатели» (*Рисунок 15-Рисунок 17*). По умолчанию предусмотрено автоматическое обновление значений величин. При снятии отметки с флажка «Автоматическое обновление показаний», расположенного в конце страниц в левом углу, автоматическое обновление прекращается, появляется кнопка , по нажатию на которую выполняется обновление значений величин по запросу. Переход между страницами осуществляется нажатием на соответствующее наименование в левой части страниц. Описание полей в *Таблица 32*.

1.3.8.6 Для экспорта результатов измерений в текстовый формат CSV служат кнопки



1.3.8.7 На странице «Основные показатели» в табличной форме отображаются значения следующих величин.

Раздел «Частота»:

- частота переменного тока f ;
- отклонение частоты Δf .

Раздел «Напряжение»:

- среднеквадратическое значение напряжения U (фазные и линейные значения);
- среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$ (фазные и линейные значения);
- установившееся отклонение напряжения δU_y (фазные и линейные значения);
- положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$ (фазные и линейные значения);
- отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$ (фазные и линейные значения);
- суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U (фазные и линейные значения).

Раздел «Ток»:

- среднеквадратическое значение силы фазного тока I ;
- среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты $I_{(1)}$;
- угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты φ_{UI} ;
- суммарный коэффициент гармонических составляющих тока K_I .

Раздел «Мощность»:

- активная фазная, трехфазная мощность P_ϕ, P ;
- активная фазная, трехфазная мощность основной частоты $P_{\phi(1)}, P_{(1)}$;
- реактивная фазная, трехфазная мощность Q_ϕ, Q ;
- реактивная фазная, трехфазная мощность основной частоты $Q_{\phi(1)}, Q_{(1)}$;
- коэффициент мощности фазный и трехфазный K_P ;
- коэффициент мощности основной частоты фазный и трехфазный $K_{P(1)}$

Примечание – показатели точности коэффициента мощности основной частоты $K_{P(1)}$ не нормируются, справочное значение.

Раздел «Симметричные составляющие»:

- среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты U_1 (системы фазных и междуфазных напряжений);
- среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты U_2 (системы фазных и междуфазных напряжений);
- среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты U_0 (системы фазных и междуфазных напряжений);
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} ;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} ;
- среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты I_1 ;
- среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты I_2 ;
- среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты I_0 ;
- коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I} ;
- коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I} ;
- угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности $\varphi_{U1/I1(1)}$;
- угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности $\varphi_{U2/I2(1)}$;
- угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности $\varphi_{U0/I0(1)}$;
- активная мощность прямой последовательности напряжения и тока P_1 ;
- активная мощность обратной последовательности напряжения и тока P_2 ;
- активная мощность нулевой последовательности напряжения и тока P_0 ;
- реактивная мощность прямой последовательности напряжения и тока Q_1 ;
- реактивная мощность обратной последовательности напряжения и тока Q_2 ;
- реактивная мощность нулевой последовательности напряжения и тока Q_0 ;
- полная мощность прямой последовательности напряжения и тока S_1 ;
- полная мощность обратной последовательности напряжения и тока S_2 ;
- полная мощность нулевой последовательности напряжения и тока S_0 .

Раздел «Доза фликера»:

- кратковременная доза фликера P_{St} ;
- длительная доза фликера P_{Lr} .

Основные показатели

Частота

Показатель	Значение
f, Гц	49.9971
Δf , Гц	0.0029

[Обновить](#)
[Сохранить как CSV](#)

Напряжение

Показатель	Фазные и межфазные (линейные) значения					
	A	B	C	AB	BC	CA
U, В	58.0001	58.0143	58.0086	100.3142	100.3092	100.3144
U _{ли} , В	57.71834	57.73281	57.72668	99.98364	99.98546	99.98370
δU , %	0.4206	0.4456	0.4359	0.2878	0.2841	0.2885
$\delta U(+)$, %	0.4206	0.4456	0.4359	0.2878	0.2841	0.2885
$\delta U(-)$, %	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
K _v , %	6.9950	6.9906	6.9965	5.7401	5.7387	5.7418

[Обновить](#)
[Сохранить как CSV](#)

Рисунок 15 – Страница «Основные показатели. Частота, напряжение»

Ток

Показатель	Фазные значения		
	A	B	C
I, А	1.00437	1.00446	1.00444
I _{ли} , А	0.99949	0.99958	0.99956
φ_{ij} , °	-0.0214	-0.0236	-0.0182
K _i , %	6.99824	6.99490	6.99767

[Обновить](#)
[Сохранить как CSV](#)

Мощность

Показатель	Фазные и трёхфазные значения			
	A	B	C	ABC
P, Вт	58.2534	58.2727	58.2666	174.7928
P _{ли} , Вт	57.6886	57.7083	57.7016	173.0984
Q, вар	-0.0290	-0.0265	-0.0431	-0.0987
Q _{ли} , вар	-0.0220	-0.0239	-0.0183	-0.0642
S, ВА	58.2534	58.2727	58.2666	174.7927
S _{ли} , ВА	57.6886	57.7083	57.7016	173.0984
K _p	1.000	1.000	1.000	1.000
K _{p0}	1.000	1.000	1.000	1.000

[Обновить](#)
[Сохранить как CSV](#)

Рисунок 16 – Страница «Основные показатели. Ток, мощность»

Симметричные составляющие

Показатель	Последовательность		
	Прямая	Обратная	Нулевая
U1ф (U2ф, U0ф), В	57.71558	0.00078	0.00785
U1мф (U2мф, U0мф), В	99.96630	0.00140	0.00005
K2U (K0U), %	-	0.001	0.014
I1 (I2, I0), А	0.9994	0.0001	0.0000
K2I (K0I), %	-	0.007	0.003
$\varphi U1/1(I)$ ($\varphi U2/2(I), \varphi U0/0(I)$)	-0.0210	0.0000	0.0000
P1 (P2, P0), Вт	57.6790	0.0000	0.0000
Q1 (Q2, Q0), вар	-0.0210	0.0000	0.0000
S1 (S2, S0), ВА	57.6794	0.0000	0.0000

[Обновить](#)
[Сохранить как CSV](#)

Доза фликера

Показатель	Фазные и междуфазные (линейные) значения					
	A	B	C	AB	BC	CA
PS _t	1.416	0.103	0.104	1.262	0.303	2.846
PL _t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

[Обновить](#)
[Сохранить как CSV](#)

Рисунок 17 – Страница «Основные показатели. Симметричные составляющие, доза фликера»

Таблица 32 – Поля страницы «Основные показатели»

Название	Описание
f, Гц	Частота переменного тока
Δf , Гц	Отклонение частоты
U, В	Напряжение переменного тока
U ₍₁₎ , В	Напряжение основной частоты
δU , В	Отклонение напряжения
$\delta U_{(+)}$, %	Положительное отклонение напряжения
$\delta U_{(-)}$, %	Отрицательное отклонение напряжения
K _U , %	Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения
I, А	Сила тока
I ₍₁₎ , А	Сила тока основной частоты
φ_{UI} , °	Угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты
K _I , %	Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока
P, Вт	Активная трехфазная мощность
P ₍₁₎ , Вт	Активная трехфазная мощность основной частоты
Q, вар	Реактивная трехфазная мощность
Q ₍₁₎ , вар	Реактивная трехфазная мощность основной частоты
S, ВА	Полная трехфазная мощность
S ₍₁₎ , ВА	Полная трехфазная мощность основной частоты
K _p	Коэффициент мощности трехфазный
K _{p(1)}	Коэффициент мощности трехфазный основной частоты
U _{1ф} (U _{2ф} , U _{0ф}), В	Среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты системы фазных напряжений (среднеквадратическое значение напряжения обратной

Название	Описание
	последовательности основной частоты системы фазных напряжений, среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты системы фазных напряжений.
$U_{1мф} (U_{2мф}, U_{0мф}), В$	Среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты системы междуфазных напряжений (среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты системы междуфазных напряжений, среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты системы междуфазных напряжений)
$K_{2U} (K_{0U}), \%$	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности (коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности)
$I_1 (I_2, I_0), А$	Среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты (среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты, среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты)
$K_{2I} (K_{0I}), \%$	Коэффициент не симметрии тока по обратной последовательности (коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности)
$\varphi_{U1/1(I)} (\varphi_{U2/2I}, \varphi_{U0/0(I)})$	Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности (угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности)
$P_1 (P_2, P_0), Вт$	Активная мощность прямой последовательности напряжения и тока (активная мощность обратной последовательности напряжения и тока, активная мощность нулевой последовательности напряжения и тока)
$Q_1 (Q_2, Q_0), вар$	Реактивная мощность прямой последовательности напряжения и тока (реактивная мощность обратной последовательности напряжения и тока, реактивная мощность нулевой последовательности напряжения и тока)
$S_1 (S_2, S_0), ВА$	Полная мощность прямой последовательности напряжения и тока (полная мощность прямой последовательности напряжения и тока, полная мощность прямой последовательности напряжения и тока)
P_{St}	Кратковременная доза фликера
P_{Lt}	Длительная доза фликера

1.3.8.8 На странице «Гармонические составляющие тока» (описание полей *Таблица 33*, *Рисунок 18*) в табличной форме отображаются значения следующих величин:

- среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты $I_{(1)}$;
- угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты φ_{UI} ;
- коэффициент n -й гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$, $n = (2...50)$;
- среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей тока $I_{(n)}$, $n = (2...50)$;
- угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{UI(n)}$, $n = (2...50)$.

Гармонические составляющие тока

Обновить
Сохранить как CSV

№ Гармоники	Гармонические составляющие тока						Углы меж. соотв. гарм. тока и напряжения		
	Коэффициенты $K_I(n)$, %			СКЗ $I(n)$, A			$\varphi_{UI}(n)$, °		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	100.0000	100.0000	100.0000	0.99947	0.99960	0.99955	-0.0281	-0.0214	-0.0217
2	1.0000	1.0000	1.0025	0.00999	0.01000	0.01002	0.0234	0.0189	0.0434
3	0.9953	0.9985	0.9983	0.00995	0.00998	0.00998	-0.0629	-0.1681	-0.2684
4	0.9983	0.9984	0.9981	0.00998	0.00998	0.00998	-0.0026	-0.0659	-0.0841
5	0.9983	0.9995	0.9980	0.00998	0.00999	0.00998	-0.0413	-0.0185	-0.0375
6	1.0004	0.9999	0.9999	0.01000	0.01000	0.00999	0.0739	-0.0209	0.0530
7	0.9998	1.0005	1.0002	0.00999	0.01000	0.01000	0.0288	-0.0037	0.0128
8	0.9998	1.0000	0.9999	0.00999	0.01000	0.00999	0.0721	0.0278	0.0376
9	0.9999	0.9994	0.9990	0.00999	0.00999	0.00999	0.0194	-0.0631	-0.0287
10	1.0001	1.0002	1.0001	0.01000	0.01000	0.01000	0.0557	0.0450	0.0041
11	1.0001	0.9995	0.9994	0.01000	0.00999	0.00999	0.0358	-0.0233	0.0014
12	1.0002	1.0003	0.9990	0.01000	0.01000	0.00999	0.0045	0.0346	0.0782
13	1.0001	1.0001	0.9998	0.01000	0.01000	0.00999	0.0369	0.0311	0.0693
14	1.0002	0.9994	1.0000	0.01000	0.00999	0.01000	0.0675	0.0304	0.1048
15	0.9998	0.9997	0.9997	0.00999	0.00999	0.00999	0.0545	-0.0040	0.0797
16	1.0000	0.9996	0.9996	0.00999	0.00999	0.00999	0.0773	0.0552	0.1148
17	0.9995	0.9999	0.9997	0.00999	0.01000	0.00999	0.0767	0.0169	0.1266

Рисунок 18 – Страница «Гармонические составляющие тока»

Таблица 33 – Поля страницы «Гармонические составляющие тока»

Название	Описание
$K_{I(n)}$, %	коэффициент n -й гармонической составляющей тока, $n = (2...50)$;
СКЗ $I(n)$, A	Среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей тока, $n = (2...50)$
$\varphi_{UI(n)}$, °	Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока, $n = (2...50)$.

1.3.8.9 На странице «Гармонические составляющие напряжения» (описание полей **Таблица 34, Рисунок 19**) в табличной форме отображаются значения следующих величин:

- среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$ (фазные и линейные значения);
- угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U ;
- коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ (фазные и линейные значения), $n = (2...50)$;
- среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$ (фазные и линейные значения), $n = (2...50)$;
- угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазных напряжений $\varphi_{U(n)}$, $n = (2...50)$.

Гармонические составляющие напряжения

Обновить Сохранить как CSV

№ Гармоники	Гармонические составляющие напряжения												Углы фазового сдвига между фазными напряжениями		
	Коэффициенты KU(n), %			СКЗ U(n), В			Коэффициенты KU(n), %			СКЗ U(n), В			φUAB(n), °	φUBC(n), °	φUCA(n), °
	A	B	C	A	B	C	AB	BC	CA	AB	BC	CA			
1	100.0000	100.0000	100.0000	57.72029	57.73186	57.72329	100.0000	100.0000	100.0000	99.98264	99.98394	99.98208	119.9979	119.9985	120.0116
2	0.9996	1.0003	0.9993	0.57697	0.57749	0.57682	0.9999	0.9998	0.9995	0.99968	0.99962	0.99936	-119.7274	-120.4962	-119.7763
3	0.9894	0.9901	0.9893	0.57106	0.57163	0.57104	0.0012	0.0010	0.0006	0.00124	0.00104	0.00064	0.1538	-0.1974	0.0435
4	0.9992	0.9994	0.9994	0.57674	0.57699	0.57689	0.9996	0.9992	0.9993	0.99945	0.99901	0.99907	119.9899	119.9808	120.0293
5	0.9985	0.9981	0.9997	0.57635	0.57622	0.57707	0.9988	0.9991	0.9984	0.99863	0.99894	0.99826	-119.9847	-120.0324	-119.9829
6	1.0002	1.0005	1.0007	0.57735	0.57758	0.57763	0.0006	0.0006	0.0006	0.00057	0.00057	0.00056	-0.0324	-0.1367	0.1691
7	1.0004	1.0008	0.9999	0.57745	0.57700	0.57718	1.0005	1.0001	1.0005	1.00037	0.99993	1.00034	120.0916	119.7951	120.1132
8	1.0000	0.9997	1.0001	0.57718	0.57713	0.57730	0.9999	1.0000	0.9999	0.99968	0.99982	0.99973	-119.9653	-120.2129	-119.8218
9	1.0005	1.0004	1.0007	0.57750	0.57755	0.57761	0.0004	0.0007	0.0009	0.00037	0.00070	0.00088	0.1601	-0.1950	0.0349
10	1.0001	0.9997	0.9996	0.57727	0.57716	0.57698	1.0000	0.9993	1.0001	0.99981	0.99918	0.99989	120.0440	119.7841	120.1719
11	1.0000	0.9999	0.9996	0.57720	0.57724	0.57698	0.9999	1.0003	0.9993	0.99970	1.00010	0.99911	-119.8741	-120.2510	-119.8749
12	1.0001	0.9999	0.9997	0.57729	0.57724	0.57704	0.0007	0.0013	0.0008	0.00071	0.00128	0.00084	0.0605	-0.2480	0.1075
13	1.0004	0.9991	0.9996	0.57744	0.57679	0.57701	1.0000	0.9993	0.9998	0.99984	0.99916	0.99961	120.1129	119.7369	120.1502
14	1.0000	0.9993	1.0002	0.57718	0.57689	0.57647	1.0013	1.0074	0.9967	1.00126	1.00724	0.99627	-119.8852	-120.4065	-119.7083
15	1.0024	0.9956	1.0009	0.57858	0.57493	0.57767	0.0278	0.0450	0.0183	0.02779	0.04500	0.01826	0.3240	-0.5450	0.2210
16	0.9990	1.0039	1.0024	0.57661	0.57969	0.57851	1.0056	0.9943	1.0048	1.00559	0.99422	1.00436	120.1083	119.5195	120.2921
17	0.9971	0.9954	1.0008	0.57551	0.57478	0.57762	0.9901	1.0077	0.9948	0.99010	1.00760	0.99441	-119.7044	-120.5594	-119.7363

Рисунок 19 – Страница «Гармонические составляющие напряжения»

Таблица 34 - Поля страницы «Гармонические составляющие напряжения»

Название	Описание
$K_{U(n)}$, %	Коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения (фазные и линейные значения), $n = (2...50)$
СКЗ $U(n)$, В	Среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей напряжения (фазные и линейные значения), $n = (2...50)$
$\varphi_{UAB(n)}$, ° ($\varphi_{UBC(n)}$, $\varphi_{UCA(n)}$)	Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазных напряжений, $n = (2...50)$

1.3.8.10 На странице «Гармонические составляющие мощности» (описание полей **Таблица 35, Рисунок 20**) в табличной форме отображаются значения следующих величин:

- активная фазная мощность основной частоты $P_{\phi(1)}$;
- активная трехфазная мощность основной частоты $P_{(1)}$;
- активная фазная мощность n -ой гармонической составляющей $P_{\phi(n)}$, $n = (2...50)$;
- активная трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $P_{(n)}$, $n = (2...50)$;
- реактивная фазная мощность основной частоты $Q_{\phi(1)}$;
- реактивная трехфазная мощность основной частоты $Q_{(1)}$;
- реактивная фазная мощность n -ой гармонической составляющей $Q_{\phi(n)}$, $n = (2...50)$;
- реактивная трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $Q_{(n)}$, $n = (2...50)$;
- полная фазная мощность основной частоты $S_{\phi(1)}$;
- полная трехфазная мощность основной частоты $S_{(1)}$;
- полная фазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{\phi(n)}$, $n = (2...50)$;
- полная трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{(n)}$, $n = (2...50)$.

Гармонические составляющие мощности

Обновить
Сохранить как CSV

№ Гармоники	P _{ф(n)} (P _(n)), Вт				Q _{ф(n)} (Q _(n)), Вар				S _{ф(n)} (S _(n)), ВА			
	A	B	C	ABC	A	B	C	ABC	A	B	C	ABC
1	57.6999	57.7072	57.6997	173.1068	-0.0128	-0.0250	-0.0275	-0.0653	57.7000	57.7072	57.6997	173.1068
2	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
3	0.0057	0.0057	0.0057	0.0171	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0001	0.0057	0.0057	0.0057	0.0171
4	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
5	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
6	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
7	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
8	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
9	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
10	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
11	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
12	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
13	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
14	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
15	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
16	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
17	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173
18	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0058	0.0058	0.0173

Рисунок 20 – Страница «Гармонические составляющие мощности»

Таблица 35 - Поля страницы «Гармонические составляющие мощности»

Название	Описание
P _{ф(n)} (P _(n)), Вт	Активная фазная мощность n -ой гармонической составляющей, $n = (2...50)$ (активная трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей, $n = (2...50)$)
Q _{ф(n)} (Q _(n)), Вар	Реактивная фазная мощность n -ой гармонической составляющей $n = (2...50)$ (реактивная трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $n = (2...50)$)
S _{ф(n)} (S _(n)), ВА	Полная фазная мощность n -ой гармонической составляющей, $n = (2...50)$ (полная трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $n = (2...50)$)

1.3.8.11 На странице «Интергармонические составляющие тока» (описание полей **Таблица 36, Рисунок 21**) в табличной форме отображаются значения следующих величин:

- коэффициент m -й интергармонической составляющей тока $K_{I(m)}$, $m = (1...49)$;
- среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей тока $I_{(m)}$, $m = (1...49)$.

Интергармонические составляющие тока

Обновить
Сохранить как CSV

№ интергармоники	Коэффициенты $K_I(m)$, %			СКЗ $I(m)$, А		
	A	B	C	A	B	C
1	0.9999	0.9995	0.9998	0.01000	0.00999	0.00999
2	0.9999	1.0001	1.0001	0.00999	0.01000	0.01000
3	0.9995	0.9996	0.9992	0.00999	0.00999	0.00999
4	0.9989	0.9985	0.9984	0.00999	0.00998	0.00998
5	1.0004	1.0003	0.9995	0.01000	0.01000	0.00999
6	0.9996	1.0006	1.0004	0.00999	0.01000	0.01000
7	0.9996	1.0002	1.0000	0.00999	0.01000	0.01000
8	1.0000	1.0003	0.9999	0.01000	0.01000	0.00999
9	1.0005	1.0004	0.9999	0.01000	0.01000	0.00999
10	0.9999	1.0004	0.9998	0.00999	0.01000	0.00999
11	1.0000	1.0002	0.9995	0.01000	0.01000	0.00999
12	0.9999	1.0001	0.9999	0.00999	0.01000	0.00999
13	1.0002	1.0007	0.9996	0.01000	0.01000	0.00999
14	1.0000	0.9998	0.9996	0.01000	0.01000	0.00999
15	1.0003	0.9997	1.0006	0.01000	0.00999	0.01000
16	0.9995	1.0001	1.0001	0.00999	0.01000	0.01000
17	1.0004	0.9999	0.9999	0.01000	0.00999	0.00999
18	1.0001	0.9999	0.9995	0.01000	0.00999	0.00999

Рисунок 21 – Страница «Интергармонические составляющие тока»

Таблица 36 - Поля страницы «Интергармонические составляющие тока»

Название	Описание
$K_{I(m)}$, %	Коэффициент m -й интергармонической составляющей тока, $m = (1 \dots 49)$;
СКЗ $I(m)$, А	Среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей тока, $m = (1 \dots 49)$.

