

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Подлежит публикации
в открытой печати



СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ

ФГУ «Нижегородский ЦСМ»

И.И. Решетник

« 16 » марта 2009 г.

**СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ЭНЕРГИИ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
СЭТ-1М.01М**

Внесены в Государственный реестр средств измерений.

Регистрационный № 40486-09

Взамен № _____

Выпускаются по ГОСТ Р 52320-2005, ГОСТ Р 52323-2005, ГОСТ Р 52425-2005 и техническим условиям ИЛГШ.411152.160ТУ.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-1М.01М (далее счетчики) предназначены для учета активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направления в однофазных сетях переменного тока с номинальными напряжениями от 100 до 230 В, номинальным (максимальным) током 5 (10) А, частотой 50 Гц по одному или двум каналам нагрузки при трансформаторном подключении к сети по току и трансформаторном или непосредственном подключении к сети по напряжению.

Счетчики позволяют измерять параметры однофазной сети по двум каналам измерения и могут использоваться как измерители или датчики параметров с нормированными метрологическими характеристиками.

Счетчики могут эксплуатироваться на электроподвижном составе переменного тока, работающего в тяговом режиме и в режиме рекуперации.

Счетчики имеют интерфейсы связи RS-485, CAN, оптический интерфейс и предназначены для работы, как автономно, так и в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АИИСКУЭ), в составе автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) и в составе автоматизированных систем регистрации параметров движения и автоведения переменного тока (РПДА ПТ).

Счетчики предназначены для работы в закрытых помещениях с диапазоном рабочих температур от минус 40 до плюс 60 °С, относительной влажности до 100 % при температуре 25 °С и на высотах до 3000 метров над уровнем моря. Счетчики устойчивы к воздействию инея.

ОПИСАНИЕ

1 Принцип действия

1.1 Счетчики СЭТ-1М.01М 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 програм-

мой, помещенной в его внутреннюю память программ. Управление узлами производится через аппаратно-программные интерфейсы, реализованные на портах ввода/вывода МК.

1.2 Измерительная часть счетчиков выполнена на основе аналого-цифрового преобразователя (АЦП), который осуществляет выборки мгновенных значений величин напряжения и тока параллельно по двум каналам тока (для счетчиков с двумя каналами измерения) и каналу напряжения, преобразование их в цифровой код и передачу по SPI интерфейсу по запросу микроконтроллера.

1.3 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 каждом канале измерения, производит их коррекцию по амплитуде, фазе и температуре. По вычисленным значениям активной мощности, напряжения и тока вычисляются полная и реактивная мощности в каждом канале измерения. Измерение частоты сети производится посредством измерения периода напряжения. Вычисления коэффициентов искажения синусоидальности кривой напряжения и токов производятся по первой гармонике сети с использованием прямоугольного измерительного окна, синхронного с частотой сети.

1.4 Вычисления средних на интервале фиксированного измерительного окна значений мощностей и среднеквадратических значений напряжений и токов по каждому каналу измерения производятся по формулам (1 - 5)

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

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

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

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

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

где U_i, I_i - выборки мгновенных значений напряжения и тока;

W_i - весовые коэффициенты измерительного окна;

n - число выборок на интервале измерительного окна.

1.5 По полученным за период сети значениям активной и реактивной мощности формируются импульсы телеметрии на четырех конфигурируемых испытательных выходах счетчика. Сформированные импульсы подсчитываются контроллером и сохраняются в энергонезависимых регистрах энергии. Информация об энергии представлена во внутренних регистрах МК в числах полупериодов телеметрии (2А). При постоянной счетчика $A=5000$ имп./кВт(квар)·ч, число 10000 в регистрах энергии любого вида и направления соответствует энергии 1,0000 кВт·ч (квар·ч) с разрешающей способностью 0,1 Вт·ч (вар·ч).

2. Варианты исполнения

2.1 По вариантам исполнения счетчики делятся в зависимости от вида интерфейсов связи и числа каналов измерения и учета в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Варианты исполнения счетчиков

Условное обозначение	Вариант исполнения	Число каналов измерения	Интерфейс
СЭТ-1М.01М	ИЛГШ.411152.160	1	RS-485, оптопорт
СЭТ-1М.01М.01	ИЛГШ.411152.160-01	2	RS-485, оптопорт
СЭТ-1М.01М.04	ИЛГШ.411152.160-02	1	CAN, оптопорт
СЭТ-1М.01М.05	ИЛГШ.411152.160-03	2	CAN, оптопорт
СЭТ-1М.01М.06	ИЛГШ.411152.160-04	1	RS-485, оптопорт, CAN
СЭТ-1М.01М.07	ИЛГШ.411152.160-05	2	RS-485, оптопорт, CAN
Примечание - Базовым вариантом исполнения является счетчик СЭТ-1М.01М.07 ИЛГШ.411152.160-05.			

