

## Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭБ-1ТМ.03

**Назначение средства измерений**

Счетчики предназначены для измерения и многотарифного коммерческого или технического учета активной и реактивной энергии прямого и обратного направления в однофазных двухпроводных сетях переменного тока с номинальным напряжением 230 (220) В, базовым (максимальным) током 5 (80) А, частотой (50 ± 2,5) Гц при непосредственном подключении к сети.

**Описание средства измерений****1 Функциональные возможности**

Счетчики обеспечивают:

- многотарифный учет активной и реактивной энергии прямого и обратного направления;
- ведение четырехканального массива профиля мощности нагрузки с программируемым временем интегрирования;
- ведение многоканального профиля параметров с программируемым временем интегрирования;
- измерение параметров однофазной сети и параметров качества электрической энергии;
- ведение журналов событий.

Счётчики позволяют управлять нагрузкой посредством встроенного реле управления нагрузкой и формировать сигнал управления нагрузкой на конфигурируемом испытательном выходе по различным программируемым критериям.

Счетчики имеют интерфейсы связи, поддерживают ModBus-подобный, СЭТ-4ТМ.02-совместимый протокол обмена, 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 внутренней установки предназначены для работы в закрытых помещениях с диапазоном рабочих температур от минус 40 до плюс 60 °С. Счетчики наружной установки имеют расщепленную архитектуру, предназначены для работы в диапазоне температур от минус 40 до плюс 70 °С, не чувствительны к воздействию солнечной радиации, инея и росы.

**2 Принцип действия**

Счетчики СЭБ-1ТМ.03 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 измерительные и управляющие 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 аналого-цифрового преобразователя (АЦП), встроенного в микроконтроллер. АЦП осуществляет выборки мгновенных значений величин напряжения и тока. Микроконтроллер по выборкам мгновенных значений напряжения и тока производит вычисление средних за период сети значений частоты, напряжения, тока, активной и полной мощности, производит их коррекцию по амплитуде, фазе и температуре.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Вычисления средних за период сети значений мощностей и среднеквадратических значений напряжений и токов производится по следующим формулам:

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

$$\text{для полной мощности} \quad S = \frac{\sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} U_i^2} \times \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} I_i^2}}{n}, \quad (2)$$

$$\text{для реактивной мощности} \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2}, \quad (3)$$

$$\text{для напряжения} \quad U_{\text{скз}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_i^2}{n}}, \quad (4)$$

$$\text{для тока} \quad I_{\text{скз}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} I_i^2}{n}}, \quad (5)$$

где  $U_i, I_i$  - выборки мгновенных значений напряжения и тока;  
 $n$  - число выборок за период сети.

По измеренным за период сети значениям активной и реактивной мощности прямого и обратного направления формируются импульсы телеметрии на конфигурируемом испытательном выходе счётчика. Сформированные импульсы подсчитываются МК и сохраняются в регистрах текущих значений энергии и профиля мощности до свершения события. По свершению события, текущие значения энергии добавляются в соответствующие энергонезависимые регистры учета энергии и профиля мощности. При этом в качестве события выступает время окончания текущего тарифа или время окончания интервала интегрирования мощности для массива профиля.

### 3 Варианты исполнения

В модельный ряд счетчиков серии СЭБ-1ТМ.03 входят счетчики, отличающиеся наличием реле управления нагрузкой, типами интерфейсов связи и способом установки (внутри или снаружи помещений). Варианты исполнения счетчиков приведены в таблице 1. Счётчики всех вариантов исполнения имеют оптический интерфейс. Цифровой вход имеют только счётчики внутренней установки.

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

Пример записи счётчика - «Счётчик электрической энергии multifunctional СЭБ-1ТМ.03.ХХ ИЛГШ.411152.179ТУ», где ХХ – условное обозначение варианта исполнения счётчика в соответствии с таблицей 1;

Счётчики всех вариантов исполнения работают как 4-х квадрантные измерители (четыре канала учета) активной и реактивной энергии и мощности прямого и обратного направления, имеют идентичные метрологические характеристики и единое программное обеспечение. Счетчики могут конфигурироваться для работы в однонаправленном режиме (три канала учета) и учитывать:

- активную энергию прямого и обратного направления, как активную энергию прямого направления (учет по модулю);
- реактивную энергию первого и третьего квадранта, как реактивную энергию прямого направления (индуктивная нагрузка);
- реактивную энергию четвертого и второго квадранта, как реактивную энергию обратного направления (емкостная нагрузка).

