

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

### Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-4ТМ.03М, СЭТ-4ТМ.02М

#### Назначение средства измерений

Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-4ТМ.03М, СЭТ-4ТМ.02М (далее - счетчики) предназначены для измерения активной и реактивной энергии (в том числе и с учетом потерь), ведения массивов профиля мощности нагрузки с программируемым временем интегрирования (в том числе и с учетом потерь), фиксации максимумов мощности, измерения параметров трехфазной сети и параметров качества электрической энергии.

Счетчики имеют интерфейсы связи и предназначены для работы, как автономно, так и в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АИИС КУЭ) и в составе автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ).

Счетчики могут применяться как средство коммерческого или технического учета электрической энергии на предприятиях промышленности и в энергосистемах, осуществлять учет потоков мощности в энергосистемах и межсистемных перетоков.

#### Описание средства измерений

##### 1 Принцип действия

Счетчики являются измерительными приборами, построенными по принципу цифровой обработки входных аналоговых сигналов. Управление процессом измерения и всеми функциональными узлами счетчика осуществляется высокопроизводительным микроконтроллером (МК), который реализует алгоритмы в соответствии со специализированной программой, помещенной в его внутреннюю память программ. Управление узлами производится через аппаратно-программные интерфейсы, реализованные на портах ввода/вывода МК.

Измерительная часть счетчиков выполнена на основе многоканального, шестнадцатиразрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). АЦП осуществляет выборки мгновенных значений величин напряжения и тока параллельно по шести каналам измерения, преобразование их в цифровой код и передачу по скоростному последовательному каналу микроконтроллеру.

Микроконтроллер, по выборкам мгновенных значений напряжения и тока, производит вычисление усредненных на интервале фиксированного измерительного окна значений активной мощности, среднеквадратических значений напряжения и тока в каждой фазе, производит их коррекцию по амплитуде, фазе и температуре.

По вычисленным значениям активной мощности, напряжения и тока вычисляются полная, реактивная мощности, активная и реактивная мощности потерь в каждой фазе.

Измерение частоты сети производится посредством измерения периода фазного напряжения одной из фаз.

Вычисление перечисленных ниже параметров производится с использованием прямоугольного измерительного окна, синхронного с частотой сети:

- коэффициентов искажения синусоидальности кривой фазных (межфазных) напряжений и токов;
- коэффициентов несимметрии напряжений и токов по нулевой и обратной последовательностям (по первой гармонике сети).

Вычисления средних значений активной, реактивной и полной мощности, среднеквадратических значений напряжений и токов в каждой фазе производится по следующим формулам:

$$\text{для активной мощности} \quad P = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_i \cdot I_i \cdot W_i}{n}, \quad (1)$$

$$\text{для напряжения} \quad U = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_i^2 \cdot W_i}{n}}, \quad (2)$$

$$\text{для тока} \quad I = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} I_i^2 \cdot W_i}{n}}, \quad (3)$$

$$\text{для полной мощности} \quad S = U \cdot I, \quad (4)$$

$$\text{для реактивной мощности} \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2}, \quad (5)$$

где  $U_i, I_i$  - выборки мгновенных значений напряжения и тока;  
 $W_i$  - весовые коэффициенты измерительного окна;  
 $n$  - число выборок на интервале измерительного окна.

Вычисление активной и реактивной мощности потерь в каждой фазе производится по следующим формулам:

$$P_{\Pi} = \left(\frac{I}{I_H}\right)^2 \cdot P_{\text{п.л.ном}} + \left(\frac{I}{I_H}\right)^2 \cdot P_{\text{п.н.ном}} + \left(\frac{U}{U_H}\right)^2 \cdot P_{\text{п.хх.ном}}, \quad (6)$$

$$Q_{\Pi} = \left(\frac{I}{I_H}\right)^2 \cdot Q_{\text{п.л.ном}} + \left(\frac{I}{I_H}\right)^2 \cdot Q_{\text{п.н.ном}} + \left(\frac{U}{U_H}\right)^4 \cdot Q_{\text{п.хх.ном}}, \quad (7)$$

где  $I$  - среднеквадратическое значение тока (формула 3);  
 $U$  - среднеквадратическое значение фазного напряжения (формула 2);  
 $P_{\text{п.л.ном}}$  - номинальная активная мощность потерь в линии электропередачи;  
 $P_{\text{п.н.ном}}$  - номинальная активная мощность нагрузочных потерь в силовом трансформаторе;  
 $P_{\text{п.хх.ном}}$  - номинальная активная мощность потерь холостого хода в силовом трансформаторе;  
 $Q_{\text{п.л.ном}}$  - номинальная реактивная мощность потерь в линии электропередачи;  
 $Q_{\text{п.н.ном}}$  - номинальная реактивная мощность нагрузочных потерь в силовом трансформаторе;  
 $Q_{\text{п.хх.ном}}$  - номинальная реактивная мощность потерь холостого хода в силовом трансформаторе;

Номинальные мощности потерь вводятся в счетчик как конфигурационные параметры и представляют собой мощность потерь в одной фазе, приведенную к входу счетчика при номинальном токе и номинальном напряжении счетчика.

Вычисление мощностей трехфазной системы производится алгебраическим (с учетом знака направления) суммированием соответствующих мощностей однофазных измерений.

Знаки мощностей однофазных измерений формируются по-разному в зависимости от конфигурирования счетчика, как показано в таблице 1.