3 Функциональные возможности

3.1 Подключение счетчиков к сети

3.1.1 Подключение счетчиков к сети производится через измерительные трансформаторы напряжения и тока. Допускается непосредственное подключение счетчиков к сети по напряжению с номинальными значениями напряжений из ряда: 100, 120, 127, 173, 190, 200, 220, 230 В.

3.1.2 Счетчики имеют отдельные (изолированные) цепи напряжения измерения и питания и могут подключаться к измерительной сети по схеме с совместным и отдельным включением цепей напряжения измерения и питания.

3.1.3 При отдельном включении цепей измерения и питания индикаторы счетчиков и интерфейсы связи функционируют при наличии напряжения питания и отсутствии напряжения в измерительной цепи.

3.2 Учет энергии

3.2.1 Счетчики ведут независимый (отдельный) учет по каждому каналу измерения тока (для счетчиков с двумя каналами измерения и учета) активной и реактивной энергии нарастающего итога прямого и обратного направления.

3.3 Измерение параметров сети

3.3.1 Счетчики измеряют мгновенные значения (с программируемым временем интегрирования) физических величин, характеризующих однофазную электрическую сеть по двум каналам измерения, и могут использоваться как измерители или датчики параметров, приведенных в таблице 2.

3.4 Испытательные выходы и вход включения режима поверки

3.4.1 В счетчике функционируют четыре объединенных по плюсу испытательных выходов основного передающего устройства. Каждый испытательный выход может конфигурироваться для формирования импульсов телеметрии одного из каналов учета энергии (активной, реактивной, прямого и обратного направления) для 1-го или 2-го канала измерения тока и работать:

- в основном режиме (А) с передаточным числом 5000 имп/(кВт·ч), имп/(квар·ч);
- в поверочном режиме (В) с передаточным числом 160000 имп/(кВт·ч), имп/(квар·ч).

3.4.2 Переключение из основного режима телеметрии (А) в поверочный режим (В) производится напряжением, подаваемым на вход включения режима поверки.

Таблица 2

Наименование параметра	Цена ед. мл. разряда индикатора	Примечание
Активная мощность, Вт	0,01	Вт (кВт, МВт)
Реактивная мощность, вар	0,01	вар (квар, Мвар)
Полная мощность, ВА	0,01	ВА (кВА, МВА)
Напряжение, В	0,01	В (кВ)
Ток, А	0,0001	А (кА)
Частота сети, Гц	0,01	cos φ
Коэффициент мощности	0,01	Гц
*Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения		% с индикацией в старших разрядах символов Fi
*Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока		% с индикацией в старших разрядах символов Fu
Температура внутри счетчика, °С	1	°С
Примечания 1 Цена единицы младшего разряда и размерность указаны для коэффициентов трансформации напряжения и тока равных 1. 2 Все физические величины индицируются на индикаторе счетчика с учетом введенных коэффициентов трансформации напряжения и тока. 3 Параметры, помеченные символом *, не имеют нормированных метрологических характеристик и являются справочными.		

3.5 Устройство индикации

3.5.1 Счетчики имеют жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) для отображения учтенной энергии и измеряемых величин и одну (для одноканальных счетчиков) или две (для двухканальных счетчиков) кнопки управления режимами индикации.

3.5.2 Счетчики в режиме индикации основных параметров позволяют отображать на индикаторе по каждому каналу измерения и учета:

- текущую активную и реактивную энергию нарастающего итога по текущему направлению;
- учтенную активную и реактивную энергию нарастающего итога прямого и обратного направления.

3.5.3 Счетчик в режиме индикации вспомогательных параметров позволяет отображать на индикаторе данные вспомогательных режимов измерения, приведенных в таблице 2.

3.5.4 Все данные основных и вспомогательных режимов измерения отображаются с учетом введенных в счетчик коэффициентов трансформации по напряжению и току для каждого канала измерения.

3.6 Интерфейсы связи

3.6.1 Счетчики имеют три равноприоритетных, независимых, изолированных интерфейса связи: RS-485, CAN и оптический интерфейс (по ГОСТ Р МЭК 61107-2001). Интерфейсы RS-485 и CAN могут отсутствовать в составе счетчиков в зависимости от варианта исполнения (таблица 1). Оптический интерфейс (оптопорт) присутствует в счетчиках любых вариантов исполнения.

3.6.2 Счетчики по интерфейсам RS-485 и оптическому интерфейсу 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.

3.6.3 Счетчики с CAN-интерфейсом поддерживают обмен данными с 11 и 29 битными идентификаторами в соответствии с CAN Specification version 2.0 Part B.