Таблица 1 – Варианты исполнения счетчиков

| Условное обозначение варианта исполнения счётчика              | Реле управления нагрузкой | RS-485 | Встроенные модемы |                 |          |       |          |    |
|--|---------------------------|--------|-------------------|-----------------|----------|-------|----------|----|
|  |                           |        | PLC               | ZigBee подобный | GSM/GPRS | Wi-Fi | Ethernet | RF |
| Счётчики для установки внутри помещения (внутренней установки) |                           |        |                   |                 |          |       |          |    |
| СЭБ-1ТМ.03.00  | +                         | +      | -                 | -               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.01  | -                         | +      | -                 | -               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.02  | +                         | +      | -                 | -               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.03  | -                         | +      | -                 | -               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.04  | +                         | -      | +                 | -               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.05  | -                         | -      | +                 | -               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.06  | +                         | -      | +                 | -               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.07  | -                         | -      | +                 | -               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.08  | +                         | -      | -                 | +               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.09  | -                         | -      | -                 | +               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.10  | +                         | -      | -                 | +               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.11  | -                         | -      | -                 | +               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.12  | +                         | -      | -                 | -               | +        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.13  | -                         | -      | -                 | -               | +        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.14  | +                         | -      | -                 | -               | +        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.15  | -                         | -      | -                 | -               | +        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.16  | +                         | -      | -                 | -               | -        | +     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.17  | -                         | -      | -                 | -               | -        | +     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.18  | +                         | -      | -                 | -               | -        | +     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.19  | -                         | -      | -                 | -               | -        | +     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.20  | +                         | -      | -                 | -               | -        | -     | +        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.21  | -                         | -      | -                 | -               | -        | -     | +        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.22  | +                         | -      | -                 | -               | -        | -     | +        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.23  | -                         | -      | -                 | -               | -        | -     | +        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.24  | +                         | -      | -                 | -               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.25  | -                         | -      | -                 | -               | -        | -     | -        | -  |
| Счётчики наружной установки с расщепленной архитектурой        |                           |        |                   |                 |          |       |          |    |
| СЭБ-1ТМ.03.40  | +                         | -      | -                 | -               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.41  | -                         | -      | -                 | -               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.42  | +                         | -      | +                 | -               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.43  | -                         | -      | +                 | -               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.44  | +                         | -      | +                 | -               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.45  | -                         | -      | +                 | -               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.46  | +                         | -      | -                 | +               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.47  | -                         | -      | -                 | +               | -        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.48  | +                         | -      | -                 | +               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.49  | -                         | -      | -                 | +               | -        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.50  | +                         | -      | -                 | -               | +        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.51  | -                         | -      | -                 | -               | +        | -     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.52  | +                         | -      | -                 | -               | +        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.53  | -                         | -      | -                 | -               | +        | -     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.54  | +                         | -      | -                 | -               | -        | +     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.55  | -                         | -      | -                 | -               | -        | +     | -        | +  |
| СЭБ-1ТМ.03.56  | +                         | -      | -                 | -               | -        | +     | -        | -  |
| СЭБ-1ТМ.03.57  | -                         | -      | -                 | -               | -        | +     | -        | -  |

#### 4 Тарификация и архивы учтенной энергии

Счетчики ведут многотарифный учет активной энергии и реактивной энергии прямого и обратного направления (четыре канала учета) в четырех тарифных зонах, по четырем 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 счётчика использует тарифное расписание, расписание праздничных дней и список перенесенных дней. Список перенесенных дней позволяет изменить тарификацию по типу дня, не изменяя тарифного расписания.

Счетчики ведут архивы тарифицированной учтенной энергии и не тарифицированный учет числа импульсов, поступающих от внешнего датчика по цифровому входу. Следующие архивы доступны через интерфейсы связи:

- всего от сброса (нарастающий итог);
- за текущие и предыдущие сутки;
- на начало текущих и предыдущих суток;
- за каждые предыдущие календарные сутки глубиной до 124 дней;
- на начало каждых предыдущих календарных суток глубиной до 124 дней;
- за текущий месяц и 36 предыдущих месяцев;
- на начало текущего месяца и 36 предыдущих месяцев;
- за текущий и предыдущий год;
- на начало текущего и предыдущего года.

В счетчиках может быть установлено начало расчетного периода отличное от первого числа месяца. При этом в месячных архивах энергии будет фиксироваться энергия за расчетный период и на начало расчетного периода, начинающиеся с установленного числа.

#### 5 Профиль мощности нагрузки

Счетчики ведут четырехканальный базовый массив профиля мощности нагрузки с программируемым временем интегрирования от 1 до 60 минут для активной и реактивной мощности прямого и обратного направления. Глубина хранения массива профиля мощности составляет 113 суток при времени интегрирования 30 минут и 170 суток при времени интегрирования 60 минут.

#### 6 Профиль параметров

Счетчики, наряду с базовым массивом профиля мощности нагрузки, ведут независимый массив профиля параметров (расширенный массив профиля или 2-й массив профиля) с программируемым временем интегрирования от 1 до 60 минут. Расширенный массив профиля может конфигурироваться в части выбора количества и типа профилируемых параметров, а также формата хранения данных. Число каналов расширенного массива профиля может программироваться в диапазоне от 1 до 16, а типы профилируемых параметров выбираться из таблицы 2. Кроме того, в расширенном массиве могут профилироваться все четыре мощности, как и в базовом массиве.

Максимальная глубина хранения зависит от размера памяти расширенного массива и времени интегрирования и может составлять для данных структуры 3:

- 72 суток при 8-и канальном профиле со временем интегрирования 30 минут;
- 124 суток при 4-х канальном профиле со временем интегрирования 30 минут;
- 273 суток при одноканальном профиле со временем интегрирования 30 минут.