По полученным значениям активной и реактивной мощности трехфазной системы формируются импульсы телеметрии на четырех конфигурируемых испытательных выходах счетчика. Сформированные импульсы подсчитываются контроллером и сохраняются в регистрах текущих значений энергии и профиля мощности по каждому виду энергии (мощности) и направлению до свершения события. По свершению события, текущие значения энергии или мощности добавляются в соответствующие энергонезависимые регистры учета энергии и массивы профиля мощности. При этом, в качестве события выступает время окончания текущего

тарифа или время окончания интервала интегрирования мощности для массива профиля, определяемое по встроенным энергонезависимым часам реального времени.

Таблица 1

Мощность	Двунаправленный счетчик	Однонаправленный (конфигурированный) счетчик
P+	PI и PIV	PI, PII, PIII, PIV
P-	PII и PIII	-
Q+	QI и QII	QI и QIII
Q-	QIII и QIV	QII и QIV
Q1	QI	QI и QIII
Q2	QII	-
Q3	QIII	-
Q4	QIV	QII и QIV

Примечание - P+, Q+ - активная и реактивная мощность прямого направления, P-, Q- - активная и реактивная мощность обратного направления, Q1-Q4 – реактивная мощность 1-4 квадрантов, PI, QI, PII, QII, PIII, QIII, PIV, QIV – активная и реактивная составляющие вектора полной мощности первого, второго, третьего и четвертого квадрантов соответственно.

При учете потерь импульсы телеметрии формируются с учетом мощности потерь  $P_{\Sigma}=P\pm P_{п}$  (формулы (1), (6)),  $Q_{\Sigma}=Q\pm Q_{п}$  (формулы (5), (7)), подсчитываются контроллером и отдельно сохраняются в регистрах текущих значений энергии и профиля мощности с учетом потерь по каждому виду энергии (мощности) и направлению до свершения события. Знак учета потерь является конфигурационным параметром счетчика и зависит от расположения точки учета и точки измерения.

## 2 Варианты исполнения

В модельный ряд счетчиков входят счетчики, отличающиеся классом точности, номинальными напряжениями, номинальными токами, количеством интерфейсов связи, наличием резервного источника питания. Варианты исполнения счетчиков приведены в таблице 2.

Запись счетчика при его заказе и в конструкторской документации другой продукции должна состоять из наименования счетчика, условного обозначения варианта исполнения счетчика и номера технических условий.

Пример записи счётчика - «Счётчик электрической энергии многофункциональный СЭТ-4ТМ.0ХМ.ХХ ИЛГШ.411152.145ТУ». Где ХМ.ХХ – вариант исполнения счетчика в соответствии с таблицей 2.

Счетчики СЭТ-4ТМ.02М и СЭТ-4ТМ.03М отличаются только количеством интерфейсов связи. У СЭТ-4ТМ.02М один интерфейс RS-485 и оптопорт, у СЭТ-4ТМ.03М два интерфейса RS-485 и оптопорт. Все интерфейсы независимые, равноприоритетные и изолированные.

Счетчики предназначены для многотарифного учета активной и реактивной электрической энергии в двух направлениях и четырехквadrантной реактивной энергии (8 каналов учета) в трех и четырехпроводных сетях переменного тока с напряжением  $3\times(57,7-115)/(100-200)$  В или  $3\times(120-230)/(208-400)$  В, частотой  $(50 \pm 2,5)$  Гц, номинальным (максимальным) током 1 (2) А или 5 (10) А.

Двунаправленные счетчики могут конфигурироваться для работы в однонаправленном многотарифном режиме (пять каналов учета) и учитывать:

- активную энергию прямого и обратного направления, как активную энергию прямого направления (учет по модулю не зависимо от направления тока в каждой фазе сети);
- реактивную энергию первого и третьего квадранта, как реактивную энергию прямого направления и реактивную энергию первого квадранта (индуктивная нагрузка);
- реактивную энергию четвертого и второго квадранта, как реактивную энергию обратного направления и реактивную энергию четвертого квадранта (емкостная нагрузка).

