

**СОГЛАСОВАНО**

**Технический директор  
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**

\_\_\_\_\_ П. С. Казаков

\_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2024 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Счетчики электрической энергии TOPAZ SM**

**Методика поверки**

**МП-НИЦЭ-051-24**

г. Москва  
2024 г.

## Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	5
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	7
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	9
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	19
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	20

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на счетчики электрической энергии TOPAZ SM (далее – счетчики), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «ПиЭлСи Технолоджи» (ООО «ПиЭлСи Технолоджи»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость счетчика к: ГЭТ 153-2019 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436; ГЭТ 89-2008 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706; ГЭТ 88-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 17.03.2022 г. № 668; ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360.

1.3 Допускается проведение первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов и проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка счетчика должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – прямой метод измерений, метод непосредственного сличения.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка электрической прочности изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Нет	8.3
Проверка отсутствия самохода (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.4
Проверка программного	Да	Да	9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
обеспечения средства измерений			
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Проверка стартового тока (для счетчиков с входными аналоговыми сигналами)	Да	Да	10.1
Определение относительной основной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии (для счетчиков с входными аналоговыми сигналами), активной трехфазной энергии $W_P$ , активной трехфазной энергии основной частоты $W_{P(f)}$ , активной трехфазной энергии прямой последовательности $W_{P1}$ , реактивная трехфазной энергии $W_Q$ , реактивной трехфазной энергии основной частоты $W_{Q(f)}$ , реактивной трехфазной энергии прямой последовательности $W_{Q1}$	Да	Да	10.2
Определение погрешностей измерений (для модификаций счетчиков с индексами «Q (A)», «Q (S)»): – показателей качества электроэнергии: среднеквадратическое значение напряжения $U$ , отклонение частоты $\Delta f$ , суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения $K_U$ , коэффициент $n$ -й гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ , коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности $K_{2U}$ , коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности $K_{0U}$ , установившееся отклонение напряжения $\delta U$ , положитель-	Да	Да	10.3

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
<p>ное отклонение напряжения <math>\delta U_{(+)}</math>, отрицательное отклонение напряжения <math>\delta U_{(-)}</math>, среднеквадратическое значение <math>n</math>-й гармонической составляющей напряжения <math>U_{(n)}</math>, среднеквадратическое значение <math>m</math>-й интергармонической составляющей напряжения <math>U_{(m)}</math>, коэффициент <math>m</math>-й интергармонической составляющей напряжения <math>K_{U(m)}</math>;</p> <p>– параметров напряжения: среднеквадратическое значение напряжения основной частоты <math>U_{(1)}</math>, среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты <math>U_1</math>, среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты <math>U_0</math>, среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты <math>U_2</math>, угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты <math>\varphi_U</math>, угол фазового сдвига между <math>n</math>-ми гармоническими составляющими фазных напряжений <math>\varphi_{U(n)}</math>, частота переменного тока <math>f</math>;</p> <p>– параметров тока: среднеквадратическое значение силы фазного тока <math>I</math>, среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты <math>I_{(1)}</math>, среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты <math>I_1</math>, среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты <math>I_0</math>, среднеквадратическое значение силы тока об-</p>			

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
<p>ратной последовательности основной частоты <math>I_2</math>, среднеквадратическое значение <math>n</math>-й гармонической составляющей тока <math>I_{(n)}</math>, среднеквадратическое значение <math>m</math>-й интергармонической составляющей тока <math>I_{(m)}</math>, суммарный коэффициент гармонических составляющих тока <math>K_h</math>, коэффициент <math>n</math>-й гармонической составляющей тока <math>K_{h(n)}</math>, коэффициент <math>m</math>-й интергармонической составляющей тока <math>K_{h(m)}</math>, коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности <math>K_0</math>, коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности <math>K_2</math>, угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты <math>\varphi_h</math>, угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты <math>\varphi_{U_h}</math>, угол фазового сдвига между <math>n</math>-ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока <math>\varphi_{U/n}</math>, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности <math>\varphi_{U/1(0)}</math>, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности <math>\varphi_{U/0(0)}</math>, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности <math>\varphi_{U/2(0)}</math>;</p> <p>– параметров электрической мощности: активная фазная, трехфазная мощность <math>P_\phi, P_3</math>, активная фазная, трехфазная мощность основной частоты <math>P_{\phi(1)}, P_{(1)}</math>, активная мощность прямой последовательности напряжения и тока <math>P_1</math>, актив-</p>			

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
<p>ная мощность обратной последовательности напряжения и тока <math>P_2</math>, активная мощность нулевой последовательности напряжения и тока <math>P_0</math>, активная фазная и трехфазная мощность <math>n</math>-ой гармонической составляющей <math>P_{\phi(n)}</math>, <math>P_{(n)}</math>, реактивная фазная, трехфазная мощность <math>Q_{\phi}</math>, <math>Q</math>, реактивная фазная, трехфазная мощность основной частоты <math>Q_{\phi(1)}</math>, <math>Q_{(1)}</math>, реактивная мощность прямой последовательности напряжения и тока <math>Q_1</math>, реактивная мощность обратной последовательности напряжения и тока <math>Q_2</math>, реактивная мощность нулевой последовательности напряжения и тока <math>Q_0</math>, реактивная фазная и трехфазная мощность <math>n</math>-ой гармонической составляющей <math>Q_{\phi(n)}</math>, <math>Q_{(n)}</math>, полная фазная, трехфазная мощность <math>S_{\phi}</math>, <math>S</math>, полная фазная, трехфазная мощность основной частоты <math>S_{\phi(1)}</math>, <math>S_{(1)}</math>, полная мощность прямой последовательности напряжения и тока <math>S_0</math>, полная мощность прямой последовательности напряжения и тока <math>S_1</math>, полная мощность обратной последовательности напряжения и тока <math>S_2</math>, полная фазная и трехфазная мощность <math>n</math>-ой гармонической составляющей <math>S_{\phi(n)}</math>, <math>S_{(n)}</math>, коэффициент мощности фазный и трехфазный <math>K_p</math></p>			
<p>Определение абсолютных погрешностей измерений характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений</p>	Да	Да	10.4
<p>Определение относительной погрешности измерений кратковременной и длительной</p>	Да	Да	10.5

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
дозы фликера			
Определение основных погрешностей преобразований параметров напряжения и силы переменного тока, угла фазового сдвига (для счетчиков с функцией преобразований SV потоков - модификация счетчиков с индексом «MU»)	Да	Да	10.6
Определение абсолютной основной погрешности преобразований частоты переменного тока (для счетчиков с функцией преобразований SV потоков - модификация счетчиков с индексом «MU»)	Да	Да	10.7
Определение абсолютного смещения формируемой счетчиком шкалы времени относительно шкалы времени внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника	Да	Да	10.8
Определение абсолютной основной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме	Да	Да	10.9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс  $(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые счетчики и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<b>Основные средства поверки</b>		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Эталоны единицы напряжения переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706.</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 5,77 до 460 В при частоте переменного тока 50 Гц.</p>	<p>Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1KM», модификация «Энергомонитор-3.1KM» П-02-010-3-0-50-1000К10, рег. № 52854-13.</p> <p>Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-61850», исполнение «Энергомонитор-61850» П-02-00-50, рег. № 73445-18.</p>
	<p>Эталоны единицы силы переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 17.03.2022 г. № 668.</p> <p>Средства измерений силы переменного тока в диапазоне измерений от 0,01 до 10 А при частоте переменного тока 50 Гц.</p>	
	<p>Эталоны единицы электрической мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436.</p> <p>Средства измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 42,5 до 57,5 Гц при напряжении переменного тока от 5,77 до 460 В, силе переменного тока от 0,01 до 10 А, коэффициенте мощности от 0,25 до 1.</p>	
	<p>Эталоны единицы электрической мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436.</p> <p>Средства воспроизведений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 42,5 до 57,5 Гц при напряжении переменного тока от 5,77 до 330 В, силе переменного тока от 0,01 до 7,5 А, коэффициенте мощности от 0 до 1.</p>	<p>Калибратор переменного тока «Ресурс-К2», модификация «Ресурс-К2М», рег. № 31319-12</p>
	<p>Эталоны единицы электрической мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436.</p> <p>Средства воспроизведений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 42,5 до 57,5 Гц при напряжении переменного тока от 5,77 до 460 В, силе переменного тока от 0,01 до 10 А, коэффициенте мощности от 0 до 1.</p>	<p>Калибраторы цифровых сигналов «МарсГен-61850», рег. № 76741-19</p>

