

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Счетчики электрической энергии трехфазные статические СТЭМ-300

Назначение средства измерений

Счетчики электрической энергии трёхфазные статические СТЭМ-300 предназначены для измерения активной и реактивной энергии прямого и обратного направлений и четырехквadrантной реактивной энергии, ведения массивов профиля мощности нагрузки с программируемым временем интегрирования, измерения параметров трехфазной сети и параметров качества электрической энергии в трехпроводных и четырехпроводных сетях переменного тока, ведения профиля параметров сети, автоматического анализа качества электроэнергии.

Описание средства измерений

Принцип действия счетчиков СТЭМ-300 основан на преобразовании входных сигналов тока и напряжения трёхфазной сети из аналогового представления в цифровое с помощью специализированной микросхемы, выполненной по технологии «система на кристалле» (System on Chip – SoC).

Измерительные входы счетчика имеют каналы измерения тока и напряжения. Датчиками тока являются трансформаторы тока, включенные последовательно в цепь тока; датчиками напряжения – резистивные делители, включенные в параллельную цепь напряжения. Сигналы с датчиков поступают на входы 16-разрядных АЦП специализированной микросхемы SoC, ядро цифровой обработки сигналов (ЦОС) которой преобразует оцифрованные сигналы тока и напряжения в значения активной и реактивной мощности. Значения активной и реактивной мощности поступают в модуль, преобразующий их в частоту импульсов активной и реактивной энергий, прямо пропорциональных значениям соответствующих мощностей. Помимо функций измерителя энергии, SoC имеет батарейный домен реального времени, драйвер ЖКИ, локальные цифровые интерфейсы, сигналы дискретного ввода/вывода для управления и контроля внутренней периферией прибора. Микроконтроллерное ядро SoC работает под управлением специализированного встроенного программного обеспечения, реализующего функциональность формирования, регистрации, сохранения в энергонезависимой памяти измеряемых счетчиком параметров.

Обмен по одному или нескольким цифровым интерфейсам реализуется с помощью интерфейсного контроллера, который мультиплексирует цифровые потоки между приемопередатчиком (UART) SoC и внешними интерфейсами счетчика, обеспечивая одновременный равноприоритетный обмен данными. Если по одному из интерфейсов подана команда на запись (параметрирование прибора), то во избежание возможных коллизий, формирование ожидаемых ответов на запросы по другим интерфейсам прерывается, формируются ответы вида «прибор занят». Интерфейсный контроллер работает под управлением специализированного встроенного программного обеспечения, реализующего функциональность управления цифровыми интерфейсами и приема/передачи данных между интерфейсами, а также между каким-либо интерфейсом и SoC.

Ядро ЦОС формирует следующие сигналы: первичные цифровые отсчеты напряжения и тока, используемые для дискретного преобразования Фурье; отсчеты напряжения и тока, усредненные на интервале $\frac{1}{2}$ периода сети; отсчеты активной и реактивной мощности, напряжения, тока, усредненные на интервале 960 мс. Первичные отсчеты напряжения и тока передаются в интерфейсный контроллер, который выполняет дискретное преобразование Фурье на интервале 10 периодов сети и вычисляет коэффициенты гармоник на интервале объединения 10 минут. Отсчеты напряжения и тока на интервале $\frac{1}{2}$ периода сети являются источником данных для измерения качества сети: регистратора быстрых изменений напряжения по ГОСТ 32144-2013 (провалы напряжения, прерывания напряжения, перенапряжения), измерителя частоты сети с объединением на интервале 10с, измерителя медленных изменений напряжения, дозы фликера, несимметрии трехфазной сети с объединением на интервале 150 периодов сети и последующем объединении на интервале 10 минут по ГОСТ 32144-2013 класс S. Маркированные данные отбрасываются. Отсчеты, усредненные на интервале 960 мс, используются для накопительных регистров энергии и измерения параметров сети.

Счетчики электрической энергии трёхфазные статические СТЭМ-300 выпускаются в различных вариантах исполнения, которые отличаются классами точности, номинальными и максимальными токами, номинальными напряжениями, постоянной счетчика, вариантом подключения к сети (непосредственного подключения или включаемых через трансформатор), типами интерфейсов связи (RS-485, RF; GSM), типом антенны и наличием резервного источника питания. Варианты исполнения счетчиков приведены в таблице 1.

Счетчики являются законченными укомплектованными изделиями, для установки которых на месте эксплуатации достаточно указаний, приведенных в эксплуатационной документации, в которой нормированы метрологические характеристики измерительных каналов системы. В счетчиках реализованы три протокола обмена: СПОДЭС; МЭК 60870-5; MPro.

Запись счетчика при его заказе и в конструкторской документации другой продукции состоит из наименования «Счётчик электрической трехфазный статический», условного обозначения счетчика из таблицы 1 и номера технических условий.

Пример записи счётчиков-«Счетчик электрической энергии трехфазный статический СТЭМ 300.153GSINU НШТВ.411152.001ТУ».

Счетчики с номинальным напряжением $3 \times (57,7-115)/(100-200)$ В могут использоваться на подключениях с номинальными фазными напряжениями из ряда: 57,7; 63,5; 100; 110; 115 В. Счетчики с номинальным напряжением $3 \times (120-230)/(208-400)$ В могут использоваться на подключениях с номинальными фазными напряжениями из ряда: 120, 127, 173, 190, 200, 220, 230 В.