#### 7 Измерение параметров сети и показателей качества электрической энергии

Счетчики измеряют мгновенные значения (время интегрирования 1 секунда) физических величин, характеризующих однофазную электрическую сеть, и могут использоваться как измерители параметров, приведенных в таблице 2, или как датчики параметров с нормированными метрологическими характеристиками.

Таблица 2 – Измеряемые параметры

| Наименование параметра   | Цена единицы младшего разряда индикатора |
|--|--|
| Активная мощность, Вт  | 0,01                                     |
| Реактивная мощность, вар   | 0,01                                     |
| Полная мощность, В·А   | 0,01                                     |
| Напряжение сети, В   | 0,01                                     |
| Напряжение встроенной батареи, В   | 0,01                                     |
| Ток, А   | 0,001                                    |
| Коэффициент активной мощности $\cos \varphi$                                   | 0,01                                     |
| Коэффициент реактивной мощности $\sin \varphi$                                 | 0,01                                     |
| Коэффициент реактивной мощности $\tan \varphi$                                 | 0,01                                     |
| Частота сети, Гц   | 0,01                                     |
| Текущее время, с   | 1  |
| Текущая дата   |  |
| Температура внутри счетчика, °С*   | 1  |
| * - параметры справочные с не нормированными метрологическими характеристиками |  |

Счетчики могут использоваться как измерители показателей качества электрической энергии по параметрам установившегося отклонения частоты сети согласно ГОСТ 32144-2013 и по параметрам установившегося отклонения напряжения согласно ИЛГШ.411152.179ТУ.

#### 8 Испытательный выход и цифровой вход

В счетчиках функционирует один изолированный испытательный выход, который может конфигурироваться:

- для формирования импульсов телеметрии одного из каналов учета энергии (активной, реактивной, прямого и обратного направления);
- для формирования сигнала индикации превышения программируемого порога мощности (активной, реактивной, прямого и обратного направления);
- для формирования сигнала телеуправления.
- для формирования сигнала управления нагрузкой по программируемым критериям.
- для формирования сигнала контроля точности хода встроенных часов.

В счетчиках функционирует один цифровой вход, который может конфигурироваться:

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

#### 9 Управление нагрузкой

Счетчики позволяют управлять нагрузкой посредством встроенного реле управления нагрузкой и формировать сигнал управления нагрузкой на конфигурируемом испытательном выходе по различным программируемым критериям и могут работать в следующих режимах:

- в режиме ограничения мощности нагрузки;
- в режиме ограничения энергии за сутки;
- в режиме ограничения энергии за расчетный период (за месяц, если расчетный период начинается с первого числа месяца);
- в режиме контроля напряжения сети;
- в режиме контроля температуры счетчика;
- в режиме управления нагрузкой по расписанию;
- в режиме управления нагрузкой по наступлению сумерек.

Указанные режимы могут быть разрешены или запрещены в любых комбинациях.

Независимо от разрешенных режимов, управление нагрузкой и формирование сигнала управления нагрузкой производится по интерфейсной команде оператора.

## 10 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 (50 записей);
- время открытия/закрытия крышки зажимов;
- время вскрытия счетчика;
- время и причина формирования сигнала управления нагрузкой (100 записей);
- время и количество считывания показаний (энергии);
- время коррекции времени и даты (50 записей);
- время коррекции тарифного расписания;
- время коррекции расписания праздничных дней;
- время коррекции списка перенесенных дней;
- время коррекции расписания управления нагрузкой;
- время последнего программирования;
- время и количество перепрограммированных параметров;
- время изменения состояния входа телесигнализации;
- время инициализации счетчика;
- время сброса показаний (учтенной энергии);
- время инициализации массива профиля мощности и массива профиля параметров;
- время и количество попыток несанкционированного доступа к данным;
- время и количество измененных параметров измерителя качества;
- время воздействия на счетчик повышенной магнитной индукции.

Все перечисленные журналы имеют глубину хранения по 10 записей, кроме указанных особо.

В журналах показателей качества электроэнергии фиксируются времена выхода/возврата за установленные верхнюю/нижнюю нормально/предельно допустимую границу отклонения напряжения и частоты. 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 из первого массива профиля мощности. Глубина хранения журнала 10 записей.

В статусном журнале фиксируется время и значение измененного слова состояния счетчика. Глубина хранения статусного журнала 50 записей.

## 11 Устройство индикации

Счетчики внутренней установки (таблица 1), имеют жидкокристаллический индикатор с подсветкой (ЖКИ) для отображения учтенной энергии и измеряемых параметров и две кнопки управления режимами индикации. Счетчики наружной установки (таблица 1) не имеют собственного индикатора, и визуализация данных измерений счетчика производится через удаленный терминал Т-1.01М, подключаемый к счетчику по радиоканалу через встроенный радиомодем. Терминал счетчика имеет тот же жидкокристаллический индикатор с подсветкой для отображения учтенной энергии и измеряемых параметров и кнопку управления режимами индикации, как и счетчики внутренней установки.

Счетчики в режиме индикации основных параметров позволяют отображать на индикаторе:

- учтенную активную и реактивную энергию прямого и обратного направления по каждому из четырех тарифов и по сумме тарифов;
- число импульсов от внешних датчиков по цифровому входу.

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.