1.3.8.12 На странице «Интергармонические составляющие напряжения» (описание полей **Таблица 37, Рисунок 22**) в табличной форме отображаются значения следующих величин:

- коэффициент m -й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$ (фазные и линейные значения), $m = (1 \dots 49)$;
- среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей напряжения $U_{(m)}$ (фазные и линейные значения), $m = (1 \dots 49)$.

Интергармонические составляющие напряжения

Обновить
Сохранить как CSV

№ интергармоники	Коэффициенты КУ(m), %			СКЗ U(m), В			Коэффициенты КУ(m), %			СКЗ U(m), В		
	A	B	C	A	B	C	AB	BC	CA	AB	BC	CA
1	1.0002	1.0000	1.0000	0.57736	0.57728	0.57730	1.1548	0.0029	1.1548	1.15464	0.00290	1.15466
2	0.9999	0.9994	1.0004	0.57717	0.57697	0.57752	0.5773	0.9999	0.5772	0.57719	0.99975	0.57711
3	0.9996	0.9998	0.9993	0.57698	0.57716	0.57686	0.5772	0.9996	0.5771	0.57709	0.99948	0.57783
4	0.9987	0.9987	0.9990	0.57647	0.57986	0.56872	1.1509	0.0332	1.1399	1.15862	0.03323	1.13993
5	0.9864	1.0048	1.0000	0.56944	0.57997	0.58196	0.5869	1.0086	0.5677	0.58678	1.00832	0.56768
6	0.9934	1.0006	1.0005	0.57344	0.57752	0.57761	0.5668	0.9902	0.5684	0.56668	0.99000	0.56843
7	0.9974	0.9992	0.9953	0.57579	0.57672	0.57459	1.1525	0.0246	1.1502	1.15223	0.02458	1.15028
8	1.0025	0.9998	1.0078	0.57870	0.57787	0.58180	0.5911	1.0127	0.5837	0.59095	1.01243	0.58369
9	1.0068	0.9999	0.9927	0.58123	0.57714	0.57314	0.5614	0.9873	0.5801	0.56124	0.98703	0.58010
10	1.0064	0.9992	1.0068	0.58099	0.57672	0.58123	1.1568	0.0456	1.1620	1.15645	0.04562	1.16203
11	1.0067	0.9998	0.9959	0.58114	0.57785	0.57498	0.6065	1.0095	0.5744	0.60632	1.00923	0.57440
12	1.0021	1.0009	1.0010	0.57848	0.57766	0.57790	0.5506	0.9901	0.5097	0.55047	0.98983	0.58970
13	1.0000	1.0009	1.0020	0.57731	0.57767	0.57848	1.1529	0.0664	1.1555	1.15257	0.06636	1.15556
14	0.9963	1.0006	0.9958	0.57514	0.57754	0.57488	0.6102	1.0096	0.5648	0.61003	1.00940	0.56483
15	0.9951	1.0005	1.0046	0.57443	0.57744	0.58000	0.5468	0.9858	0.5836	0.54665	0.98560	0.58358
16	0.9992	0.9989	0.9994	0.57680	0.57664	0.57693	1.1537	0.0008	1.1538	1.15357	0.00081	1.15363
17	0.9992	0.9989	0.9995	0.57680	0.57666	0.57698	0.5766	0.9986	0.5763	0.57653	0.99850	0.57616
18	0.9993	0.9991	0.9997	0.57681	0.57676	0.57713	0.5774	1.0000	0.5776	0.57736	0.99985	0.57748

Рисунок 22 – Страница «Интергармонические составляющие напряжения»

Таблица 37 - Поля страницы «Интергармонические составляющие напряжения»

Название	Описание
КУ(m), %	Коэффициент m -й интергармонической составляющей напряжения (фазные и линейные значения), $m = (1...49)$
СКЗ U (m),В	Среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей напряжения (фазные и линейные значения), $m = (1...49)$.

1.3.8.13 На странице «Учет электроэнергии» (описание полей **Таблица 38, Рисунок 23**) в табличной форме представлены результаты измерений электроэнергии (16 счетчиков) по тарифным зонам и суммарно:

- 1) активная энергия в направлении «прием» (обозначение A+);
- 2) активная энергия в направлении «отдача» (обозначение A-);
- 3) реактивная энергия в направлении «прием» (обозначение R+);
- 4) реактивная энергия в направлении «отдача» (обозначение R-);
- 5) реактивная энергия первого квадранта (обозначение R1);
- 6) реактивная энергия второго квадранта (обозначение R2);
- 7) реактивная энергия третьего квадранта (обозначение R3);
- 8) реактивная энергия четвертого квадранта (обозначение R4);
- 9) активная энергия основной частоты в направлении «прием» (обозначение (A+)(1));
- 10) активная энергия основной частоты в направлении «отдача» (обозначение (A-)(1));
- 11) реактивная энергия основной частоты в направлении «прием» (обозначение (R+)(1));
- 12) реактивная энергия основной частоты в направлении «отдача» (обозначение (R-)(1));
- 13) активная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «прием» (обозначение (A+)1);
- 14) активная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «отдача» (обозначение (A-)1);
- 15) реактивная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «прием» (обозначение (R+)1);

16) реактивная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «отдача» (обозначение (R-)1).

Учёт электроэнергии

Тариф	A+ (кВт·ч)	A- (кВт·ч)	R+ (квар·ч)	R- (квар·ч)	R1 (квар·ч)	R2 (квар·ч)	R3 (квар·ч)	R4 (квар·ч)
T1	44.632	0.105	21.716	0.000	21.432	0.284	0.000	0.000
T2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ΣT	44.633	0.105	21.716	0.000	21.432	0.284	0.000	0.000

Обновить | Сохранить как CSV

Энергия основной составляющей и прямой последовательности

Показатель	Значение, кВт·ч (квар·ч)
(A+)(1)	30.428
(A-)(1)	0.005
(R+)(1)	7.412
(R-)(1)	0.000
(A+)1	10.054
(A-)1	0.000
(R+)1	2.373
(R-)1	0.000

Рисунок 23 – Страница «Учет электроэнергии»

Таблица 38 - Поля страницы «Учет электроэнергии»

Название	Описание
A+, кВт·ч(квар·ч)	Активная энергия в направлении «прием»
A-, кВт·ч(квар·ч)	Активная энергия в направлении «отдача»
R+, кВт·ч(квар·ч)	Реактивная энергия в направлении «прием»
R-, кВт·ч(квар·ч)	Реактивная энергия в направлении «отдача»
R1 - R4, кВт·ч(квар·ч)	Реактивная энергия первого-четвертого квадранта
(A+)(1), кВт·ч(квар·ч)	Активная энергия основной частоты в направлении «прием»
(A-)(1), кВт·ч(квар·ч)	Активная энергия основной частоты в направлении «отдача»
(R+)(1), кВт·ч(квар·ч)	Реактивная энергия основной частоты в направлении «прием»
(R-)(1), кВт·ч(квар·ч)	Реактивная энергия основной частоты в направлении «отдача»
(A+)1	Активная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «прием»
(A-)1	Активная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «отдача»
(R+)1	Реактивная энергия прямой последовательности напряжения и тока в направлении «прием»
T1-T8	Тариф

1.3.8.14 На странице «Параметры сети» (*Рисунок 24, Рисунок 25*) в табличной форме отображаются значения следующих величин.

«Сумма фаз»:

- активная трехфазная мощность P ;
- реактивная трехфазная мощность Q ;
- полная трехфазная мощность S ;
- коэффициент мощности трехфазный K_P ;
- соотношение реактивной и активной трехфазной мощности ($tg \varphi$).

Параметры сети

Обновить Сохранить как CSV

Измеряемая величина	Значение
Сумма фаз	
Активная мощность, Вт (P)	174.7872
Реактивная мощность, вар (Q)	-0.0786
Полная мощность, ВА (S)	174.7872
Коэффициент мощности	1.000
Тангенс фи	-0.000
Фаза А	
Ток, А	1.00433
Напряжение, В	58.0001
Активная мощность, Вт (P)	58.2516
Реактивная мощность, вар (Q)	-0.0291
Полная мощность, ВА (S)	58.2516
Коэффициент мощности	1.000
Тангенс фи	0.004
Угол сдвига между током и напряжением	-0.0209
Фаза В	
Ток, А	1.00445
Напряжение, В	58.0136
Активная мощность, Вт (P)	58.2720

Рисунок 24 – Страница «Параметры сети»

Фаза В	
Ток, А	1.00445
Напряжение, В	58.0136
Активная мощность, Вт (P)	58.2720
Реактивная мощность, вар (Q)	-0.0280
Полная мощность, ВА (S)	58.2720
Коэффициент мощности	1.000
Тангенс фи	0.004
Угол сдвига между током и напряжением	-0.0224
Фаза С	
Ток, А	1.00445
Напряжение, В	58.0065
Активная мощность, Вт (P)	58.2645
Реактивная мощность, вар (Q)	-0.0390
Полная мощность, ВА (S)	58.2645
Коэффициент мощности	1.000
Тангенс фи	0.003
Угол сдвига между током и напряжением	-0.0200
Другое	
Частота (Гц)	49.9970
Температура (°C)	+43

Рисунок 25 – Страница «Параметры сети» (продолжение)

Примечание:

Показатели точности отношения реактивной и активной трехфазной мощности ($tg \varphi$) не нормируются, справочное значение.

«Фаза А» («Фаза В», «Фаза С»):

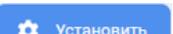
- активная фазная мощность P_{ϕ} ;
- реактивная фазная мощность Q_{ϕ} ;
- полная фазная мощность S_{ϕ} ;
- коэффициент мощности фазный K_P ;
- соотношение реактивной и активной фазной мощности ($tg \varphi$);
- угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты φ_{UI} .

Примечание:

Показатели точности отношения реактивной и активной фазной мощности ($tg \varphi$) не нормируются, справочное значение.

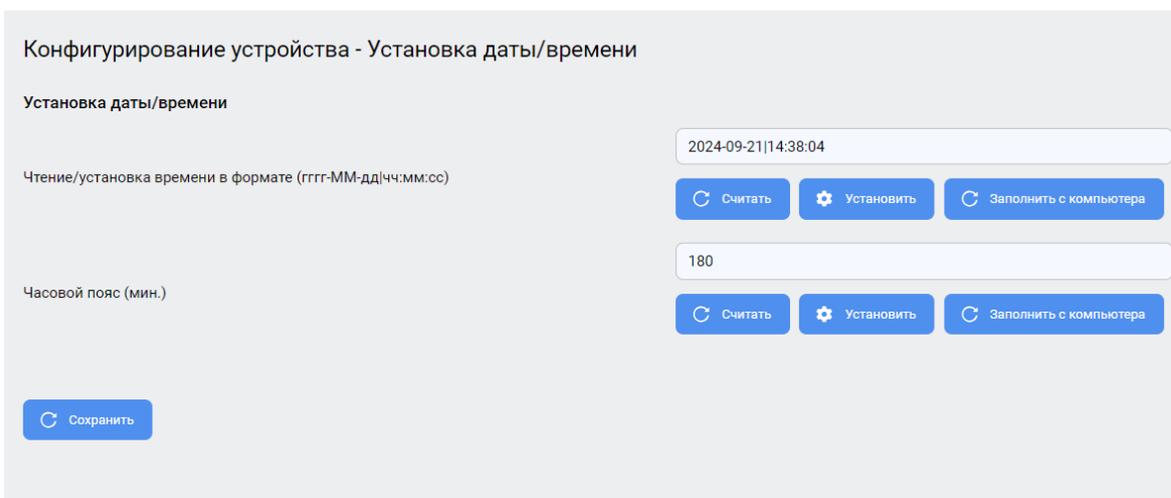
«Другое»:

- частота переменного тока f .

1.3.8.15 Страница «Конфигурирование устройства – Установка даты/времени» (описание полей **Рисунок 26**) позволяет считывать текущее значение даты и времени (кнопка ) , устанавливать дату и время путем ручной записи значений (поле) или путем считывания значений из компьютера, к которому подсоединен счетчик (кнопка ) . Запись установленных значений в счетчик выполняется нажатием кнопки  .

Таким же образом настраивается смещение ШВ встроенных часов (часовой пояс) в ШВ UTC(SU) в минутах.

Оба параметра (дата и время и часовой пояс) записываются в счетчик нажатием кнопки  .



Конфигурирование устройства - Установка даты/времени

Установка даты/времени

Чтение/установка времени в формате (rrgg-MM-дд|чч:мм:сс)

2024-09-21|14:38:04

Часовой пояс (мин.)

180

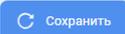


Рисунок 26 – Страница «Конфигурирование устройства – Установка даты/времени»

1.3.8.16 Страница «Конфигурирование устройства – Синхронизация времени» (описание полей **Таблица 39, Рисунок 27**) позволяет настраивать параметры синхронизации времени.

Параметр «Источник синхронизации времени сигналов ТС/ТИ/ТТИ» влияет на простановку меток времени при работе счетчика как устройства телемеханики, метки времени

при учете электроэнергии, измерении ПКЭ, параметров напряжения, тока, мощности и энергии, ведении журналов присваиваются только встроенными часами.

Значения параметра «Источник синхронизации времени сигналов ТС/ТИ/ТТИ» выбираются из выпадающего списка, возможные значения:

- RTC (внутр. часы) – источником точного времени являются встроенные часы;
- RTP – точное время получается по протоколу RTP;
- SNTP – точное время получается по протоколу SNTP;
- IEC104 – точное время получается по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004;
- IEC101 – точное время получается по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006.

Параметр «Источник автоподстройки внутренних часов» служит для выбора способа (протокола) синхронизации ШВ счетчика от внешнего источника.

Значения параметра «Источник автоподстройки внутренних часов» выбираются из выпадающего списка, возможные значения:

- нет (только СПОДЭС) – автоматическая синхронизация отсутствует, возможна синхронизация по команде в соответствии с информационной моделью СПОДЭС;
- RTP – автоматическая синхронизация по протоколу RTP;
- SNTP – автоматическая синхронизация по протоколу SNTP.

Выбранные параметры записываются в счетчик нажатием кнопки

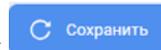
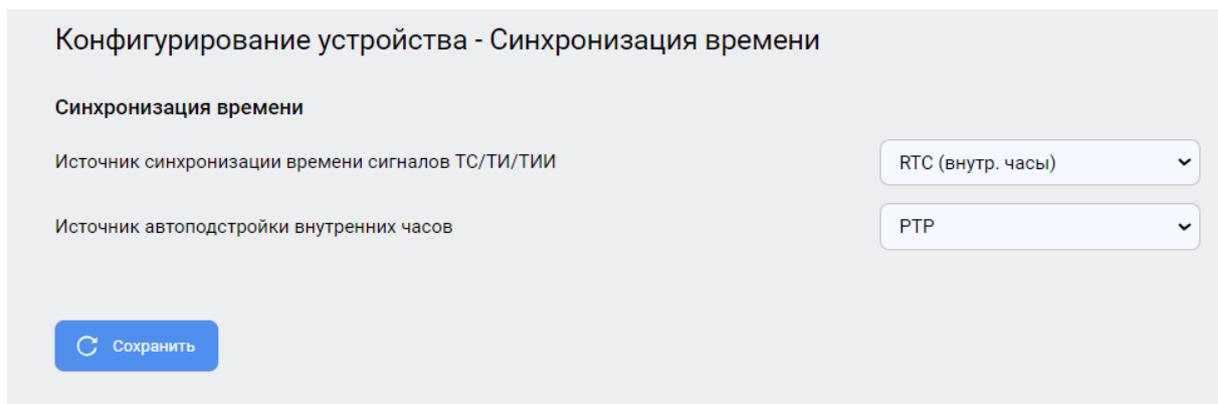



Рисунок 27 – Страница «Конфигурирование устройства – Синхронизация времени»

Таблица 39 - Поля страницы «Конфигурирование устройства – Синхронизация времени»

Название	Описание
RTC (внутр. Часы)	Источником точного времени являются встроенные часы;
RTP	Точное время получается по протоколу RTP
SNTP	Точное время получается по протоколу SNTP
IEC104	Точное время получается по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004
IEC101	Точное время получается по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006
нет (только СПОДЭС)	Автоматическая синхронизация отсутствует, возможна синхронизация по команде в соответствии с информационной моделью СПОДЭС
RTP*	Автоматическая синхронизация по протоколу RTP
SNTP*	Автоматическая синхронизация по протоколу SNTP
*Значения параметра «Источник автоподстройки внутренних часов»	

1.3.8.17 Страница «Конфигурирование устройства – RTP» (описание полей *Таблица 40*, *Рисунок 28*) позволяет настраивать параметры синхронизации по протоколу RTP.

Параметры конфигурации настраиваются в соответствии со стандартом IEEE 1588-2008 (IEEE 1588 v2). Запись настроек в счетчик осуществляется нажатием кнопки



Конфигурирование устройства - PTP

Протокол точного времени IEEE 1588v2

Протокол синхронизации времени

Транспортный протокол

Режим MAC-адреса назначения IEEE 802.3

Механизм расчета задержки

Размер фильтра стабилизации расчета задержки

Доп. задержка приема (при несимметрии сети), нс

Доп задержка передачи (при несимметрии сети), нс

Макс. смещение между часами мастера и слейва (нс), при которой остаемся в режиме PTP_SLAVE (точная синхронизация)

Смещение между часами мастера и слейва (нс), при превышении которого переходим из PTP_SLAVE в режим PTP_UNCALIBRATED (грубая синхронизация)

Макс. смещение часов между мастером и слейвом, при котором всё еще производится плавная подстройка часов слейва, нс

Рисунок 28 – Страница «Конфигурирование устройства – PTP»

Таблица 40 - Поля страницы «Конфигурирование устройства – PTP»

Название	Описание
Протокол синхронизации времени	<i>Включение/выключение</i> протокола синхронизации времени
Транспортный протокол	Выбор вида транспортного протокола: <i>UDP_IPV4/IEEE_802_3</i> По умолчанию: UDP_IPV4
Режим MAC-адреса назначения IEEE 802.3	Выбор режима MAC-адреса: <i>Обычный/все 01-1B-19-00-00-00/все 01-80-C2-00-00-0E</i> По умолчанию: 01-1B-19-00-00-00
Механизм расчета задержки	Выбор механизма расчёта задержки: <i>End-to-End/Peer-to-Peer</i> По умолчанию: End-to-End
Размер фильтра стабилизации расчёта задержки	Выбор размера фильтра стабилизации расчёта задержки По умолчанию: 11
Доп. задержка приема (при несимметрии сети), нс	Установка времени доп. задержки приема По умолчанию: 2
Доп. задержка передачи (при несимметрии сети), нс	Установка времени доп. задержки передачи По умолчанию: 1
Макс. смещение между часами мастера и слейва	Установка максимального времени смещения между часами мастера и слейва

Название	Описание
(нс), при которой остаемся в режиме PTP_SLAVE (точная синхронизация)	По умолчанию: 999
Смещение между часами мастера и слейва (нс), при превышении которого переходим из PTP_SLAVE в режим PTP_UNCALIBRATRD (грубая синхронизация)	Установка времени смещения между часами мастера и слейва По умолчанию: 3001
Макс. смещение часов между мастером и слейвом, при котором всё ещё производится плавная подстройка часов слейва, нс	Установка времени смещения часов между мастером и слейвом По умолчанию: 10001

Страница «Конфигурирование устройства – SNTP» (описание полей *Таблица 41, Рисунок 29*) позволяет настраивать параметры синхронизации по протоколу SNTP. Запись настроек в счетчик осуществляется нажатием кнопки 

Конфигурирование устройства - SNTP

Протокол синхронизации времени по компьютерной сети

Протокол синхронизации времени выкл

Получение IP-адресов серверов по DHCP использовать заданные IP-адреса №№1, 2

IP-адрес сервера №1

IP-адрес сервера №2

Рисунок 29 – Страница «Конфигурирование устройства – SNTP»

Таблица 41 - Поля страницы «Конфигурирование устройства – SNTP»

Название	Описание
Протокол синхронизации времени	Включение/выключение протокола синхронизации времени
Получение IP-адресов серверов по DHCP	Выбор способа получения IP-адресов: <i>Вкл/использовать заданные IP-адреса №№1,2</i> По умолчанию: использовать заданные IP-адреса №№1,2
IP-адрес сервера №1	Указание IP-адрес сервера №1 По умолчанию: 0.0.0.0
IP-адрес сервера №2	Указание IP-адрес сервера №2 По умолчанию: 0.0.0.0

1.3.8.18 Страница «Конфигурирование устройства – RS485» (описание полей *Таблица 42, Рисунок 30*) позволяет настраивать параметры работы двух интерфейсов RS-485. В параметрах конфигурации задается режим работы порта (согласно информационной модели СПОДЭС или по ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006), скорость обмена, длину слова, количество стоповых бит контроль четности. Запись настроек в счетчик осуществляется нажатием кнопки



Конфигурирование устройства - RS485

Uart1

Режим порта СПОДЭС ▾

Скорость обмена 9600 бод ▾

Длина слова 8 бит ▾

Кол-во стоповых бит 1 ▾

Контроль четности нет ▾

Uart2

Режим порта СПОДЭС ▾

Скорость обмена 9600 бод ▾

Длина слова 8 бит ▾

Кол-во стоповых бит 1 ▾

Контроль четности четн. ▾

Сохранить

Рисунок 30 – Страница «Конфигурирование устройства – RS485»

Таблица 42 - Поля страницы «Конфигурирование устройства – RS485»

Название	Описание
Режим порта	Выбор режима порта: <i>Выключен/МЭК/СПОДЭС</i> По умолчанию: МЭК
Скорость обмена	Выбор скорости обмена: <i>300/600/1200/2400/4800/9600/14400/19200/38400/57600/15200 бод</i> По умолчанию: 115200 бод
Длина слова	Выбор длины слова: <i>7/8/9 бит</i> По умолчанию: 8 бит

Название	Описание
Кол-во стоповых бит	Выбора количества стоповых бит: 1/2 По умолчанию: 1
Контроль четности	Выбор контроля чётности: Нет/четн./нечетн По умолчанию: нет

1.3.8.19 Страница «Конфигурирование устройства – Ethernet» (описание полей *Таблица 43, Рисунок 31*) позволяет настраивать параметры работы интерфейса Ethernet: параметры бесшовного резервирования по стандарту IEC 62439-3, сетевые настройки (сетевой протокол DHCP, MAC-адрес счетчика, статический IP-адрес счетчика, маска подсети, адрес шлюза, адреса первичного и вторичного DNS-серверов). Запись настроек в счетчик осуществляется нажатием кнопки  .