Операции поверки, требующие примененные средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>Эталоны единицы национальной шкалы времени, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1-го разряда по Приказу Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360.</p> <p>Средства измерений с пределами допускаемых смещений рабочих шкал времени относительно национальной шкалы времени <math>\pm 100</math> нс.</p> <p>Эталоны единицы национальной шкалы времени, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4-го разряда по Приказу Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360.</p> <p>Средства измерений с пределами допускаемой погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме за сутки <math>\pm 10</math> мс.</p>	<p>Устройство синхронизации времени TOPAZ Метроном PTS, рег. № 72378-18</p>
<b>Вспомогательные средства поверки</b>		
<p>р. 10 Определе-ние метрологи-ческих характе-ристик средства измерений</p>	<p>Источники с диапазоном воспроизведенный напряжения переменного тока от 10 до 800 В (линейное) или от 5,77 до 460 В (фазное);, с диапазоном воспроизведенный силы переменного тока от 0,01 до 10 А, при частоте переменного тока 50 Гц, с пределами допускаемых относительных погрешностей воспроизведенный <math>\pm 5</math> %.</p>	<p>Источник переменного тока и напряжения трех-фазный программируе-мый «Энергоформа-3.3-100» (совместно с блоком трехфазным преобразо-вателем напряжения РЕТ-ТН для воспроизведе-ний напряжения пере-менного тока свыше 264 В)</p>
<p>р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства изме-рений</p>	<p>Средства измерений интервалов времени в диа-пазоне до 60 мин, с пределами допускаемой от-носительной погрешности измерений не более <math>\pm 5</math> %</p>	<p>Секундомер электрон-ный «СЧЕТ-2», рег. № 70387-18.</p>
<p>р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства изме-рений р. 9 Проверка программного обеспечения средства изме-рений р. 10 Определе-ние метрологи-ческих характе-ристик средства измерений</p>	<p>Источники с диапазоном воспроизведенный напряжения постоянного тока от 15 до 265 В, с пределами допускаемой относительной по-грешности воспроизведенный не более <math>\pm 5</math> %</p> <p>Источники с диапазоном воспроизведенный напряжения переменного тока от 85 до 264 В, при частоте переменного тока 50 Гц, с пределами допускаемой относительной по-грешности воспроизведенный не более <math>\pm 5</math> %</p>	<p>Источник питания по-стоянного тока GPR-730H10D, рег. № 55898-13</p> <p>Источник питания пере-менного тока в составе: ЛАТР однофазный и Мультиметр цифровой Fluke 87V, рег. № 33404-12</p>
<p>р. 8 Подготовка</p>	<p>Средства измерений напряжения переменного</p>	<p>Установка для проверки</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
к поверке и опробованию средства измерений	<p>тока с диапазоном формирования напряжения переменного тока до 4000 В, с пределами допускаемой относительной погрешности не более <math>\pm 1\%</math>.</p> <p>Средства измерений с диапазоном измерений температуры окружающей среды от <math>+15\text{ }^{\circ}\text{C}</math> до <math>+25\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений <math>\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Средства измерений с диапазоном измерений относительной влажности от <math>30\%</math> до <math>80\%</math>, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений <math>\pm 3\%</math>. Средства измерений с диапазоном измерений атмосферного давления от <math>84,0</math> до <math>106,7</math> кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений <math>\pm 1</math> кПа</p>	<p>параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12</p> <p>Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11</p>
<p>р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений</p> <p>р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p>	Наличие интерфейсов Ethernet и USB; операционная система Windows операционная система Windows с установленным программным обеспечением «ТОPAZ SM Configurator»	Персональный компьютер IBM PC
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые счетчики и применяемые средства поверки.

### 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Счетчик допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид счетчика соответствует описанию типа;
- соблюдаются требования по защите счетчика от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

*Примечание - При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и счетчик допускается к*

дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, счетчик к дальнейшей поверке не допускается.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый счетчик и на применяемые средства поверки;
- выдержать счетчик в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование счетчика проводить в следующей последовательности:

- 1) Подключить счетчик в зависимости от модификации к источнику питания постоянного тока GPR-730H10D или к источнику питания переменного (далее – источник питания);
- 2) Проверить функционирование дисплея, кнопок и светодиодных индикаторов на передней панели поверяемого счетчика в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции выполнять с помощью установки для проверки электрической безопасности GPT-79803 (далее – GPT-79803) следующим образом:

1) Счетчик обернуть металлической фольгой, касающейся всех доступных проводящих частей корпуса, соединений с клеммой функционального заземления X3.5 (PE), таким образом, чтобы фольга находилась от зажимов и от отверстия для проводов на расстоянии не более 20 мм;

2) Подать испытательное напряжение 4 кВ в течение 1 мин между следующими цепями:

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

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

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

интерфейсными цепями входов RS-485;

интерфейсными цепями входов Ethernet;

цепями дискретных входов и выходов;

корпусом;

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

измерительных входов тока;

интерфейсными цепями входов RS-485;

интерфейсными цепями входов Ethernet;

цепями дискретных входов и выходов;

корпусом;

Проверку отсутствия самохода проводить в следующей последовательности:

1) Подключить счетчик в зависимости от модификации к источнику питания;

Подключить счетчик к прибору электроизмерительному эталонному многофункциональному «Энергомонитор-3.1КМ», модификация «Энергомонитор-3.1КМ», ПЧ2-010-3-0-50-1000Ж10 и источнику переменного тока и напряжения трехфазному программируемому «Энергоформа-3.3-100» (далее – поверочная установка) согласно схеме, представленной на рисунке 1;

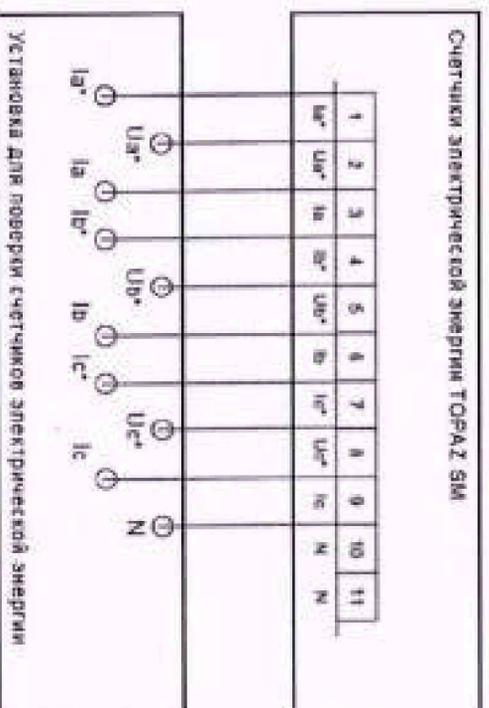


Рисунок 1

2) К цепям напряжения счетчика приложить напряжение 1,15· $U_{ном}$ . При этом ток в токовой цепи должен отсутствовать;

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

интерфейсными цепями входов RS-485;  
интерфейсными цепями входов Ethernet;  
цепями дискретных входов и выходов;  
корпусом.

3) Подать испытательное напряжение 0,5 кВ в течение 1 мин между следующими цепями:

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

интерфейсными цепями входов Ethernet;  
цепями дискретных входов и выходов;  
корпусом;

– соединенными вместе интерфейсными цепями входов Ethernet с одной стороны и соединенными вместе цепями с другой стороны:

цепями дискретных входов и выходов;  
корпусом;

– соединенными вместе интерфейсными цепями входов Ethernet с одной стороны и соединенными вместе цепями дискретных входов и выходов с другой стороны.

Счетчик допускается к дальнейшей проверке, если при опробовании подтверждено функционирование дисплея, кнопок и светодиодных индикаторов; во время проверки электрической прочности изоляции не произошло пробоя изоляции испытуемых цепей.

8.4 Проверка отсутствия самохода (для счетчиков с входными аналоговыми сигналами)

3) Следить за светодиодом, срабатывающим с частотой испытательного выходного устройства, в течение времени  $\Delta t$ , мин, рассчитанного по формуле (59).

4) Время контролировать по секундомеру электронному «СЧЕТ-2»;

Результаты проверки считать положительными, если при проверке отсутствия самохода за время наблюдения светодиод сработал не более одного раза.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) проводить путем сличения идентификационных данных ПО, указанных в описании типа на счетчик, с идентификационными данными ПО, считанными со счетчика посредством web-интерфейса.