Выбор требуемого режима индикации основных параметров осуществляется посредством кнопок управления в ручном режиме управления или автоматически с программируемым периодом в режиме динамической индикации.

В счетчиках предусмотрена конфигурируемая возможность возврата в заданный режим индикации при не активности кнопок управления в течение заданного времени.

Счетчики в режиме индикации вспомогательных параметров позволяют отображать на индикаторе данные вспомогательных режимов измерения, приведенных в таблице 2. Кроме приведенных в таблице, в кольцо индикации вспомогательных параметров включена индикация версии программного обеспечения (ПО) счетчика и контрольной суммы метрологически значимой части ПО.

## 12 Интерфейсы связи

Счетчики, независимо от варианта исполнения, имеют оптический интерфейс (оптопорт), физические и электрические параметры которого соответствуют ГОСТ ИЕС 61107-2011. Наличие других интерфейсов связи определяется вариантом исполнения счетчика в соответствии с таблицей 1.

Счетчики с PLC-модемом обеспечивают передачу данных по низковольтным электрическим сетям общего назначения и соответствуют требованиям ГОСТ Р 51317.3.8-99 с поддержкой стека протоколов Y-NET фирмы Yitran, позволяющего организовывать сеть передачи данных древовидной структуры с автоматической адресацией, маршрутизацией и автоматической оптимизацией маршрутов.

Счётчики с радиомодемом, ZigBee-подобным модемом и Wi-Fi-модемом работают на частотах, выделенных по решению ГКРЧ №-7-20-03-001 от 07.05.2007 с учетом изменений №14-20-01 от 20.11.2014 для устройств малого радиуса действия с выходной мощностью передатчика, не требующей разрешения ГКРЧ на использование радиочастотных каналов. Счетчики с Wi-Fi-модемом работают в сети Wi-Fi с поддержкой протоколов IEEE 802.11 b/g/n в режиме клиента или сервера TCP/IP.

Счетчики со встроенным GSM/GPRS-модемом работают в сети подвижной радиотелефонной связи стандарта GSM900/1800 в режиме пакетной передачи данных, как клиенты или серверы TCP/IP, с использованием технологии GPRS и в режиме канальной передачи данных с использованием технологии CSD. Встроенные GSM-модемы по своим техническим свойствам полностью соответствует коммуникатору GSM C-1.02.01.

Счетчики с Ethernet-модемом соответствуют спецификации 10BASE-T и работают в сети Ethernet в режиме клиента или сервера TCP/IP на скоростях обмена до 10 Мбит/с.

Счетчики по любому интерфейсу поддерживают ModBus-подобный, СЭТ-4ТМ.02-совместимый протокол и обеспечивают возможность считывания архивных данных и измеряемых параметров, считывания, программирования и перепрограммирования параметров.

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

Доступ к параметрам и данным со стороны интерфейсов связи защищен паролями на чтение, программирование и управление нагрузкой (три уровня доступа). Метрологические коэффициенты и заводские параметры защищены аппаратной переключкой защиты записи (аппаратный уровень доступа) и не доступны без снятия пломб завода-изготовителя и нарушения знака поверки.

### 13 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 рисунках 1, 2.

Кроме механического пломбирования в счетчике предусмотрено электронное пломбирование крышки зажимов и крышки счетчика.

Электронные пломбы энергонезависимые, работают как во включенном, так и в выключенном состоянии счетчика. При этом факт и время вскрытия крышек фиксируется в соответствующих журналах событий без возможности инициализации журналов.

В счетчиках установлен датчик магнитного поля, фиксирующий воздействие на счетчик магнитного поля повышенной индукции ( $2 \pm 0,7$ ) мТл (напряженность  $(1600 \pm 600)$  А/м) и выше. Факт и время воздействия на счетчик повышенной магнитной индукции фиксируется в журнале событий.



Рисунок 1 – Внешний вид счетчиков, предназначенных для установки внутри помещения, и схема пломбирования

Внешний вид счетчиков наружной установки (таблица 1) и схема пломбирования приведены на рисунке 2.

На рисунке 2 приведен внешний вид удаленного терминала, который может входить в состав комплекта поставки счетчиков наружной установки.