Таблица 2 – Варианты исполнения счетчиков

Наименование и условное обозначение варианта исполнения счетчика	Номинальный (максимальный) ток, А	Номинальное напряжение, В	Класс точности при измерении активной/реактивной энергии	Количество интерфейсов RS-485	Наличие резервного блока питания
СЭТ-4ТМ.03М	5(10)	3×(57,7-115)/ (100-200)	0,2 S/0,5	2	есть
СЭТ-4ТМ.03М.01	5(10)		0,5 S/1,0	2	есть
СЭТ-4ТМ.02М.02	5(10)		0,2 S/0,5	1	есть
СЭТ-4ТМ.02М.03	5(10)		0,5 S/1,0	1	есть
СЭТ-4ТМ.03М.04	5(10)		0,2 S/0,5	2	нет
СЭТ-4ТМ.03М.05	5(10)		0,5 S/1,0	2	нет
СЭТ-4ТМ.02М.06	5(10)		0,2 S/0,5	1	нет
СЭТ-4ТМ.02М.07	5(10)		0,5 S/1,0	1	нет
СЭТ-4ТМ.03М.08	5(10)	3×(120-230)/ (208-400)	0,2 S/0,5	2	есть
СЭТ-4ТМ.03М.09	5(10)		0,5 S/1,0	2	есть
СЭТ-4ТМ.02М.10	5(10)		0,2 S/0,5	1	есть
СЭТ-4ТМ.02М.11	5(10)		0,5 S/1,0	1	есть
СЭТ-4ТМ.03М.12	5(10)		0,2 S/0,5	2	нет
СЭТ-4ТМ.03М.13	5(10)		0,5 S/1,0	2	нет
СЭТ-4ТМ.02М.14	5(10)		0,2 S/0,5	1	нет
СЭТ-4ТМ.02М.15	5(10)		0,5 S/1,0	1	нет
СЭТ-4ТМ.03М.16	1(2)	3×(57,7-115)/ (100-200)	0,2 S/0,5	2	есть
СЭТ-4ТМ.03М.17	1(2)		0,5 S/1,0	2	есть
СЭТ-4ТМ.02М.18	1(2)		0,2 S/0,5	1	есть
СЭТ-4ТМ.02М.19	1(2)		0,5 S/1,0	1	есть
СЭТ-4ТМ.03М.20	1(2)		0,2 S/0,5	2	нет
СЭТ-4ТМ.03М.21	1(2)		0,5 S/1,0	2	нет
СЭТ-4ТМ.02М.22	1(2)		0,2 S/0,5	1	нет
СЭТ-4ТМ.02М.23	1(2)		0,5 S/1,0	1	нет
СЭТ-4ТМ.03М.24	1(2)	3×(120-230)/ (208-400)	0,2 S/0,5	2	есть
СЭТ-4ТМ.03М.25	1(2)		0,5 S/1,0	2	есть
СЭТ-4ТМ.02М.26	1(2)		0,2 S/0,5	1	есть
СЭТ-4ТМ.02М.27	1(2)		0,5 S/1,0	1	есть
СЭТ-4ТМ.03М.28	1(2)		0,2 S/0,5	2	нет
СЭТ-4ТМ.03М.29	1(2)		0,5 S/1,0	2	нет
СЭТ-4ТМ.02М.30	1(2)		0,2 S/0,5	1	нет
СЭТ-4ТМ.02М.31	1(2)		0,5 S/1,0	1	нет

Подключение счетчиков к сети производится через измерительные трансформаторы напряжения и тока. Счетчики с номинальным напряжением 3×(57,7-115)/(100-200) В могут использоваться на подключениях с номинальными фазными напряжениями из ряда: 57,7, 63,5, 100, 110, 115 В. Счетчики с номинальным напряжением 3×(120-230)/(208-400) В могут использоваться как с измерительными трансформаторами напряжения, так и без них на подключениях с номинальными фазными напряжениями из ряда: 120, 127, 173, 190, 200, 220, 230 В.

### 3 Тарификация и архивы учтенной энергии

Счетчики ведут многотарифный учет энергии (без учета потерь) в восьми тарифных зонах, по восьми типам дней в двенадцати сезонах. Дискрет тарифной зоны составляет 10 минут. Чередование тарифных зон в сутках ограничено числом десятиминутных интервалов в сутках и составляет 144 интервала. Тарификатор счетчиков использует расписание праздничных

дней и список перенесенных дней. Счетчики ведут бестарифный учет активной и реактивной энергии с учетом потерь в линии электропередачи и силовом трансформаторе.

Счетчики ведут архивы тарифицированной учтенной энергии и не тарифицированной энергии с учетом потерь (активной, реактивной прямого и обратного направления и четырехквadrантной реактивной энергии):

- всего от сброса (нарастающий итог);
- за текущие и предыдущие сутки;
- на начало текущих и предыдущих суток;
- за каждые предыдущие календарные сутки глубиной до 30 дней;
- на начало каждых предыдущих календарных суток глубиной до 30 дней;
- за текущий месяц и двенадцать предыдущих месяцев;
- на начало текущего месяца и двенадцати предыдущих месяцев;
- за текущий и предыдущий год;
- на начало текущего и предыдущего года.

#### **4 Профили мощности нагрузки**

Счетчики ведут три четырехканальных независимых массива профиля мощности с программируемым временем интегрирования от 1 до 60 минут для активной и реактивной мощности прямого и обратного направления (четыре канала). Если счетчики используются на подключениях с номинальными напряжениями  $3 \times (100-115/173-200)$  В, то время интегрирования может программироваться только в диапазоне от 1 до 30 минут.

Каждый массив профиля мощности может конфигурироваться для ведения профиля мощности нагрузки с учетом активных и реактивных потерь в линии электропередачи и силовом трансформаторе со временем интегрирования от 1 до 30 минут.

Глубина хранения каждого массива профиля, при времени интегрирования 30 минут, составляет 114 суток (3,7 месяца).

#### **5 Регистрация максимумов мощности нагрузки**

Счетчики могут использоваться как регистраторы максимумов мощности (активной, реактивной, прямого и обратного направления) по каждому массиву профиля мощности с использованием двенадцатисезонного расписания утренних и вечерних максимумов.

Максимумы мощности фиксируются в архивах счетчика:

- от сброса (ручной сброс или сброс по интерфейсному запросу);
- за текущий и каждый из двенадцати предыдущих месяцев.

В архивах максимумов фиксируется значение максимума мощности и время, соответствующее окончанию интервала интегрирования мощности соответствующего массива профиля.

Если массив профиля мощности сконфигурирован для мощности с учетом потерь, то в архивах максимумов фиксируется максимальная мощность с учетом потерь.

#### **6 Измерение параметров сети и показателей качества электрической энергии**

Счетчики измеряют мгновенные значения (время интегрирования от 0,2 до 5 секунд) физических величин, характеризующих трехфазную электрическую сеть, и могут использоваться как датчики или измерители параметров, приведенных в таблице 3.