3.6.4 Счетчики с CAN-интерфейсом обеспечивают чтение и изменение идентификатора объекта по CAN-интерфейсу посредством LSS протокола по стандарту DSP305.

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

3.6.6 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 вскрытия пломб.

4 Условия эксплуатации

4.1.1 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 от минус 40 до плюс 60 °С, относительной влажности до 100 % при температуре 25 °С и на высотах до 3000 метров над уровнем моря. Счетчики устойчивы к воздействию инея.

4.1.2 Счетчики виброустойчивы в диапазоне частот от 5 до 150 Гц, удароустойчивы при воздействии ударов многократного действия и ударопрочны при воздействии ударов одиночного действия согласно ГОСТ 22261-94 для электронных измерительных приборов группы 4.

4.1.3 Счетчики, при климатических и механических воздействиях в части предельных условий транспортирования соответствуют требованиям, установленным для электронных измерительных приборов групп 4 ГОСТ 22261-94 при температуре окружающего воздуха от минус 40 до плюс 70 °С.

4.1.4 Корпуса счетчиков по степени защищенности от проникновения воды и посторонних предметов соответствуют степени IP53 по ГОСТ 14254-96.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование величины	Значение
Номинальный (максимальный) ток, А	5 (10)
Максимальный ток в течение 0,5 с, А	200
Ток чувствительности, мА	5
Номинальное напряжение измерения и питания переменного тока, В	от 100 до 230
Установленный рабочий диапазон напряжений, В:	
– измерения и питания переменного тока	от 70 до 276;
– питания постоянного тока	от 35 до 276
Предельный рабочий диапазон напряжений измерения и питания, В	от 0 до 440
Номинальная частота сети, Гц	50
Рабочий диапазон частот сети, Гц	от 47,5 до 52,5
Класс точности при измерении в прямом и обратном направлении:	
– активной энергии	0,5S по ГОСТ Р 52323-2005;
– реактивной энергии	1 по ГОСТ Р 52425-2005

Наименование величины	Значение		
<p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %:</p> <ul style="list-style-type: none"> активной мощности ($\cos\varphi=0,5$, $\cos\varphi=0,25$ при индуктивной и емкостной нагрузках), δp реактивной мощности ($\sin\varphi=0,5$, $\sin\varphi=0,25$ при индуктивной и емкостной нагрузках), δQ полной мощности, δS напряжения, δu тока, δi частоты, δf коэффициента активной мощности, $\delta \text{кр}$ 	<p> $\pm 0,5$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=1$; $\pm 0,6$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=0,5$; $\pm 1,0$ при $0,01I_{\text{ном}} \leq I < 0,05I_{\text{ном}}$, $\cos\varphi=1$; $\pm 1,0$ при $0,02I_{\text{ном}} \leq I < 0,05I_{\text{ном}}$, $\cos\varphi=0,5$; $\pm 1,0$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=0,25$; $\pm 1,0$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=1$; $\pm 1,0$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=0,5$; $\pm 1,5$ при $0,01I_{\text{ном}} \leq I < 0,05I_{\text{ном}}$, $\sin\varphi=1$; $\pm 1,5$ при $0,02I_{\text{ном}} \leq I < 0,05I_{\text{ном}}$, $\sin\varphi=0,5$; $\pm 1,5$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=0,25$; $\delta S = \delta Q$ (аналогично реактивной мощности); $\pm 0,9$ в установленном рабочем диапазоне напряжений от 70 до 276 В; $\pm 0,9$ при $I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$; $\pm \left[0,9 + 0,02 \left(\frac{I_{\text{ном}}}{I_x} - 1 \right) \right]$ при $0,01I_{\text{ном}} \leq I < I_{\text{ном}}$; $\pm 0,05$ в диапазоне от 47,5 до 52,5 Гц; $(\delta p + \delta S)$ </p>		
<p>Средний температурный коэффициент в диапазоне температур от минус 40 до плюс 60°C, %/K, при измерении:</p> <ul style="list-style-type: none"> активной энергии и мощности реактивной энергии и мощности 	<p> $\pm 0,03$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=1$; $\pm 0,05$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=0,5$; $\pm 0,05$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=1$; $\pm 0,07$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=0,5$ </p>		
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения частоты, напряжения и тока в диапазоне температур от минус 40 до плюс 60°C, δt_d , %	$\pm 0,05\delta d(t - t_n)$, где δd – пределы допускаемой основной погрешности измеряемой величины, t – температура рабочих условий, t_n – температура нормальных условий		
Начальный запуск	< 1,5 с (после подачи напряжения)		
Время установления рабочего режима	5 секунд (после начального запуска)		
Полная мощность, потребляемая каждой последовательной цепью, не более, ВА	0,1		
Активная (полная) мощность, потребляемая цепью напряжения и питания при совместном включении, не более, Вт (ВА)	2(4)		
Ток потребления по цепи питания при раздельном включении цепей измерения и питания от источника постоянного тока, не более, мА	≈ 35 В	≈ 100 В	≈ 230 В
	60	20	10
Входное сопротивление цепи измерения напряжения	1 МОм (при раздельном питании)		