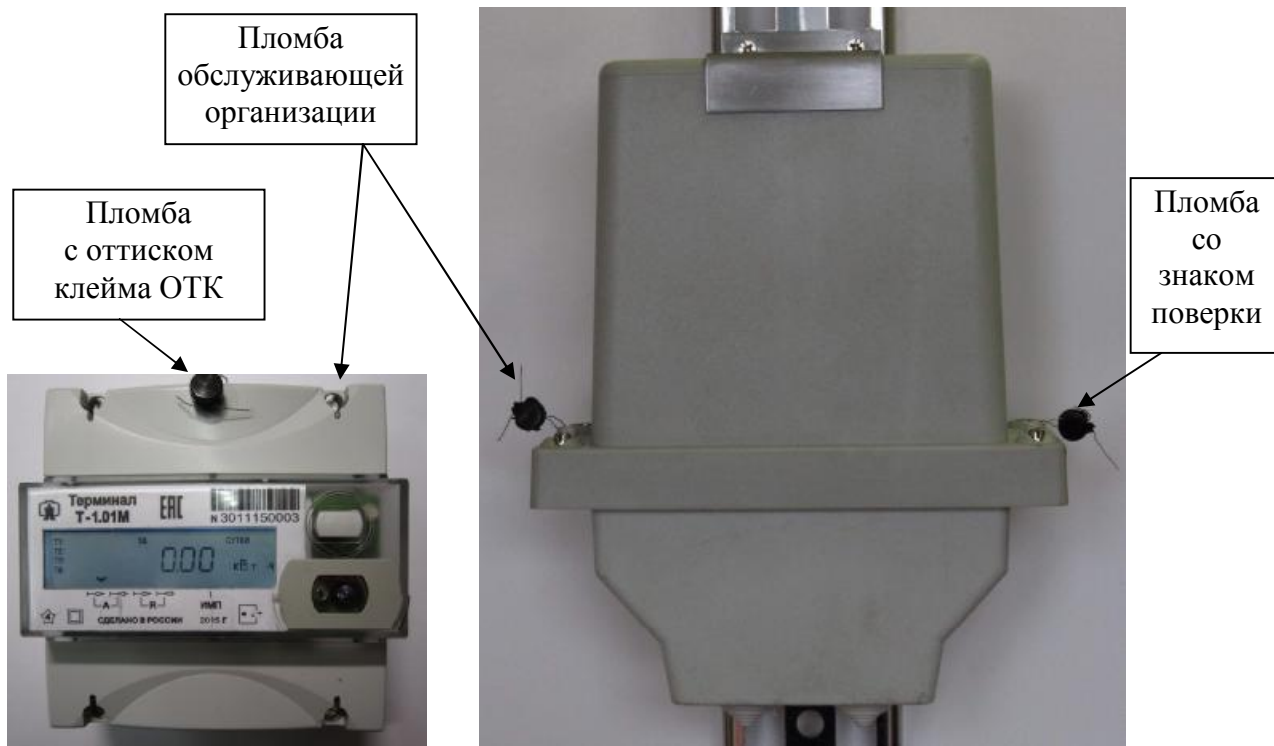


Рисунок 2 – Внешний вид счетчиков наружной установки и схема пломбирования

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) счетчика 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 счетчика.

Метрологические характеристики счетчика напрямую зависят от калибровочных коэффициентов, записанных в память счетчика на заводе-изготовителе на стадии калибровки. Калибровочные коэффициенты защищаются циклической контрольной суммой, которая непрерывно контролируется системой диагностики счетчика. Метрологически значимая часть ПО и калибровочные коэффициенты защищены аппаратной перемычкой защиты записи и не доступны для изменения без вскрытия счетчика.

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

- E-09 - ошибка КС метрологически не значимой части ПО;
- E-42 - ошибка КС метрологически значимой части ПО;
- E-10 - ошибка КС массива калибровочных коэффициентов.

Идентификационные характеристики ПО счетчика приведены в таблице 3. Номер версии ПО состоит из трех полей. Каждое поле содержит два символа:

- первое поле – код устройства (14 – СЭБ-1ТМ.03);
- второе поле – номер версии метрологически значимой части ПО (00);
- третье поле – номер версии метрологически незначимой части ПО.

Версия ПО счетчика и цифровой идентификатор ПО отображаются на табло ЖКИ в кольце индикации вспомогательных параметров. Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Конструкция счетчиков исключает возможность несанкционированного влияния на ПО счетчика и измерительную информацию.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений - высокий в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

|   |                   |
|---|-------------------|
| Идентификационные данные (признаки)                                   | Значение          |
| Идентификационное наименование ПО                                     | seb1tm03.tsk      |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО                             | 14.00.XX          |
| Цифровой идентификатор ПО   | 2C09              |
| Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения | CRC 16 ModBus RTU |

**Метрологические и технические характеристики** приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Метрологические и технические характеристики