Счетчики всех вариантов исполнения, не зависимо от конфигурации, работают как четырехквadrантные измерители с учетом направления и угла сдвига фаз между током и напряжением в каждой фазе сети и могут использоваться для оценки правильности подключения счетчика. Мгновенные мощности трехфазных измерений определяются с учетом конфигурации, как описано в п. 1.

Таблица 3

Наименование параметра	Цена ед. мл. разряда индикатора	Примечание
Активная мощность, Вт	0,01	По каждой фазе сети и сумме фаз
Реактивная мощность, вар	0,01	
Полная мощность, В·А	0,01	
Активная мощность потерь, Вт	0,01	
Реактивная мощность потерь, вар	0,01	
Фазное напряжение, В	0,01	По каждой фазе сети
Межфазное напряжение, В	0,01	По каждой паре фаз
Напряжение прямой последовательности, В	0,01	
Ток, А	0,0001	По каждой фазе сети
Коэффициент мощности	0,01	По каждой фазе сети и сумме фаз
Частота сети, Гц	0,01	
Коэффициент искажения синусоидальности кривой токов, %	0,01	Справочные данные
Коэффициентов несимметрии тока по нулевой и обратной последовательностям, %	0,01	
Коэффициент искажения синусоидальности кривой фазных напряжений, %	0,01	
Коэффициент искажения синусоидальности кривой межфазных напряжений, %	0,01	
Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой и обратной последовательностям, %	0,01	
Текущее время, с	1	
Текущая дата		
Температура внутри счетчика, °С	1	
Примечания		
1 Цена единицы младшего разряда указана для коэффициентов трансформации напряжения и тока равных 1.		
2 Все физические величины индицируются с учетом введенных коэффициентов трансформации напряжения и тока.		

Счетчики могут использоваться как измерители показателей качества электрической энергии согласно ГОСТ 13109-97 по параметрам установившегося отклонения фазных (межфазных, прямой последовательности) напряжений и частоты сети.

### 7 Испытательные выходы и цифровые входы

В счетчиках функционируют четыре изолированных испытательных выхода основного передающего устройства. Каждый испытательный выход может конфигурироваться:

- для формирования импульсов телеметрии одного из каналов учета энергии (активной, реактивной, прямого и обратного направления, и четырехквadrантной реактивной, в том числе и с учетом потерь);
- для формирования статических сигналов индикации превышения программируемого порога мощности (активной, реактивной, прямого и обратного направления);
- для формирования сигналов телеуправления;
- для проверки точности хода встроенных часов реального времени (только канал 0).

В счетчиках функционируют два цифровых входа, которые могут конфигурироваться:

- для управления режимом поверки (только первый цифровой вход).

- для счета нарастающим итогом количества импульсов, поступающих от внешних устройств (по переднему, заднему фронту или обоим фронтам);
- как вход телесигнализации.

## 8 Журналы

Счетчики ведут журналы событий, журналы показателей качества электрической энергии, журналы превышения порога мощности и статусный журнал.

В журналах событий фиксируются времена начала/окончания следующих событий:

- время выключения/включения счетчика;
  - время включения/выключения резервного источника питания;
  - время выключения/включения фазы 1, фазы 2, фазы 3;
  - время открытия/закрытия защитной крышки;
  - время изменения коэффициентов трансформации
  - время коррекции времени и даты;
  - время коррекции тарифного расписания;
  - время коррекции расписания праздничных дней;
  - время коррекции списка перенесенных дней;
  - время коррекции расписания утренних и вечерних максимумов мощности;
  - время последнего программирования;
  - время и количество перепрограммированных параметров;
  - время изменения состояния входов телесигнализации;
  - время инициализации счетчика;
  - время сброса показаний (учтенной энергии);
  - время инициализации первого, второго и третьего массива профиля мощности;
  - время сброса максимумов мощности по первому, второму и третьему массиву профиля;
  - время и количество попыток несанкционированного доступа к данным;
  - время и количество измененных параметров измерителя качества;
  - время и количество измененных параметров измерителя потерь.
- Все перечисленные журналы имеют глубину хранения по 10 записей.

В журналах показателей качества электроэнергии фиксируются времена выхода/возврата за установленные верхнюю/нижнюю нормально/предельно допустимую границу:

- отклонения напряжений: фазных, межфазных, прямой последовательности;
- частоты сети;
- коэффициентов несимметрии напряжения по нулевой и обратной последовательностям;
- коэффициентов искажения синусоидальности кривой фазных и межфазных напряжений.

Глубина хранения каждого журнала выхода за нормально допустимые границы 20 записей, за предельно допустимые границы – 10 записей.

В журналах превышения порога мощности фиксируется время выхода/возврата за установленную границу среднего значения активной и реактивной мощности прямого и обратного направления из первого, второго или третьего массива профиля мощности. Глубина хранения журнала по каждой мощности 10 записей.

В статусном журнале фиксируется время и значение измененного слова состояния счетчика. Глубина хранения статусного журнала 10 записей.

## 9 Устройство индикации

Счетчики имеют жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) с подсветкой для отображения учтенной энергии и измеряемых величин и три кнопки управления режимами индикации.

Счетчики в режиме индикации основных параметров позволяют отображать на индика-

торе:

- учетную активную и реактивную энергию прямого и обратного направления и четырехквadrантную реактивную энергию по каждому тарифу и сумме тарифов;
- энергию с учетом потерь в линии передачи и силовом трансформаторе;
- число импульсов от внешних датчиков по цифровому входу 1 и 2.