Конфигурирование устройства - Ethernet

Протокол бесшовного резервирования IEC 62439-3

Протокол резервирования PRP выкл. ▾

Сохранять RCT-таг в принятом пакете выкл. (по умолчанию) ▾

Отбрасывание дубликатов вкл. (по умолчанию) ▾

MAC-адрес сети назначения 01-15-4E-00-01-00

IP-адрес + MAC

Получение IP-адреса по протоколу DHCP выкл. ▾

MAC-адрес счетчика DE-AD-BE-EF-00-06

Статический IP-адрес счетчика 192.168.0.168

Маска подсети 255.255.255.0

Адрес шлюза 0.0.0.0

Адрес первичного DNS-сервера 0.0.0.0

Адрес вторичного DNS-сервера 0.0.0.0



Рисунок 31 – Страница «Конфигурирование устройства – Ethernet»

Таблица 43 - Поля страницы «Конфигурирование устройства – Ethernet»

Название	Описание
Протокол резервирования PRP	Включение/выключение протокола резервирования PRP По умолчанию: Выкл.
Сохранять RCT-таг в принятом пакете	Включение/выключение сохранения RCT-таг в принятом пакете: Выкл. (по умолчанию)/ вкл. (для тестирования/отладки)
Отбрасывание дубликатов	Включение/выключение отбрасывания дубликатов: Выкл. (по умолчанию)/ вкл. (для тестирования/отладки)
MAC-адрес сети назначения	Указание MAC-адреса сети назначения По умолчанию: 01-15-4E-00-01-00
Получение IP-адреса по протоколу DHCP	Включение/выключение получения IP-адреса по протоколу DHCP По умолчанию: вкл.
MAC-адрес счётчика	Указание MAC-адреса счётчика По умолчанию: DE-AD-BE-EF-00-06
Статический IP-адрес счётчика	Указание статического IP-адреса счётчика По умолчанию: 192.168.5.127
Маска подсети	Указание маски подсети По умолчанию: 255.255.255.0
Адрес шлюза	Указание адреса шлюза По умолчанию: 192.168.0.127
Адрес первичного DNS-сервера	Указание адреса первичного DNS-сервера По умолчанию: 0.0.0.0
Адрес вторичного DNS-сервера	Указание адреса вторичного DNS-сервера По умолчанию: 0.0.0.0

1.3.8.20 Страница «Конфигурирование устройства – МЭК101» (описание полей **Таблица 44, Рисунок 32 - Рисунок 36**) позволяет настраивать параметры работы двух устройств UART. Параметры конфигурации настраиваются в соответствии со стандартом ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006. Запись настроек в счетчик осуществляется нажатием кнопки



Конфигурирование устройства - МЭК101

Режим работы UART1 (протокол и соотв. параметры), МЭК101

МЭК101 адрес станции	<input type="text" value="1"/>
МЭК101 размер поля СА	<input type="text" value="1 байт"/>
МЭК101 размер поля причины передачи	<input type="text" value="1 байт"/>
МЭК101 размер поля адреса элемента информации	<input type="text" value="1 байт"/>
МЭК101 широковещательный размер поля СА	<input type="text" value="1 байт"/>
МЭК101 широковещательный размер поля причины передачи	<input type="text" value="1 байт"/>
МЭК101 широковещательный размер поля адреса элемента информации	<input type="text" value="1 байт"/>
МЭК101 таймаут потери синхронизации, сек	<input type="text" value="60"/>
МЭК101 стартовый адрес ТС	<input type="text" value="0"/>
МЭК101 стартовый адрес ТИ	<input type="text" value="0"/>
МЭК101 стартовый адрес ТИИ	<input type="text" value="0"/>
МЭК101 стартовый адрес ТУ	<input type="text" value="0"/>
МЭК101 стартовый адрес ТУ	<input type="text" value="0"/>
МЭК101 все битовые маски разрешения сигналов ТС	<input type="checkbox"/> Сигналы ТС (МЭК101)
МЭК101 битовая маска 1 разрешения сигналов ТС	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 2

Рисунок 32 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК101»

МЭК101 все битовые маски разрешения сигналов ТС	<input type="checkbox"/> Сигналы ТС (МЭК101)
МЭК101 битовая маска 1 разрешения сигналов ТС	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 2
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 3
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 4
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 5
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 6
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 7
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 8
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 9
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 10
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 11
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 12
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 13
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 14
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 15
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 16
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 17
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 18
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 19
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 20
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 21
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 22
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 23
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 24
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 25
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 26
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 27
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 28
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 29
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 30
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 31
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 32
МЭК101 битовая маска 2 разрешения сигналов ТС	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 33
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 34

Рисунок 33 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК101. Битовые маски разрешения сигналов ТС»

МЭК101 все битовые маски разрешения сигналов ТИ

МЭК101 битовая маска 1 разрешения сигналов ТИ

МЭК101 битовая маска 2 разрешения сигналов ТИ

- Сигналы ТИ (МЭК101)
- Сигнал ТИ 1
- Сигнал ТИ 2
- Сигнал ТИ 3
- Сигнал ТИ 4
- Сигнал ТИ 5
- Сигнал ТИ 6
- Сигнал ТИ 7
- Сигнал ТИ 8
- Сигнал ТИ 9
- Сигнал ТИ 10
- Сигнал ТИ 11
- Сигнал ТИ 12
- Сигнал ТИ 13
- Сигнал ТИ 14
- Сигнал ТИ 15
- Сигнал ТИ 16
- Сигнал ТИ 17
- Сигнал ТИ 18
- Сигнал ТИ 19
- Сигнал ТИ 20
- Сигнал ТИ 21
- Сигнал ТИ 22
- Сигнал ТИ 23
- Сигнал ТИ 24
- Сигнал ТИ 25
- Сигнал ТИ 26
- Сигнал ТИ 27
- Сигнал ТИ 28
- Сигнал ТИ 29
- Сигнал ТИ 30
- Сигнал ТИ 31
- Сигнал ТИ 32
- Сигнал ТИ 33
- Сигнал ТИ 34
- Сигнал ТИ 35

Рисунок 34 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК101. Битовые маски разрешения сигналов ТИ»

МЭК101 все битовые маски разрешения сигналов ТИИ Сигналы ТИИ (МЭК101)

МЭК101 битовая маска 1 разрешения сигналов ТИИ

- Сигнал ТИИ 1
- Сигнал ТИИ 2
- Сигнал ТИИ 3
- Сигнал ТИИ 4
- Сигнал ТИИ 5
- Сигнал ТИИ 6
- Сигнал ТИИ 7
- Сигнал ТИИ 8
- Сигнал ТИИ 9
- Сигнал ТИИ 10
- Сигнал ТИИ 11
- Сигнал ТИИ 12
- Сигнал ТИИ 13
- Сигнал ТИИ 14
- Сигнал ТИИ 15
- Сигнал ТИИ 16
- Сигнал ТИИ 17
- Сигнал ТИИ 18
- Сигнал ТИИ 19
- Сигнал ТИИ 20
- Сигнал ТИИ 21
- Сигнал ТИИ 22
- Сигнал ТИИ 23
- Сигнал ТИИ 24
- Сигнал ТИИ 25
- Сигнал ТИИ 26
- Сигнал ТИИ 27
- Сигнал ТИИ 28
- Сигнал ТИИ 29
- Сигнал ТИИ 30
- Сигнал ТИИ 31
- Сигнал ТИИ 32

МЭК101 битовая маска 2 разрешения сигналов ТИИ

- Сигнал ТИИ 33
- Сигнал ТИИ 34

Рисунок 35 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК101. Битовые маски разрешения сигналов ТИИ»

МЭК101 таймаут приема пакета, мс

МЭК101 пауза при переключении с приема на передачу, мс

Рисунок 36 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК101. Таймаут приема пакета. Пауза при переключении с приема на передачу»

Таблица 44- Поля страницы «Конфигурирование устройства – МЭК101»

Название	Описание
МЭК101 адрес станции	Указание адреса станции По умолчанию: 10
МЭК101 размер поля СА	Выбор размера поля СА По умолчанию: 1 байт
МЭК101 размер поля причины передачи	Выбор размера поля причины передачи: <i>1 / 2 байта</i>

Название	Описание
	По умолчанию: 2 байта
МЭК101 размер поля адреса элемента информации	Выбор размера поля адреса элемента информации: <i>1/2/3 байта</i> По умолчанию: 3 байта
МЭК101 широковещательный размер поля СА	Выбор широковещательного размера поля СА По умолчанию: 1 байт
МЭК101 широковещательный размер поля причины передачи	Выбор широковещательного размера поля причины передачи: <i>1 / 2 байта</i> По умолчанию: 2 байта
МЭК101 широковещательный размер поля адреса элемента информации	Выбор широковещательного размера поля адреса элемента информации: <i>1/2/3/4 байта</i> По умолчанию: 3 байта
МЭК101 таймаут потери синхронизации, сек	Указание таймаута потери синхронизации По умолчанию: 37856
МЭК101 стартовый адрес ТС	Указание стартового адреса ТС По умолчанию: 65000
МЭК101 стартовый адрес ТИ	Указание стартового адреса ТИ По умолчанию: 64999
МЭК101 стартовый адрес ТИИ	Указание стартового адреса ТИИ По умолчанию: 1
МЭК101 стартовый адрес ТУ	Указание стартового адреса ТУ По умолчанию: 2
МЭК101 стартовый адрес ТУ	Указание стартового адреса ТУ По умолчанию: 0
МЭК101 все битовые маски разрешения сигналов ТС	Выбор всех битовых масок разрешения сигналов ТС По умолчанию: отключено
МЭК101 битовая маска 1 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 1 - Сигнал ТС 32</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 2 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 33 - Сигнал ТС 64</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 3 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 65 - Сигнал ТС 96</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 4 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 97 - Сигнал ТС 128</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 5 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 129- Сигнал ТС 160</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 все битовые маски разрешения сигналов ТИ	Выбор сигналы ТИ По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 1 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 1 - Сигнал ТИ 32</i>

Название	Описание
	По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 2 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 33 - Сигнал ТИ 64</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 3 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 65 - Сигнал ТИ 96</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 4 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 97 - Сигнал ТИ 128</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 5 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 129- Сигнал ТИ 160</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 все битовые маски разрешения сигналов ТИИ	Выбор сигналы ТИИ По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 1 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 1 - Сигнал ТИИ 32</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 2 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 33 - Сигнал ТИИ 64</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 3 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 65 - Сигнал ТИИ 96</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 4 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 97 - Сигнал ТИИ 128</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 битовая маска 5 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 129- Сигнал ТИИ 160</i> По умолчанию: выключено
МЭК101 таймаут приема пакета, мс	Указание времени таймаута приема пакета По умолчанию: 250
МЭК101 пауза при переключении с приема на передачу, мс	Указание времени паузы при переключении с приема на передачу По умолчанию: 300

1.3.8.21 Страница «Конфигурирование устройства – МЭК104» (описание полей **Таблица 45, Рисунок 37 - Рисунок 41**) позволяет настраивать параметры работы по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004. Параметры конфигурации настраиваются в соответствии со стандартом ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004. Запись настроек в счетчик осуществляется

нажатием кнопки



Конфигурирование устройства - МЭК104

МЭК 104

Протокол МЭК104	вкл.
Адрес станции (совпадает с адресом ASDU)	1
Размер поля общего адреса	2 байта
Размер поля причины передачи	2 байта
Размер поля IEC адреса элемента информации	3 байта
Макс. кол-во кадров I, которые можно передать не получая подтверждения	1
Макс. кол-во кадров I, которые можно принять без посылки уведомления S	1
Таймаут на установление соединения, сек	30
Время (сек) ожидания подтверждения последнего посланного кадра формата (I), waitNR	15
Максимальный период (сек), с которым мастер может выдавать S для подтверждения N полученных кадров I	10
Период (сек), с которым станция посылает TESTFR для тестирования канала при отсутствии кадров	20
Таймаут задержки (сек) на посылку первого кадра формата I после установления START_ACT/START_ACT_ACK	0
Стартовый адрес ТС	1
Стартовый адрес ТИ	1

Рисунок 37 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК104»

МЭК104 все битовые маски разрешения сигналов ТС	<input type="checkbox"/> Сигналы ТС (МЭК104)
МЭК104 битовая маска 1 разрешения сигналов ТС	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 2
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 3
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТС 4
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 5
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 6
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 7
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 8
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 9
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 10
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 11
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 12
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 13
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 14
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 15
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 16
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 17
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 18
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 19
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 20
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 21
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 22
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 23
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 24
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 25
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 26
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 27
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 28
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 29
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 30
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 31
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 32
МЭК104 битовая маска 2 разрешения сигналов ТС	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 33
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 34
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТС 35

Рисунок 38 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК104. Битовые маски разрешения сигналов ТС»

МЭК104 все битовые маски разрешения сигналов ТИ	<input type="checkbox"/> Сигналы ТИ (МЭК104)
МЭК104 битовая маска 1 разрешения сигналов ТИ	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТИ 2
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 3
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТИ 4
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 5
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 6
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 7
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 8
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 9
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 10
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 11
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 12
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 13
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 14
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 15
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 16
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 17
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 18
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 19
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 20
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 21
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 22
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 23
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 24
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 25
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 26
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 27
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 28
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 29
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 30
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 31
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 32
МЭК104 битовая маска 2 разрешения сигналов ТИ	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 33
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 34
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИ 35

Рисунок 39 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК104. Битовые маски разрешения сигналов ТИ»

МЭК104 все битовые маски разрешения сигналов ТИИ	<input type="checkbox"/> Сигналы ТИИ (МЭК104)
МЭК104 битовая маска 1 разрешения сигналов ТИИ	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 2
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 3
	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 4
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 5
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 6
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 7
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 8
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 9
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 10
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 11
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 12
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 13
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 14
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 15
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 16
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 17
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 18
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 19
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 20
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 21
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 22
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 23
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 24
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 25
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 26
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 27
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 28
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 29
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 30
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 31
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 32
МЭК104 битовая маска 2 разрешения сигналов ТИИ	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 33
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 34
	<input type="checkbox"/> Сигнал ТИИ 35

Рисунок 40 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК104. Битовые маски разрешения сигналов ТИИ»

Максимальное кол-во обычных клиентов (с любым IP-адресом)	<input type="text" value="3"/>
Максимальное кол-во клиентов с фикс. IP-адресом	<input type="text" value="3"/>
IP-адрес фикс. клиента №1	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
IP-адрес фикс. клиента №2	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
IP-адрес фикс. клиента №3	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
IP-адрес фикс. клиента №4	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
IP-адрес фикс. клиента №5	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
IP-адрес фикс. клиента №6	<input type="text" value="0.0.0.0"/>

Рисунок 41 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК104. Максимальное количество клиентов. IP-адрес фикс. клиента»

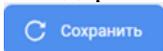
Таблица 45 - Поля страницы «Конфигурирование устройства – МЭК104»

Название	Описание
Протокол МЭК104	Выбор протокола МЭК104: <i>Вкл./Выкл</i> По умолчанию: Выкл.
Адрес станции (совпадает с адресом ASDU)	Указание адреса станции По умолчанию: 10
Размер поля общего адреса	Выбор размера поля общего адреса: <i>1 / 2 байта</i> По умолчанию: 2 байта
Размер поля причины передачи	Выбор размера поля причины передачи: <i>1 / 2 байта</i> По умолчанию: 2
Размер поля IEC адреса элемента информации	Выбор размера поля IEC адреса элемента информации: <i>1/2/3/4 байта</i> По умолчанию: 3
Макс. кол-во кадров I, которые можно передать не получая подтверждения	Указание максимального количества кадров I, которые можно передать, не получая подтверждения По умолчанию: 8
Макс. кол-во кадров I, которые можно принять без посылки уведомления S	Указание максимального количества кадров I, которые можно принять без посылки уведомления S По умолчанию: 1
Таймаут на установление соединения, сек	Указание времени таймаута на установление соединения По умолчанию: 1

Название	Описание
Время (сек) ожидания подтверждения последнего посланного кадра формата (I), waitNR	Указание времени ожидания подтверждения последнего посланного кадра формата (I) По умолчанию: 16
Максимальный период (сек), с которым мастер может выдавать S для подтверждения N полученных кадров I	Указание максимального периода, с которым мастер может выдавать S для подтверждения N полученных кадров I По умолчанию: 11
Период (сек), с которым станция посылает TESTFR для тестирования канала при отсутствии кадров	Указание периода, с которым станция посылает TESTFR для тестирования канала при отсутствии кадров По умолчанию: 21
Таймаут задержки (сек) на посылку первого кадра формата I после установления STAR_ACT/ STAR_ACT_ACK	Указание времени таймаута задержки на посылку первого кадра формата I после установления STAR_ACT/ STAR_ACT_ACK По умолчанию: 1
Стартовый адрес ТС	Указание стартового адреса ТС По умолчанию: 2
Стартовый адрес ТИ	Указание стартового адреса ТИ По умолчанию: 3
Стартовый адрес ТИИ	Указание стартового адреса ТИИ По умолчанию: 4
Стартовый адрес ТУ	Указание стартового адреса ТУ По умолчанию: 5
МЭК104 все битовые маски разрешения сигналов ТС	Выбор всех битовых масок разрешения сигналов ТС По умолчанию: отключено
МЭК104 битовая маска 1 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 1 - Сигнал ТС 32</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 2 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 33 - Сигнал ТС 64</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 3 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 65 - Сигнал ТС 96</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 4 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 97 - Сигнал ТС 128</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 5 разрешения сигналов ТС	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТС: <i>Сигнал ТС 129- Сигнал ТС 160</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 все битовые маски разрешения сигналов ТИ	Выбор сигналы ТИ По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 1 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 1 - Сигнал ТИ 32</i> По умолчанию: выключено

Название	Описание
МЭК104 битовая маска 2 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 33 - Сигнал ТИ 64</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 3 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 65 - Сигнал ТИ 96</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 4 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 97 - Сигнал ТИ 128</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 5 разрешения сигналов ТИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИ: <i>Сигнал ТИ 129- Сигнал ТИ 160</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 все битовые маски разрешения сигналов ТИИ	Выбор сигналы ТИИ По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 1 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 1 - Сигнал ТИИ 32</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 2 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 33 - Сигнал ТИИ 64</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 3 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 65 - Сигнал ТИИ 96</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 4 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 97 - Сигнал ТИИ 128</i> По умолчанию: выключено
МЭК104 битовая маска 5 разрешения сигналов ТИИ	Выбор битовой маски 1 разрешения сигналов ТИИ: <i>Сигнал ТИИ 129- Сигнал ТИИ 160</i> По умолчанию: выключено
Максимальное количество обычных клиентов (с любым IP-адресом)	Указание максимального количества обычных клиентов (с любым IP-адресом) По умолчанию: 3
Максимальное количество обычных клиентов с фикс. IP-адресом	Указание максимального количества обычных клиентов с фикс. IP-адресом По умолчанию: 3
IP-адрес фикс. клиента № 1 - 6	Указание IP-адреса фикс. клиента № 1 – 6 По умолчанию: 0.0.0.0

1.3.8.22 Страница «Конфигурирование устройства – МЭК61850» (описание полей **Таблица 46, Рисунок 42, Рисунок 43**) позволяет настраивать параметры публикации SV-поток счетчика модификации ...-MU. Параметры конфигурации настраиваются в соответствии со стандартом IEC 61850-9-2. Запись настроек в счетчик осуществляется нажатием кнопки



Конфигурирование устройства - МЭК61850

Режим ТЕСТ (61850)

Режим ТЕСТ (61850)

IEC 61850-9-2

Публикатор протокола IEC 61850-9-2 (SV)