Счетчик допускается к дальнейшей поверке, если встроенное программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проверка стартового тока (для счетчиков с входными аналоговыми сигналами)

Проверку стартового тока (порога чувствительности) проводить при помощи поверочной установки, устанавливая следующие параметры испытательных сигналов:

– для активной электрической энергии:

$U = U_{ном}; I = 0,001 \cdot I_{ном}; \cos \varphi = 1$  – для счетчика класса точности 0,5S по ГОСТ 31819.22-2012;

$U = U_{ном}; I = 0,001 \cdot I_{ном}; \cos \varphi = 1$  – для счетчика класса точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012;

– для реактивной электрической энергии:

$U = U_{ном}; I = 0,001 \cdot I_{ном}; \sin \varphi = 1$  – для счетчика класса точности 1 по ГОСТ 31819.23-2012;

$U = U_{ном}; I = 0,001 \cdot I_{ном}; \sin \varphi = 1$  – для счетчика класса точности 0,5.

10.2 Определение относительной основной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии (активной трехфазной энергии  $W_P$ , активной трехфазной энергии основной частоты  $W_{P(f)}$ , активной трехфазной энергии прямой последовательности  $W_{P1}$ , реактивной трехфазной энергии  $W_Q$ , реактивной трехфазной энергии основной частоты  $W_{Q(f)}$ , реактивной трехфазной энергии прямой последовательности  $W_{Q1}$ )

Определение относительной основной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии (активной трехфазной энергии  $W_P$ , активной трехфазной энергии основной частоты  $W_{P(f)}$ , активной трехфазной энергии прямой последовательности  $W_{P1}$ , реактивной трехфазной энергии  $W_Q$ , реактивной трехфазной энергии основной частоты  $W_{Q(f)}$ , реактивной трехфазной энергии прямой последовательности  $W_{Q1}$ ) проводить при помощи поверочной установки для счетчиков с входными аналоговыми сигналами, при помощи калибратора цифровых сигналов «МарсГен-61850» (далее – МарсГен-61850) для счетчиков с каналами измерений на основе обработки входных цифровых SV-потоков согласно МЭК 61850-9-2 - модификации счетчиков с индексом «SV» в следующей последовательности:

1) Подключить счетчик в зависимости от модификации к источнику питания;

2) Подключить счетчик к поверочной установке (МарсГен-61850) по схеме, указанной на рисунке 1;

3) Подключить счетчик к Ethernet-порту персонального компьютера (далее – ПК) в соответствии с руководством по эксплуатации;

4) Запустить на ПК программное обеспечение «ТОPAZ SM Configurator» или web-интерфейс;

5) Установить связь со счетчиком;

6) Измерения проводить при номинальном фазном напряжении переменного тока;

7) Установить на выходе поверочной установки (МарсГен-61850) сигналы в соответствии с таблицами 3-8 (при напряжении переменного тока  $U_{ном}$  и частоте переменного тока 50 Гц);

Таблица 3 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии для счетчиков класса точности 0,2S при симметричной нагрузке и номинальном напряжении

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии, %
1	$0,01 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,4$
2	$0,05 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,2$
3	$I_{ном}$	1	$\pm 0,2$
4	$I_{макс}$	1	$\pm 0,2$
5	$0,02 \cdot I_{ном}$	0,5L	$\pm 0,5$
6	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,5L	$\pm 0,3$
7	$I_{ном}$	0,5L	$\pm 0,3$
8	$I_{макс}$	0,5L	$\pm 0,3$
9	$0,02 \cdot I_{ном}$	0,8C	$\pm 0,5$
10	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,8C	$\pm 0,3$
11	$I_{ном}$	0,8C	$\pm 0,3$
12	$I_{макс}$	0,8C	$\pm 0,3$
13	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,25L	$\pm 0,5$
14	$I_{ном}$	0,25L	$\pm 0,5$
15	$I_{макс}$	0,25L	$\pm 0,5$
16	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,5C	$\pm 0,5$
17	$I_{ном}$	0,5C	$\pm 0,5$
18	$I_{макс}$	0,5C	$\pm 0,5$
Примечания			
1 Знаком «L» обозначена индуктивная нагрузка.			
2 Знаком «C» обозначена емкостная нагрузка.			

Таблица 4 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии для счетчиков класса точности 0,2S при однофазной нагрузке и номинальном напряжении

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии, %
1	$0,05 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,3$
2	$I_{ном}$	1	$\pm 0,3$
3	$I_{макс}$	1	$\pm 0,3$
4	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,5L	$\pm 0,4$
5	$I_{ном}$	0,5L	$\pm 0,4$
6	$I_{макс}$	0,5L	$\pm 0,4$
Примечания			
1 Испытания проводить последовательно для каждой фазы счетчиков.			
2 Знаком «L» обозначена индуктивная нагрузка.			

Таблица 5 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии для счетчиков класса точности 0,5S при симметричной нагрузке и номинальном напряжении

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии, %
1	$0,01 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 1,0$
2	$0,05 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,5$
3	$I_{ном}$	1	$\pm 0,5$
4	$I_{макс}$	1	$\pm 0,5$
5	$0,02 \cdot I_{ном}$	0,5L	$\pm 1,0$
6	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,5L	$\pm 0,6$
7	$I_{ном}$	0,5L	$\pm 0,6$
8	$I_{макс}$	0,5L	$\pm 0,6$
9	$0,02 \cdot I_{ном}$	0,8C	$\pm 1,0$
10	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,8C	$\pm 0,6$
11	$I_{ном}$	0,8C	$\pm 0,6$
12	$I_{макс}$	0,8C	$\pm 0,6$
13	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,25L	$\pm 1,0$
14	$I_{ном}$	0,25L	$\pm 1,0$
15	$I_{макс}$	0,25L	$\pm 1,0$
16	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,5C	$\pm 1,0$
17	$I_{ном}$	0,5C	$\pm 1,0$
18	$I_{макс}$	0,5C	$\pm 1,0$
Примечания 1 Знаком «L» обозначена индуктивная нагрузка. 2 Знаком «C» обозначена емкостная нагрузка.			

Таблица 6 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии для счетчиков класса точности 0,5S при однофазной нагрузке и номинальном напряжении

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии, %
1	$0,05 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,6$
2	$I_{ном}$	1	$\pm 0,6$
3	$I_{макс}$	1	$\pm 0,6$
4	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,5L	$\pm 1,0$
5	$I_{ном}$	0,5L	$\pm 1,0$
6	$I_{макс}$	0,5L	$\pm 1,0$
Примечания 1 Испытания проводить последовательно для каждой фазы счетчиков. 2 Знаком «L» обозначена индуктивная нагрузка.			

Таблица 7 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии для счетчиков классов точности 0,5 и 1 при симметричной нагрузке и номинальном напряжении

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	$\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии, %	
			класс точности 0,5	класс точности 1
1	$0,02 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$
2	$0,05 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
3	$I_{ном}$	1	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
4	$I_{макс}$	1	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
5	$0,05 \cdot I_{ном}$	0,5	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$
6	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,5	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
7	$I_{ном}$	0,5	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
8	$I_{макс}$	0,5	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
9	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,25	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$
10	$I_{ном}$	0,25	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$
11	$I_{макс}$	0,25	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$

Таблица 8 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии для счетчиков класса точности 0,5 при однофазной нагрузке и номинальном напряжении

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	$\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии, %	
			класс точности 0,5	класс точности 1
1	$0,05 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$
2	$I_{ном}$	1	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$
3	$I_{макс}$	1	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$
4	$0,10 \cdot I_{ном}$	0,5	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$
5	$I_{ном}$	0,5	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$
6	$I_{макс}$	0,5	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$

8) После воспроизведения каждого сигнала зафиксировать значения активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений после подачи каждого сигнала, измеренные устройством, в конфигураторе «ТОPAZ SM Configurator» или в веб-интерфейсе.

9) Рассчитать эталонные значения активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений по формулам (1) – (6), приведенным в разделе 11.

10) Рассчитать значения основной относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений по формуле (56), приведенной в разделе 11.

Примечания:

1. Определение относительной основной погрешности измерений активной трехфазной энергии основной частоты  $W_{P(U)}$ , активной трехфазной энергии прямой последовательности  $W_P$ , реактивной трехфазной энергии основной частоты  $W_{Q(U)}$ , реактивной трехфазной энергии прямой последовательности  $W_Q$ , выполняют только для модификаций счетчиков с индексами ...-Q (A)-..., ...-Q (S)-...