Все перечисленные выше данные сохраняются в архивах с возможностью просмотра на индикаторе:

- всего от сброса показаний (нарастающий итог);
- за текущий и предыдущий год;
- за текущий и предыдущий месяц;
- за текущие и предыдущие сутки;
- на начало текущего года;
- на начало текущего и предыдущего месяца;
- на начало текущих и предыдущих суток.

Счетчики в режиме индикации основных параметров, кроме перечисленных выше, отображают значения и время фиксации утренних и вечерних максимумов мощности по первому, второму и третьему массиву профиля мощности.

Счетчики в режиме индикации вспомогательных параметров позволяют отображать на индикаторе данные вспомогательных режимов измерения, приведенных в таблице 3, и кроме того, версию ПО счетчика и контрольную сумму метрологически значимой части ПО.

## **10 Интерфейсы связи**

Счетчики СЭТ-4ТМ.03М имеют три равноприоритетных, независимых, гальванически изолированных интерфейса связи: два RS-485 и оптический интерфейс (ГОСТ Р МЭК 61107-2001).

Счетчики СЭТ-4ТМ.02М имеют два равноприоритетных, независимых, гальванически изолированных интерфейса связи: RS-485 и оптический интерфейс (ГОСТ Р МЭК 61107-2001).

Счетчики поддерживают ModBus-подобный, СЭТ-4ТМ.02-совместимый протокол и обеспечивают возможность дистанционного управления функциями, программирования (перепрограммирования) режимов и параметров и считывания параметров и данных измерений. Независимость портов связи и высокая производительность протокола обмена счетчика СЭТ-4ТМ.03М позволяет его использование в составе сразу двух систем: АИИС КУЭ и АСДУ.

Работа со счетчиками через интерфейсы связи может производиться с применением программного обеспечения «Конфигуратор СЭТ-4ТМ».

Доступ к параметрам и данным со стороны интерфейсов связи защищен паролями на чтение и программирование (два уровня доступа). Метрологические коэффициенты и заводские параметры защищены аппаратной перемычкой и не доступны без снятия пломб завода-изготовителя и нарушения оттиска поверительного клейма.

## **11 Защита от несанкционированного доступа**

Для защиты от несанкционированного доступа в счетчике предусмотрена установка пломб ОТК завода-изготовителя и организации осуществляющей поверку счетчика.

После установки на объект счетчики должны пломбироваться пломбами обслуживающей организации.

Схема пломбирования счетчиков приведена на рисунке 1.

Кроме механического пломбирования в счетчике предусмотрено электронное пломбирование крышки зажимов. При этом факт и время вскрытия крышки зажимов фиксируется в соответствующем журнале событий счетчика.

## 12 Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) счетчиков имеет структуру с разделением на метрологически значимую и метрологически незначимую части. Каждая структурная часть исполняемого кода программы во внутренней памяти микроконтроллера защищается циклической контрольной суммой, которая непрерывно контролируется системой диагностики счетчиков.

Метрологические характеристики счетчиков напрямую зависят от калибровочных коэффициентов, которые записываются в память счетчиков на заводе-изготовителе на стадии калибровки. Калибровочные коэффициенты защищаются циклическими контрольными суммами, которые непрерывно контролируются системой диагностики счетчиков. Массивы калибровочных коэффициентов защищены аппаратной перемычкой защиты записи и не доступны для изменения без вскрытия счетчиков.

При обнаружении ошибок контрольных сумм (КС) системой диагностики устанавливаются флаги ошибок в слове состояния счетчиков с записью события в статусный журнал счетчиков и отображением сообщения об ошибке на ЖКИ:

- E-09 - ошибка КС программы;
- E-10 - ошибка КС массива калибровочных коэффициентов.

Идентификационные характеристики ПО счетчиков приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
СЭТ-4ТМ.02,03М	S04_3178.p.s	03.17.XX	0xFE42	CRC 16 ModBus RTU
Примечание - Номер версии ПО состоит из трех полей, каждое поле содержит два символа: <ul style="list-style-type: none"> <li>– первое поле - код устройства (03 – СЭТ-4ТМ.03М, СЭТ-4ТМ.02М);</li> <li>– второе поле – номер версии метрологически значимой части ПО (17);</li> <li>– третье поле – номер версии метрологически не значимой части ПО.</li> </ul>				

Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Уровень защиты А от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с МИ 3286-2010.

Версия ПО счетчиков и цифровой идентификатор ПО могут отображаться на ЖКИ в кольце индикации вспомогательных параметров.

### 13 Внешний вид и схема пломбирования

Внешний вид счетчика и схема пломбирования приведены на рисунке 1.