Формат по соглашению IEC 61850-9-2LE

Режим семплирования 1-го экземпляра SV, на период 20мс

MAC-адрес сети назначения

Идентификатор svId для режима SV20

Идентификатор svId для режима SV24

Идентификатор svId для режима SV80

Идентификатор svId для режима SV96

Идентификатор svId для режима SV256

Идентификатор svId для режима SV288

Поле APPID

Поле VLANID

Рисунок 42 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК61850. Начало»

Поле VLAN PRIORITY

Включить в пакет тэг VLAN

Режим семплирования 2 экземпляра SV, на период 20мс

MAC-адрес сети назначения

Идентификатор svId для режима SV20

Идентификатор svId для режима SV24

Идентификатор svId для режима SV80

Идентификатор svId для режима SV96

Идентификатор svId для режима SV256

Идентификатор svId для режима SV288

Поле APPID

Поле VLANID

Поле VLAN PRIORITY

Включить VLAN

Рисунок 43 – Страница «Конфигурирование устройства – МЭК61850. Продолжение»

Таблица 46 - Поля страницы «Конфигурирование устройства – МЭК61850»

Название	Описание
Режим ТЕСТ (61850)	Включение/выключение режима TEST: <i>Включен/Выключен</i> По умолчанию: Выключен
Публикатор протокола IEC 61850-9-2 (SV)	Включение/выключение публикатора протокола IEC 61850-9-2 (SV): <i>Вкл./Выкл.</i> По умолчанию: Выкл.
Формат по соглашению IEC 61850-9-2 LE	Включение/выключение формата по соглашению IEC 61850-9-2 LE: <i>Выкл (3I+3U)/вкл.(4I+4U)</i> По умолчанию: Выкл.
Режим семплирования 1-го экземпляра SV, на период 20 мс	Выбор режима семплирования 1-го экземпляра SV, на период 20 мс: <i>20/24/80/96/256/288 точек</i> По умолчанию: 288 точек
MAC-адрес сети назначения	Указание MAC-адреса сети назначения По умолчанию: 01-0C-CD-04-00-01
Идентификатор svld для режима SV20 (SV24, SV80, SV96, SV256, SV288)	Указание идентификатора svld По умолчанию: 0001MU0021/0001MU0025/0001MU0002/0001MU0097/0001MU0003/0001MU0289
Поле APPID	Указание поля APPID По умолчанию: 16385
Поле VLANID	Указание поля VLANID По умолчанию: 4095
Поле VLAN PRIORITY	Указание поля VLAN PRIORITY По умолчанию: 7
Включить в пакет тэг VLAN	Включение/выключение в пакет тэг VLAN: <i>Выкл./вкл.</i> По умолчанию: выкл.
Режим семплирования 2 экземпляра SV, на период 20 мс	Выбор режима семплирования 2 экземпляра SV, на период 20 мс: <i>20/24/80/96/256/288 точек</i> По умолчанию: 288 точек
MAC-адрес сети назначения	Указание MAC-адреса назначения По умолчанию: 01-0C-CD-04-00-01

Название	Описание
Идентификатор slvd для режима SV20 (SV24, SV80, SV 96, SV 256, SV288) (для второго экземпляра)	Указание идентификатора slvd По умолчанию: 0001MU0021/0001MU0025/0001MU0002/0001MU0097/0001MU0003/0001MU0289

1.3.8.23 Страница «Конфигурирование устройства – Настройки каналов измерений» (описание полей **Таблица 47, Рисунок 44**) позволяет установить коэффициенты трансформации измерительных трансформаторов тока и напряжения для измерений с учетом этих коэффициентов, а также получить информацию о номинальных значениях напряжения и тока, классах точности измерений активной и реактивной энергии, классе по ГОСТ 30804.4.30-2013 и ГОСТ IEC 61000-4-30-2017. Запись настроек в счетчик осуществляется нажатием кнопки



Конфигурирование устройства - Настройки каналов измерения

Коэффициенты трансформации

Коэффициент трансформации тока

Коэффициент трансформации напряжения

Константы

Номинальное фазное/линейное напряжение, В

Номинальный ток, А

Класс точности измерений активной энергии

Класс точности измерений реактивной энергии

Класс измерений ПКЭ (при наличии функционала)

Рисунок 44 – Страница «Конфигурирование устройства – Настройка каналов измерения»

Таблица 47 – Поля страницы «Конфигурирование устройства – Настройка каналов измерения»

Название	Описание
Коэффициент трансформации тока	Установка коэффициента трансформации тока

Название	Описание
Коэффициент трансформации напряжения	Установка коэффициента трансформации напряжения
Номинальное фазное/линейное напряжение, В	Константа номинального фазного/линейного напряжения Согласно модификации датчика
Номинальный ток, А	Константа номинального тока Согласно модификации датчика
Класс точности измерений активной энергии	Константа класса точности измерений активной энергии Согласно модификации датчика
Класс точности измерений реактивной энергии	Константа класса точности измерений реактивной энергии Согласно модификации датчика
Класс измерений ПКЭ (при наличии функционала)	Константа класса измерений ПКЭ (при наличии функционала) Согласно модификации датчика

1.3.8.24 Страница «Конфигурирование устройства – Дисплей (описание полей *Таблица 48, Рисунок 45*) позволяет настроить автоматическое пролистывание страниц дисплея счетчика (вкл./выкл.). Запись настроек в счетчик осуществляется нажатием кнопки 

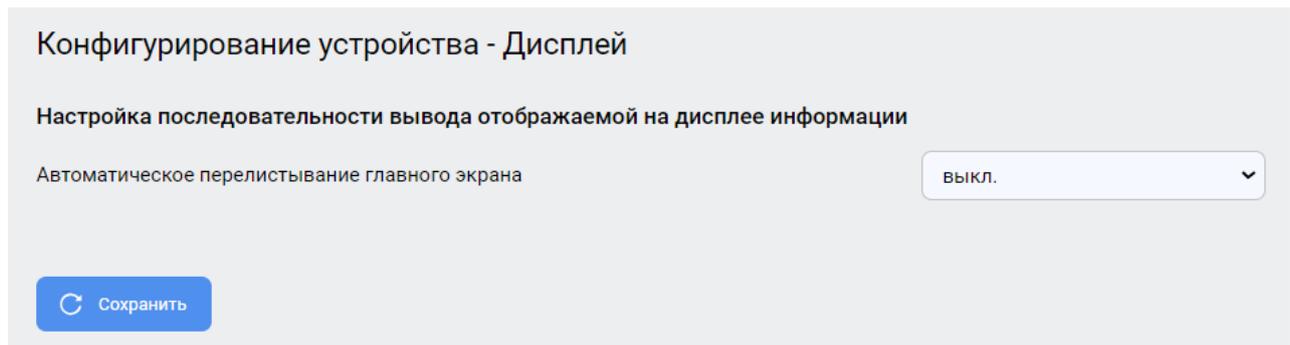


Рисунок 45 – Страница «Конфигурирование устройства – Дисплей»

Таблица 48 – Поля страницы «Конфигурирование устройства – Дисплей»

Название	Описание
Автоматическое перелистывание главного экрана	Включение/выключение автоматического перелистывания главного экрана: <i>Вкл./выкл.</i> По умолчанию: выкл.

1.3.8.25 Страница «Конфигурирование устройства – Журналы (описание полей *Таблица 49, Рисунок 46*) позволяет удалять записи из журналов, выбираемых из выпадающего меню. Очистка журнала осуществляется нажатием кнопки 

Примечание:

Информационной моделью СПОДЭС очистка журналов коррекций данных, внешних воздействий, самодиагностики, коррекции времени запрещена. Очистить данные журналы счетчика невозможно.

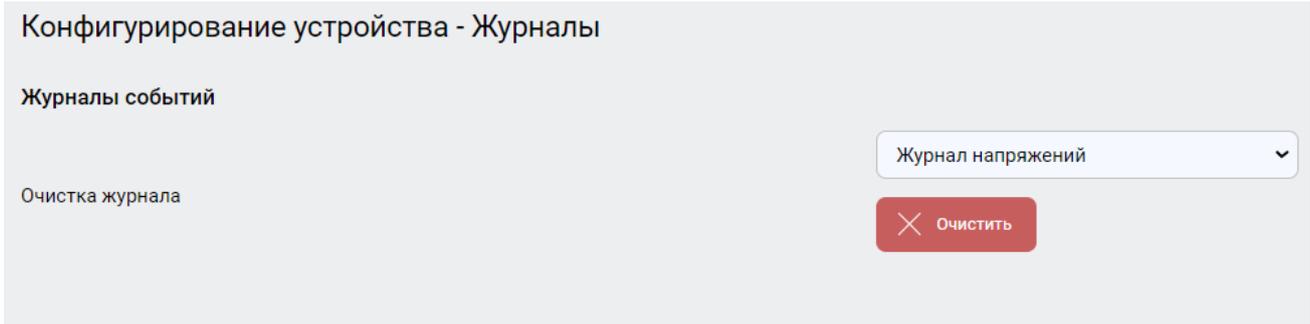


Рисунок 46 – Страница «Конфигурирование устройства – Журналы»

Таблица 49 – Поля страницы «Конфигурирование устройства – Журналы»

Название	Описание
Очистка журнала	Выбор очистка какого из журналов будет производиться: <i>Журнал напряжений/ Журнал токов/ Журнал включений/выключений ПУ/ Журнал обновлений конфигурации/ Журнал внешних воздействий/ Журнал коммуникационных событий/ Журнал контроля доступа/ Журнал диагностики и инициализации/ Журнал тангенсов/ качества/ Журнал дискретных входов/выходов</i> По умолчанию: Журнал напряжений

1.3.8.26 Страница «Журналы событий» (описание полей *Таблица 50, Рисунок 47*) позволяет просматривать события, записанные в журналы в соответствии с информационной моделью СПОДЭС.

В выпадающем списке поля «Выбор журнала» выбирается наименование журнала. В выпадающем списке «Фильтрация по дате» выбирается вид выборки по дате («Выбрать все» или «Задать период»). При выборе «Задать период» в полях «Начало периода» и «Конец периода» появляется установить дату и время начала и конца периода выборки. Установка даты и времени возможна как при помощи клавиатуры, так и посредством выпадающего календаря.

Просмотр журнала событий в соответствии с выбранными условиями выборки вызывается нажатием кнопки .

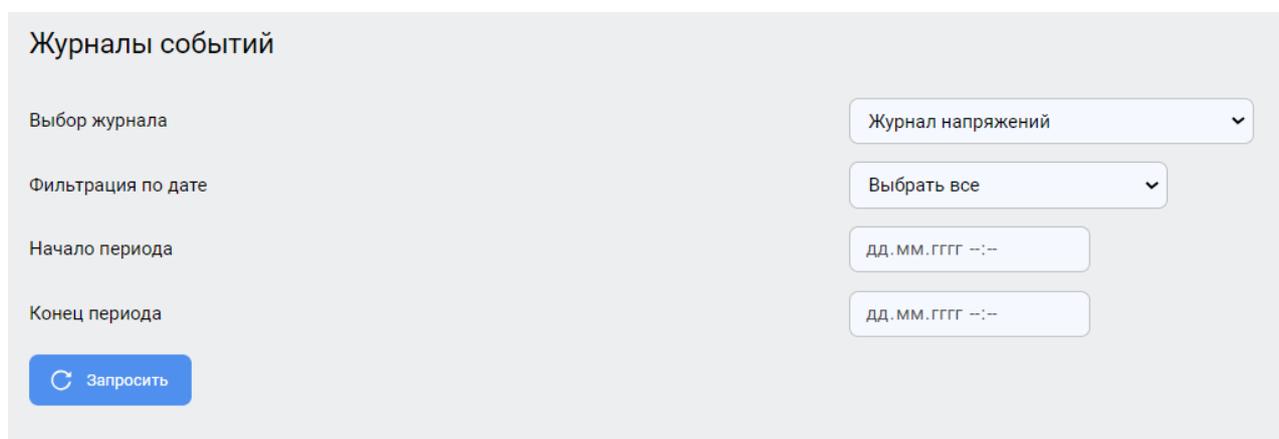
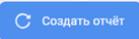
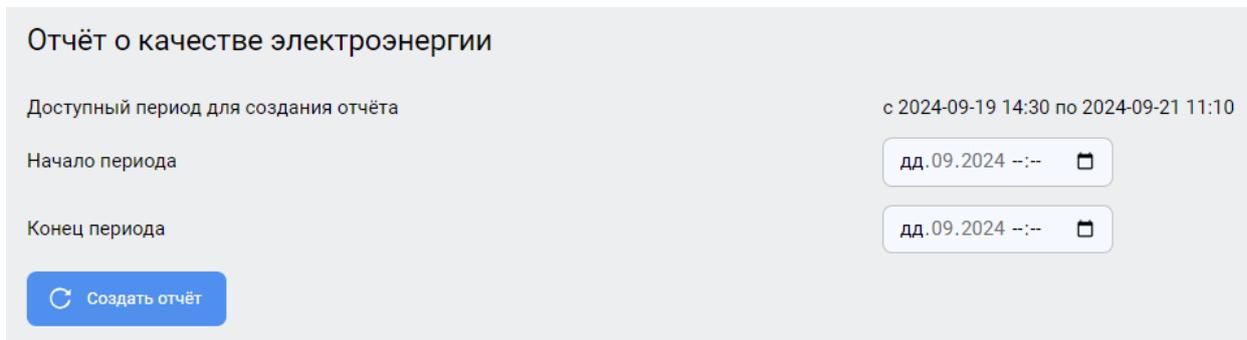


Рисунок 47 – Страница «Журналы событий»

Таблица 50 – Поля страницы «Журналы событий»

Название	Описание
Выбор журнала	Выбор журнала: Журнал напряжений/ Журнал токов/ Журнал включений/выключений ПУ/ Журнал обновлений конфигурации/ Журнал внешних воздействий/ Журнал коммуникационных событий/ Журнал контроля доступа/ Журнал диагностики и инициализации/ Журнал тангенсов/ качества/ Журнал дискретных входов/выходов По умолчанию: Журнал напряжений
Фильтрация по дате	Указание фильтра по дате: Выбрать все/Задать период По умолчанию: Выбрать все
Начало периода	Указать дату начала периода
Конец периода	Указать дату конца периода

1.3.8.27 Страница «Отчет о качестве электроэнергии» (описание полей *Таблица 51*, *Рисунок 48*) позволяет формировать в формате pdf протоколы испытаний по форме, рекомендованной ГОСТ 33073-2014. Для формирования протокола необходимо выбрать период аналогично выбору на странице «Журналы событий» (п. 1.3.8.25), затем нажать кнопку 


Рисунок 48 – Страница «Отчет о качестве электроэнергии»
Таблица 51 – Поля страницы «Отчет о качестве электроэнергии»

Название	Описание
Начало периода	Указать дату начала периода
Конец периода	Указать дату конца периода

1.3.9 Работа с использованием встроенного telnet-сервера

1.3.9.1 Встроенный telnet-сервер используется для контроля метрологических характеристик измерений параметров событий напряжения и смещения формируемой счетчиком ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколам РТР и NTP.

1.3.9.2 Связь с telnet-сервером устанавливается по порту 23. Рекомендуется использовать клиенты PuTTY, MobaXterm и т.п., возможно также использовать командную строку Windows.

1.3.9.3 Проверка метрологических характеристик измерений событий напряжения выполняется в следующей последовательности:

- 1) Установить связь ПК со счетчиком по протоколу telnet.

2) Ввести консольную команду `rke DSI_RESET` (сброс информации о зарегистрированных событиях напряжения), команду необходимо вводить перед подачей каждого испытательного сигнала.

3) Ввести консольную команду `rke DSI` для наблюдения событий напряжения (фазные значения) или `rke DSI_LIN` (линейные значения).

4) При помощи калибратора – источника эталонных сигналов подать на счетчик эталонный сигнал провала напряжения или прерывания напряжения или перенапряжения.

5) Зафиксировать значения характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений, измеренные устройством, в выводе консоли:

SWELL – параметры перенапряжений (K_{per_u} – коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$, $Duration$ – длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перU}$, $Count$ – число перенапряжений);

DIP – параметры провалов напряжения ($Residual$ – остаточное напряжение, dUp – глубина провала напряжения δU_n , $Duration$ – длительность провала напряжения Δt_n , $Count$ – число провалов напряжения);

INTERRUPT – параметры прерываний напряжения ($Residual$ – остаточное напряжение, dUp – глубина прерывания напряжения δU_{np} , $Duration$ – длительность прерывания напряжения Δt_{np} , $Count$ – число прерываний напряжения).

6) По показаниям калибратора и зафиксированным значениям параметров событий напряжения рассчитать необходимые показатели точности.

1.3.9.4 Определение абсолютного смещения формируемой счетчиком шкалы времени относительно шкалы времени внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника

1.3.9.4.1 Определение абсолютного смещения формируемой счетчиком ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу РТР.

1) Смещение формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника при синхронизации по протоколу РТР определяется с использованием устройства синхронизации времени TOPAZ Метроном PTS (далее – УСВ).

2) Собрать схему, приведенную на рисунке 12.

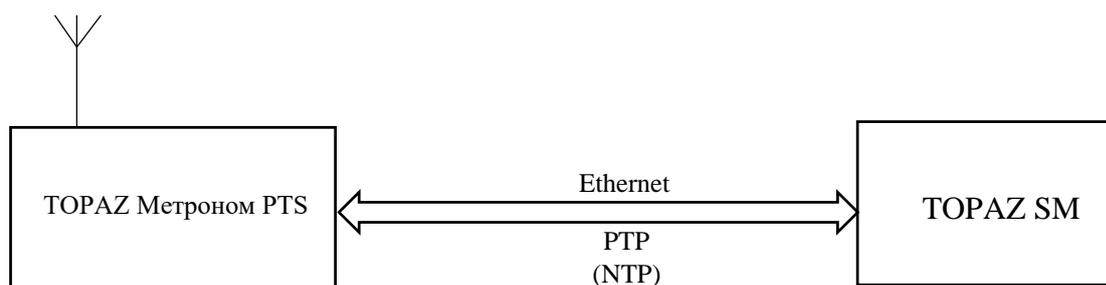


Рисунок 49 – Схема определения смещения ШВ счетчика

3) Установить связь ПК со счетчиком по протоколу telnet.

4) В соответствии с руководством по эксплуатации настроить УСВ для работы в режиме master RTR-протокола, счетчик – в режиме slave RTR-протокола, дождаться устойчивой синхронизации по протоколу RTR

5) После появления устойчивой синхронизации по протоколу RTR ввести в консоли счетчика команду `rtr`.

6) В строке `Gen. Mismatch Limit` наблюдать процесс измерений (изменяется N – число измерений), дождаться окончания измерений ($N=100/100$) и считать значение абсолютного

смещения формируемой счетчиком ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу РТР в нс.

1.3.9.4.2 Определение абсолютного смещения формируемой счетчиком ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу NTP

1) Смещение формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника при синхронизации по протоколу NTP определяется с использованием УСВ.

2) Собрать схему, приведенную на рисунке 12.

3) Установить связь ПК со счетчиком по протоколу telnet.

4) В соответствии с руководством по эксплуатации настроить счетчик для работы в режиме NTP сервера уровня stratum II, (синхронизированного по протоколу NTP от УСВ через интерфейс Ethernet). Дождаться устойчивой синхронизации по протоколу NTP/

5) После появления устойчивой синхронизации по протоколу NTP ввести в консоли счетчика команду sntp.

6) В строке Gen. Mismatch Limit наблюдать процесс измерений (изменяется N – число измерений), дождаться окончания измерений ($N=30/30$) и считать значение абсолютного смещения формируемой счетчиком ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу NTP в мкс.

1.3.9.4.3 При исполнении команд ptr и sntp для определения смещения ШВ (offset) счетчик использует стандартные возможности протоколов РТР и NTP, выполняя соответственно 100 и 30 измерений величины offset. Обработка результатов измерений выполняется по следующему алгоритму и расчетным формулам.

1) Оценивается среднее арифметическое значение измеренного значения offset по формуле:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (2)$$

где T_i – i -й результат измерений;

n – число измерений ($n=100$ для РТР и $n=30$ для NTP).

2) Вычисляется среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

3) Вычисляется СКО среднего арифметического по формуле:

$$S_{\bar{T}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

4) Рассчитываются доверительные границы случайной погрешности по формуле:

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{T}} \quad (5)$$

где t – коэффициент Стьюдента, равный 2,042 при $n \geq 30$ и доверительной вероятности 95 %.

5) Оцениваются границы неисключенной систематической погрешности (НСП) при числе НСП m менее 3 по формуле:

$$\Theta_{\Sigma} = \pm \sum_{i=1}^m |\Theta_i| \quad (6)$$

Для применяемой методики расчета смещения ШВ в формуле (6) необходимо учитывать одну составляющую – погрешность, связанную с дискретностью меток времени часов счетчика. Для опорной частоты, используемой в часах счетчика, равной 240 МГц, погрешность, связанная с дискретностью меток времени счетчика, составляет

$$\Theta_1 = \pm \frac{1}{240 \cdot 10^6} = \pm 4,2 \cdot 10^{-9} \text{ с} = \pm 4,2 \text{ нс} \quad (7)$$

б) Оцениваются доверительные границы погрешности по формуле:

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma} \quad (8)$$

где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисключенной систематической погрешности; коэффициент K рассчитывается по формуле (11);

S_{Σ} – суммарное СКО, вычисляемое по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_T^2} \quad (9)$$

где S_{Θ} – СКО неисключенной систематической погрешности, вычисляемое по формуле:

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \quad (10)$$

7) Коэффициент K из формулы (8) вычисляется по формуле:

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_T + S_{\Theta}} \quad (11)$$

8) Пределы допускаемого абсолютного смещения формируемой счетчиком ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу RTP или NTP определяются по формуле:

$$\Delta T = \pm (|\bar{T}| + \Delta) \quad (12)$$

1.4 Комплектность

Комплектность счетчиков указана в таблице 31.