Таблица 1-Варианты исполнения счетчиков

Условное обозначение счетчика СТЭМ-300	Класс точности измерения активной/реактивной энергии	Номинальный или базовый/максимальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Опциональные интерфейсы			ТНП	РП
				RS-485	GSM	RFID		
Счетчики непосредственного включения								
131	1/1	5/100	3×(120-230)/ (208-400)					
131G	1/1				*			
131N	1/1						*	
131GN	1/1				*		*	
131U	1/1							*
131GNU	1/1				*		*	*
133SU	0,5S/1	5/100	3×(120-230)/ (208-400)	*				*
133SNU	0,5S/1			*				*
133GSU	0,5S/1			*	*			*
133GSNU	0,5S/1			*	*		*	*

Продолжение таблицы 1

Условное обозначение счетчика СТЭМ-300	Класс точности измерения активной/реактивной энергии	Номинальный или базовый/максимальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Опциональные интерфейсы			ТНП	РП	
				RS-485	GSM	RFID			
Счетчики непосредственного включения по напряжению и трансформаторного включения по току									
153S	0,5S/1	5/10	3×(120-230)/ (208-400)	*					
153GS	0,5S/1			*	*				
153SN	0,5S/1			*			*		
153GSN	0,5S/1			*	*		*		
153SU	0,5S/1			*				*	
153GSU	0,5S/1			*	*			*	
153SNU	0,5S/1			*			*	*	
153GSNU	0,5S/1			*	*		*	*	
153SIN	0,5S/1			*		*	*		
153GSIN	0,5S/1			*	*	*	*		
153SINU	0,5S/1			*		*	*	*	
153GSINU	0,5S/1			*	*	*	*	*	
155SU	0,2S/0,5			*				*	
155GSU	0,2S/0,5			*	*			*	
155SNU	0,2S/0,5			*			*	*	
155GSNU	0,2S/0,5			*	*		*	*	
155SINU	0,2S/0,5			*		*	*	*	
155GSINU	0,2S/0,5			*	*	*	*	*	
163SU	0,5S/1	1/10		*					*
165SU	0,2S/0,5			*					*
Счетчики трансформаторного включения по напряжению и по току									
253S	0,5S/1	5/10	3×(57,7-115)/ (100-200)	*					
253GS	0,5S/1			*	*				
253SN	0,5S/1			*			*		
253GSN	0,5S/1			*	*		*		
253SU	0,5S/1			*				*	
253GSU	0,5S/1			*	*			*	
253SNU	0,5S/1			*			*	*	
253GSNU	0,5S/1			*	*		*	*	
253SIN	0,5S/1			*		*	*		
253GSIN	0,5S/1			*	*	*	*		
253SINU	0,5S/1			*		*	*	*	
253GSINU	0,5S/1			*	*	*	*	*	
255SU	0,2S/0,5			*				*	
255GSU	0,2S/0,5			*	*			*	
255SNU	0,2S/0,5			*			*	*	
255GSNU	0,2S/0,5			*	*		*	*	
255SINU	0,2S/0,5			*		*	*	*	
255GSINU	0,2S/0,5			*	*	*	*	*	

Продолжение таблицы 1

Условное обозначение счетчика СТЭМ-300	Класс точности измерения активной/реактивной энергии	Номинальный или базовый/максимальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Опциональные интерфейсы			ТНП	РП
				RS-485	GSM	RFID		
263SU	0,5S/1	1/10		*				*
263GSU	0,5S/1			*	*			*
265SU	0,2S/0,5			*				*

Примечания к таблице:

- * означает наличие опции, пустое поле в таблице – отсутствие опции
- базовыми моделями являются счетчики вариантов исполнения 131GNU, 155GSINU, 255GSINU
- счетчики с вариантами исполнения 131xxxx, 133xxxx имеют встроенное реле управления нагрузкой и фиксатор аппаратной блокировки срабатывания реле.

Тарификация и архивы учтенной энергии

Счетчики ведут многотарифный учет энергии в восьми тарифных зонах. Счетчики имеют гибко программируемый тарификатор, который обеспечивает дифференциацию количества потребляемой электроэнергии согласно созданным дневным, недельным и сезонным шаблонам. Возможно задание до 12 дневных шаблонов, каждый из которых может включать до 24 точек переключения тарифа внутри суток. Тарифное расписание счетчика состоит из дневных шаблонов, недельных шаблонов, сезонных шаблонов и таблицы специальных дней. Параметры тарификатора приведены в таблице 2:

Таблица 2-Параметры тарификатора

Наименование параметра	Значение
Количество программируемых тарифов (тарифных зон)	8 (T1...T8)
Количество дневных шаблонов, не более	12
Количество недельных шаблонов, не более	12
Количество сезонных шаблонов, не более	12

Счетчики ведут следующие архивы:

- значения учтенной активной и реактивной энергии прямого и обратного направления нарастающим итогом с момента изготовления или сброса по всем тарифам;
- значения учтенной активной и реактивной энергии прямого и обратного направления на текущий программируемый расчетный период и на начало предыдущих 36 программируемых расчетных периодов по всем тарифам;
- значения учтенной активной и реактивной энергии прямого и обратного направления на начало текущего года и на начало предыдущих 2 лет по всем тарифам;
- значения учтенной активной и реактивной энергии прямого и обратного направления на начало суток по всем тарифам на глубину 125 суток по всем тарифам;
- значения учтенной активной и реактивной энергии прямого и обратного направления на начало часа на глубину 125 суток по всем тарифам;
- время превышения пороговых значений коэффициента реактивной мощности в зоне суток высокого и низкого потребления за расчетный период;
- максимальные значения коэффициента реактивной мощности в зоне суток высокого и низкого потребления за расчетный период;