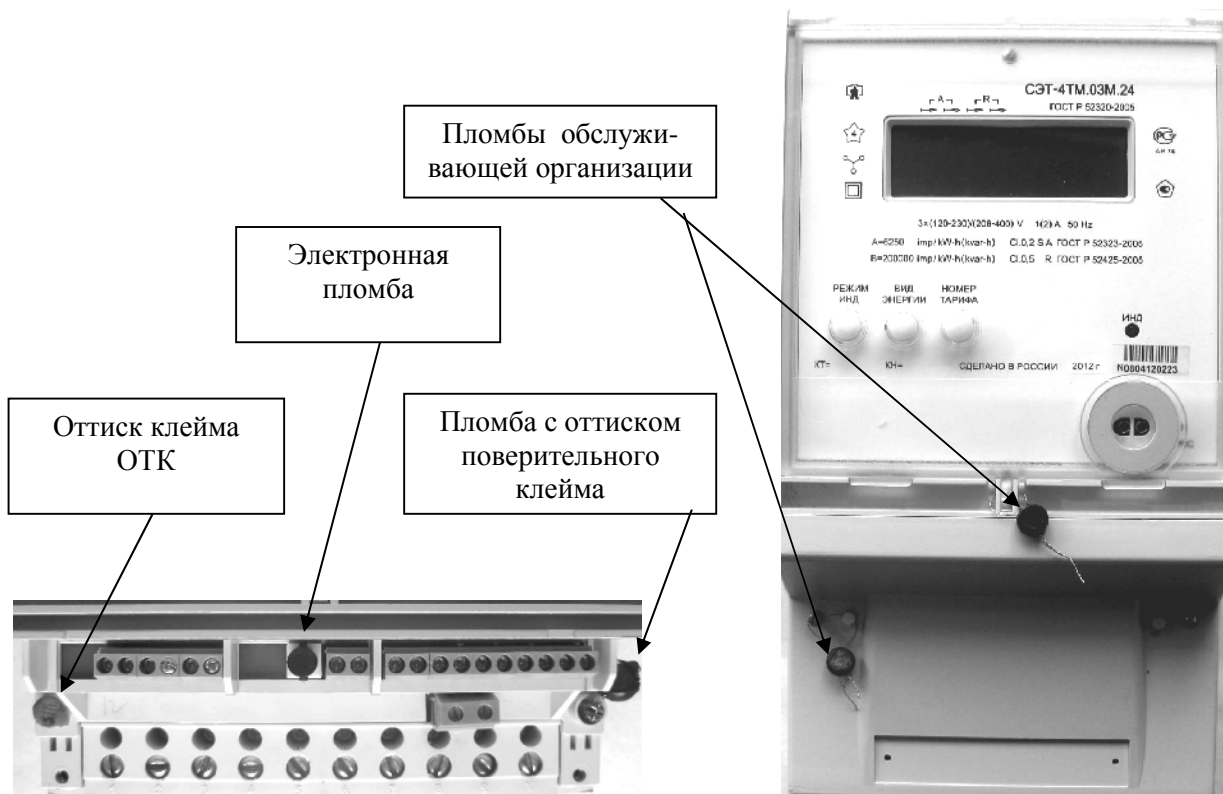


Рисунок 1 – Внешний вид счетчика и схема пломбирования

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование величины	Значение
Номинальный (максимальный) тока, А	1 (2) или 5 (10)
Максимальный ток в течение 0,5 с, А	20I <sub>макс</sub>
Стартовый ток (чувствительность), мА	1 или 5 (0,001I <sub>ном</sub> )
Номинальное напряжение, В	3×(57,7-115)/(100-200) или 3×(120-230)/(208-400)
Установленный рабочий диапазон напряжений, В, счетчиков с U <sub>ном</sub> : – U <sub>ном</sub> = 3×(57,7-115)/(100-200)В – U <sub>ном</sub> = 3×(120-230)/(208-400) В	от 0,8U <sub>ном</sub> до 1,15U <sub>ном</sub>  3×(46-132)/(80-230); 3×(96-265)/(166-460) В
Диапазон входных напряжений резервного источника питания, В	от 100 до 265
Номинальная частота сети (диапазон рабочих частот), Гц	50 (от 47,5 до 52,5)
Класс точности при измерении в прямом и обратном направлении: – активной энергии – реактивной энергии*	в соответствии с вариантом исполнения  0,2 S или 0,5 S по ГОСТ Р 52323-2005; 0,5 или 1,0 по ГОСТ Р 52425-2005