Таблица 52 – Комплектность счетчиков

Наименование	Обозначение	Количество
Счетчик электрической энергии	TOPAZ SM	1 шт.
Паспорт	ПЛСТ.411152.001 ПС	1 экз.
Руководство по эксплуатации	ПЛСТ.411152.001 РЭ	1 экз.
Примечание: 1. Руководство по эксплуатации размещено на сайте изготовителя www.tpz.ru 2. Сервисное ПО «TOPAZ SM Configurator» не входит в комплектность счетчиков и поставляется по отдельному заказу		

1.5 Маркировка и пломбирование счетчиков

1.5.1 Маркировка

Маркировка счетчика соответствует требованиям ГОСТ 31818.11-2012 и ГОСТ 25372-95 (МЭК 387-92).

На счетчик наносится следующая информация:

- 1) наименование и товарный знак изготовителя;
- 2) обозначение типа счетчика, знак утверждения типа и единый знак обращения на рынке ЕАЭС;
- 3) обозначение модификации счетчика;
- 4) число фаз и проводов цепи, для которой счетчик предназначен (счетчик с тремя измерительными элементами, каждый из которых имеет по одной цепи напряжения и цепи тока, с подключением по методу трех ваттметров по ГОСТ 25372-95);
- 5) заводской номер;
- 6) месяц и год изготовления;
- 7) номинальное напряжение;
- 8) номинальный и максимальный ток;
- 9) номинальная частота;
- 10) обозначение классов точности счетчика при измерениях активной и реактивной электроэнергии;
- 11) обозначение класса характеристик процесса измерений по ГОСТ 30804.4.30-2013;
- 12) обозначение двунаправленного счетчика;
- 13) знак для счетчиков в изолирующем корпусе класса защиты II;
- 14) испытательное напряжение изоляции;
- 15) условное обозначение измеряемых энергий (активной и реактивной);
- 16) постоянные счетчика для активной и реактивной энергии;
- 17) обозначение счетчика с вторичным счетным механизмом, подключаемого через измерительные трансформаторы;
- 18) коэффициенты трансформаторов тока и напряжения, а также множитель, равный произведению коэффициентов трансформации трансформаторов (на клеммной крышке);
- 19) обозначение стандартов (ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.22-2012, ГОСТ 31819.23-2012, ГОСТ 30804.4.30-2013 и ГОСТ ИЕС 61000-4-30-2017) и технических условий ТУ 26.51.63-030-89466010-2020;
- 20) схема подключения, маркировка зажимов счетчика цифрами (на клеммной крышке).

Примечание:

1. При неприменимости какого-либо обозначения для счетчика конкретной модификации, данное обозначение не наносится.
2. Часть обозначений наносится отметками на соответствующих полях и блоках.
3. По заказу покупателя на корпус может наноситься QR код с согласованной информацией. QR код выполняется по ГОСТ Р ИСО/МЭК 18004-2015, форма символики QR Code Model 2, уровень исправления ошибок Рида-Соломона «Н»; информация может быть считана стандартным приложением на смартфоне, планшете или ином мобильном устройстве. Также возможно нанесение информации о покупателе (наименование, логотип и контактные данные).

Лицевая панель счетчика с маркировочными обозначениями и знаками представлена на рисунке 5.

1.5.2 Пломбирование

Защита от несанкционированного доступа с целью изменения результатов измерений, параметров настройки, заводских градуировочных коэффициентов, встроенного программного обеспечения, журнала событий осуществляется, в том числе, на аппаратном уровне (электронные пломбы клеммной крышки и корпуса счетчика, датчик магнитного поля, физические пломбы).

На рисунке 13 показаны места ограничения доступа к местам настройки (регулировки).

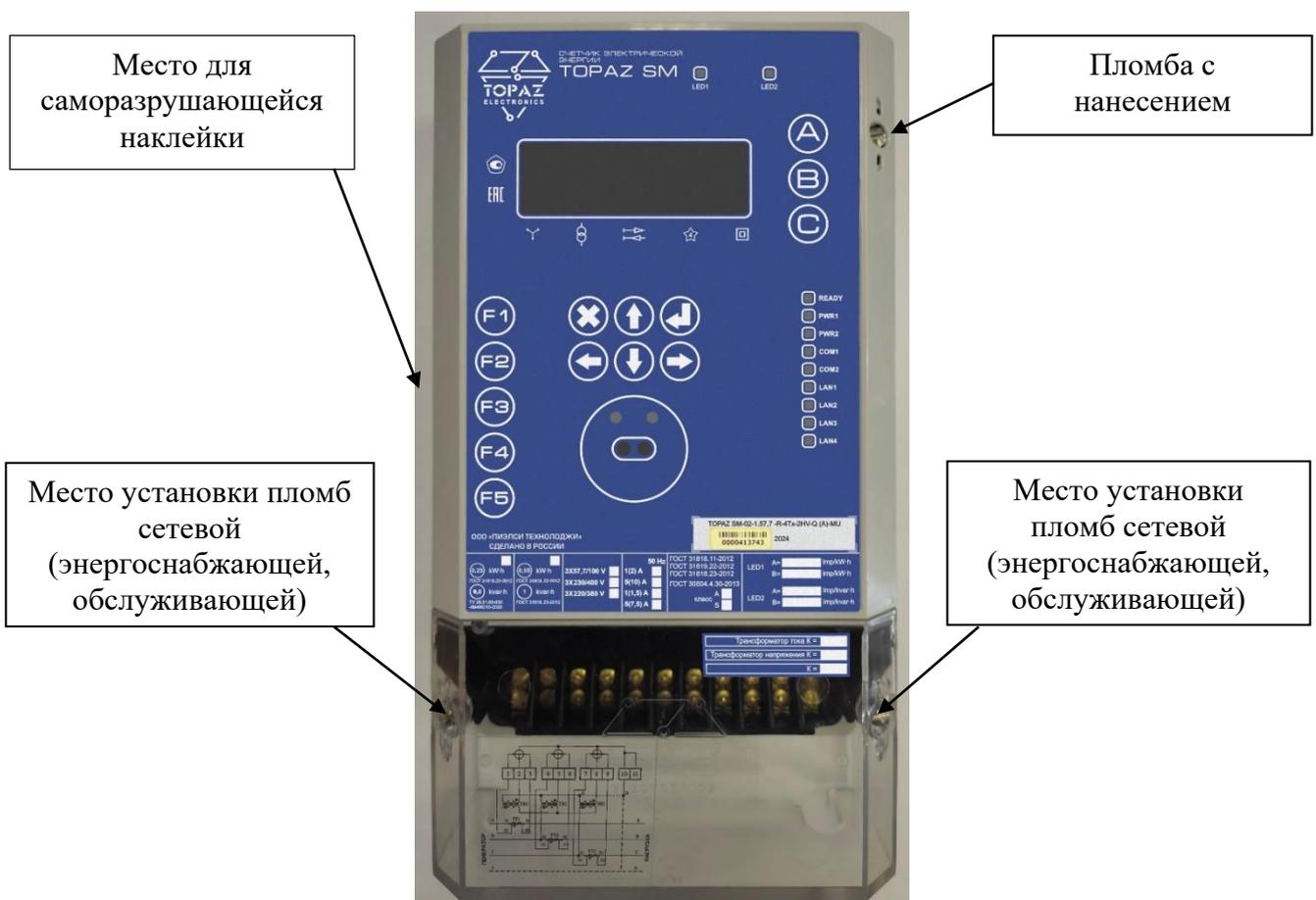


Рисунок 50 – Общий вид счетчика с указанием мест ограничения доступа к местам настройки (регулировки)

1.6 Упаковка

Упаковка счетчиков соответствует ГОСТ 23216-78 и ГОСТ 9181-74

Счетчики размещаются в коробке из гофрированного картона.

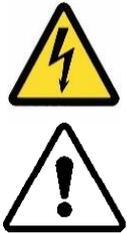
Эксплуатационная документация вложена в потребительскую тару вместе со счетчиком.

В потребительскую тару вложена товаросопроводительная документация, в том числе упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и условное обозначение;
- дату упаковки;
- подпись лица, ответственного за упаковку.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения



- Монтаж счетчиков должен проводить персонал, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже III для электроустановок до 1000 В, и изучивший данное руководство по эксплуатации.
- Во время монтажа, эксплуатации и технического обслуживания счетчиков необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»
- На лице, проводящем монтаж, лежит ответственность за производство работ в соответствии с настоящим руководством, требованиями безопасности и электромагнитной совместимости.
- В случае возникновения неисправности необходимо отключить питание от счетчика, демонтировать и передать его в ремонт.
- Производитель не несет ответственность за ущерб, вызванный неправильным монтажом, нарушением правил эксплуатации или использованием оборудования не по назначению.

2.2 Подготовка счетчиков к использованию

2.2.1 Распаковка и внешний осмотр

Счетчики в потребительской упаковке необходимо выдержать в нормальных условиях в течение не менее 2 ч.

Затем вскрыть упаковку, извлечь счетчик и провести внешний осмотр.

Счетчик не должен иметь внешних повреждений, маркировка должна легко читаться и соответствовать п. 1.5.1.

2.2.2 Механический монтаж

Счетчики могут монтироваться непосредственно на гладкую поверхность (стену, панель и т.п.) или на стандартный профиль направляющих TH35 (DIN-рейка) по ГОСТ Р МЭК 60715-2003 с использованием соответствующего приспособления. Для монтажа на DIN-рейку приспособление должно быть закреплено на задней поверхности счетчика винтами М3.

При монтаже счетчиков на объекте необходимо соблюдать следующие требования:

- место для установки должно быть выбрано с учетом обеспечения минимальной длины присоединительных кабелей входных и выходных цепей;
- температура окружающего воздуха и поверхности, на которую производится установка счетчика, не должна выходить за указанные пределы работоспособности;
- расположение счетчика должно обеспечивать быстрый доступ к его органам управления, функциональным устройствам и элементам монтажа;

- не рекомендуется размещать счетчик в зоне действия прямых солнечных лучей, так как при этом снижается контрастность дисплея и свечения индикаторов, происходит дополнительный нагрев счетчика;
 - устанавливать счетчик только во взрывобезопасных помещениях на расстоянии не менее 10 м от легковоспламеняющихся веществ и не менее 1 м от горючих материалов.
 - монтировать счетчики необходимо на стенах или щитах, не подверженных вибрации.
- Крепление счетчика на гладкую поверхность выполняется тремя винтами М5 в соответствии с присоединительными размерами, указанными на рисунке 2.

2.2.3 Электрическое подключение внешних цепей

2.2.3.1 Подключение цепей питания

Подключение к счетчику цепей питания переменного или постоянного тока выполняется одножильным или многожильным медным проводом сечением не менее 1 мм² (с учетом опционально установленного наконечника) при помощи клеммной колодки 15EDGKA, 5 контактов. При подключении питания постоянного тока необходимо соблюдать полярность. Одновременное подключение к сети постоянного и переменного тока не поддерживается.

Схема подключения приведена на рисунке 14. Источник питания 2 (ИП 2) используется для модификаций ...-2LV-... и ...-2HV-.... Цепь заземления подключается в соответствии с п.п. 1.7.121-1.7.135 ПУЭ, издание 7. Шнуры сетевого питания и их монтаж должны соответствовать требованиям ГОСТ IEC 61010-1-2014.

В качестве средства отключения питания должен использоваться выключатель или автоматический выключатель, не являющийся частью счетчика. Цепи сетевого питания счетчика защищены встроенными самовосстанавливающимися предохранителями с номинальным током срабатывания 1,25 А.

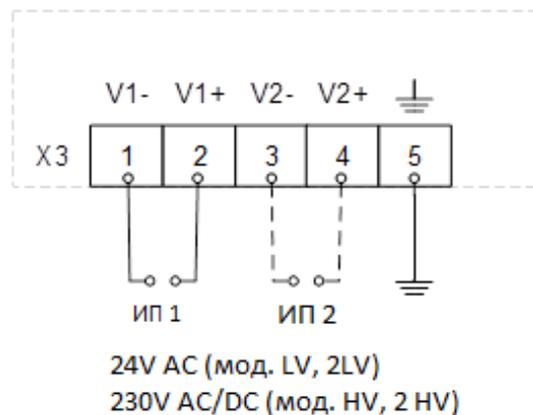


Рисунок 51 – Схема подключения питания

2.2.3.2 Подключение измерительных цепей тока и напряжения

Монтаж измерительных цепей счетчиков должен производиться в соответствии с требованиями п.п. 1.5.19 и 3.4.4 ПУЭ, издание 7, сечением медного провода не менее 2,5 мм² или алюминиевого – не менее 4 мм². Схемы подключения измерительных цепей счетчиков представлены на рисунках 15-22 Подключение к клеммам 10 и 11 равнозначное (соединены между собой во внутренней схеме счетчика).

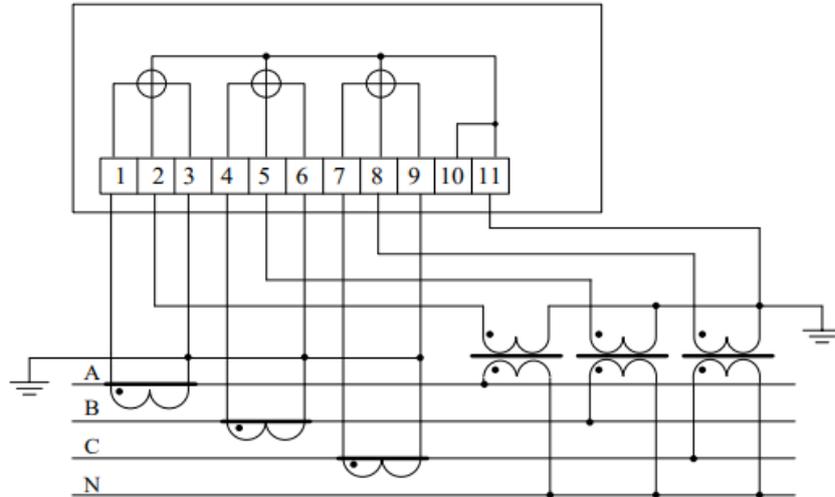


Рисунок 52 – Трехфазная четырехпроводная сеть, подключение через трансформаторы напряжения и три трансформатора тока

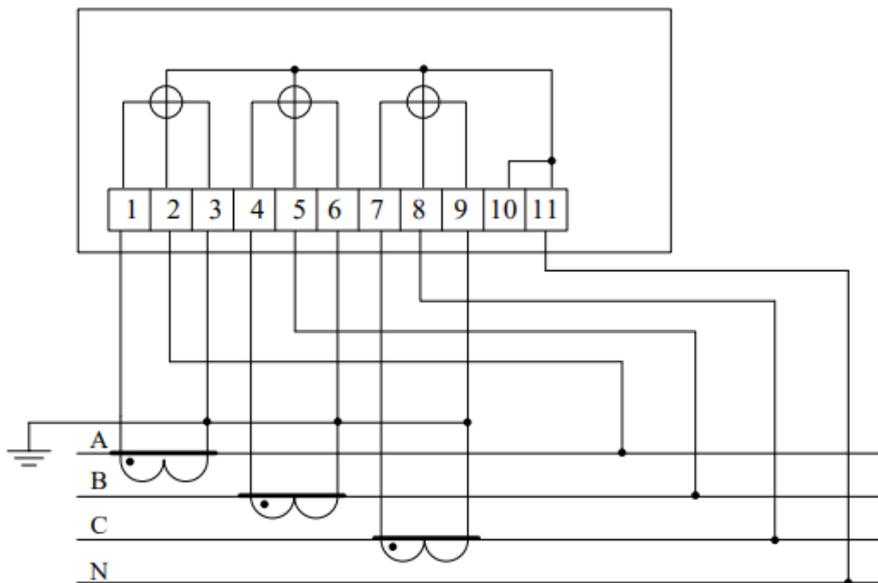


Рисунок 53 – Трехфазная четырехпроводная сеть, непосредственное подключение по цепям напряжения и через три трансформатора тока

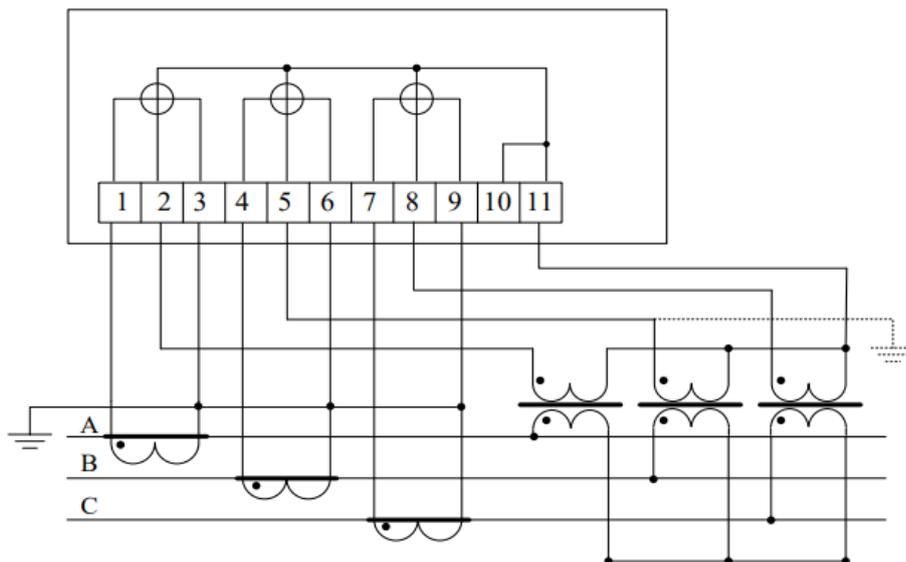


Рисунок 54 – Трехфазная трехпроводная сеть, подключение через трансформаторы напряжения (с заземленной фазой В) и три трансформатора тока

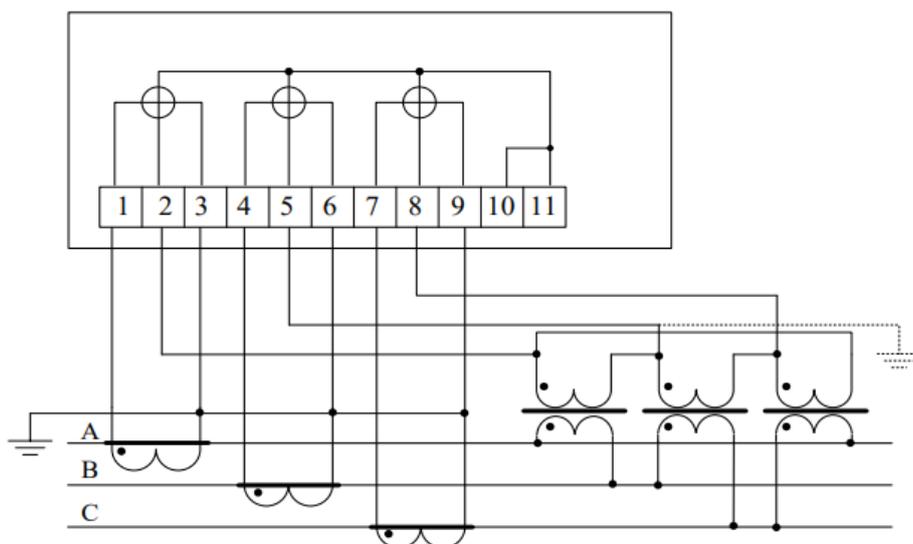


Рисунок 55– Трехфазная трехпроводная сеть, подключение через трансформаторы напряжения (по схеме «треугольник») и три трансформатора напряжения

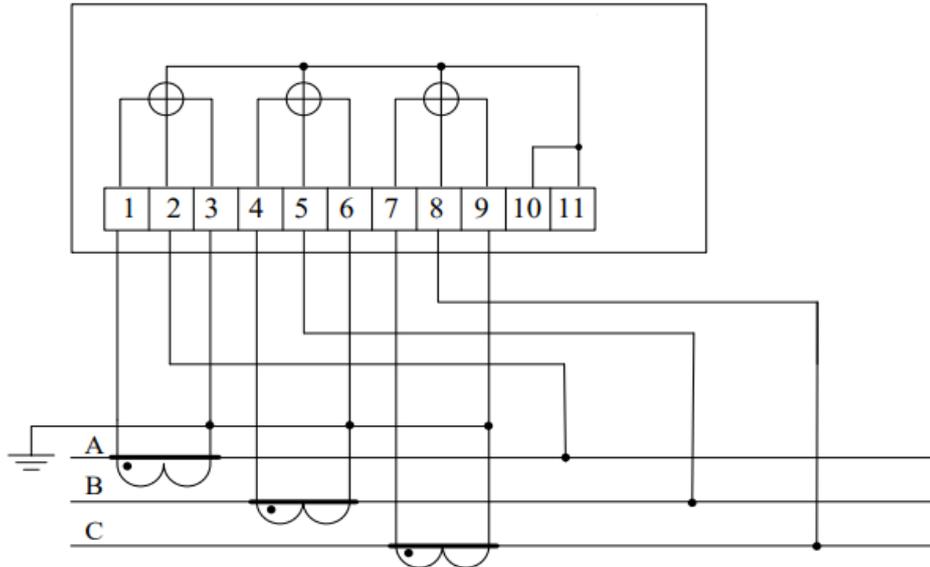


Рисунок 56 – Трехфазная трехпроводная сеть, непосредственное подключение по цепям напряжения и через три трансформатора тока