- профиль суточных данных качества электроэнергии (30 записей);
- профиль недельных данных качества электроэнергии (4 записи);
- профиль параметров сети, усредненных на периоде 10 минут: фазные и межфазные напряжения, фазные токи, активные/реактивные/полные мощности по фазам, коэффициент несимметрии напряжений нулевой последовательности, коэффициент несимметрии напряжений обратной последовательности, положительные отклонения напряжения, отрицательные отклонения напряжения на глубину 4320 записей (30 суток). Интервалы усреднения выровнены по границе суток.
- профиль нагрузки с переменным временем интегрирования от 1 до 60 минут в интервалы времени, определяемые как целые числа, являющиеся делителями числа 60. Профиль нагрузки содержит измерения на интервале усреднения: активная и реактивная мощность прямого и обратного направления средние значения за интервал, активная и реактивная мощность прямого и обратного направления максимальные значения на интервале. Интервалы усреднения выровнены по границе суток;
- счетчик количества срабатываний коммутационного аппарата с переполнением не менее 32768;
- счетчик количества событий превышения положительного отклонения напряжения более 20% в завершеном расчетном периоде с переполнением не менее 32768;
- счетчик количества событий превышения положительного отклонения напряжения и отрицательного отклонения напряжения более 10% в завершеном расчетном периоде с переполнением не менее 32768;
- суммарная продолжительность превышения положительного отклонения напряжения более 20% в завершеном расчетном периоде с переполнением не менее 32768;
- суммарная продолжительность превышения положительного отклонения напряжения и отрицательного отклонения напряжения более 10% в завершеном расчетном периоде с переполнением не менее 32768.

Измерение параметров сети

Счетчики измеряют мгновенные значения (время интегрирования 960 мс) физических величин, характеризующих трехфазную электрическую сеть: фазные и межфазные напряжения, фазные токи, активные/реактивные/полные мощности по фазам и сумме фаз, коэффициент мощности по фазам и сумме фаз, коэффициент реактивной мощности по фазам и сумме фаз, углы между фазными напряжениями и токами, углы между фазными напряжениями, частота сети с диапазонами измерений и погрешностями согласно таблицы 5.

Счетчики измеряют текущее максимальное значение коэффициента реактивной мощности по сумме фаз на периоде усреднения 10 минут с автоматическим сбросом в начале каждого расчетного периода, с дифференциацией по зонам суток: зона суток высокого потребления, зона суток низкого потребления; текущее значение длительности превышения порогового значения коэффициента реактивной мощности на периоде усреднения 10 минут с автоматическим сбросом в начале каждого расчетного периода, с дифференциацией по зонам суток: зона суток высокого потребления, зона суток низкого потребления.

Измерение показателей качества электроэнергии

Счетчики измеряют показатели качества электроэнергии по ГОСТ 32144-2013 класс S: быстрые изменения напряжения (провалы напряжения, перенапряжения, пропадания напряжения, кратковременная доза фликера), медленные изменения напряжения (положительные отклонения напряжения, отрицательные отклонения напряжения, пропадания напряжения, коэффициент несимметрии напряжений нулевой последовательности, коэффициент несимметрии напряжений обратной последовательности, отклонение частоты) с диапазонами измерения и погрешностями согласно таблицы 5.

Измерение медленных изменений напряжения производится согласно ГОСТ 32144-2013 класс S путем объединения отсчетов 0,5 периода сети на интервале 150 периодов сети и последующем объединении на интервале 10 минут. При объединении на интервалах измерений, маркированные данные отбрасываются.

Автоматический анализ качества электроэнергии

Счетчики выполняют автоматический анализ качества электроэнергии с формированием протокола в соответствии с приложением В1 ГОСТ33073-2014 (Приложение 1 к Протоколу измерений за исключением таблиц 7 и 9) на интервалах измерения 1 сутки, 7 суток. Исходными данными для анализа качества электроэнергии являются результаты измерений показателей качества электроэнергии.

Испытательные выходы

В счетчиках функционируют четыре изолированных дискретных выхода, которые могут конфигурироваться для формирования импульсов телеметрии или поверки.

Изменение состояния дискретных выходов производится путем подачи управляющих команд по цифровому интерфейсу счетчика в протоколе, совместимом со стандартом СПОДЭС. При изменении состояния дискретных выходов в журнале счетчика сохраняется соответствующее событие.

Функциональное назначение дискретных выходов приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Программируемые функции дискретных выходов

Конт.	Доступные функции									
	RS-485-1	RS-485-2	A+	A-	R+	R-	A	R	УН	CLK
17-18	*		*							
19-20		*		*			*			
21-22					*			*		*
23-24						*			*	

Примечание:

УН – выход управления нагрузкой внешним исполнительным устройством;

CLK – дискретный выход тактирования внутренних часов (временная основа по ГОСТ IEC 61038). Используется для проверки точности хода часов;

A+, A-, R+, R- - импульсные выходы активной и реактивной энергии прямого и обратного направления;

|A|, |R| - импульсные выходы активной и реактивной энергии по модулю.

Допустимые комбинации функций на контактах 17...24:

- A+, A-, R+, R- телеметрия;
- A+, A-, R+, R- поверка;
- RS-485-1, RS-485-2, CLK, УН;
- RS-485-1, |A|, |R| телеметрия, УН;
- RS-485-1, |A|, |R| поверка, УН.