2. Определение относительной основной погрешности активной трехфазной энергии  $W_P$  и реактивной трехфазной энергии  $W_Q$  для счетчиков с аналоговыми входами тока и напряжения допускается проводить методом измерений частоты следования импульсов, поступающих в поверочную установку с оптического или электрического испытательного выхода счетчика, при этом погрешность определяется по показаниям встроенного вычислителя погрешности поверочной установки. Число импульсов, поступающих в поверочную установку, – не менее 20.

10.3 Определение основных погрешностей измерений (для модификаций счетчиков с индексами «Q (A)», «Q (S)»):

– показателей качества электроэнергии: среднее квадратическое значение напряжения  $U$ , отклонение частоты  $\Delta f$ , суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения  $K_U$ , коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения  $K_{U(n)}$ , коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности  $K_{2U}$ , коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности  $K_{0U}$ , установившееся отклонение напряжения  $\delta U_n$ , положительное отклонение напряжения  $\delta U_{(+)}$ , отрицательное отклонение напряжения  $\delta U_{(-)}$ , среднее квадратическое значение  $n$ -й гармонической составляющей напряжения  $U_{(n)}$ , среднее квадратическое значение  $m$ -й интергармонической составляющей напряжения  $U_{(m)}$ , коэффициент  $m$ -й интергармонической составляющей напряжения  $K_{U(m)}$ ;

– параметров напряжения: среднее квадратическое значение напряжения основной частоты  $U_{(1)}$ , среднее квадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты  $U_1$ , среднее квадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты  $U_0$ , среднее квадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты  $U_2$ , угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты  $\varphi_U$ , угол фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазных напряжений  $\varphi_{U(n)}$ , частота переменного тока  $f$ ;

– параметров тока: среднее квадратическое значение силы фазного тока  $I$ , среднее квадратическое значение силы фазного тока основной частоты  $I_{(1)}$ , среднее квадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты  $I_1$ , среднее квадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты  $I_0$ , среднее квадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты  $I_2$ , среднее квадратическое значение  $n$ -й гармонической составляющей тока  $I_{(n)}$ , среднее квадратическое значение  $m$ -й интергармонической составляющей тока  $I_{(m)}$ , суммарный коэффициент гармонических составляющих тока  $K_I$ , коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей тока  $K_{I(n)}$ , коэффициент  $m$ -й интергармонической составляющей тока  $K_{I(m)}$ , коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности  $K_{0I}$ , коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности  $K_{2I}$ , угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты  $\varphi_I$ , угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты  $\varphi_{UI}$ , угол фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока  $\varphi_{U(n)I}$ , угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности  $\varphi_{U1I1}$ , угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности  $\varphi_{U0I0}$ , угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности  $\varphi_{U2I2}$ ;

– параметров электрической мощности: активная фазная, трехфазная мощность  $P_\phi$ ,  $P$ , активная фазная, трехфазная мощность основной частоты  $P_{\phi(1)}$ ,  $P_{(1)}$ , активная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $P_1$ , активная мощность обратной последовательности напряжения и тока  $P_2$ , активная мощность нулевой последовательности напряжения и тока  $P_0$ , активная фазная и трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей

$P_{\phi(n)}$ ,  $P_{(n)}$ , реактивная фазная, трехфазная мощность  $Q_{\phi}$ ,  $Q$ , реактивная фазная, трехфазная мощность основной частоты  $Q_{\phi(1)}$ ,  $Q_{(1)}$ , реактивная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $Q_1$ , реактивная мощность обратной последовательности напряжения и тока  $Q_2$ , реактивная мощность нулевой последовательности напряжения и тока  $Q_0$ , реактивная фазная и трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $Q_{\phi(n)}$ ,  $Q_{(n)}$ , полная фазная, трехфазная мощность  $S_{\phi}$ ,  $S$ , полная фазная, трехфазная мощность основной частоты  $S_{\phi(1)}$ ,  $S_{(1)}$ , полная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $S_0$ , полная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $S_1$ , полная мощность обратной последовательности напряжения и тока  $S_2$ , полная фазная и трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $S_{\phi(n)}$ ,  $S_{(n)}$ , коэффициент мощности фазный и трехфазный  $K_p$

1) Повторить пункты 1)-5) п. 10.2 (для проверки счетчиков с входными аналоговыми сигналами использовать калибратор переменного тока «Ресурс-К2», модификация «Ресурс-К2М» (далее – Ресурс-К2М), для проверки счетчиков с каналами измерений на основе обработки входных цифровых SV-потокосов согласно МЭК 61850-9-2 - модификации счетчиков с индексом «SV» использовать калибратор цифровых сигналов «МарсГен-61850» (далее – МарсГен-61850));

2) Установить метод группирования гармонических и интергармонических составляющих в «гармонические подгруппы, центрированные интергармонические подгруппы».

3) При помощи Ресурс-К2М (МарсГен-61850) поочередно подать на счетчик сигналы, соответствующие испытательным сигналам из таблицы 9.1 или 9.2;

Таблица 9.1 – Испытательные сигналы напряжения и тока (для  $U_{ном} = 57,7/100$  В и 220/380 В

Параметр	Номер испытательного сигнала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$U_{(1)A}$	$U_{ном}$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,3 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$0,7 \cdot U_{ном}$	$0,9 \cdot U_{ном}$	$1,2 \cdot U_{ном}$	$1,5 \cdot U_{ном}$
$U_{(1)B}$	$U_{ном}$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,3 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$0,7 \cdot U_{ном}$	$0,9 \cdot U_{ном}$	$1,2 \cdot U_{ном}$	$1,5 \cdot U_{ном}$
$U_{(1)C}$	$U_{ном}$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,3 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$0,7 \cdot U_{ном}$	$0,9 \cdot U_{ном}$	$1,2 \cdot U_{ном}$	$1,5 \cdot U_{ном}$
f, Гц	50,000	49,000	50,050	51,000	50,000	42,500	49,950	57,500
$\varphi_{U_{AB}}$ , °	120,000	120,000	120,000	120,000	86,443	130,000	121,000	71,055
$\varphi_{U_{BC}}$ , °	120,000	120,000	120,000	120,000	153,557	130,000	121,000	168,945
$\varphi_{U_{CA}}$ , °	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	100,000	118,000	120,000
$K_{U(n)A}$	Тип 1 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 5 по табл. 10	Тип 4 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 2 по табл. 10	Тип 3 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10
$K_{U(n)B}$	Тип 1 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 5 по табл. 10	Тип 4 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 2 по табл. 10	Тип 3 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10
$K_{U(n)C}$	Тип 1 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 5 по табл. 10	Тип 4 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 2 по табл. 10	Тип 3 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10
$K_{U(n)A}$	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 3 по табл. 11	Тип 4 по табл. 11	Тип 2 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11
$K_{U(n)B}$	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 3 по табл. 11	Тип 4 по табл. 11	Тип 2 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11
$K_{U(n)C}$	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 3 по табл. 11	Тип 4 по табл. 11	Тип 2 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11
$I_{(1)A}$	$I_{ном}$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,1 \cdot I_{ном}$	$0,3 \cdot I_{ном}$	$0,6 \cdot I_{ном}$	$0,75 \cdot I_{ном}$	$1,2 \cdot I_{ном}$	$1,49 \cdot I_{ном}$
$I_{(1)B}$	$I_{ном}$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,1 \cdot I_{ном}$	$0,3 \cdot I_{ном}$	$0,6 \cdot I_{ном}$	$0,75 \cdot I_{ном}$	$1,2 \cdot I_{ном}$	$1,49 \cdot I_{ном}$
$I_{(1)C}$	$I_{ном}$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,1 \cdot I_{ном}$	$0,3 \cdot I_{ном}$	$0,6 \cdot I_{ном}$	$0,75 \cdot I_{ном}$	$1,2 \cdot I_{ном}$	$1,49 \cdot I_{ном}$
$\varphi_{I_{AB}}$ , °	0,000	-150,000	120,000	-44,478	60,000	120,000	-60,000	30,000
$\varphi_{I_{BC}}$ , °	0,000	-150,000	120,000	120,000	60,000	120,000	-60,000	30,000
$\varphi_{I_{CA}}$ , °	0,000	-150,000	120,000	44,478	60,000	120,000	-60,000	30,000
$K_{I(n)A}$	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 5 по табл. 12	Тип 4 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 3 по табл. 12	Тип 2 по табл. 12
$\varphi_{I(n)A}$								
$K_{I(n)B}$	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 5 по табл. 12	Тип 4 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 3 по табл. 12	Тип 2 по табл. 12