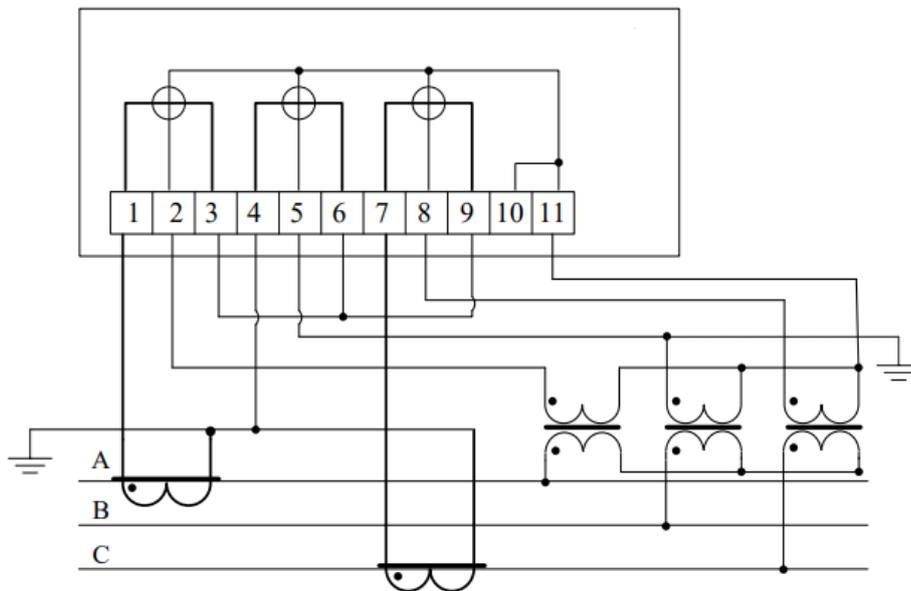


Рисунок 57 – Трехфазная трехпроводная сеть, подключение через трансформаторы напряжения (с заземленной фазой В) и два трансформатора тока

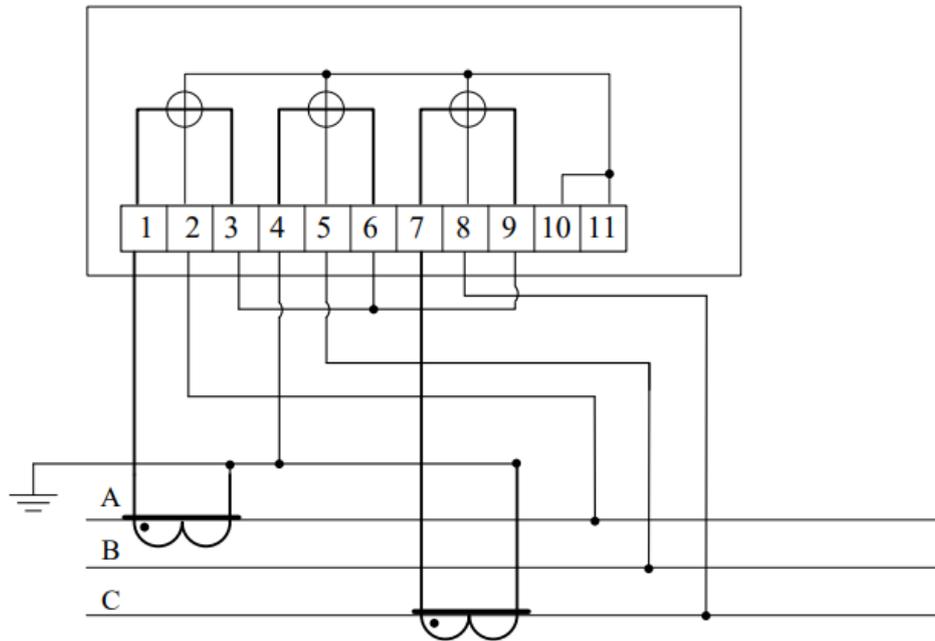


Рисунок 58 – Трехфазная трехпроводная сеть, непосредственное подключение по цепям напряжения и через два трансформатора тока

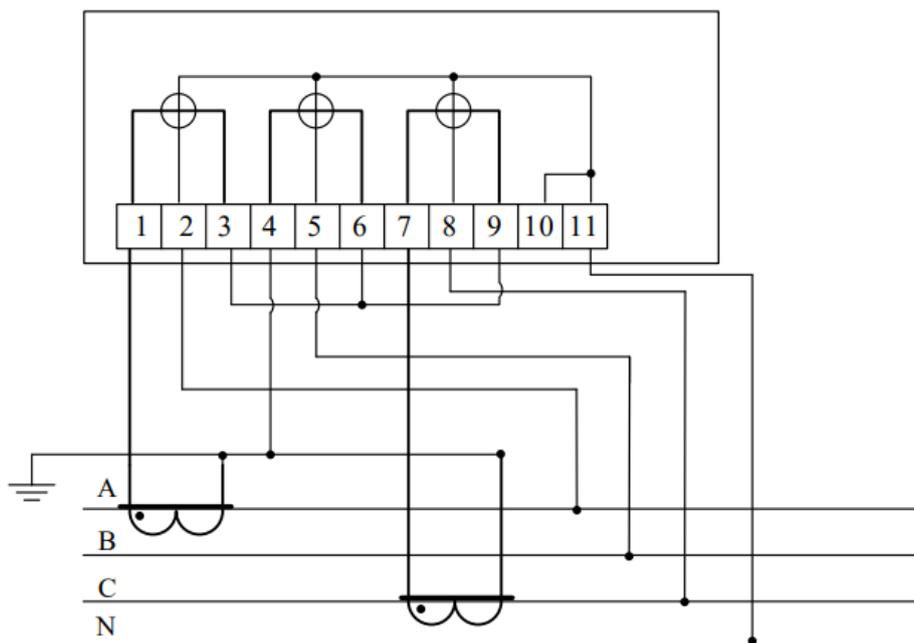


Рисунок 59 – Трехфазная четырехпроводная сеть, непосредственное подключение по цепям напряжения и через два трансформатора тока

2.2.3.3 Подключение по интерфейсу RS-485

Расположение клемм подключения к интерфейсам RS-485 показано на рисунке 3, их обозначение и назначение – на рисунке 4 и таблице 27.

Подключение к интерфейсам RS-485 осуществляется с помощью колодок DFMC 1,5/3-ST-3,5, схема подключения приведена на рисунке 23.

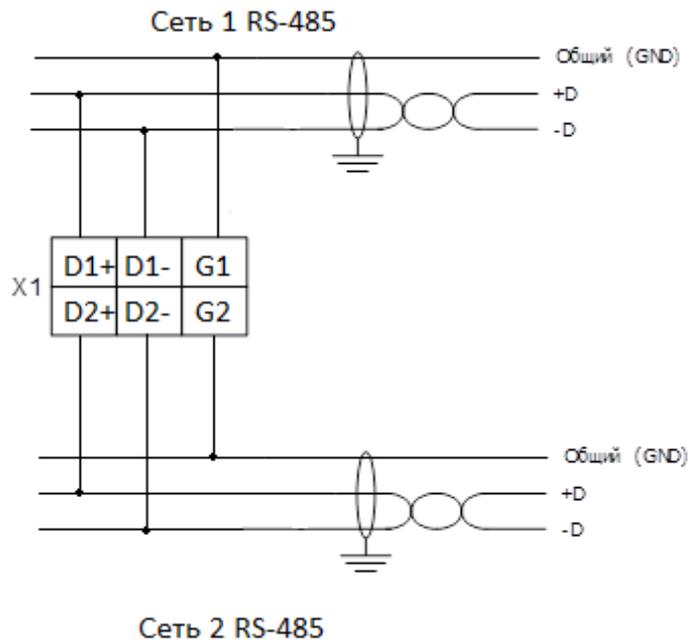


Рисунок 60 – Схема подключения к интерфейсам RS-485

2.2.3.4 Подключение к сети Ethernet

Подключение к сети Ethernet осуществляется с использованием промышленных коммутаторов, объединенных в локальную технологическую сеть с кольцевой или иной топологией. Рекомендуется применять экранированные кабели и патч-корды.

Расположение портов для подключения к сети Ethernet представлено на рисунке 3.

2.2.3.4.1 Подключение оптоволоконных портов Ethernet

При подключении устройства по оптическому интерфейсу Ethernet используется две оптоволоконные линии. Одна из оптических линий используется для передачи от устройства 1 к устройству 2, а другая от устройства 2 к устройству 1, формируя, таким образом, полнодуплексную передачу данных.

Необходимо соединить Tx-порт (передатчик) устройства 1 с Rx-портом (приемник) устройства 2, а Rx-порт устройства 1 с Tx-портом устройства 2. При подключении кабеля рекомендуется обозначить две стороны одной и той же линии одинаковой буквой (А-А, В-В, как показано на рисунке 24).

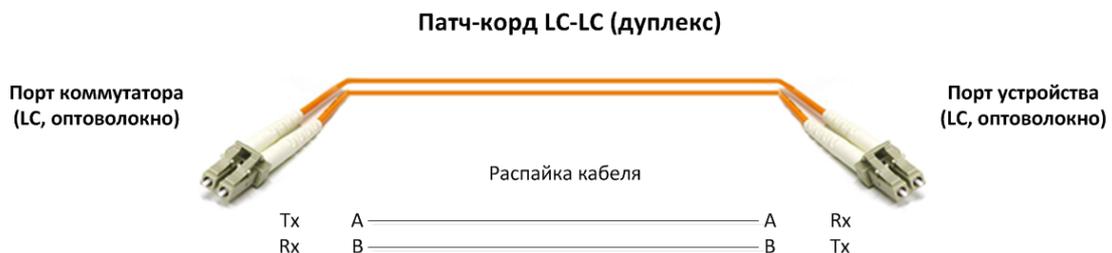


Рисунок 61 – Схема подключения оптоволоконного кабеля



ВНИМАНИЕ! УСТРОЙСТВО ЯВЛЯЕТСЯ ПРОДУКТОМ КЛАССА CLASS 1 LASER/LED. ИЗБЕГАЙТЕ ПРЯМОГО ПОПАДАНИЯ В ГЛАЗ ИЗЛУЧЕНИЯ LASER/LED.

2.2.3.4.2 Подключение Ethernet-портов 10/100 BaseT(X)

Схема контактов разъема RJ-45 Ethernet-портов 10/100 BaseT(X) и их назначение представлены в таблице 32.

Таблица 53– Назначение контактов разъема RJ-45

Контакт	Сигнал	Схема восьмиконтактного разъема
1	Tx+	
2	Tx-	
3	Rx+	
6	Rx-	

2.2.3.5 Подключение цепей телесигнализации

Расположение клемм подключения датчиков ТС показано на рисунке 3, их обозначение и назначение – на рисунке 4 и таблице 32.

Подключение датчиков ТС к клеммам осуществляется с помощью колодок DFMC 1,5/4-ST-3,5, схема подключения приведена на рисунке 25.

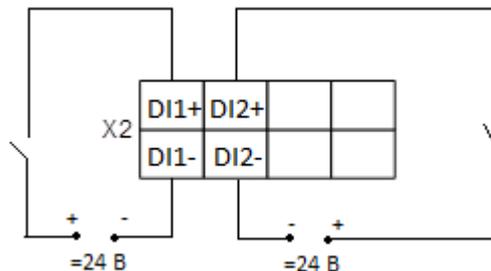


Рисунок 62 – Подключение цепей ТС

2.2.3.6 Подключение цепей телеуправления

Расположение клемм подключения датчиков ТС показано на рисунке 3, их обозначение и назначение – на рисунке 4 и таблице 27.

Подключение датчиков ТС к клеммам осуществляется с помощью колодок DFMC 1,5/4-ST-3,5, схема подключения приведена на рисунке 26.

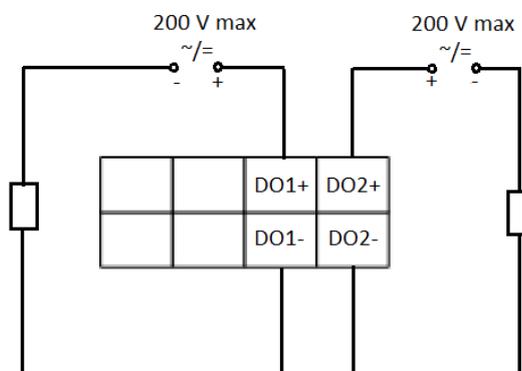


Рисунок 63 – Подключение цепей ТУ

2.2.4 Заполнение информации о трансформаторах тока и напряжения

На клеммной крышке имеется прозрачная наклейка с полями для записи коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов тока и напряжения. Владельцу счетчика

(эксплуатирующей, энергосбытовой, сетевой организации) рекомендуется записать коэффициенты в следующих полях:

- «Трансформатор тока $K=$ » – коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока;
- «Трансформатор напряжения $K=$ » – коэффициент трансформации измерительного трансформатора напряжения»
- « $K=$ » – произведение коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов тока и напряжения.

2.2.5 Настройка (конфигурирование) счетчика

Настройка (конфигурирование) параметров работы счетчика выполняется при помощи сервисного ПО «TOPAZ SM Configurator» или web интерфейса в соответствии с п.п. 1.3.7 и 1.3.8 настоящего Руководства.

2.2.6 Включение счетчика и проверка работоспособности

После выполнения механического и электрического монтажа (п.п. 2.2.2 и 2.2.3) для запуска счетчика в работу необходимо подать питание на счетчик.

При правильном подключении должны загореться индикатор готовности **READY**, индикаторы питания **PWR1**, **PWR2** (при наличии питания в соответствующем канале), индикаторы передачи информации по сети **COM1**, **COM2** (при подключении соответствующих цепей и наличии обмена информацией), индикаторы передачи информации по сети Ethernet **LAN1–LAN4** (при подключении соответствующих цепей и наличии обмена информацией). Оптические импульсные выходы для активной (**LED1**) и реактивной (**LED2**) энергии должны мигать с частотой, пропорциональной мощности.

Необходимо убедиться в правильном отображении на дисплее значений токов, напряжений, мощностей, изменении показаний измеренной электроэнергии. Если знаки активных фазных мощностей не соответствуют ожидаемому знаку, следует поменять направление соответствующего фазного тока.

Правильность фазировки можно проверить на странице «Общие данные» web интерфейса. При неправильной фазировке будет подсвечиваться индикатор в поле «Обратная последовательность фаз» (рисунок 54). При неправильной фазировке следует переподключить измерительные цепи счетчика с соблюдением правильной последовательности фаз.



Рисунок 64 – Страница «Общие данные»

Перед вводом счетчика в эксплуатацию необходимо проверить идентификационные данные метрологически значимой части встроенного ПО. Проверка выполняется визуально посредством web интерфейса (идентификационные данные ПО отображаются в левом верхнем углу любой страницы). Идентификационные данные метрологически значимой части встроенного ПО должны совпадать с указанными в таблице 2. Запрещается эксплуатировать счетчик при каком-либо несовпадении.

2.2.7 Пломбирование клеммной крышки

После включения счетчика и проверки работоспособности в соответствии с правилами, действующими на энергообъекте, необходимо опломбировать клеммную крышку. Места пломбировки указаны на рисунке 13.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОВЕРКА

3.1 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание счетчиков проводится в соответствии с стандартами эксплуатирующей организации и графиками планово-предупредительных работ. Рекомендуемая периодичность работ – 1 раз в год.

При техническом обслуживании выполняются следующие работы:

- удаление пыли с корпуса и лицевой панели;
- проверка надежности подключения измерительных, интерфейсных цепей и цепей питания;
- проверка работоспособности и функционирования.

Работы по удалению пыли и проверке надежности подключения измерительных, интерфейсных цепей и цепей питания проводятся на обесточенном счетчике (питание выключено, отсутствуют напряжение и ток в измерительных цепях).

Удаление пыли с корпуса и лицевой панели выполняется чистой, мягкой обтирочной ветошью.

Для проверки надежности подключения измерительных, интерфейсных цепей и цепей питания необходимо:

- удалить пломбы с клеммной крышки, отвернуть 2 винта крепления и снять клеммную крышку;
- удалить пыль с клеммной колодки с помощью кисточки;
- подтянуть винты клеммной колодки крепления измерительных цепей, вынуть колодки цепей питания, ТС и ТУ, интерфейса RS-485, подтянуть винты колодок, прочно вставить колодки в счетчик;
- установить клеммную крышку, зафиксировать двумя винтами и опломбировать.

Проверка работоспособности и функционирования проводится в соответствии с п. 2.2.6 настоящего Руководства. При проверке работоспособности и функционирования рекомендуется нагружать счетчик источником тока и напряжения с нормированными метрологическими характеристиками.

При возникновении сообщений самодиагностики о низком заряде батареи часов счетчик следует отправить на завод-изготовитель для ее замены.

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

В течение гарантийного срока эксплуатации счетчика ремонт выполняется изготовителем или уполномоченным им лицом. Выполнение ремонта в период гарантийного срока другими лицами влечет прекращение гарантийных обязательств.

По истечении гарантийного срока выполнять ремонт рекомендуется на предприятии-изготовителе или у уполномоченного им лица.

5 ХРАНЕНИЕ

Счетчик должен храниться в упаковке в складских помещениях. В местах хранения счетчиков в окружающем воздухе содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

Предельные условия хранения:

- температура окружающего воздуха от -40 до +70 °С;
- относительная влажность воздуха 95 % при +30 °С.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Счётчики могут транспортироваться в крытых железнодорожных вагонах, перевозиться автомобильным транспортом с защитой от дождя и снега, водным транспортом, а также транспортироваться в герметизированных отапливаемых отсеках самолетов. Транспортирование должно осуществляться в соответствии с правилами перевозок, действующими на каждый вид транспорта.

Условия транспортирования в транспортной таре предприятия-изготовителя:

- температура окружающего воздуха от -40 до +70 °С;
- относительная влажность воздуха 95 % при +30 °С.

7 УТИЛИЗАЦИЯ

Счетчики не представляют опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды. Счетчики не содержат драгоценных и редкоземельных металлов. После окончания срока службы, специальных мер по подготовке и отправке счетчиков на утилизацию не предусматривается.

8 ГАРАНТИИ

8.1 Изготовитель гарантирует соответствие счетчика требованиям технических условий ТУ 26.51.63-030-89466010-2020, прошедшего приемо-сдаточные испытания и имеющего соответствующую отметку в паспорте, в течение срока службы счетчика.

8.2 Гарантийный срок хранения у покупателя – 12 месяцев с даты получения счетчика покупателем. После истечения гарантийного срока хранения начинает исчисляться гарантийной срок эксплуатации вне зависимости от факта ввода счетчика в эксплуатацию.

8.3 Гарантийный срок эксплуатации – 60 месяцев с даты ввода счетчика в эксплуатацию.

8.4 В течение гарантийного срока изготовитель бесплатно устраняет дефекты счетчика путем его ремонта.

8.5 Гарантийные обязательства не распространяются при несоблюдении правил и условий хранения и эксплуатации согласно настоящему Руководству, нарушении целостности пломбы изготовителя для ограничения доступа к местам настройки (регулировки), наличии механических повреждений счетчика, несанкционированном вмешательстве во встроенное программное обеспечение.

Приложение А – Методы, алгоритмы и расчетные формулы измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, мощности, энергии

А.1 Общие положения

Методы измерений ПКЭ и параметров силы тока соответствуют методам, установленным в ГОСТ IEC 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30 для класса характеристик процесса измерений А (модификация ...-Q(A)-...) или S (модификация ...-Q(S)-...) и ГОСТ 30804.4.7 для класса I (модификация ...-Q(A)-...) или II (модификация ...-Q(S)-...). Методы измерений параметров напряжения и силы тока, не рассматриваемых в ГОСТ IEC 61000-4-30, ГОСТ 30804.4.30 и ГОСТ 30804.4.7, соответствуют данным стандартам в части требований к измерительным интервалам времени и получению объединенных результатов измерений (класс А или S в зависимости от модификации). Методы измерений параметров углов фазовых сдвигов и мощности соответствуют указанным стандартам в части требований к измерительным интервалам времени (класс А или класс S в зависимости от модификации).

А.2 Измерительные интервалы времени

А.2.1 Длительность основного измерительного интервала времени для ПКЭ, параметров напряжения, параметров силы тока, параметров мощности и энергии равна длительности 10 периодов сигнала основной частоты при номинальном значении частоты 50 Гц (при номинальном значении частоты длительность основного измерительного интервала равна 200 мс) и соответствует требованиям ГОСТ IEC 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30.

А.2.2 Начало основных измерительных интервалов синхронизируется с началом одного из интервалов времени, используемого для объединения результатов измерений. В соответствии с ГОСТ IEC 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30 используется 10-минутный календарный интервал времени.

А.2.3 Длительность измерительного интервала времени для параметров, характеризующих частоту, составляет 10 с по ГОСТ IEC 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30.