В счетчике имеются два дискретных входа напряжением 24 В и два дискретных выхода напряжением 24 В, реализованных с помощью модуля ICM-3.0, который входит в комплект поставки по заказу потребителя.

Журналы

Счетчики ведут следующие журналы событий, в которых фиксируются времена начала/окончания событий:

1. журнал событий, связанных с напряжением (количество записей 1024);
2. журнал событий, связанных с током (количество записей 500);
3. журнал событий, связанных с включением/выключением счетчика (количество записей 1000);

4. журнал событий программирования параметров счетчика (количество записей 1024);
5. журнал событий внешних воздействий (количество записей 500);
6. журнал коммуникационных событий (количество записей 500);
7. журнал событий контроля (количество записей 500);
8. журнал самодиагностики (количество записей 500);
9. журнал превышения реактивной мощности (количество записей 500);
10. журнал параметров качества энергии (количество записей 500);
11. журнал состояний входов/выходов (количество записей 500)
12. журнал коррекции времени (количество записей 500);
13. журнал событий ICM-3.0 (количество записей 500);
14. журнал событий коммуникационного модуля (количество записей 500).

Журналы по п.п. 1 - 12 хранятся в памяти прибора в течение всего срока службы счетчиков. Журналы по п.п.13-14 хранятся в памяти модуля в течение всего срока службы модуля и соответствующего ему счетчика.

Диагностика производится автоматически в процессе работы счетчика. В журнал записываются результаты самодиагностики измерительного и вычислительного блоков (события несоответствия контрольных сумм плат ПУ и МИ), таймера (событие сбоя даты/времени), блока памяти (события несоответствия контрольной суммы калибровочных коэффициентов). Результаты диагностики блока питания записываются в журнал включения/выключения.

Устройство индикации

В качестве счетного механизма счетчики имеют жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ) с подсветкой, осуществляющие индикацию:

- накопленной активной и реактивной энергии прямого и обратного направления по тарифам и по сумме тарифов на ЖКИ при отключенной сети с питанием от встроенной литиевой батареи;
- накопленной активной и реактивной энергии по модулю независимо от направления по тарифам и по сумме;
- даты и времени;
- действующего значения текущего напряжения по каждой из трех фаз;
- действующего значения текущего тока по каждой из трех фаз;
- частоты;
- текущей температуры (справочно);
- текущей активной мощности прямого и обратного направления по каждой из трех фаз и по сумме;
- текущей реактивной мощности прямого и обратного направления по каждой из трех фаз и по сумме;
- текущей полной мощности прямого и обратного направления по каждой из трех фаз и по сумме;
- коэффициент активной мощности (по каждой из трех фаз и по сумме);
- коэффициент реактивной мощности (по каждой из трех фаз и по сумме);
- действующего тарифа;
- состояния встроенной батареи;
- состояния встроенных модемов;
- состояния выхода управления нагрузкой;
- значения потребленной электрической энергии на конец последнего программируемого расчетного периода суммарно и по тарифным зонам;
- индикатора режима приема и отдачи электрической энергии;
- индикатора факта нарушения индивидуальных параметров качества электроснабжения;
- индикатора неработоспособности счетчика вследствие аппаратного или программного сбоя;

- текущего квадранта;
- чередования фаз.

Индикация работоспособного состояния счетчика осуществляется на ЖКИ. Признаком работоспособного состояния является штатный режим отображения измеряемых величин и отсутствие кодов ошибок.

Поверх основной индикации обеспечена индикация тамперных событий.

В счетчиках обеспечена индикация следующих тамперных событий:

- факт воздействия магнитных полей свыше 150 мТл на элементы счетчика;
- вскрытие электронной пломбы крышки клеммной колодки;
- вскрытие электронной пломбы корпуса счетчика;
- возникновение события в журнале напряжений;
- превышение максимальной мощности по сумме фаз;
- программирование параметров счетчика;
- выход отклонения напряжения любой фазы за пределы $\pm 10\%$ - начало;
- выход положительного отклонения напряжения любой фазы за пределы 20% - начало;
- неправильное чередование фаз;
- авария сети.

Счетчики имеют кнопку для управления режимами индикации.

Счетчики обеспечивают отображение информации о накопленной энергии на ЖКИ в виде восьмиразрядных чисел, шесть старших разрядов дают показания в кВт·ч (квар·ч), седьмой и восьмой разряды, отделенные точкой, указывают десятые и сотые доли кВт·ч (квар·ч) соответственно.

Объем основных и вспомогательных параметров, выводимых на ЖКИ, а также длительность индикации, программируются через интерфейс.

Интерфейсы связи

Счётчики, в зависимости от варианта исполнения, обеспечивают обмен информацией через интерфейсы:

- оптопорт;
- один или два RS-485;
- Ethernet;
- GSM;
- RF.

Все счётчики имеют один интерфейс RS-485, интерфейс Ethernet и оптический порт.

По цифровым интерфейсам счетчика реализована передача данных в формате протокола СТО 34.01.5.1-006-2021 ПАО «Россети» (СПОДЭС) с приоритетом оптопорта. Физический интерфейс оптопорта соответствует ГОСТ ИЕС 61107.

Все интерфейсы и модемы счетчика равноприоритетны при считывании данных. Если по оптопорту устанавливается соединение с правами доступа «Конфигуратор», соединение по другим интерфейсам с правом доступа «Конфигуратор» разрывается.