| Наименование величины  | Значение   |
|--|--|
| Класс точности при измерении в прямом и обратном направлении:<br>- активной энергии<br>- реактивной энергии  | 1 по ГОСТ 31819.21-2012;<br>2 по ГОСТ 31819.23-2012  |
| Базовый (максимальный) ток, А  | 5(80)  |
| Стартовый ток (чувствительность), мА   | 20 (0,004I <sub>б</sub> )  |
| Максимальный ток в течение 10 мс, А  | 2400 (30I <sub>макс</sub> )  |
| Номинальные напряжения, В  | 220, 230   |
| Установленный рабочий диапазон напряжений, В   | от 160 до 265  |
| Предельный рабочий диапазон напряжений, В  | от 0 до 440  |
| Номинальная частота сети, Гц   | 50   |
| Диапазон рабочих частот, Гц  | от 47,5 до 52,5  |
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %:<br>- активной мощности (прямого и обратного направления при активной, индуктивной и емкостной нагрузках), $d_p$<br><br>- реактивной мощности (прямого и обратного направления при активной, индуктивной и емкостной нагрузках), $d_Q$<br><br>- полной мощности, $d_S$<br>- коэффициента активной мощности, $\delta_{kp}$<br>- коэффициента реактивной мощности, $\delta_{kQ}$<br>- коэффициента реактивной мощности, $\delta_{ktg}$<br>- напряжения сети и его усредненного значения, $d_u$ | $\pm 1,0$ при $0,1I_b \leq I \leq I_{макс}$ , $\cos \varphi = 1$ ;<br>$\pm 1,0$ при $0,2I_b \leq I \leq I_{макс}$ , $\cos \varphi = 0,5$ ;<br>$\pm 1,5$ при $0,05I_b \leq I < 0,1I_b$ , $\cos \varphi = 1$ ;<br>$\pm 1,5$ при $0,1I_b \leq I < 0,2I_b$ , $\cos \varphi = 0,5$ ;<br>$\pm 3,5$ при $0,2I_b \leq I \leq I_{макс}$ , $\cos \varphi = 0,25$ ;<br>$\pm 2,0$ при $0,1I_b \leq I \leq I_{макс}$ , $\sin \varphi = 1$ ;<br>$\pm 2,0$ при $0,2I_b \leq I \leq I_{макс}$ , $\sin \varphi = 0,5$ ;<br>$\pm 2,5$ при $0,05I_b \leq I < 0,1I_b$ , $\sin \varphi = 1$ ;<br>$\pm 2,5$ при $0,1I_b \leq I < 0,2I_b$ , $\sin \varphi = 0,5$ ;<br>$\pm 2,5$ при $0,2I_b \leq I \leq I_{макс}$ , $\sin \varphi = 0,25$ ;<br>$d_S = d_Q$ (аналогично реактивной мощности);<br>( $\delta_p + \delta_s$ );<br>( $d_Q + \delta_s$ );<br>( $d_Q + \delta_p$ );<br>$\pm 0,9$ ; |

Продолжение таблицы 4

| Наименование величины   | Значение   |                                   |
|---|--|-----------------------------------|
| - тока, dI  | ±0,9 при $I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$ ;<br>$\pm 0,9 + 0,1 \frac{I - I_6}{I_{\text{макс}} - I_6}$ при $0,05 I_6 \leq I < I_6$ ;  |                                   |
| - частоты сети и ее усредненного значения   | ±0,05 в диапазоне от 47,5 до 52,5 Гц   |                                   |
| Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения частоты, напряжения и тока в диапазоне температур от минус 40 до плюс 70 °С, δ <sub>д</sub> , %  | 0,05d <sub>д</sub> (t - t <sub>н</sub> ), где d <sub>д</sub> – пределы допускаемой основной погрешности измеряемой величины, t – температура рабочих условий, t <sub>н</sub> – температура нормальных условий  |                                   |
| Средний температурный коэффициент в диапазоне температур от минус 40 до плюс 70 °С, %/К, при измерении:<br>- активной энергии и мощности<br>- реактивной энергии и мощности   | 0,05 при $0,1 I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$ , cosj =1;<br>0,07 при $0,2 I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$ , cosj =0,5;<br>0,10 при $0,1 I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$ , sinj =1;<br>0,15 при $0,2 I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$ , sinj =0,5; |                                   |
| Точность хода встроенных часов в нормальных условиях во включенном и выключенном состоянии, лучше, с/сут  | ±0,5   |                                   |
| Изменение точности хода часов в диапазоне рабочих температур, с/°С /сут:<br>- во включенном состоянии в диапазоне температур от минус 40 до плюс 70°С, менее<br>- в выключенном состоянии в диапазоне температур от минус 40 до плюс 70 °С, менее | ±0,1;<br>±0,22   |                                   |
| Полная мощность, потребляемая последовательной цепью, не более, В⋅А   | 0,1  |                                   |
| Активная (полная) мощность, потребляемая параллельной цепью напряжения, не более, Вт (В⋅А)  | Счетчиков с интерфейсом RS-485   | Счетчиков со встроенными модемами |
|   | 2(10)  | 3(15)                             |
| Начальный запуск счетчика, менее, с   | 5;   |                                   |
| Жидкокристаллический индикатор:<br>- число индицируемых разрядов<br>- цена единицы младшего разряда при отображении энергии нарастающего итога, кВт⋅ж (кварж)   | 8;<br>0,01   |                                   |
| Тарификатор:<br>- число тарифов<br>- число тарифных зон в сутках<br>- число типов дней<br>- число сезонов   | 4;<br>144 зоны с дискретом 10 минут;<br>4;<br>12   |                                   |
| Характеристики интерфейсов связи:<br>- протокол обмена<br>- максимальный размер пакета данных, байт<br>- скорость обмена по оптическому порту<br>- скорость обмена по порту RS-485, бит/с   | ModBus-подобный, СЭТ-4ТМ.02 совместимый;<br>128<br>9600 бит/с, нечет (фиксированная);<br>от 300 до 38400 с битом контроля нечетности и без него;   |                                   |