А.2.4 Длительность измерительного интервала времени при измерении кратковременной дозы фликера в соответствии с ГОСТ IEC 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30 составляет 10 мин. Интервал времени при измерении кратковременной дозы фликера начинается при значении минут, кратных интервалу времени измерений и значении секунд, равных нулю.

А.2.5 Результат измерения длительной дозы фликера P_{lt} является объединением результатов измерений значений кратковременных доз фликера P_{st} в соответствии с формулой:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^N \frac{P_{sti}^3}{N}}, \quad (\text{A.1})$$

где N – число объединяемых значений кратковременных доз фликера.

В соответствии с ГОСТ IEC 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30 длительная доза фликера измеряется на интервале времени 2 ч ($N = 12$).

Кратковременная доза фликера P_{st} вычисляется по методам ГОСТ Р 51317.4.15-2012 на интервале времени 10 мин.

А.3 Объединение результатов измерений

А.3.1 Для объединения (усреднения) результатов измерений ПКЭ, кроме случайных событий, параметров напряжения, силы тока, мощности в соответствии с ГОСТ

IEC 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30 применяются следующие интервалы времени: 150 периодов сигнала основной частоты при номинальном значении частоты 50 Гц, 10 мин, 2 ч применительно к длительной дозе фликера по формуле (А.1).

А.3.2 За результаты объединения параметров ПКЭ, напряжений, кроме отклонений напряжения и силы тока принимаются значения, равные квадратному корню из среднеарифметического значения квадратов (среднеквадратические значения) результатов измерений, полученных на основных измерительных интервалах времени (10 периодов основной частоты), начало которых происходит на данных интервалах объединения. За результат объединения параметров мощности и углов фазовых сдвигов принимаются среднеарифметические значения результатов измерений, полученных на основных измерительных интервалах времени (10 периодов основной частоты), начало которых происходит на данных интервалах объединения. Значения отклонений напряжений, рассчитываются на основании объединенных (усредненных) результатов измерений среднеквадратических значений напряжений.

А.4 Измерения параметров случайных событий

Методы определения начала и окончания случайных событий, методы измерений параметров случайных событий, а также алгоритм определения опорного напряжения, используемого для расчета параметров и задания пороговых значений случайных событий, соответствуют требованиям ГОСТ IEC 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30.

А.5 Расчетные формулы ПКЭ, параметров напряжения и тока

А.5.1 Для кратковременной дозы фликера P_{st} и длительной дозы фликера P_{lt} расчетные формулы (алгоритмы) приведены в п. А.2.5.

А.5.2 Среднеквадратическое значение напряжения (СКЗ) U вычисляется по формуле:

$$U = \sqrt{\frac{1}{t} \int_0^t u^2 dt} , \quad (\text{А.2})$$

где t – продолжительность измерений (основной измерительный интервал);
 u – мгновенное значение напряжения.

Микропроцессор выполняет численное интегрирование, формула (А.2) при переходе к конечной сумме ряда приобретает вид:

$$U = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{k=1}^M U_m^2} , \quad (\text{А.3})$$

где M – число значений в выборке на основном измерительном интервале;
 U_m – m -тое значение напряжения в выборке.

СКЗ U вычисляется для фазных и линейных напряжений.

В устройстве принято $M = 2048$ на основном измерительном интервале.

А.5.3 Положительное и отрицательное отклонения напряжения $\delta U_{(+)}$, $\delta U_{(-)}$ вычисляется согласно по формуле:

$$\delta U = \frac{U - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\% , \quad (\text{А.4})$$

где U – СКЗ напряжения;
 $U_{ном}$ – номинальное (согласованное) значение напряжения.

А.5.4 Установившееся отклонение напряжения δU_y вычисляется по формуле:

$$\delta U_y = \frac{U_1 - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100\% \quad , \quad (A.5)$$

где U_1 – СКЗ прямой последовательности основной частоты;
 $U_{ном}$ – номинальное (согласованное) значение напряжения.

Примечание – ГОСТ 32144-2013 не устанавливает норм установившегося отклонения напряжения, статистический анализ соответствия нормам не производится.

А.5.5 Отклонение частоты Δf вычисляется по формуле:

$$\Delta f = f - f_{ном} \quad , \quad (A.6)$$

где f – измеренное значение частоты
 $f_{ном}$ – номинальное значение частоты (50 Гц).

А.5.6 Частота f измеряется методом пересечения нуля (по моментам перехода мгновенных значений напряжения через ноль). Канал определения частоты выбирается по максимальному действующему значению напряжения в рабочем диапазоне.

А.5.7 СКЗ напряжения прямой последовательности основной частоты U_1 вычисляется по формулам:

1) система междуфазных напряжений

$$U_{1мф} = \left| \frac{1}{3} (\overline{U_{AB}} + \overline{U_{BC}} \cdot e^{-j2\pi/3} + \overline{U_{CA}} \cdot e^{j4\pi/3}) \right| \quad , \quad (A.7)$$

где $\overline{U_{AB}}$, $\overline{U_{BC}}$, $\overline{U_{CA}}$ – векторы междуфазных (линейных) напряжений.

2) система фазных напряжений

$$U_{1ф} = \frac{U_{1мф}}{\sqrt{3}} \quad , \quad (A.8)$$

А.5.8 СКЗ напряжения обратной последовательности основной частоты U_2 вычисляется по формулам:

1) система междуфазных напряжений

$$U_{2мф} = \left| \frac{1}{3} (\overline{U_{AB}} + \overline{U_{BC}} \cdot e^{j4\pi/3} + \overline{U_{CA}} \cdot e^{j2\pi/3}) \right| \quad , \quad (A.9)$$

где $\overline{U_{AB}}$, $\overline{U_{BC}}$, $\overline{U_{CA}}$ – векторы междуфазных (линейных) напряжений.

2) система фазных напряжений

$$U_{2\phi} = \frac{U_{2\text{м}\phi}}{\sqrt{3}} , \quad (\text{A.10})$$

А.5.9 СКЗ напряжения нулевой последовательности основной частоты U_0 вычисляется по формулам:

1) система междуфазных напряжений

$$U_{0\text{м}\phi} = 0 , \quad (\text{A.11})$$

2) система фазных напряжений

$$U_{0\phi} = \left| \frac{1}{3} (\overline{U_A} + \overline{U_B} + \overline{U_C}) \right| , \quad (\text{A.12})$$

где $\overline{U_A}$, $\overline{U_B}$, $\overline{U_C}$ – векторы фазных напряжений.

А.5.10 Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} вычисляется по формуле:

$$K_{2U} = \frac{U_{2\text{м}\phi}}{U_{1\text{м}\phi}} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.13})$$

где $U_{1\text{м}\phi}$ – СКЗ напряжения прямой последовательности системы междуфазных напряжений;

$U_{2\text{м}\phi}$ – СКЗ напряжения обратной последовательности системы междуфазных (линейных) напряжений.

А.5.11 Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} вычисляется по формуле:

$$K_{0U} = \frac{U_{0\phi} \cdot \sqrt{3}}{U_{1\text{м}\phi}} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.14})$$

где $U_{0\phi}$ – СКЗ напряжения нулевой последовательности системы фазных напряжений;

$U_{1\text{м}\phi}$ – СКЗ напряжения прямой последовательности системы междуфазных (линейных) напряжений.

А.5.12 СКЗ фазного тока вычисляется по формуле, аналогичной (А.3):

$$I = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{m=1}^M I_m^2} , \quad (\text{A.15})$$

где M – число значений в выборке на основном измерительном интервале ($M = 2048$);

I_m – m -тое значение силы тока в выборке.

А.5.13 СКЗ силы тока прямой последовательности I_1 вычисляется по формуле:

$$I_1 = \left| \frac{1}{3} (\bar{I}_A + \bar{I}_B \cdot e^{j2\pi/3} + \bar{I}_C \cdot e^{j4\pi/3}) \right| , \quad (\text{A.16})$$

где $\bar{I}_A, \bar{I}_B, \bar{I}_C$ – векторы фазных токов.

А.5.14 СКЗ силы тока обратной последовательности I_2 вычисляется по формуле:

$$I_2 = \left| \frac{1}{3} (\bar{I}_A + \bar{I}_B \cdot e^{j4\pi/3} + \bar{I}_C \cdot e^{j2\pi/3}) \right| , \quad (\text{A.17})$$

где $\bar{I}_A, \bar{I}_B, \bar{I}_C$ – векторы фазных токов.

А.5.15 СКЗ силы тока нулевой последовательности I_0 вычисляется по формуле:

$$I_0 = \left| \frac{1}{3} (\bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C) \right| , \quad (\text{A.18})$$

где $\bar{I}_A, \bar{I}_B, \bar{I}_C$ – векторы фазных токов.

А.5.16 Коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности K_{2I} вычисляется по формуле:

$$K_{2I} = \frac{I_2}{I_1} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.19})$$

где I_2 – СКЗ силы тока обратной последовательности;
 I_1 – СКЗ силы тока прямой последовательности.

А.5.17 Коэффициент несимметрии токов по нулевой последовательности K_{0I} вычисляется по формуле:

$$K_{0I} = \frac{I_0}{I_1} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.20})$$

где I_0 – СКЗ силы тока нулевой последовательности;
 I_1 – СКЗ силы тока прямой последовательности.

А.5.18 Измерения гармонических и интергармонических составляющих

А.5.18.1 Общие положения

Измерения гармонических и интергармонических составляющих напряжения, тока и различных фазовых углов выполняется по ГОСТ 30804.4.7 с использованием БПФ. Преобразование выполняется на основном измерительном интервале ($N = 10$), число отсчетов M на интервале измерений составляет $2^{11} = 2048$.

Результаты БФП в комплексной форме представляет собой массив комплексных чисел Y :

$$Y(k) = \frac{2}{NT_1} \sum_{n=0}^{M-1} f(m) \cdot e^{j\left(\frac{2\pi}{M}\right)mk} , \quad (A.21)$$

где k – порядковый номер (порядок) спектральной составляющей ($k = 0 \dots M-1$), относящийся к разрешению по частоте $\frac{1}{NT_1}$ (T_1 – период основной частоты);

$f(m)$ – m -тое значение сигнала напряжения или тока, полученное дискретизацией с частотой отсчетов $\frac{M}{NT_1}$.

В массиве Y лишь значения k , не превышающие половину максимального значения, являются полезными, другая половина является их дубликатами. Гармоническая составляющая порядка n относительно основной частоты возникает в преобразовании Фурье как спектральная составляющая порядка k , где $k = n \cdot N$.

Примечание – для напряжения рассчитываются значения фазной и межфазной системы.

A.5.18.2 Расчет k -тых гармонических составляющих и фазовых углов

1) СКЗ k -той гармонической составляющей напряжения и тока рассчитывается как модуль комплексного числа $Y(k)$, деленный на коэффициент $\sqrt{2}$.

$$U(I)_k = \frac{\sqrt{a_k^2 + b_k^2}}{\sqrt{2}} , \quad (A.22)$$

где b_k – действительная часть комплексного числа;

a_k – мнимая часть комплексного числа;

2) Фазовый угол k -той гармонической составляющей напряжения и тока рассчитывается как модуль комплексного числа $Y(k)$; область значений от $-\pi$ до $+\pi$ (от -180° до $+180^\circ$)

$$\varphi_{u(i)k} = \arctg\left(\frac{a_k}{b_k}\right) , \quad (A.23)$$

где b_k – действительная часть комплексного числа;

a_k – мнимая часть комплексного числа;

При сигналах крайне малых амплитуд фазовые измерения, как правило, приводят к большим отклонениям результатов. Для исключения данного явления вводится условие:

$\varphi_k = 0$, если $b_k \leq \varepsilon$ и $a_k \leq \varepsilon$

при $\varepsilon = 0,05 \% U_{ном}$ и $\varepsilon = 0,15 \% I_{ном}$

Примечание – В связи с тем, что значения фазовых углов, получаемых при преобразовании Фурье, равные π и $-\pi$, соответствуют одной и той же точке комплексной плоскости ($e^{\pm j\pi} = -1$), значения фазовых углов в области значений $(-180^\circ \pm \Delta)$ и $(+180^\circ \pm \Delta)$ могут менять свой знак на противоположный. Перемена знака в данной области значений не является неисправностью счетчика. Значение погрешности измерений углов фазового сдвига при этом должно рассчитываться по формуле:

$$|\Delta| = |\varphi_{изм}| - |\varphi_{эт}| \quad (A.24)$$

A.5.18.3 Группирование гармонических и интергармонических составляющих

А.5.18.4 Для оценки гармоник результаты БФП группируются на частотах, отстоящих на 5 Гц, и на основных измерительных интервалах вычисляются среднеквадратические значения гармонических и интергармонических составляющих тока и напряжения, которые в дальнейшем объединяются в соответствии с п. А.3.

А.5.18.5 В устройстве реализовано 2 вида группирования:

- гармонические группы, интергармонические группы;
- гармонические подгруппы, интергармонические центрированные подгруппы.

Графическое представление группирования изображено на рисунках А.1 и А.2.

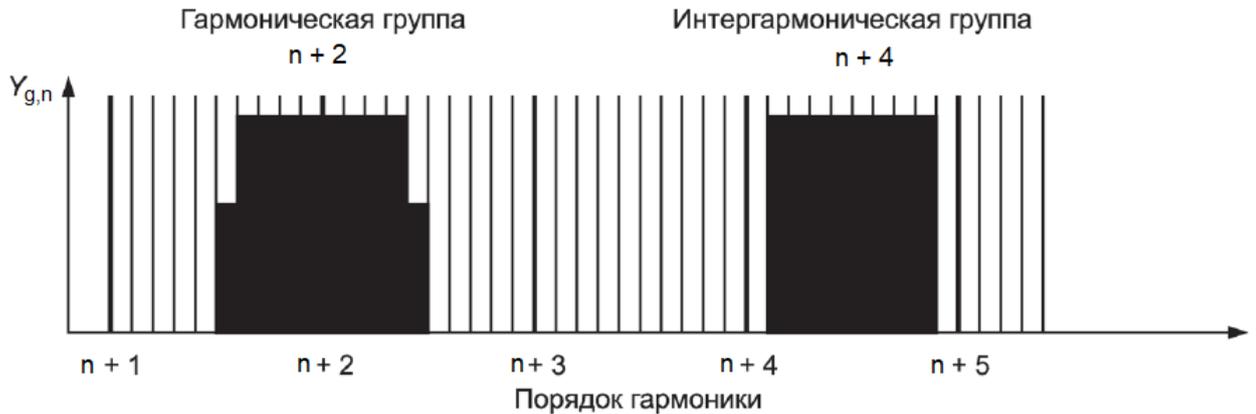


Рисунок А.1 – Схема образования гармонических и интергармонических групп

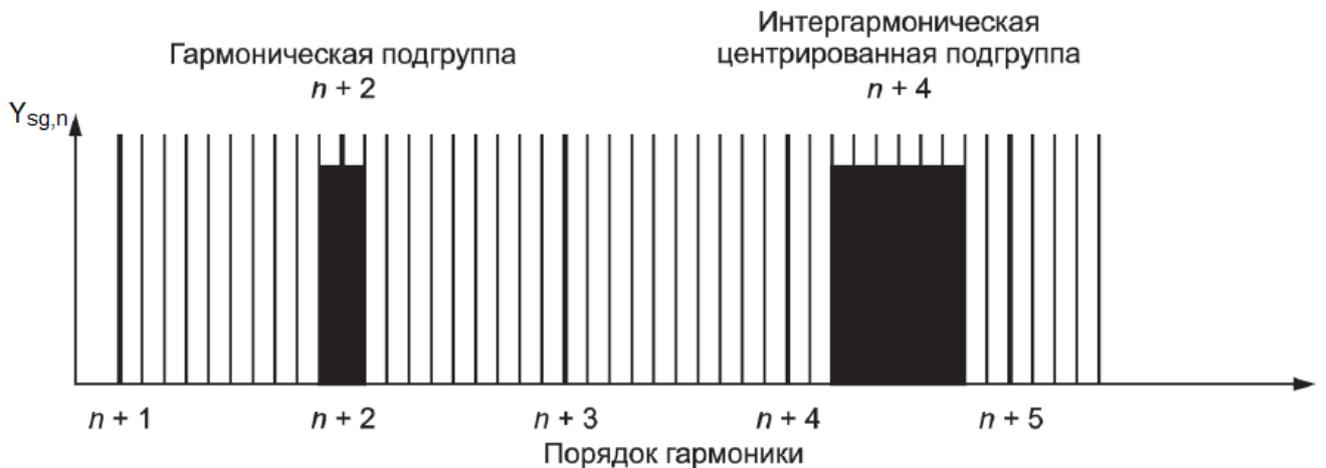


Рисунок А.2 – Схема образования гармонических подгрупп и интергармонических центрированных подгрупп

А.5.18.5.1 Гармонические группы вычисляются по формуле:

$$Y_{g(n)} = \sqrt{\frac{1}{2} Y^2(N \cdot n - N/2) + \sum_{k=(-N/2)+1}^{N/2+1} Y^2(N \cdot n + k) + \frac{1}{2} Y^2(N \cdot n + N/2)} \quad , \quad (A.25)$$

где $Y_{g(n)}$ – СКЗ гармонической группы, связанной с гармоникой порядка n (среднеквадратическое значение гармонической составляющей порядка $n = 2 \dots 50$ – при

группировании используют только промежуточные спектральные составляющие, расположенные выше гармоники второго порядка).

Гармонические группы рассчитываются для фазного тока $I_{A(n)}$, $I_{B(n)}$, $I_{C(n)}$, фазного напряжения $U_{A(n)}$, $U_{B(n)}$, $U_{C(n)}$, междуфазного (линейного) напряжения $U_{AB(n)}$, $U_{BC(n)}$, $U_{CA(n)}$.

Интергармонические группы вычисляются по формуле:

$$Y_{g(m)} = \sqrt{\sum_{k=N/2-4}^{N/2+4} Y^2(N \cdot (m + 0,5) + k)} \quad , \quad (A.26)$$

где $Y_{g(m)}$ – СКЗ интергармонической группы, связанной с интергармоникой порядка m (среднеквадратическое значение интергармонической составляющей порядка $m = 1 \dots 49$).

Интергармонические группы рассчитываются для фазного тока $I_{A(m)}$, $I_{B(m)}$, $I_{C(m)}$, фазного напряжения $U_{A(m)}$, $U_{B(m)}$, $U_{C(m)}$, междуфазного (линейного) напряжения $U_{AB(m)}$, $U_{BC(m)}$, $U_{CA(m)}$.

А.5.18.5.2 Гармонические подгруппы вычисляются по формуле:

$$Y_{sg(n)} = \sqrt{\sum_{k=-1}^1 Y^2(N \cdot n + k)} \quad , \quad (A.27)$$

где $Y_{sg(n)}$ – СКЗ гармонической подгруппы, связанной с гармоникой порядка n (среднеквадратическое значение гармонической составляющей порядка $n = 2 \dots 50$).

Гармонические подгруппы рассчитываются для фазного тока $I_{A(n)}$, $I_{B(n)}$, $I_{C(n)}$, фазного напряжения $U_{A(n)}$, $U_{B(n)}$, $U_{C(n)}$, междуфазного (линейного) напряжения $U_{AB(n)}$, $U_{BC(n)}$, $U_{CA(n)}$.

Интергармонические центрированные подгруппы вычисляются по формуле:

$$Y_{sg(m)} = \sqrt{\sum_{k=N/2-3}^{N/2+3} Y^2(N \cdot (m + 0,5) + k)} \quad , \quad (A.28)$$

где $Y_{sg(m)}$ – СКЗ интергармонической центрированной подгруппы, связанной с интергармоникой порядка m (среднеквадратическое значение интергармонической составляющей порядка $m = 1 \dots 49$).

Интергармонические центрированные подгруппы рассчитываются для фазного тока $I_{A(m)}$, $I_{B(m)}$, $I_{C(m)}$, фазного напряжения $U_{A(m)}$, $U_{B(m)}$, $U_{C(m)}$, междуфазного (линейного) напряжения $U_{AB(m)}$, $U_{BC(m)}$, $U_{CA(m)}$.

А.5.18.5.3 Коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ вычисляется по формуле:

$$K_{U(n)} = \frac{U_{(n)}}{U_{(1)}} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.29})$$

где $U_{(n)}$ – СКЗ n -ой гармонической составляющей напряжения (с учетом группирования);

$U_{(1)}$ – СКЗ напряжения основной частоты (в формуле (A.22) $k = 10$).

A.5.18.6 Коэффициент m -той интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$ вычисляется по формуле:

$$K_{U(m)} = \frac{U_{(m)}}{U_{(1)}} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.30})$$

где $U_{(m)}$ – СКЗ m -той интергармонической составляющей напряжения (с учетом группирования);

$U_{(1)}$ – СКЗ напряжения основной частоты.

A.5.18.7 Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U вычисляется по формуле:

$$K_U = \sqrt{\sum_{n=2}^{50} \left(\frac{U_{(n)}}{U_{(1)}} \right)^2} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.31})$$

где $U_{(n)}$ – СКЗ n -ой гармонической составляющей напряжения (с учетом группирования);

$U_{(1)}$ – СКЗ напряжения основной частоты.

A.5.18.8 Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$ вычисляется по формуле:

$$K_{I(n)} = \frac{I_{(n)}}{I_{(1)}} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.32})$$

где $I_{(n)}$ – СКЗ n -ой гармонической составляющей тока (с учетом группирования);

$I_{(1)}$ – СКЗ силы тока основной частоты.