Параметр	Номер испытательного сигнала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\Phi_{U(n)B}$	табл. 12	табл. 12	табл. 12	табл. 12	табл. 12	табл. 12	табл. 12	табл. 12
$K_{U(n)C}$	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 5 по табл. 12	Тип 4 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 3 по табл. 12	Тип 2 по табл. 12
$\Phi_{U(n)C}$								
$K_{U(n)A}$	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 3 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 4 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 2 по табл. 13
$K_{U(n)B}$	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 3 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 4 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 2 по табл. 13
$K_{U(n)C}$	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 3 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 4 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 2 по табл. 13

Таблица 9.2 – Испытательные сигналы напряжения и тока (для  $U_{ном} = 230/400$  В)

Параметр	Номер испытательного сигнала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$U_{(1)A}$	$U_{ном}$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,3 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$0,7 \cdot U_{ном}$	$0,9 \cdot U_{ном}$	$1,2 \cdot U_{ном}$	$1,434 \cdot U_{ном}$
$U_{(1)B}$	$U_{ном}$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,3 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$0,7 \cdot U_{ном}$	$0,9 \cdot U_{ном}$	$1,2 \cdot U_{ном}$	$1,434 \cdot U_{ном}$
$U_{(1)C}$	$U_{ном}$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,3 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$0,7 \cdot U_{ном}$	$0,9 \cdot U_{ном}$	$1,2 \cdot U_{ном}$	$1,434 \cdot U_{ном}$
$f, \text{Гц}$	50,000	49,000	50,050	51,000	50,000	42,500	49,950	57,500
$\Phi_{U_{AB}}, ^\circ$	120,000	120,000	120,000	120,000	86,443	130,000	121,000	71,055
$\Phi_{U_{BC}}, ^\circ$	120,000	120,000	120,000	120,000	153,557	130,000	121,000	168,945
$\Phi_{U_{CA}}, ^\circ$	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	100,000	118,000	120,000
$K_{U(n)A}$	Тип 1 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 5 по табл. 10	Тип 4 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 2 по табл. 10	Тип 3 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10
$K_{U(n)B}$	Тип 1 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 5 по табл. 10	Тип 4 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 2 по табл. 10	Тип 3 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10
$K_{U(n)C}$	Тип 1 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 5 по табл. 10	Тип 4 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10	Тип 2 по табл. 10	Тип 3 по табл. 10	Тип 1 по табл. 10
$K_{U(m)A}$	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 3 по табл. 11	Тип 4 по табл. 11	Тип 2 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11
$K_{U(m)B}$	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 3 по табл. 11	Тип 4 по табл. 11	Тип 2 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11
$K_{U(m)C}$	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 3 по табл. 11	Тип 4 по табл. 11	Тип 2 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11	Тип 1 по табл. 11
$I_{(1)A}$	$I_{ном}$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,1 \cdot I_{ном}$	$0,3 \cdot I_{ном}$	$0,6 \cdot I_{ном}$	$0,75 \cdot I_{ном}$	$1,2 \cdot I_{ном}$	$1,49 \cdot I_{ном}$
$I_{(1)B}$	$I_{ном}$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,1 \cdot I_{ном}$	$0,3 \cdot I_{ном}$	$0,6 \cdot I_{ном}$	$0,75 \cdot I_{ном}$	$1,2 \cdot I_{ном}$	$1,49 \cdot I_{ном}$
$I_{(1)C}$	$I_{ном}$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,1 \cdot I_{ном}$	$0,3 \cdot I_{ном}$	$0,6 \cdot I_{ном}$	$0,75 \cdot I_{ном}$	$1,2 \cdot I_{ном}$	$1,49 \cdot I_{ном}$
$\Phi_{I_{AB}}, ^\circ$	0,000	-150,000	120,000	-44,478	60,000	120,000	-60,000	30,000
$\Phi_{I_{BC}}, ^\circ$	0,000	-150,000	120,000	120,000	60,000	120,000	-60,000	30,000
$\Phi_{I_{CA}}, ^\circ$	0,000	-150,000	120,000	44,478	60,000	120,000	-60,000	30,000
$K_{I(n)A}$	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 5 по табл. 12	Тип 4 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 3 по табл. 12	Тип 2 по табл. 12
$\Phi_{I(n)A}$								
$K_{I(n)B}$	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 5 по табл. 12	Тип 4 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 3 по табл. 12	Тип 2 по табл. 12
$\Phi_{I(n)B}$								
$K_{I(n)C}$	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 5 по табл. 12	Тип 4 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 3 по табл. 12	Тип 2 по табл. 12
$\Phi_{I(n)C}$								
$K_{I(m)A}$	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 3 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 4 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 2 по табл. 13
$K_{I(m)B}$	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 3 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 4 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 2 по табл. 13
$K_{I(m)C}$	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 3 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 4 по табл. 13	Тип 1 по табл. 13	Тип 2 по табл. 13

Таблица 10 – Гармонические составляющие напряжения

Номер гармоник	Характеристики n-х гармонических составляющих напряжения (коэффициенты n-х гармонических составляющих напряжения $K_{(n)}$ %; начальные фазы n-х гармонических составляющих фазных напряжений относительно одноименных фазных напряжений основной частоты, °)									
	Тип 1		Тип 2		Тип 3		Тип 4		Тип 5	
	$K_{(n)}$ %	Фаза, °	$K_{(n)}$ %	Фаза, °	$K_{(n)}$ %	Фаза, °	$K_{(n)}$ %	Фаза, °	$K_{(n)}$ %	Фаза, °
2	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	7,500	30,000	0,000	0,000
4	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	1,500	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	9,000	60,000	30,000	0,000
6	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	7,500	90,000	0,000	0,000
8	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,000
9	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	120,000	0,000	0,000
10	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,000
11	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	5,250	150,000	0,000	0,000
12	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
13	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	4,500	-180,000	0,000	0,000
14	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
15	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,450	-150,000	0,000	0,000
16	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
17	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	3,000	-120,000	0,000	0,000
18	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
19	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	-90,000	0,000	0,000
20	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
21	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	-60,000	0,000	0,000
22	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
23	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	-30,000	0,000	0,000
24	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
25	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	0,000	0,000	0,000
26	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
27	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	30,000	0,000	0,000
28	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
29	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	60,000	0,000	0,000
30	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
31	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	90,000	0,000	0,000
32	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
33	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	120,000	0,000	0,000
34	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	150,000	0,000	0,000
35	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	-180,000	0,000	0,000
36	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
37	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	-180,000	0,000	0,000
38	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
39	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	-150,000	0,000	0,000
40	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
41	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	-120,000	0,000	0,000
42	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
43	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	-90,000	0,000	0,000
44	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
45	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	-60,000	0,000	0,000
46	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000
47	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	-30,000	0,000	0,000
48	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000

Номер гармоники	Характеристики n-х гармонических составляющих напряжения (коэффициенты n-х гармонических составляющих напряжения $K_{U(n)}$ , %; начальные фазы n-х гармонических составляющих фазных напряжений относительно одноименных фазных напряжений основной частоты, °)									
	Тип 1		Тип 2		Тип 3		Тип 4		Тип 5	
	$K_{U(n)}$ , %	Фаза, °	$K_{U(n)}$ , %	Фаза, °	$K_{U(n)}$ , %	Фаза, °	$K_{U(n)}$ , %	Фаза, °	$K_{U(n)}$ , %	Фаза, °
49	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	2,250	0,000	0,000	0,000
50	0,000	0,000	0,100	0,000	1,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000