Продолжение таблицы 5

<p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– активной мощности (прямого и обратного направления при активной, индуктивной и емкостной нагрузках в зависимости от класса точности 0,2S или 0,5S), <math>\delta_P</math></li> <li>– реактивной мощности (прямого и обратного направления при активной, индуктивной и емкостной нагрузках в зависимости от класса точности 0,5 или 1), <math>\delta_Q</math></li> <li>– полной мощности, <math>\delta_S</math></li> <li>– напряжения (фазного, межфазного, прямой последовательности и их усредненных значений)</li> <li>– тока</li> <li>– частоты и ее усредненного значения</li> <li>– коэффициента активной мощности</li> <li>– мощности активных потерь</li> <li>– мощности реактивных потерь</li> <li>– активной энергии и мощности с учетом потерь (прямого и обратного направления)</li> <li>– реактивной энергии и мощности с учетом потерь (прямого и обратного направления)</li> </ul>	<p><math>\pm 0,2</math> или <math>\pm 0,5</math> при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\cos\varphi=1</math>;  <math>\pm 0,3</math> или <math>\pm 0,6</math> при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\cos\varphi=0,5</math>;  <math>\pm 0,4</math> или <math>\pm 1,0</math> при <math>0,01I_{ном} \leq I &lt; 0,05I_{ном}</math>, <math>\cos\varphi=1</math>;  <math>\pm 0,5</math> или <math>\pm 1,0</math> при <math>0,02I_{ном} \leq I &lt; 0,05I_{ном}</math>, <math>\cos\varphi=0,5</math>;  <math>\pm 0,5</math> или <math>\pm 1,0</math> при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\cos\varphi=0,25</math>  <math>\pm 0,5</math> или <math>\pm 1,0</math> при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\sin\varphi=1</math>;  <math>\pm 0,6</math> или <math>\pm 1,0</math> при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\sin\varphi=0,5</math>;  <math>\pm 1,0</math> или <math>\pm 1,5</math> при <math>0,01I_{ном} \leq I &lt; 0,05I_{ном}</math>, <math>\sin\varphi=1</math>;  <math>\pm 1,0</math> или <math>\pm 1,5</math> при <math>0,02I_{ном} \leq I &lt; 0,05I_{ном}</math>, <math>\sin\varphi=0,5</math>;  <math>\pm 1,0</math> или <math>\pm 1,5</math> при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\sin\varphi=0,25</math>;  <math>\delta_S = \delta_Q</math> (аналогично реактивной мощности);  <math>\delta u = \pm 0,4</math> в диапазоне от <math>0,8U_{ном}</math> до <math>1,15U_{ном}</math>;</p> <p><math>\delta I = \pm 0,4</math> при <math>I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>;</p> <p><math>\delta i = \pm \left[ 0,4 + 0,02 \left( \frac{I_{ном}}{I_x} - 1 \right) \right]</math> при <math>0,01I_{ном} \leq I &lt; I_{ном}</math>;</p> <p><math>\pm 0,05</math> в диапазоне от 47,5 до 52,5 Гц;  <math>\delta_{kp} = \delta_P + \delta_S</math>;  <math>\delta_{P_{п}} = 2\delta I + 2\delta u</math>;  <math>\delta_{Q_{п}} = 2\delta I + 4\delta u</math>;  <math>\delta_{P \pm P_{п}} = \delta_P \cdot \frac{P}{P \pm P_{п}} + \delta_{P_{п}} \cdot \frac{P_{п}}{P \pm P_{п}}</math>;  <math>\delta_{Q \pm Q_{п}} = \delta_Q \cdot \frac{Q}{Q \pm Q_{п}} + \delta_{Q_{п}} \cdot \frac{Q_{п}}{Q \pm Q_{п}}</math></p>
<p>Средний температурный коэффициент в диапазоне температур от минус 40 до плюс 60 °С (в зависимости от класса точности), %/К, при измерении:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– активной энергии и мощности</li> <li>– реактивной энергии и мощности</li> </ul>	<p>0,01 или 0,03 при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\cos\varphi=1</math>;  0,02 или 0,05 при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\cos\varphi=0,5</math>;  0,03 или 0,05 при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\sin\varphi=1</math>;  0,05 или 0,07 при <math>0,05I_{ном} \leq I \leq I_{макс}</math>, <math>\sin\varphi=0,5</math></p>
<p>– Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения частоты, напряжения и тока в диапазоне температур от минус 40 до плюс 60 °С, %</p>	<p><math>\delta t_d = 0,05\delta_d(t - t_n)</math>, где <math>\delta_d</math> – пределы допускаемой основной погрешности измеряемой величины, <math>t</math> – температура рабочих условий, <math>t_n</math> – температура нормальных условий</p>
<p>– Точность хода встроенных часов в нормальных условиях во включенном и выключенном состоянии, с/сут, лучше</p>	<p><math>\pm 0,5</math></p>

Продолжение таблицы 5

Изменение точности хода часов во включенном состоянии в диапазоне рабочих температур от минус 40 до плюс 60 °С, и в выключенном состоянии в диапазоне температур от минус 40 до плюс 70 °С, с/°С /сут, менее	±0,1				
Активная (полная) мощность, потребляемая каждой параллельной цепью напряжения, не более, Вт (В·А)	Номинальное фазное напряжение счетчика				
	57,7 В	115 В	120 В	230 В	
	0,8 (1,0)	1,0 (1,5)	1,0 (1,5)	1,5 (2,5)	
Полная мощность, потребляемая каждой последовательной цепью, не более, В·А	0,1				
Максимальный ток потребления от резервного источника питания переменного и постоянного тока в диапазоне напряжений от 100 до 265 В, мА	= 100 В	= 265 В	~100 В	~ 265 В	
	30	15	45	28	
Начальный запуск счетчика, менее, с	5				
Жидкокристаллический индикатор: – число индицируемых разрядов – цена единицы младшего разряда при отображении энергии и коэффициентах трансформации равных 1, кВт·ч (квар·ч)	8;				
	0,01				
Тарификатор: – число тарифов – число тарифных зон в сутках – число типов дней – число сезонов	8;				
	144 зоны с дискретом 10 минут;				
	8;				
	12				
Скорость обмена информацией, бит/с: – по оптическому порту – по интерфейсу RS-485	9600;				
	38400, 19200, 9600, 4800, 2400, 1200, 600				
Характеристики испытательных выходов: – количество испытательных выходов – максимальное напряжение – максимальный ток – выходное сопротивление	4 изолированных конфигурируемых выхода; 24 В, в состоянии «разомкнуто»; 30 мА, в состоянии «замкнуто»; > 50 кОм, в состоянии «разомкнуто»; < 200 Ом, в состоянии «замкнуто»				
	Постоянная счетчиков, имп./(кВт·ч), имп./(квар·ч):	U <sub>ном</sub> (57,7-115) В		U <sub>ном</sub> (120-230) В	
		I <sub>ном</sub> =1 А	I <sub>ном</sub> =5А	I <sub>ном</sub> =1 А	I <sub>ном</sub> =5А
	режим испытательных выходов (А)	25000	5000	6250	1250
режим испытательных выходов (В)	800000	160000	200000	40000	
режим испытательных выходов (С)	12800000	2560000	3200000	640000	
Характеристики цифровых входов: – количество цифровых входов – напряжение присутствия сигнала – напряжение отсутствия сигнала	2;				
	от 4 до 24 В;				
	от 0 до 1,5 В;				
Помехоэмиссия	ГОСТ Р 51318.22-2006 для оборудования класса Б				