A.5.18.9 Коэффициент m -той гармонической составляющей тока $K_{I(m)}$ вычисляется по формуле:

$$K_{I(m)} = \frac{I_{(m)}}{I_{(1)}} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.33})$$

где $I_{(m)}$ – СКЗ m -той интергармонической составляющей тока (с учетом группирования);

$I_{(1)}$ – СКЗ основной частоты (в формуле (A.22) $k = 10$).

A.5.18.10 Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока K_I вычисляется по формуле:

$$K_I = \sqrt{\sum_{n=2}^{50} \left(\frac{I_{(n)}}{I_{(1)}}\right)^2} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.34})$$

где $I_{(n)}$ – СКЗ n -ой гармонической составляющей тока (с учетом группирования);
 $I_{(1)}$ – СКЗ напряжения основной частоты.

А.5.18.11 Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U определяется по формулам:

$$\begin{aligned} \varphi_{UAB} &= \varphi_{UA} - \varphi_{UB} \\ \varphi_{UBC} &= \varphi_{UB} - \varphi_{UC} \\ \varphi_{UCA} &= \varphi_{UC} - \varphi_{UA} \end{aligned} , \quad (\text{A.35})-(\text{A.37})$$

где φ_{UA} , φ_{UB} , φ_{UC} – фазовые углы напряжений основной частоты фаз А, В, С соответственно.

Фазовые углы рассчитываются по формуле (А.23) для $n = 1$, то есть для $k = N = 10$.

А.5.18.12 Угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты φ_I определяется по формулам:

$$\begin{aligned} \varphi_{IAB} &= \varphi_{IA} - \varphi_{IB} \\ \varphi_{IBC} &= \varphi_{IB} - \varphi_{IC} \\ \varphi_{ICA} &= \varphi_{IC} - \varphi_{IA} \end{aligned} , \quad (\text{A.38})-(\text{A.40})$$

где φ_{IA} , φ_{IB} , φ_{IC} – фазовые углы токов основной частоты фаз А, В, С соответственно.

Фазовые углы рассчитываются по формуле (А.23) для $n = 1$, то есть для $k = N = 10$.

А.5.18.13 Угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты φ_{UI} определяется по формулам:

$$\begin{aligned} \varphi_{UIA} &= \varphi_{UA} - \varphi_{IA} \\ \varphi_{UIB} &= \varphi_{UB} - \varphi_{IB} \\ \varphi_{UIC} &= \varphi_{UC} - \varphi_{IC} \end{aligned} , \quad (\text{A.41})-(\text{A.43})$$

где φ_{UA} , φ_{UB} , φ_{UC} – фазовые углы напряжений основной частоты фаз А, В, С соответственно;

φ_{IA} , φ_{IB} , φ_{IC} – фазовые углы токов основной частоты фаз А, В, С соответственно.

Фазовые углы рассчитываются по формуле (А.23) для $n = 1$, то есть для $k = N = 10$.

А.5.18.14 Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{UI(n)}$ определяется по формулам:

$$\begin{aligned} \varphi_{UIA(n)} &= \varphi_{UA(n)} - \varphi_{IA(n)} \\ \varphi_{UIB(n)} &= \varphi_{UB(n)} - \varphi_{IB(n)} \\ \varphi_{UIC(n)} &= \varphi_{UC(n)} - \varphi_{IC(n)} \end{aligned} , \quad (\text{A.44})-(\text{A.46})$$

где $\varphi_{UA(n)}$, $\varphi_{UB(n)}$, $\varphi_{UC(n)}$ – фазовые углы n -ой гармонической составляющей напряжения фаз А, В, С соответственно;

$\varphi_{IA(n)}$, $\varphi_{IB(n)}$, $\varphi_{IC(n)}$ – фазовые углы n -ой гармонической составляющей тока фаз А, В, С соответственно.

Фазовые углы рассчитываются по формуле (А.23) для $k = n \cdot N$.

А.5.18.15 Угол фазового сдвига между симметричными составляющими напряжения и одноимённого тока вычисляется с помощью векторов симметричных составляющих как разность их аргументов по формулам:

$$\begin{aligned} \varphi_{U1/1(I)} &= \arg(\overline{U_1}) - \arg(\overline{I_1}) \\ \varphi_{U0/0(I)} &= \arg(\overline{U_0}) - \arg(\overline{I_0}) \\ \varphi_{U2/2(I)} &= \arg(\overline{U_2}) - \arg(\overline{I_2}) \quad , \end{aligned} \quad (\text{А.47})-(\text{А.49})$$

А.5.19 Случайные события

А.5.19.1 Провалы и прерывания напряжения

А.5.19.1.1 Обнаружение и оценка провала и прерывания напряжения выполняются в соответствии с ГОСТ ИЕС 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30. Пороговые значение провала и прерывания напряжения и напряжение гистерезиса определяется уставками при настройке счетчика.

А.5.19.1.2 Глубина провала (прерывания) напряжения вычисляется по формуле:

$$\delta U_{\text{п}} = \frac{U_{\text{ном}} - U_{\text{min}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100 \% \quad , \quad (\text{А.50})$$

где U_{min} – минимальное СКЗ напряжения на полупериоде основной частоты, измеренное на интервале времени от начала провала (прерывания) напряжения $t_{\text{нп}}$ до конца провала (прерывания) напряжения $t_{\text{кп}}$.

А.5.19.1.3 Длительность провала (прерывания) напряжения вычисляется по формуле:

$$\Delta t_{\text{п}} = t_{\text{кп}} - t_{\text{нп}} \quad (\text{А.51})$$

Примечание – если длительность снижения напряжения превышает 60 с, напряжение считается установившимся.

А.5.19.2 Перенапряжения

А.5.19.2.1 Обнаружение и оценка перенапряжения выполняются в соответствии с ГОСТ ИЕС 61000-4-30 и ГОСТ 30804.4.30. Пороговое значение перенапряжения и напряжение гистерезиса определяется уставками при настройке устройства.

А.5.19.2.2 Коэффициент перенапряжения вычисляется по формуле:

$$K_{\text{пер}U} = \frac{U_{\text{max}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100 \% \quad , \quad (\text{А.52})$$

где U_{max} – максимальное СКЗ напряжения на полупериоде основной частоты, измеренное на интервале времени от начала перенапряжения напряжения $t_{\text{нпер}U}$ до конца перенапряжения $t_{\text{кпер}U}$.

А.5.19.2.3 Длительность перенапряжения вычисляется по формуле:

$$\Delta t_{\text{пер}U} = t_{\text{кпер}U} - t_{\text{нпер}U} \quad (\text{A.53})$$

Примечание:

Если длительность перенапряжения превышает 60 с, напряжение считается установившимся.

А.5.20 Статистическая обработка результатов измерений ПКЭ.

А.5.20.1 Статистическую обработку результатов измерений выполняют для периода испытаний (по умолчанию – 1 неделя, может изменяться при настройке счетчика).

А.5.20.2 Для статистической обработки все значения каждого ПКЭ, измеренные за период наблюдения, упорядочиваются по возрастанию на числовой оси (от наименьшего до наибольшего), и определяются статистические характеристики, которые сравниваются с нормативными значениями:

- наибольшее и/или наименьшее значение результатов измерений (граница, ниже которой находятся 100 % измеренных значений);
- верхнее и/или нижнее значение диапазона (граница, ниже которой находятся 95 % измеренных значений);
- относительное время выхода за границы диапазона нормально допустимых значений (относительное время превышения допускаемых значений ПКЭ, установленных для 95 % результатов измерений) (Т1);
- относительное время выхода за границы диапазона предельно допустимых значений (относительное время превышения допускаемых значений ПКЭ, установленных для 100 % результатов измерений) (Т2).

А.5.20.3 Определение упорядоченных номеров верхних значений ПКЭ, характеризующих несимметрию трехфазной системы напряжений (K_{2U} , K_{0U}) и несинусоидальность сигналов напряжений (K_U , $K_{U(n)}$), кратковременной и длительной доз фликера P_{st} и P_{lt} , требования к допускаемым значениям которых установлены в виде одного предельного значения, выполняют по формуле:

$$N_B = 0,95 \cdot N \quad (\text{A.54})$$

где N – общее число результатов измерений ПКЭ.

А.5.20.4 Определение упорядоченных номеров верхних и нижних значений для ПКЭ, требования к допускаемым значениям которых установлены в виде диапазона ($\delta U_{(+)}$, $\delta U_{(-)}$, Δf), выполняют в следующем порядке.

1) Определяют количество значений ПКЭ, выходящих за нижнее нормально допустимое значение (m_n) и верхнее нормально допустимое значение (m_B).

Примечание:

Под нормально допустимым значением ПКЭ понимается допустимое значение ПКЭ, установленное для 95 % результатов измерений.

2) Если $m_n + m_B \leq 0,05 \cdot N$, то упорядоченный номер нижнего значения ПКЭ определяют по формуле:

$$N_H = 1 + \frac{0,95 \cdot N + m_n - m_B}{2} \quad (\text{A.55})$$

Упорядоченный номер верхнего значения ПКЭ определяют по формуле:

$$N_B = N_H + 0,95 \cdot N \quad (\text{A.56})$$

2) Если $m_n + m_e > 0,05 \cdot N$, то упорядоченный номер нижнего значения ПКЭ определяют по формуле:

$$N_H = 1 + 0,05 \cdot N \cdot \frac{m_H}{m_H + m_B} \quad (\text{A.57})$$

Упорядоченный номер верхнего значения ПКЭ определяют по формуле (A.56).

A.5.20.5 Из упорядоченного ряда выбирают значения ПКЭ с номерами N_n , N_e . Выбранные значения являются соответственно нижним и верхним значениями ПКЭ.

A.5.20.6 Относительное время выхода за границы диапазона нормально допустимых значений ПКЭ (T_1) рассчитывается по формуле:

$$T_1 = \frac{N_1}{N_\Sigma} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.58})$$

где N_1 – число результатов измерений ПКЭ (за интервал испытаний), вышедших за диапазон нормально допустимых значений;

N_Σ – общее количество результатов измерений ПКЭ за интервал испытаний.

A.5.20.7 Относительное время выхода за границы диапазона предельно допустимых значений ПКЭ (T_2) рассчитывается по формуле:

$$T_2 = \frac{N_2}{N_\Sigma} \cdot 100 \% , \quad (\text{A.59})$$

где N_2 – число результатов измерений ПКЭ (за интервал испытаний), вышедших за диапазон предельно допустимых значений;

N_Σ – общее количество результатов измерений ПКЭ за интервал испытаний.

A.6 Расчетные формулы мощности

A.6.1 Активная фазная мощность вычисляется как интеграл мгновенной мощности:

$$P_\Phi = \frac{1}{NT} \int_{t_0}^{t_0+NT} p_\Phi dt , \quad (\text{A.60})$$

где N – число периодов на основном измерительном интервале ($N = 10$);

T – период основной частоты ($T = 1/f$);

t_0 – момент времени начала измерений.

Мгновенная мощность вычисляется как произведение мгновенных значений напряжения и силы тока:

$$p = u \cdot i , \quad (\text{A.61})$$

Микропроцессор выполняет численное интегрирование, формула (А.5960) с учетом формулы (А.61) при переходе к конечной сумме ряда приобретает вид:

$$P_{\phi} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M U_{\phi m} \cdot I_{\phi m} , \quad (\text{А.62})$$

где M – число значений в выборке на основном измерительном интервале;

$U_{\phi m}$ – m -тое значение фазного напряжения в выборке;

$I_{\phi m}$ – m -тое значение фазного тока в выборке;

В устройстве принято $M = 2048$ на основном измерительном интервале.

А.6.2 Реактивная мощность измеряется геометрическим методом:

$$Q_{\phi} = \operatorname{sgn}(\sin \varphi_{UI\phi}) \sqrt{S_{\phi}^2 - P_{\phi}^2} , \quad (\text{А.63})$$

где S_{ϕ} – полная фазная мощность;

$\varphi_{UI\phi}$ – угол фазового сдвига между фазным напряжением и током основной частоты (формулы (А.35)-(А.37)).

А.6.3 Полная фазная мощность равна произведению СКЗ фазного напряжения и СКЗ фазного тока:

$$S_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} , \quad (\text{А.64})$$

где U_{ϕ} и I_{ϕ} рассчитываются по формулам (А.3) и (А.15) соответственно.

А.6.4 Трехфазные мощности вычисляются как суммы фазных:

$$\begin{aligned} P &= P_A + P_B + P_C \\ Q &= Q_A + Q_B + Q_C \\ S &= S_A + S_B + S_C \end{aligned} , \quad (\text{А.65})-(\text{А.67})$$

где $P_A, P_B, P_C, Q_A, Q_B, Q_C, S_A, S_B, S_C$ рассчитываются по формулам (А.62), (А.63), (А.64).

Примечание:

В п.п. А.6.1-А.6.4 приведены формулы для четырехпроводных соединений. В случае трехпроводных сетей значение трехфазной мощности в системе определяется как сумма 2 мощностей, вычисляемых через произведение напряжений между фазами (А-В и С-В) на соответствующий линейный ток (А и С), т.е. мгновенная трехфазная мощность равна

$$p = v_{AB} i_A + v_{CB} i_{AC}$$

А.6.5 Коэффициент мощности K_p определяется по формуле:

$$K_p = \frac{P}{S} , \quad (\text{А.68})$$

где для фазного коэффициента применяются фазные значения мощностей, а для трехфазного – трехфазные.

В случае синусоидального сигнала

$$K_p = \cos \varphi , \quad (\text{A.69})$$

где φ – разность между фазой сигнала напряжения и фазой сигнала тока.

А.6.6 Активные, реактивные и полные фазные и трехфазные мощности основной частоты рассчитываются по формулам:

$$P_{(1)\phi} = U_{(1)\phi} \cdot I_{(1)\phi} \cdot \cos \varphi_{U I \phi} , \quad (\text{A.70})$$

где $U_{(1)\phi}$ – СКЗ фазного напряжения основной частоты;

$I_{(1)\phi}$ – СКЗ фазного тока основной частоты;

$\varphi_{U I \phi}$ – угол фазового сдвига между фазным напряжением и током основной частоты.

$$S_{(1)\phi} = U_{(1)\phi} \cdot I_{(1)\phi} , \quad (\text{A.71})$$

$$Q_{(1)\phi} = \operatorname{sgn}(\sin \varphi_{U I \phi}) \sqrt{S_{(1)\phi}^2 - P_{(1)\phi}^2} \quad (\text{A.72})$$

Трехфазные мощности вычисляются как суммы фазных:

$$\begin{aligned} P_{(1)} &= P_{(1)A} + P_{(1)B} + P_{(1)C} \\ Q_{(1)} &= Q_{(1)A} + Q_{(1)B} + Q_{(1)C} \\ S_{(1)} &= S_{(1)A} + S_{(1)B} + S_{(1)C} , \end{aligned} \quad (\text{A.73})-(\text{A.75})$$

где $P_{(1)A}$, $P_{(1)B}$, $P_{(1)C}$, $Q_{(1)A}$, $Q_{(1)B}$, $Q_{(1)C}$, $S_{(1)A}$, $S_{(1)B}$, $S_{(1)C}$ рассчитываются по формулам (A.70), (A.72), (A.73).

А.6.7 Активные P_1 , P_2 , P_0 , реактивные Q_1 , Q_2 , Q_0 и полные мощности S_1 , S_2 , S_0 прямой, обратной и нулевой последовательностей вычисляются по формулам:

$$P_1 = U_{1\phi} \cdot I_1 \cdot \cos(\varphi_{U1/1(I)}) , \quad (\text{A.76})$$

$$S_1 = U_{1\phi} \cdot I_1 , \quad (\text{A.77})$$

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} , \quad (\text{A.78})$$

$$P_2 = U_{2\phi} \cdot I_2 \cdot \cos(\varphi_{U2/2(I)}) , \quad (\text{A.79})$$

$$S_2 = U_{2\phi} \cdot I_2 , \quad (\text{A.80})$$

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2} , \quad (\text{A.81})$$

$$P_0 = U_{0\phi} \cdot I_0 \cdot \cos(\varphi_{U0/0(I)}) , \quad (\text{A.82})$$

$$S_0 = U_{0\phi} \cdot I_0 , \quad (\text{A.83})$$

$$Q_0 = \sqrt{S_0^2 - P_0^2} \quad (\text{A.84})$$

А.6.8 Активные, реактивные и полные фазные и трехфазные мощности n -ой гармонической составляющей рассчитываются по формулам:

$$P_{(n)\phi} = U_{(n)\phi} \cdot I_{(n)\phi} \cdot \cos \varphi_{UI(n)\phi} , \quad (\text{A.85})$$

где $U_{(n)\phi}$ – СКЗ n -ой гармонической составляющей фазного напряжения (с учетом группирования);

$I_{(n)\phi}$ – СКЗ n -ой гармонической составляющей фазного тока (с учетом группирования);

$\varphi_{UI(n)\phi}$ – угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и тока (формулы (А.44)-(А.46)).

$$S_{(n)\phi} = U_{(n)\phi} \cdot I_{(n)\phi} , \quad (\text{A.86})$$

$$Q_{(n)\phi} = \operatorname{sgn}(\sin \varphi_{UI(n)\phi}) \sqrt{S_{(1)\phi}^2 - P_{(1)\phi}^2} \quad (\text{A.87})$$

Трехфазные мощности вычисляются как суммы фазных:

$$\begin{aligned} P_{(n)} &= P_{(n)A} + P_{(n)B} + P_{(n)C} \\ Q_{(n)} &= Q_{(n)A} + Q_{(n)B} + Q_{(n)C} \\ S_{(n)} &= S_{(n)A} + S_{(n)B} + S_{(n)C} , \end{aligned} \quad (\text{A.88})-(\text{A.90})$$

А.7 Измерения энергии

А.7.1 Активная W_p и реактивная W_q энергии вычисляются суммированием значений активной и реактивной энергий, полученных по значениям соответствующих мощностей, определенных на основном измерительном интервале (10 периодов сетевой частоты).

А.7.2 Активная $W_{p(1)}$ и реактивная $W_{q(1)}$ энергии основной частоты вычисляются по методу, указанному в п. А.7.1; при этом используются мощности основной частоты $P_{(1)}$ и $Q_{(1)}$ соответственно.

А.7.3 При измерениях энергий номер квадранта и направление потока мощности (отпуска энергии) – прием/отдача (импорт/экспорт) – определяются в соответствии с геометрическим представлением активной и реактивной мощности (энергии) по приложению С ГОСТ 31819.23-2012. Наиболее распространенный вариант геометрического представления активной и реактивной мощности (энергии) представлен на рисунке А.3.

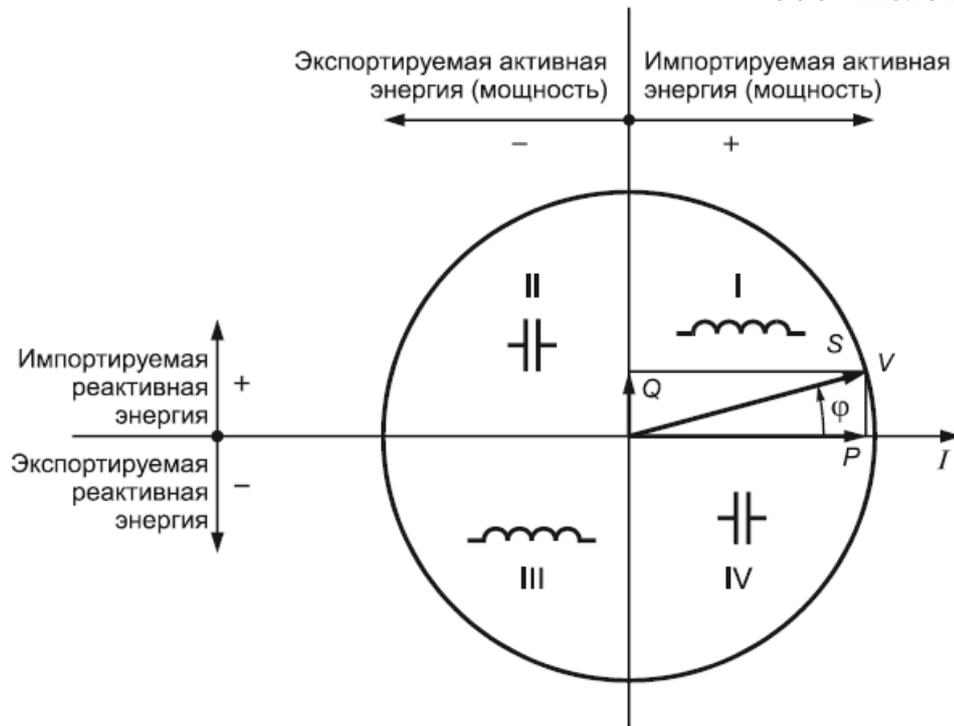


Рисунок А.3 – Геометрическое представление активной и реактивной мощности (энергии)

Примечание к рисунку А.3:

1. Началом отсчета (координат) диаграммы является вектор тока (задан на горизонтальной оси координат с правой стороны).
2. Вектор напряжения \bar{V} меняет свое направление в зависимости от фазового угла ϕ .
3. Фазовый угол ϕ между напряжением V и током I принимают положительным (против часовой стрелки).