Таблица 11 – Интергармонические составляющие напряжения

Номер интергармоники	Коэффициент n-й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ , %			
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
1	0,000	0,100	5,000	0,000
2	0,000	0,100	5,000	30,000
3	0,000	0,100	5,000	0,000
4	0,000	0,100	5,000	0,000
5	0,000	0,100	5,000	0,000
6	0,000	0,100	5,000	0,000
7	0,000	0,100	5,000	0,000
8	0,000	0,100	5,000	0,000
9	0,000	0,100	5,000	0,000
10	0,000	0,100	5,000	0,000
11	0,000	0,100	4,500	0,000
12	0,000	0,100	4,500	0,000
13	0,000	0,100	4,000	0,000
14	0,000	0,100	4,000	0,000
15	0,000	0,100	4,000	0,000
16	0,000	0,100	4,000	0,000
17	0,000	0,100	4,000	0,000
18	0,000	0,100	4,000	0,000
19	0,000	0,100	3,500	0,000
20	0,000	0,100	3,500	0,000
21	0,000	0,100	3,500	0,000
22	0,000	0,100	3,500	0,000
23	0,000	0,100	3,000	0,000
24	0,000	0,100	3,000	0,000
25	0,000	0,100	2,000	0,000
26	0,000	0,100	2,000	0,000
27	0,000	0,100	2,000	0,000
28	0,000	0,100	2,000	0,000
29	0,000	0,100	2,000	0,000
30	0,000	0,100	2,000	0,000
31	0,000	0,100	2,000	0,000
32	0,000	0,100	2,000	0,000
33	0,000	0,100	2,000	0,000
34	0,000	0,100	2,000	0,000
35	0,000	0,100	2,000	0,000
36	0,000	0,100	2,000	0,000
37	0,000	0,100	2,000	0,000
38	0,000	0,100	2,000	0,000
39	0,000	0,100	2,000	0,000
40	0,000	0,100	2,000	0,000
41	0,000	0,100	2,000	0,000
42	0,000	0,100	2,000	0,000

Номер интергармоники	Коэффициент $m$ -й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$ %			
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
43	0,000	0,100	2,000	0,000
44	0,000	0,100	2,000	0,000
45	0,000	0,100	2,000	0,000
46	0,000	0,100	2,000	0,000
47	0,000	0,100	2,000	0,000
48	0,000	0,100	2,000	0,000
49	0,000	0,100	2,000	0,000

Примечание – Начальные фазы  $m$ -х интергармонических составляющих фазных напряжений относительно одноименных фазных напряжений основной составляющей равны  $0^\circ$ .

Таблица 12 – Гармонические составляющие тока

Номер гармоники	Характеристики $n$ -х гармонических составляющих тока (коэффициенты $n$ -х гармонических составляющих тока $K_{I(n)}$ %; углы фазового сдвига между $n$ -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{U(n)}$ °)									
	Тип 1		Тип 2		Тип 3		Тип 4		Тип 5	
	$K_{I(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °	$K_{I(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °	$K_{I(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °	$K_{I(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °	$K_{I(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °
2	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	10,000	0,000	50,000	0,000
3	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	0,000	20,000	30,000	45,000	0,000
4	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	20,000	60,000	40,000	0,000
6	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	90,000	20,000	90,000	40,000	0,000
8	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	35,000	0,000
11	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	-180,000	10,000	150,000	0,000	0,000
12	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	10,000	-180,000	0,000	0,000
14	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	-90,000	0,000	0,000	32,404	0,000
16	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	10,000	-120,000	0,000	0,000
18	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	0,000	10,000	-90,000	0,000	0,000
20	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	4,000	-60,000	0,000	0,000
22	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	90,000	10,000	-30,000	0,000	0,000
24	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
26	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
27	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	-180,000	4,000	30,000	0,000	0,000
28	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
29	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
31	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	-90,000	0,000	0,000	0,000	0,000
32	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
33	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	4,000	120,000	0,000	0,000
34	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
35	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
36	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
37	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Номер гармоники	Характеристики n-х гармонических составляющих тока (коэффициенты n-х гармонических составляющих тока $K_{(n)}$ %; углы фазового сдвига между n-ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{U(n)}$ °)									
	Тип 1		Тип 2		Тип 3		Тип 4		Тип 5	
	$K_{(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °	$K_{(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °	$K_{(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °	$K_{(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °	$K_{(n)}$ %	$\varphi_{U(n)}$ °
38	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
39	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	90,000	4,000	-150,000	0,000	0,000
40	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
41	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
42	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
43	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	-180,000	0,000	0,000	0,000	0,000
44	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
45	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
46	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
47	0,000	0,000	0,200	0,000	2,000	-90,000	0,000	0,000	0,000	0,000
48	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
49	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
50	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	4,000	0,000	0,000	0,000

Таблица 13 – Интергармонические составляющие тока

Номер интергармоники	Коэффициент m-й интергармонической составляющей тока $K_{(m)}$ %			
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
1	0,000	0,200	10,000	0,000
2	0,000	0,000	0,000	50,000
3	0,000	0,200	0,000	45,000
4	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,200	0,000	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,200	10,000	35,000
8	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,000	0,200	0,000	0,000
10	0,000	0,000	0,000	0,000
11	0,000	0,200	0,000	0,000
12	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,000	0,200	0,000	0,000
14	0,000	0,000	0,000	0,000
15	0,000	0,200	0,000	0,000
16	0,000	0,000	0,000	0,000
17	0,000	0,200	0,000	0,000
18	0,000	0,000	0,000	0,000
19	0,000	0,200	7,000	0,000
20	0,000	0,000	0,000	0,000
21	0,000	0,200	0,000	0,000
22	0,000	0,000	0,000	0,000
23	0,000	0,200	0,000	0,000
24	0,000	0,000	0,000	0,000
25	0,000	0,200	0,000	0,000
26	0,000	0,000	0,000	0,000
27	0,000	0,200	0,000	0,000
28	0,000	0,000	0,000	0,000
29	0,000	0,200	0,000	0,000
30	0,000	0,000	0,000	0,000
31	0,000	0,200	0,000	0,000
32	0,000	0,000	0,000	0,000
33	0,000	0,200	0,000	0,000

Номер интергармоники	Коэффициент m-й интергармонической составляющей тока $K_{lim}$ , %			
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
34	0,000	0,000	0,000	0,000
35	0,000	0,200	0,000	0,000
36	0,000	0,000	0,000	0,000
37	0,000	0,200	0,000	0,000
38	0,000	0,000	0,000	0,000
39	0,000	0,200	0,000	0,000
40	0,000	0,000	0,000	0,000
41	0,000	0,200	0,000	0,000
42	0,000	0,000	0,000	0,000
43	0,000	0,200	0,000	0,000
44	0,000	0,000	0,000	0,000
45	0,000	0,200	0,000	0,000
46	0,000	0,000	0,000	0,000
47	0,000	0,200	0,000	0,000
48	0,000	0,000	0,000	0,000
49	0,000	0,200	4,000	0,000
Примечание – углы фазового сдвига между m-ми интергармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{Ulim}$ равны 0°				

4) Зафиксировать значения параметров (ПКЭ, параметры напряжения, тока и электрической мощности), измеренные устройством, в конфигураторе «TOPAZ SM Configurator» или web-интерфейсе.

5) Зафиксировать эталонные значения параметров (ПКЭ, параметры напряжения, тока и электрической мощности) по показаниям Ресурс-К2М или МарсГен-61850, а также рассчитать эталонные значения параметров (ПКЭ, параметры напряжения, тока и электрической мощности) по формулам (7) – (28) (при использовании Ресурс-К2М) и по формулам (29) – (53) (при использовании МарсГен-61850), приведенным в разделе 11.

6) Рассчитать значения погрешностей измерений параметров (ПКЭ, параметры напряжения, тока и электрической мощности) по формулам (55) – (57), приведенным в разделе 11.

#### 10.4 Определение абсолютных основных погрешностей измерений характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений

1) Повторить пункты 1)-3) п. 10.2 (для поверки счетчиков с входными аналоговыми сигналами использовать Ресурс-К2М, для поверки счетчиков с каналами измерений на основе обработки входных цифровых SV-потокосов согласно МЭК 61850-9-2 - модификации счетчиков с индексом «SV» использовать МарсГен-61850);

2) В соответствии с руководством по эксплуатации установить связь со счетчиком по протоколу telnet.

3) Ввести консольную команду `rke DSI_RESET` (сброс информации о зарегистрированных событиях напряжения), команду необходимо вводить перед подачей каждого испытательного сигнала из таблиц 14 и 15.

4) Ввести консольную команду `rke DSI` для наблюдения событий напряжения (фазные значения), команду необходимо вводить перед подачей каждого испытательного сигнала из таблиц 14 и 15.

5) При помощи Ресурс-К2М (МарсГен-61850) поочередно подать на счетчик сигналы, соответствующие испытательным сигналам из таблиц 14 и 15, предварительно вводя команды по пунктам 3) и 4).