Скорость обмена информацией при связи с ПУ по цифровым интерфейсам:

- RS-485, не менее 9600 бит/с;
- Ethernet не менее 10Мбит/с.
- GSM, не менее, 50 кбит/с;
- RF, не менее, 2400 бит/с.

Счетчики поддерживают следующие скорости по интерфейсу RS-485: 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с.

Счетчики с радиомодемом работают на частотах, выделенных по решению ГКРЧ № 7-20-03-001 от 07.05.2007 для устройств малого радиуса действия любого назначения с выходной мощностью передатчика, не требующей разрешения ГКРЧ на использование радиочастотных каналов.

Параметры радиомодема ближнего радиуса действия счетчиков:

1. Радиомодуль WI-FI 802.11 b/g/n:

- диапазон частот 2,4 или 5 ГГц;
- скорость передачи с различными типами модуляции: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54, 150 Мб/с;
- выходная мощность передатчика не более 100 мВт;
- чувствительность приемника минус 100 дБм;
- режимы работы: точка доступа, точка-точка.

Назначение: обеспечение передачи данных на удаленные устройства.

2. Радиомодуль связи с радиочастотными UHF метками ближнего поля EPC Gen2 в соответствии со стандартом ETSI EN302-208-1 V1.2.1 (RFID):

- диапазон частот 866,6-867,4 МГц;
- мощность передатчика не более 100 мВт;
- дальность связи с пассивной радиочастотной меткой – до 5 м.

Назначение: контроль состояния связанных с прибором RFID меток пломб.

GSM модем счетчиков соответствует параметрам:

Диапазон частот:

GSM/GPRS/EDGE: 900/1800МГц

UMTS/HSPA+: 900/2100МГц;

Выходная мощность:

GSM 900МГц: +33dBm (Class 4)

GSM 1800МГц: +30dBm (Class 1)

EDGE 900МГц: +27dBm (Class E2)

EDGE 1800МГц: +26dBm (Class E2)

UMTS 900/2100МГц: +24dBm (Class 3)

Предусмотрена возможность спорадической передачи (по инициативе счетчика) уведомлений о тамперных событиях согласно СПОДЭС с отключаемым алгоритмом.

Счетчики в дистанционном режиме работы обеспечивают обмен информацией с компьютером. Счетчики обеспечивают возможность программирования от внешнего устройства через интерфейсы связи:

- скорости обмена по интерфейсам RS-485;
- паролей считывателя и конфигулятора;
- наименования точки учета (места установки);
- сетевого адреса;
- коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов напряжения и тока (для счетчиков трансформаторного включения);
- времени интегрирования мощности для профиля мощности (время интегрирования мощности от 1 до 60 минут);
- тарифного расписания, расписания праздничных дней, списка перенесенных дней;
- текущего времени и даты;
- даты начала расчетного периода;
- статуса разрешения перехода на сезонное время;
- программируемых флагов разрешения/запрета автоматического перехода на сезонное время;
- порогов активной и реактивной мощности прямого и обратного направления;
- конфигурации дискретных выходов и выхода УН;
- мягкой коррекции времени;
- жесткой установки даты и времени;
- режимов индикации.

Работа со счетчиками через интерфейсы связи может производиться с применением программного обеспечения завода - изготовителя «Инструменты ИПУЭ» или с применением программного обеспечения пользователей.

При работе по интерфейсам и с программным обеспечением «Инструменты ИПУЭ» имеется возможность измерений с применением коэффициентов трансформации.

Доступ к параметрам и данным со стороны интерфейсов связи защищен паролями считывателя и конфигуратора.

Формат данных при обмене информацией с компьютером по последовательным интерфейсам (оптопорт, RS-485): 1 стартовый бит, 8 бит данных, 1 стоповый бит.

Счетчик имеет возможность выступать в качестве инициатора связи с уровнем ИВКЭ или ИВК при следующих событиях:

- вскрытии клеммной крышки;
- воздействии сверхнормативным магнитным полем;
- перепараметрировании;
- превышении лимита активной мощности;
- отклонении от нормированного значения уровня напряжения;
- вскрытии крышки корпуса;
- неверном чередовании фаз.

Конструктивно счётчики состоят из следующих узлов:

- кожуха;
- крышки клеммной колодки;
- клеммной колодки;
- печатного узла модуля интерфейсного;
- печатного узла платы управления;
- отсека батареи и СИМ-карты;
- отсека для установки дополнительных модулей.

Счетчик содержит два элемента питания. Основной элемент питания расположен в корпусе, защищенном пломбами изготовителя и поверителя. Резервный элемент питания размещается в отсеке, расположенном в области зажимных клеммников под крышкой клеммной колодки. Отсек с элементом питания закрыт защитным кожухом, защищающим от случайных воздействий при обслуживании и монтаже счетчика, и недоступен без вскрытия пломбы энергоснабжающей организации. При исчерпании срока службы основного элемента питания до истечения межповерочного интервала, для продления срока эксплуатации счетчика устанавливается резервный элемент питания. Замена резервного элемента питания производится без вскрытия корпуса счетчика и нарушения пломб изготовителя и поверителя.

Кожух изготовлен из ударопрочного пластика, не поддерживающего горение, и образован корпусом, крышкой со щитком, изолятором клеммной колодки. Счетчики имеют прозрачную клеммную крышку. В счетчике имеется отсек для установки дополнительных модулей (коммуникационного модуля связи или модуля ICM-3.0) с возможностью пломбировки.