Продолжение таблицы 4

| Наименование величины   | Значение   |
|---|--|
| - максимальное число счетчиков, подключаемых к магистрали RS-485  | 64   |
| Характеристики встроенного радиомодема для связи с терминалом:<br>- протокол обмена по радиоканалу<br>- скорость обмена по радиоканалу, бит/с<br>- максимальный объем полезной информации в одном пакете передачи, байт<br>- рабочие частоты, МГц<br>- мощность передатчика радиомодема, не более, мВт  | SimpliciTI фирмы Texas Instruments;<br>38400;<br>50;<br>868,85 или 869,05;<br>10   |
| Характеристики встроенного ZigBee- модема:<br>- протокол обмена<br>- диапазон рабочих частот, МГц<br>- мощность передатчика, не более, мВт  | основан на стандарте IEEE 802.15.4-2006;<br>от 2400 до 2483,5;<br>100  |
| Характеристики встроенного PLC-модема:<br>- уровень выходного сигнала передатчика<br>- полоса частот сигнала, кГц<br>- скорость передачи данных в электрической сети, бит/с<br>- протокол обмена<br>- число модемов в одной логической сети<br>- число ретрансляций при передаче данных<br>- максимальный объем полезной информации в одном пакете передачи, байт | по ГОСТ Р 51317.3.8-99 в полосе частот от 9 до 95 кГц;<br>от 20 до 82;<br>2400, модуляция DCSK<br>Y-NET фирмы Yitran;<br>до 2000;<br>до 8;<br>не более 87                              |
| Характеристики встроенного Wi-Fi-модема:<br>- протоколы обмена<br>- диапазон рабочих частот, МГц<br>- мощность передатчика, не более, мВт   | IEEE 802.11 b/g/n;<br>от 2412 до 2484;<br>100  |
| Характеристики встроенного GSM/GPRS-модема:<br>- диапазоны частот, МГц<br>- мощность передатчика<br>- GPRS  | 900/1800;<br>2 Вт на 900 МГц, 1 Вт на 1800 МГц;<br>Класс 10  |
| Характеристики испытательных выходов:<br>- количество испытательных выходов<br>- максимальное напряжение<br>- максимальный ток<br>- выходное сопротивление  | 1 изолированный конфигурируемый выход;<br>30 В, в состоянии «разомкнуто»;<br>50 мА, в состоянии «замкнуто»;<br>> 50 кОм, в состоянии «разомкнуто»;<br>< 200 Ом, в состоянии «замкнуто» |
| - Характеристики цифрового входа:<br>- напряжение присутствия сигнала, В<br>- напряжение отсутствия сигнала, В  | от 4 до 30;<br>от 0 до 1,5   |
| - Постоянная счетчиков, имп./(кВтж), имп./(кварж):<br>- в основном режиме (А)<br>- в режиме поверки (В)   | 500;<br>16000  |
| - Помехоэмиссия   | ГОСТ 30805.22-2013 для оборудования класса Б   |

Продолжение таблицы 4

| Наименование величины   | Значение  |
|---|---|
| <p>Помехоустойчивость:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- к электростатическим разрядам</li> <li>- к наносекундным импульсным помехам</li> <li>- к микросекундным импульсным помехам большой энергии;</li> <li>- к радиочастотному электромагнитному полю;</li> <li>- к кондуктивным помехам</li> <li>- к провалам и кратковременным прерываниям напряжения электропитания</li> </ul> | <p>ГОСТ 31818.11-2012, Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 020/2011<br/>ГОСТ 30804.4.2-2013 (степень жесткости 4);<br/>ГОСТ 30804.4.4-2013 (степень жесткости 4);<br/>СТБ МЭК 61000-4-5-2006, ГОСТ Р 51317.4.5-99 (степень жесткости 4);<br/>ГОСТ 30804.4.3-2013 (степень жесткости 4);<br/>СТБ ИЕС 61000-4-6-2009, ГОСТ Р 51317.4.6-99 (степень жесткости 3)<br/>по ГОСТ 31818.11-2012</p> |
| <p>Сохранность данных при прерываниях питания, лет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информации, более</li> <li>- внутренних часов, не менее</li> </ul>   | <p>40;<br/>16 (питание от батареи)</p>  |
| Защита информации   | пароли двух уровней доступа, отдельный пароль для управления нагрузкой и аппаратная защита памяти метрологических коэффициентов   |
| Самодиагностика   | циклическая, непрерывная  |
| Средняя наработка до отказа, ч  | 219000  |
| Средний срок службы, лет  | 30  |
| Время восстановления, ч   | 2   |
| <p>Масса, кг:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- счетчиков внутренней установки</li> <li>- счетчиков внутренней установки в потребительской таре</li> <li>- счетчиков наружной установки</li> <li>- счетчиков наружной установки в потребительской таре с комплектом монтажных частей</li> </ul>  | <p>0,7;<br/>0,85;<br/>0,85;<br/>1,9;</p>  |
| <p>Габаритные размеры, мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- счетчиков внутренней установки</li> <li>- счетчиков наружной установки</li> <li>- счетчиков наружной установки со швеллером крепления на опоре</li> </ul>   | <p>173×140×72;<br/>239×183×78;<br/>350×183×98;</p>  |

В части воздействия климатических факторов внешней среды и механических нагрузок счетчики соответствуют условиям группы 4 по ГОСТ 22261-94 для работы при температуре окружающего воздуха и относительной влажности в соответствии с таблицей 5. Счетчики наружной установки устойчивы к воздействию солнечной радиации, инея и росы.