Таблица 14 – Параметры испытательных сигналов при измерении параметров провалов и прерываний напряжения

Параметр	Испытательный сигнал				
	1	2	3	4	5
Глубина провала напряжения $\Delta U_{пр}$ , % или прерывания напряжения $\Delta U_{пр}$ , %	1/1,1 <sup>1)</sup>	25	50	75	99/94 <sup>1)</sup>
Длительность провала $\Delta t$ , или прерывания напряжения $\Delta t_{пр}$ , с	10	2	59	1	0,02
Число провалов или прерываний напряжения	3	5	1	5	10
Остаточное напряжение при провале или прерывании напряжения, В	$U_{ном}/0,9 \cdot U_{ном}$	$0,75 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$0,25 \cdot U_{ном}$	$0,01 \cdot U_{ном}/0,06 \cdot U_{ном}$
<sup>1)</sup> Первое значение – для $U_{ном} = 57,7/100$ В и 220/380 В, второе – для $U_{ном} = 230/400$ В					
Примечания.					
1. Период повторения провалов или прерываний напряжения задают в 2 раза больше их длительности.					
2. Длительность и период повторения провалов или прерываний напряжения должны быть кратны периоду основной частоты (для калибратора «Ресурс-К2М» параметр «Привязка» должен иметь значение «к периоду»)					
3. Значения глубины провала или прерывания напряжения задается относительно номинального значения напряжения.					

Таблица 15 – Параметры испытательных сигналов при измерении параметров перенапряжения

Параметр	Испытательный сигнал				
	1	2	3	4	5
Коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$ , отн. ед.	1,1	1,125	1,250	1,375	1,500/1,430 <sup>1)</sup>
Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перU}$ , с	10	2	59	1	0,02
Число перенапряжений	3	5	1	5	10
<sup>1)</sup> Первое значение – для $U_{ном} = 57,7/100$ В и 220/380 В, второе – для $U_{ном} = 230/400$ В					
Примечания.					
1. Период повторения перенапряжений задают в 2 раза больше их длительности.					
2. Длительность и период повторения перенапряжений должны быть кратны периоду основной частоты (для калибратора «Ресурс-К2М» параметр «Привязка» должен иметь значение «к периоду»)					
3. Значения коэффициента перенапряжения задается относительно номинального значения напряжения.					
4. Для модификации с расширенными диапазонами измерений тока и напряжения (...-Ext-...) для испытательного сигнала № 5 значение коэффициента временного перенапряжения $K_{перU}$ устанавливается равным 2,000/1,913.					

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

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

DIP – параметры провалов напряжения (Residual – остаточное напряжение, dUp – глубина провала напряжения  $\delta U_n$ , Duration – длительность провала напряжения  $\Delta t_n$ , Count – число провалов напряжения);

INTERRUPT – параметры прерываний напряжения (Residual – остаточное напряжение, dUp – глубина прерывания напряжения  $\delta U_{пр}$ , Duration – длительность прерывания напряжения  $\Delta t_{пр}$ , Count – число прерываний напряжения).

7) Зафиксировать эталонные характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений по показаниям Ресурс-К2М или МарсГен-61850, а также рассчитать эталонное значение коэффициента временного перенапряжения по формуле (54) (при использовании МарсГен-61850), приведенной в разделе 11.

8) Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений по формуле (55), приведенной в разделе 11.

9) Повторить операции 3) – 8) для линейных значений, вводя команду pke DSI\_LIN вместо pke DSI.

10.5 Определение относительной погрешности измерений кратковременной и длительной дозы фликера

Определение относительной погрешности измерений кратковременной и длительной дозы фликера проводить в следующей последовательности:

1) Повторить пункты 1) – 5) п. 10.2 (для поверки счетчиков с входными аналоговыми сигналами использовать Ресурс-К2М, для поверки счетчиков с каналами измерений на основе обработки входных цифровых SV-потоков согласно МЭК 61850-9-2 - модификации счетчиков с индексом «SV» использовать МарсГен-61850);

2) При помощи Ресурс-К2М (МарсГен-61850) подать на счетчик сигнал с номинальными значениями напряжения и силы переменного тока;

3) Установить с помощью Ресурс-К2М (МарсГен-61850) испытательный сигнал со следующими параметрами:

– размах изменения напряжения – 1,45 %;

– число изменений в минуту – 7 (период повторения 17,14 с, длительность провалов 8,57 с);

– число провалов – не менее 1000;

4) Через 30 мин считать со счетчика результат измерений кратковременной дозы фликера за второй интервал времени 10 мин;

5) Измерить при помощи счетчика длительную дозу фликера. Время измерений должно составлять 2 ч, начало и окончание интервала времени 2 ч должны совпадать с началом четных часов текущего времени счетчика. По истечении времени измерений считать со счетчика результат измерений длительной дозы фликера.

6) Рассчитать относительную погрешность измерений кратковременной и длительной дозы фликера по формуле (56).

10.6 Определение основных погрешностей преобразований параметров напряжения и силы переменного тока, угла фазового сдвига (для счетчиков с функцией преобразований SV потоков - модификация счетчиков с индексом «MU»)

Определение погрешностей проводить при помощи Энергомонитор-61850 и Энергоформа-3.3-100 в следующей последовательности:

- 1) Подключить счетчик в зависимости от модификации к источнику питания;
- 2) Собрать схему, представленную на рисунке 2;

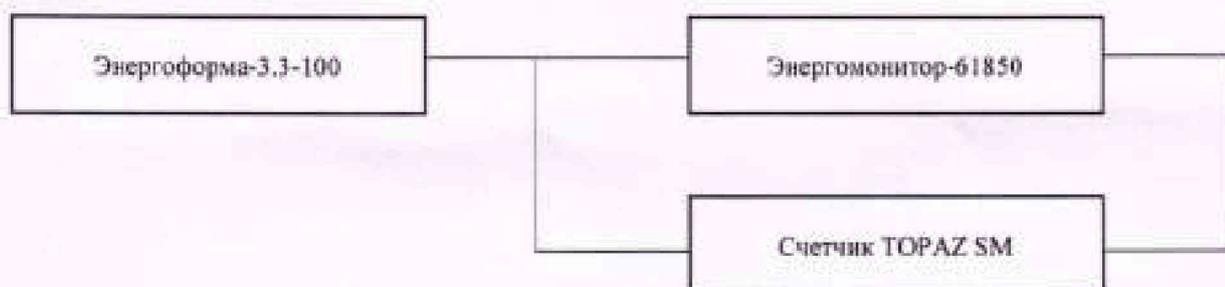


Рисунок 2

3) Погрешности преобразований параметров напряжения и силы переменного тока определить при помощи Энергоформа-3.3-100, поочередно подав на счетчик и Энергомонитор-61850 сигналы, соответствующие таблице 16 (при частоте переменного тока 50 Гц);

Таблица 16

Параметр	Испытательный сигнал			
	1	2	3	4
$U_A, B$	$U_{ном}$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$U_{макс}$
$U_B, B$	$U_{ном}$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$U_{макс}$
$U_C, B$	$U_{ном}$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$U_{макс}$
$I_A, B$	$I_{ном}$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,5 \cdot I_{ном}$	$I_{макс}$
$I_B, B$	$I_{ном}$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,5 \cdot I_{ном}$	$I_{макс}$
$I_C, B$	$I_{ном}$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,5 \cdot I_{ном}$	$I_{макс}$

Примечание – Для испытательных сигналов 1 – 4 гармонические составляющие напряжения и тока приведены в таблицах 8, 10 соответственно (тип 2 - 5)

4) Считать при помощи ПО «Energomonitor-61850» преобразованные счетчиком значения параметров напряжения и силы переменного тока;

5) Повторить п. 3) при частоте переменного тока 42,5; 57,5 Гц;

6) Синхронизировать счетчик и Энергомонитор-61850 при помощи устройства синхронизации времени TOPAZ Метроном PTS;

7) Погрешности преобразований угла фазового сдвига определить при помощи Энергоформа-3.3-100, подав на измерительные входы счетчика и Энергомонитор-61850 сигналы, соответствующие таблице 17 (при частоте переменного тока 50 Гц);

Таблица 17

№ п/п	Параметр	Испытательный сигнал			
		1	2	3	4
1	$I, A^*$	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,5 \cdot I_{ном}$	$I_{ном}$	$I_{макс}$
2	$U, B^*$	$0,1 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$U_{ном}$	$U_{макс}$

Примечания  
\* - испытательный сигнал при помощи Энергоформа-3.3-100 и Энергомонитор-61850 задается с углом равным  $0^\circ$  и отсутствием гармонических составляющих

8) Зафиксировать значения угла фазового сдвига между входной и выходной силами и напряжения переменного тока;

9) Повторить п. 7) при частоте переменного тока 42,5; 57,5 Гц;

10) Рассчитать погрешности преобразований параметров напряжения и силы переменного тока, угла фазового сдвига между входной и выходной силой переменного тока, угла фазового сдвига между входным и выходным напряжениями переменного тока по формулам (55), (56).