Наименование величины	Значение
Жидкокристаллический индикатор: – число индицируемых разрядов – цена единицы младшего разряда при отображении энергии и коэффициентах трансформации равных 1, кВт·ч (квар·ч)	8; 0,01
Характеристики испытательных выходов: – число выходов – максимальное напряжение – максимальный ток – выходное сопротивление – передаточное число в режиме телеметрии (А) – передаточное число в режиме поверки (В)	4, объединенных по плюсу; 24 В, в состоянии «разомкнуто»; 30 мА, в состоянии «замкнуто»; > 50 кОм, в состоянии «разомкнуто»; < 200 Ом, в состоянии «замкнуто» 5000 имп/(кВт·ч), 5000 имп/(квар·ч); 160000 имп/(кВт·ч), 160000 имп/(квар·ч)
Скорость обмена информацией, бит/с: – по интерфейсу RS-485 – по оптопорту – по интерфейсу CAN	38400, 19200, 9600, 4800, 2400, 1200, 600; 9600; 250000
Помехоэмиссия	по ГОСТ Р 51318.22-2006 для оборудования класса Б
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 51317.4.2-99 (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 отключении питания	10 лет в выключенном состоянии при температуре 50 °С
Защита информации	Два уровня доступа и аппаратная защита памяти метрологических коэффициентов
Самодиагностика	Циклическая, непрерывная
Средняя наработка до отказа	140000 часов
Средний срок службы	30 лет
Среднее время восстановления	2 часа
Межповерочный интервал	12 лет
Габаритные размеры	178×325×77 мм
Масса: – счетчика – счетчика в транспортной таре	не более 1,5 кг; не более 1,8 кг

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

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

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Кол.
Согласно таблице 1	Счетчик электрической энергии многофункциональный СЭТ-1М.01М. (одно из исполнений)	1
ИЛГШ.411152.160ФО	Формуляр	1
ИЛГШ.411152.160РЭ	Руководство по эксплуатации	1
ИЛГШ.411152.160РЭ1 ¹⁾	Методика поверки	1
ИЛГШ.00004-01 ²⁾	Программное обеспечение «Конфигуратор СЭТ-4ТМ» с версией ПО не ниже V20.01.09	1
ИЛГШ.411911.001 ³⁾	Комплект монтажных частей	1
	Индивидуальная упаковка ⁴⁾	1

¹⁾ Поставляется по отдельному заказу организациям, проводящим послегарантийный ремонт и поверку счетчиков.

²⁾ Поставляется по отдельному заказу для работы со счетчиком через интерфейсы RS-485 или оптопорт.

³⁾ Поставляется по отдельному заказу для монтажа счетчика на электроподвижном составе.

⁴⁾ Возможна поставка без индивидуальной упаковки в коробке по 12 штук.

Примечание – Ремонтная документация разрабатывается и поставляется по отдельному договору с организациями, проводящими послегарантийный ремонт счетчиков.

ПОВЕРКА

Поверка счетчиков проводится в соответствии с методикой поверки ИЛГШ.411152.160РЭ1, являющейся приложением к руководству по эксплуатации ИЛГШ.411152.160РЭ. Методика поверки согласована с руководителем ГЦИ СИ ФГУ «Нижегородский ЦСМ» 16 марта 2009 г.

Межповерочный интервал 12 лет.

Перечень основного оборудования, необходимого для поверки:

- установка для поверки счетчиков электрической энергии автоматизированная УАПС-1М;
- компьютер Pentium-3 (или выше) с операционной системой Windows 98 (или выше);
- программное обеспечение «Конфигуратор СЭТ-4ТМ»;
- преобразователь интерфейса USB/RS-485 ПИ-2;
- устройство сопряжение оптическое УСО-2;
- секундомер СОСпр-26-2;
- источники питания постоянного тока Б5-70, Б5-50;
- частотомер электронно-счетный ЧЗ-63;
- универсальная пробойная установка УПУ-10.

НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

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.

ИЛПШ.411152.160ТУ. Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-1М.01М. Технические условия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип «Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-1М.01М ИЛПШ.411152.160ТУ» утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации согласно государственной поверочной схеме.

Сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ74.В32187 выдан органом по сертификации «Нижегородсертифика» ООО «Нижегородский центр сертификации».

Изготовитель: ФГУП «Нижегородский завод имени М.В. Фрунзе» (ФГУП «НЗиФ»).

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

Генеральный директор ФГУП «НЗиФ»

Н.А. Воронов