Таблица 5 – Условия применения счетчиков

|  | Для внутренней установки       | Для наружной установки |
|--|--------------------------------|------------------------|
| Диапазон рабочих температур, °С                                      | от минус 40 до плюс 60         | от минус 40 до плюс 70 |
| Относительная влажность воздуха                                      | до 90 % при 30 °С              | до 100 % при 25 °С     |
| Атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.)                              | от 70 до 106,7 (от 537 до 800) |                        |
| Диапазон температур транспортирования и хранения, °С                 | от минус 40 до плюс 70         |                        |
| Степень защищенности от проникновения пыли и воды (по ГОСТ 14254-96) | IP51                           | IP55                   |

### 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 счетчиков приведен в таблице 6.

Таблица 6 - Комплект поставки счетчиков

| Обозначение документа  | Наименование и условное обозначение  | Кол. |
|--|--|------|
| <b>Комплект поставки счетчика для установки внутри помещения</b>   |  |      |
| ИЛГШ.411152.179  | Счётчик электрической энергии многофункциональный СЭБ-1ТМ.03. ___ (одно из исполнений таблица 1) | 1    |
| ИЛГШ.411152.179ФО  | Формуляр СЭБ-1ТМ.03  | 1    |
| ИЛГШ.411152.179РЭ  | Руководство по эксплуатации. Часть 1   | 1    |
| ИЛГШ.411152.179РЭ1*  | Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки   | 1    |
| ИЛГШ.411152.179РЭ2*  | Руководство по эксплуатации. Часть 3. Дистанционный режим  | 1    |
| ИЛГШ.00004-01*   | Программное обеспечение «Конфигуратор СЭТ-4ТМ» версия не ниже 06.02.16                           | 1    |
| ИЛГШ.411915.351  | Индивидуальная упаковка  | 1    |
| <b>Комплект поставки счетчика наружной установки</b>   |  |      |
| ИЛГШ.411152.179  | Счётчик электрической энергии многофункциональный СЭБ-1ТМ.03. ___ (одно из исполнений таблица 1) | 1    |
| ИЛГШ.411152.179ФО  | Формуляр СЭБ-1ТМ.03  | 1    |
| ИЛГШ.411152.179РЭ  | Руководство по эксплуатации. Часть 1   | 1    |
| ИЛГШ.411152.179РЭ1*  | Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки   | 1    |
| ИЛГШ.411152.179РЭ2*  | Руководство по эксплуатации. Часть 3. Дистанционный режим  | 1    |
| ИЛГШ.468369.009**  | Терминал Т-1.01М с паспортом и комплектом монтажных частей                                       | 1    |
|  | Комплект монтажных частей для терминала Т-1.01М:   |      |
| ИЛГШ.745213.003-02*  | Рейка  | 1    |
| ИЛГШ.745532.005*   | Пластина переходная  | 1    |
| ИЛГШ.00004-01*   | Программное обеспечение «Конфигуратор СЭТ-4ТМ» версия не ниже 06.02.16                           | 1    |
| ИЛГШ.411915.251  | Индивидуальная упаковка  | 1    |
| ИЛГШ.411911.003  | Комплект монтажных частей:   |      |
| ИЛГШ.745342.001  | Швеллер  | 1    |
| ИЛГШ.745374.002  | Планка   | 1    |
|  | Винт В2.М4-6q×10.32.ЛС59-1.136 ГОСТ 17473-80   | 2    |
|  | Шайба 4Л 34.БрКМц3-1.136 ГОСТ 6402-70  | 2    |
| Примечания:  |  |      |
| 1 Позиции, помеченные знаком * поставляются по отдельному заказу.  |  |      |
| 2 Терминал, помеченный знаком **, поставляется со счетчиками наружной установки с радиомодемом, может не входить в состав комплекта поставки по отдельному заказу. |  |      |
| 3 Ремонтная документация разрабатывается и поставляется по отдельному договору с организациями, проводящими послегарантийный ремонт счетчиков.                     |  |      |

### Поверка

осуществляется по документу ИЛГШ.411152.179РЭ1 «Счетчик электрической энергии многофункциональный СЭБ-1ТМ.03. Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки», утвержденному ФБУ «Нижегородский ЦСМ» 08 февраля 2016 г.

Перечень эталонов, применяемых при поверке:

Установка для поверки счётчиков электрической энергии УАПС-1М:

- номинальное напряжение 230 В;
- диапазон токов (0,02-80) А;
- погрешность измерения активной/реактивной энергии  $\pm (0,15/0,3) \%$ ;
- погрешность измерения тока и напряжения  $\pm 0,3 \%$ .

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**

ИЛГШ.411152.179РЭ «Счетчик электрической энергии многофункциональный СЭБ-1ТМ.03. Руководство по эксплуатации. Часть 1».

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к счетчикам электрической энергии многофункциональным СЭБ-1ТМ.03**

1. ГОСТ 8.851-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений электрической мощности и электрической энергии в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц.
2. ГОСТ 31818.11-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии.
3. ГОСТ 31819.21-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2.
4. ГОСТ 31819.23-2005 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии.
5. ИЛГШ.411152.179РЭ1 Счетчик электрической энергии многофункциональный СЭБ-1ТМ.03. Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки.
6. ТР ТС 004/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования».
7. ТР ТС 020/2011. Технический регламент Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств».

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93