Продолжение таблицы 5

Помехоустойчивость: – к электростатическим разрядам – к наносекундным импульсным помехам – к микросекундным импульсным помехам большой энергии; – к радиочастотному электромагнитному полю; – к колебательным затухающим помехам; – к кондуктивным помехам	ГОСТ Р 52320-2005 ГОСТ Р 51317.4.2-2010 (степень жесткости 4); ГОСТ Р 51317.4.4-2007 (степень жесткости 4); ГОСТ Р 51317.4.5-99 (степень жесткости 4);  ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (степень жесткости 4);  ГОСТ Р 51317.4.12-99 (степень жесткости 3); ГОСТ Р 51317.4.6-99 (степень жесткости 3)
Сохранность данных при прерываниях питания, лет: – информации, более – внутренних часов, не менее	40; 12 (питание от литиевой батареи)
Защита информации	Пароли двух уровней доступа и аппаратная защита памяти метрологических коэффициентов
Самодиагностика	Циклическая, непрерывная
Версия внутреннего ПО	03.17.XX
Контрольная сумма метрологически значимой части ПО	0xFE42
Рабочие условия эксплуатации: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность, % – давление, кПа (мм. рт. ст.)	группа 4 по ГОСТ 22261-94 от минус 40 до плюс 60; 90 при 30 °С; от 70 до 106,7 (от 537 до 800)
Средняя наработка до отказа, ч	165000
Средний срок службы, лет	30
Время восстановления, ч	2
Масса, кг	1,6
Габаритные размеры, мм	330×170×80,2
Примечание - *В виду отсутствия в ГОСТ Р 52425-2005 класса точности 0,5, пределы погрешностей при измерении реактивной энергии счетчиков класса точности 0,5 устанавливаются равными пределам соответствующих погрешностей счетчиков активной энергии класса точности 0,5S по ГОСТ Р 52323-2005.	

**Знак утверждения типа**

наносится на панели счетчиков методом офсетной печати. В эксплуатационной документации на титульных листах знак утверждения типа наносится типографским способом.

**Комплектность средства измерения**

Комплект поставки приведен в таблице 6.

Таблица 6

Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Кол.
Согласно таблице 2	Счетчик электрической энергии многофункциональный СЭТ-4ТМ. (одно из исполнений)	1
ИЛГШ.411152.145ФО	Формуляр	1
ИЛГШ.411152.145РЭ	Руководство по эксплуатации. Часть 1	1
ИЛГШ.411152.145РЭ1*	Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки	1
ИЛГШ.00004-01**	Программное обеспечение «Конфигуратор СЭТ-4ТМ», версия не ниже 14.11.07	1
	Индивидуальная упаковка	1
<p>* Поставляется по отдельному заказу организациям, проводящим поверку счетчиков.  ** Поставляется по отдельному заказу для индивидуальной работы со счетчиком через интерфейс RS-485 или оптопорт.  Примечание – Ремонтная документация разрабатывается и поставляется по отдельному договору с организациями, проводящими послегарантийный ремонт счетчиков.</p>		

### Поверка

осуществляется по документу «Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-4ТМ.03М, СЭТ-4ТМ.02М. Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки» ИЛГШ.411152.145РЭ1, утвержденному руководителем ГЦИ СИ ФБУ «Нижегородский ЦСМ» «04» мая 2012 г.

Перечень эталонов, применяемых при поверке:

Программируемый трехфазный источник фиктивной мощности МК7006:

- диапазон напряжений (40-276) В;
- диапазон токов (0,001-10) А.

Эталонный трехфазный ваттметр-счетчик ЦЭ7008:

- погрешность измерения активной энергии  $\pm 0,05$  %;
- погрешность измерения реактивной энергии  $\pm 0,1$  %;
- погрешность измерения напряжения и тока  $\pm 0,1$  %.

Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63:

- погрешность измерения  $5 \cdot 10^{-7}$ ;

Секундомер СОСпр-2б-2: цена деления 0,2 с, класс точности 2.

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе «Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-4ТМ.03М, СЭТ-4ТМ.02М. Руководство по эксплуатации. Часть 1» ИЛГШ.411152.145РЭ.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к счетчикам электрической энергии многофункциональным СЭТ-4ТМ.03М, СЭТ-4ТМ.02М

ГОСТ Р 52320-2005. Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии.

ГОСТ Р 52323-2005. Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S.

ГОСТ Р 52425-2005. Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии.

ИЛГШ.411152.145ТУ. Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-4ТМ.03М, СЭТ-4ТМ.02М. Технические условия.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

– осуществление торговли и товарообменных операций.

**Изготовитель**

Открытое акционерное общество «Нижегородское научно-производственное объединение имени М.В. Фрунзе» (ОАО «ННПО имени М.В. Фрунзе»).

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ГСП-299, пр. Гагарина 174, тел/факс (831) 466-66-00

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений Федерального бюджетного учреждения «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области» (ГЦИ СИ ФБУ «Нижегородский ЦСМ»).

Адрес: 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Республиканская, д. 1.

тел. (831) 428-78-78, факс (831) 428-57-48, электронная почта E-mail: [mail@nncsm.ru](mailto:mail@nncsm.ru).

Зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 30011-08. Аттестат аккредитации действителен до 01 января 2014 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Е. Р. Петросян

М.п. « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.