Для счетчиков в неразборном корпусе установлены четыре дополнительные детали, препятствующие вскрытию корпуса. При попытке открыть крышку неразборного корпуса повреждается целостность крышки корпуса, что явно укажет на попытку вскрытия прибора.

Ведение времени

Внутреннее время счетчиков может быть синхронизировано в ручном или в автоматическом режиме. Автоматическая коррекция времени производится путем подачи управляющих воздействий от ИВК (ИВКЭ) по цифровому интерфейсу в формате протоколов СПОДЭС или МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-104.

Счетчики обеспечивают ход внутренних часов вне зависимости от наличия напряжения питающей сети и резервного питания, с питанием от встроенной литиевой батареи.

В счетчиках имеется возможность автоматического перехода лето/зима.

Защита от несанкционированного доступа

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

После установки на объект счетчик должен пломбироваться пломбами обслуживающей организации.

Кроме механического пломбирования в счетчике предусмотрено электронное пломбирование клеммной крышки и крышки корпуса счетчика. Электронные пломбы 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.

Метрологические коэффициенты и заводские параметры защищены аппаратной перемычкой и не доступны без вскрытия пломб.

Алгоритм идентификации при установлении соединения по цифровому интерфейсу позволяет устанавливать соединение в режиме «Конфигуратор» и режиме «Считыватель». В режиме «Конфигуратор» программируемые параметры счетчика доступны для изменения, измеряемые параметры – для считывания. В режиме «Считыватель» измеряемые и программируемые параметры доступны для считывания. По цифровым интерфейсам отсутствует доступ к изменению метрологически значимого встроенного ПО.

При нарушении целостности памяти встроенного ПО и калибровочных коэффициентов, на устройстве индикации счетчика выводится код ошибки, либо отображается признак нарушения нормального функционирования.

В счетчиках установлен датчик магнитного поля, фиксирующий воздействие на счетчик переменного и постоянного магнитного поля повышенной магнитной индукции. Факт и время воздействия на счетчик повышенной магнитной индукции фиксируется в журнале событий.

Маркировка счетчиков

Маркировка счетчиков нанесена на лицевую часть панели счётчиков офсетной печатью. Заводской номер счетчика представлен в виде штрих-кода «2 из 5 чередующийся» и цифрового обозначения из восьми цифр.

Общий вид счетчика, обозначение места нанесения знака поверки, места нанесения заводского номера и схема пломбировки от несанкционированного доступа приведены на рисунке 1.

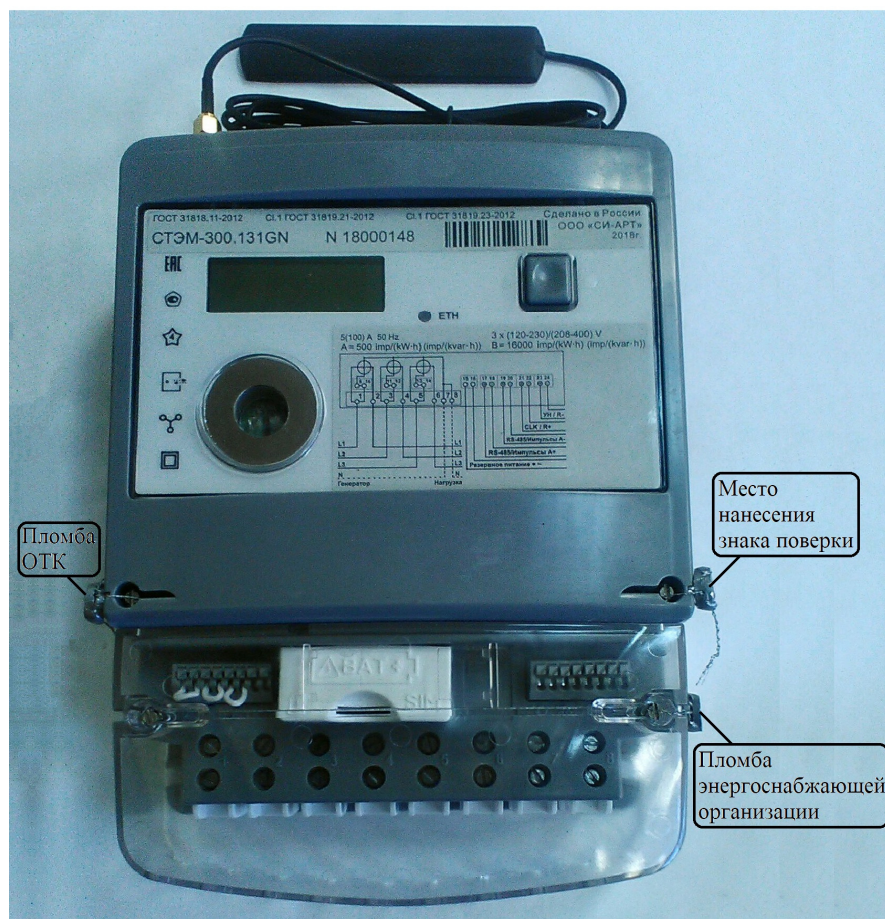


Рисунок 1 – Общий вид счетчика с внешней антенной, мест пломбировки, мест нанесения знака утверждения типа, знака поверки, заводского номера.

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 OTP (One Time Programmable)-битом защиты записи и не доступны для изменения без вскрытия счетчиков.

При обнаружении ошибок контрольных сумм (КС) системой диагностики происходит запись события в статусный журнал счетчиков.

Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния программного обеспечения. Конструкция счетчиков исключает возможность несанкционированного влияния на ПО счетчика и измерительную информацию.

Версия метрологически значимой части ПО счетчиков отображается на ЖКИ при включении счетчика.

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

Таблица 4 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	FWM СТЭМ-300
Номер версии (идентификационный номер) ПО	76 03-XX.XX.XXX.XX-X.X.XXX
Цифровой идентификатор ПО	00 00 CA 30
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC 16
Примечание - Номер версии ПО состоит из трех полей: - первое поле - номер версии метрологически значимой части ПО (76 03); - второе поле – XX.XX.XXX.XX- номер версии метрологически не значимой части ПО (ВПО МИ); - третье поле – X.X.XXX - номер версии метрологически не значимой части ПО (ВПО ПУ).	

Метрологические и технические характеристики

Таблица 5- Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Класс точности при измерении: - активной энергии прямого и обратного направления по: ГОСТ 31819.21-2012 ГОСТ 31819.22-2012 для счетчиков трансформаторного включения НШТВ.411152.001ТУ для счетчиков непосредственного включения - реактивной энергии прямого и обратного направления по: ГОСТ 31819.23-2012 НШТВ.411152.001ТУ	1 0,2S или 0,5S 0,5S 1 0,5
Номинальное напряжение ($U_{ном}$), В	$3 \times (57,7-115)/(100-200)$ или $3 \times (120-230)/(208-400)$
Установленный рабочий диапазон напряжения	от 0,9 до 1,1 $U_{ном}$
Расширенный рабочий диапазон	от 0,8 до 1,2 $U_{ном}$
Предельный рабочий диапазон напряжения	от 0 до 1,2 $U_{ном}$
Базовый/максимальный ток для счетчиков непосредственного включения ($I_b/I_{макс}$), А	5/100
Номинальный/максимальный ток для счетчиков, включаемых через трансформатор ($I_{ном}/I_{макс}$), А	5/10 или 1/10
Номинальное значение частоты, Гц	50
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения фазных, межфазных напряжений напряжения при значениях напряжения в диапазоне $0,8U_{ном} \leq U \leq 1,2U_{ном}$, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения тока в диапазоне от 0,1 А до $I_{макс}$, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты сети в рабочем диапазоне частот от 42,5 до 57,5 Гц на периоде усреднения 10 с, Гц	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчиков при измерении глубины провала напряжения в диапазоне измерения глубины провала напряжения $0-30\%U_{din}^*$ при работе от основного питания, $0-90\% U_{din}^*$ при работе от резервного питания, %	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчиков при измерении длительности провала напряжения в диапазоне измерений от 0,04 до 60 с при работе от резервного питания, с.	$\pm 0,02$

Продолжение таблицы 5

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчиков при измерении длительности перенапряжения в диапазоне измерений от 0,04 до 60 с, с.	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчиков при измерении коэффициента несимметрии напряжения по нулевой и обратной последовательности на периоде усреднения 10 минут в диапазоне измерений от 1,0 до 5,0 %	$\pm 0,3$
Пределы допускаемой относительной погрешности счетчиков при измерении текущих значений кратковременной дозы фликера на периоде усреднения 10 минут для каждой фазы в диапазоне измерений от 0,4 до 4 при колебаниях напряжения формы меандр, %	± 5
Пределы допускаемой относительной погрешности счетчиков при измерении коэффициента активной мощности в каждой фазе и по сумме фаз в диапазоне от минус 1 до минус 0,5 и от 0,5 до 1 при значениях тока в диапазоне $0,2I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{мах}}$ и при значениях напряжения в диапазоне $0,8U_{\text{ном}} \leq U \leq 1,2U_{\text{ном}}$, %	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током в диапазоне измерений от минус 180° до 180° при значениях тока в диапазоне $0,2I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{мах}}$ и при значениях напряжения в диапазоне $0,8U_{\text{ном}} \leq U \leq 1,2U_{\text{ном}}$, °	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента реактивной мощности в каждой фазе и по сумме фаз в диапазоне от минус 5 до 5 при значениях тока в диапазоне $0,2I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{мах}}$ и при значениях напряжения в диапазоне $0,8U_{\text{ном}} \leq U \leq 1,2U_{\text{ном}}$	$\pm (0,05 + 0,022 \cdot \text{tg}\varphi)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений положительного отклонения напряжения электропитания на периоде усреднения 10 минут для каждой фазы в диапазоне измерений от 0 до +20 % $U_{\text{дин}}^*$, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отрицательного отклонения напряжения электропитания на периоде усреднения 10 минут для каждой фазы в диапазоне измерений от 0 до -20 % $U_{\text{дин}}^*$ при отсутствии в счетчике опции резервного питания, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отрицательного отклонения напряжения электропитания на периоде усреднения 10 минут для каждой фазы в диапазоне измерений от 0 до -80 % $U_{\text{дин}}^*$ при наличии в счетчике опции резервного питания, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчиков при измерении отклонения частоты на периоде усреднения 10 секунд в диапазоне измерений от 42,5 до 57,5 Гц, Гц.	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчиков при измерении коэффициента гармонической составляющей фазного напряжения $K_{U(n)}$ ($2 \leq n \leq 40$), усредненного на периоде 10 минут, для $K_{U(n)} < 3$ %, %	$\pm 0,15$

Продолжение таблицы 5

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности счетчиков при измерении коэффициента гармонической составляющей фазного напряжения $K_U(n)$ ($2 \leq n \leq 40$), усредненного на периоде 10 минут, для $K_U(n) \geq 3$ %, %	± 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчиков при измерении суммарного коэффициента гармонических составляющих фазного напряжения (K_{UA} , K_{UB} , K_{UC}), усредненного на периоде 10 минут, для $K_U < 3$ %	$\pm 0,15$
Пределы допускаемой относительной погрешности счетчиков при измерении суммарного коэффициента гармонических составляющих фазного напряжения (K_{UA} , K_{UB} , K_{UC}), усредненного на периоде 10 минут, для $K_U \geq 3$ %, %	± 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчиков при измерении остаточного напряжения в диапазоне измерения от 0 до 5 % U_{din}^* во всех фазах при работе счетчика от резервного питания, %	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчиков при измерении длительности прерывания напряжения в диапазоне измерений от 0,02 до 180 с при работе от резервного питания, с	$\pm 0,02$
Стартовый ток (чувствительность) при измерении активной/реактивной энергии, А, не более: - для счетчиков непосредственного включения - для счетчиков, включаемых через трансформатор при токе 5 А; - для счетчиков, включаемых через трансформатор при токе 1 А	0,02/0,02 или 0,005/0,02 0,005/0,01 или 0,005/0,005 0,001/0,001 или 0,001/0,002
Постоянная счетчика с I_b (I_{max})=5(100) А, имп./кВт·ч [(имп./квар·ч)] - в основном режиме (А) - в режиме поверки (В) Постоянная счетчика с $I_{ном}$ (I_{max})=5(10) и 1(10) А, имп./кВт·ч [(имп./квар·ч)] - в основном режиме (А) - в режиме поверки (В)	500 16000 5000 160000
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности хода часов реального времени, с/сут	$\pm 0,5$
Максимальное число действующих тарифов	8
* где U_{din} – входное напряжение, В	

Таблица 6 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры счетчика, мм, не более: – высота – ширина – длина	236 170 72,5
Масса, кг, не более	1,6

Продолжение таблицы 6

Наименование характеристики	Значение
Потребляемая мощность для вариантов исполнения с GSM модемом, В·А (Вт), не более: - по всем цепям напряжения - по цепи тока каждой фазы для вариантов исполнения 131,133 - по цепи тока каждой фазы для вариантов исполнения 153, 155, 253, 255, 263	5(3,2) 0,1 0,003
Потребляемая мощность для вариантов исполнения без GSM модема, В·А (Вт), не более: - по всем цепям напряжения - по цепи тока каждой фазы для вариантов исполнения 131,133 - по цепи тока каждой фазы для вариантов исполнения 153, 155, 163, 165, 253, 255, 263, 265	3,1(1,8) 0,1 0,003
Установленный диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +70
Срок сохранения информации при отключении питания, лет	40
Средняя наработка счетчика на отказ, ч	220000
Средний срок службы счетчика, лет	30

Знак утверждения типа

наносится на переднюю панель счетчиков методом офсетной печати и типографским способом на титульные листы эксплуатационной документации.

Комплектность средства измерений

Таблица 7- Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Счетчик электрической энергии трехфазный статический СТЭМ-300		1 шт.
Формуляр	НШТВ.411152.001ФО	1 экз.
Руководство по эксплуатации*	НШТВ.411152.001РЭ	1 экз.
Методика поверки*		1 экз.
Описание программы работы со счетчиками СТЭМ «Инструменты ИПУЭ»*	НШТВ.411152.001РЭ1	1 экз.
Программа работы со счетчиками СТЭМ «Инструменты ИПУЭ»*	НШТВ.00001-02	1 экз.
Антенна Adactus ADA-0062- SMA-M **	-	1 шт.
Модуль ICM-3.0***	-	1 шт.
Коробка (потребительская тара)	НШТВ.735391.001	1 шт.
* Поставляется по отдельному заказу организациям, проводящим поверку и эксплуатацию счётчиков.		
** Входит в комплект поставки для вариантов исполнения, в условное обозначение которых входит буква G.		
*** Поставляется по отдельному заказу.		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе НШТВ.411152.001РЭ «Счетчик электрической энергии трехфазный статический СТЭМ-300. Руководство по эксплуатации». Раздел 5. Порядок работы.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к счетчикам электрической энергии трехфазным статическим СТЭМ-300

ГОСТ 31818.11-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии;

ГОСТ 31819.21-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2;

ГОСТ 31819.22-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S;

ГОСТ 31819.23-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии;

Государственная поверочная схема для средств измерений электрической мощности и электрической энергии в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, утвержденная приказом Росстандарта от 23 июля 2021 г. № 1436;

Государственная поверочная схема для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц, утвержденная приказом Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668;

Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденная приказом Росстандарта от 3 сентября 2021 г. № 1942;

НШТВ.411152.001 ТУ Счетчики электрической энергии трехфазные статические СТЭМ-300 Технические условия.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «СИ-АРТ» (ООО «СИ-АРТ»)

ИНН 5262347256

Юридический адрес: 603081, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д. 2 Литера Т, оф. 1

Место осуществления деятельности: 603057, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д. 2В

Телефон: (831) 21-62-888

E-mail: si-art.nn@yandex.ru; 89107991628@yandex.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области» (ФБУ «Нижегородский ЦСМ»)

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

Телефон 8-800-200-22-14

Web-сайт: www.nncsm.ru

E-mail: mail@nncsm.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30011-13.