10.7 Определение абсолютной основной погрешности преобразований частоты переменного тока (для счетчиков с функцией преобразований SV потоков - модификация счетчиков с индексом «МУ»)

Определение абсолютной основной погрешности преобразований частоты переменного тока проводить в следующей последовательности:

- 1) Подключить счетчик в зависимости от модификации к источнику питания;
- 2) Собрать схему, представленную на рисунке 2;

3) Абсолютную основную погрешность преобразований частоты переменного тока определить при помощи Энергоформа-3.3-100, поочередно подав на счетчик и Энергомонитор-61850 сигналы, соответствующие таблице 18;

Таблица 18 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока и отклонения частоты переменного тока

Значение частоты переменного тока, Гц	Значение напряжения переменного тока, В	Значение силы переменного тока, А
42,5	$U_{ном}$	$I_{ном}$
50,0		
57,5		

4) Считать при помощи ПО «Energomonitor-61850» преобразованные счетчиком значения частоты переменного тока;

5) Рассчитать абсолютную основную погрешность преобразований частоты переменного тока по формуле (55).

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

10.8.1 Определение абсолютного смещения формируемой счетчиком шкалы времени (далее – ШВ) относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу PTP.

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

- 2) Собрать схему, приведенную на рисунке 3.

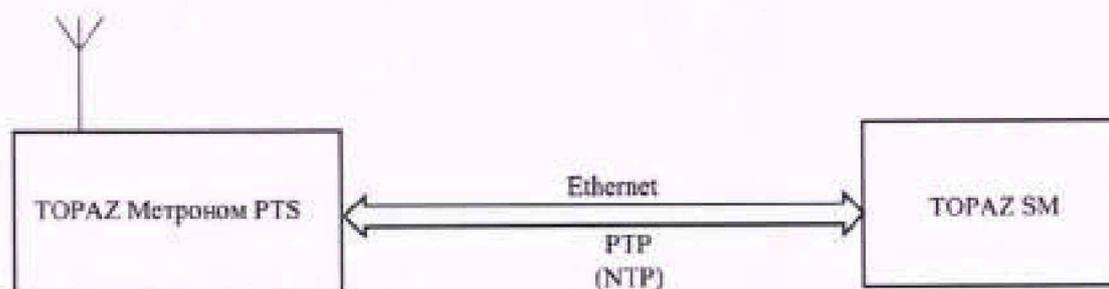


Рисунок 3

3) В соответствии с руководством по эксплуатации установить связь со счетчиком по протоколу telnet.

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

5) После появления устойчивой синхронизации по протоколу PTP ввести в консоли счетчика команду ptp.

6) В строке Gen. Mismatch Limit наблюдать процесс измерений (изменяется N – число измерений), дождаться окончания измерений ( $N=100/100$ ) и считать значение абсолютного смещения формируемой счетчиком ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу PTP в нс.

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

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

2) Собрать схему, приведенную на рисунке 3.

3) В соответствии с руководством по эксплуатации установить связь со счетчиком по протоколу telnet.

4) Подготовить УСВ для работы в режиме NTP сервера уровня stratum I.

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

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

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

10.9 Определение абсолютной основной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме

Абсолютная основная погрешность хранения формируемой ШВ в автономном режиме определяется с использованием УСВ:

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 3.

2) В соответствии с руководством по эксплуатации установить связь со счетчиком по протоколу telnet.

3) В соответствии с руководством по эксплуатации перевести УСВ в режим синхронизации по сигналам ГЛОНАСС, добиться устойчивой синхронизации.

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

5) Определить смещение формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника при синхронизации по протоколу PTP в соответствии с пунктами 5) – 6) п. 10.8.1 (величина  $t_1$ ).

6) Зафиксировать по УСВ значение времени UTC (SU) (величина  $t_{u1}$ ).

7) Отключить УСВ от счетчика.

8) Оставить счетчик включенным на сутки.

9) Подключить синхронизированное по ГЛОНАСС УСВ к счетчику и выполнить операции, предусмотренные в п. 4).

10) Определить смещение формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника при синхронизации по протоколу РТР в соответствии с пунктами 5) – 6) п. 10.8.1 (величина  $t_2$ ).

11) Зафиксировать по УСВ значение времени UTC (SU) (величина  $t_{\omega 2}$ ).

12) Рассчитать абсолютную основную погрешность хранения формируемой ШВ в автономном режиме по формуле (58).

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Формулы расчета эталонных значений активной и реактивной электрической энергии:

– активная трехфазная энергия  $W_{P_{тр}}$ , кВт·ч:

$$W_{P_{тр}} = 3 \cdot \frac{U_{зад} \cdot I_{зад} \cdot \cos \varphi}{1000} \cdot t \quad (1)$$

где  $U_{зад}$  – заданное среднеквадратическое значение (далее – СКЗ) фазного напряжения по показаниям эталонного средства поверки, В;

$I_{зад}$  – заданное значение СКЗ фазного тока по показаниям эталонного средства поверки, А;

$\cos \varphi$  – заданное значение коэффициента мощности  $\cos \varphi$  по показаниям эталонного средства поверки;

$t$  – интервал времени воспроизведения сигнала по показаниям секундомера, ч.

Примечание – При испытаниях по таблицам 3, 5 фазные напряжения задаются равными по трем фазам; фазные токи задаются равными по трем фазам; при испытаниях по таблицам 4, 6 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (1) коэффициент 3 не применяется.

– активная трехфазная энергия основной частоты  $W_{P(1)_{тр}}$ , кВт·ч:

$$W_{P(1)_{тр}} = 3 \cdot \frac{U_{(1)зад} \cdot I_{(1)зад} \cdot \cos \varphi_{U/I\phi}}{1000} \cdot t \quad (2)$$

где  $U_{(1)зад}$  – заданное значение СКЗ фазного напряжения основной частоты по показаниям эталонного средства поверки, В;

$I_{(1)зад}$  – заданное значение СКЗ фазного тока основной частоты по показаниям эталонного средства поверки, А;

$\varphi_{U/I\phi}$  – заданное значение угла фазового сдвига между фазным напряжением и током основной частоты по показаниям эталонного средства поверки, °;

$t$  – интервал времени воспроизведения сигнала по показаниям секундомера, ч.

Примечание – При испытаниях по таблицам 3, 5 фазные напряжения задаются равными по трем фазам; фазные токи задаются равными по трем фазам; при испытаниях по таблицам 4, 6 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (2) коэффициент 3 не применяется.

– активная трехфазная энергия прямой последовательности  $W_{P1_{тр}}$ , кВт·ч:

$$W_{P1_{тр}} = 3 \cdot \frac{U_{1зад} \cdot I_{1зад} \cdot \cos \varphi_{U1/I(1)}}{1000} \cdot t \quad (3)$$

где  $U_{1зад}$  – заданное значение СКЗ фазного напряжения прямой последовательности по показаниям эталонного средства поверки, В;

$I_{1зад}$  – заданное значение СКЗ фазного тока прямой последовательности по показаниям эталонного средства поверки, А;

$\varphi_{U1/I(1)}$  – заданное значение угла фазового сдвига между фазным напряжением и током прямой последовательности по показаниям эталонного средства поверки, °;

$t$  – интервал времени воспроизведения сигнала по показаниям секундомера, ч.

Примечание – При испытаниях по таблицам 3, 5 фазные напряжения задаются равными по трем фазам; фазные токи задаются равными по трем фазам; при испытаниях по таблицам 4,6 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (3) коэффициент 3 не применяется.

– реактивная трехфазная энергия  $W_{Q_{ст}}$ , квар·ч:

$$W_{Q_{ст}} = 3 \cdot \frac{U_{зад} \cdot I_{зад} \cdot \sin \varphi}{1000} \cdot t \quad (4)$$

где  $U_{зад}$  – заданное СКЗ фазного напряжения по показаниям эталонного средства поверки, В;

$I_{зад}$  – заданное СКЗ фазного тока по показаниям эталонного средства поверки, А;

$\sin \varphi$  – заданное значение  $\sin \varphi$  по показаниям эталонного средства поверки;

$t$  – интервал времени воспроизведения сигнала по показаниям секундомера, ч.

Примечание – При испытаниях по таблице 7 фазные напряжения задаются равными по трем фазам; фазные токи задаются равными по трем фазам; при испытаниях по таблице 8 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (4) коэффициент 3 не применяется.

– реактивная трехфазная энергия основной частоты  $W_{Q(1)_{ст}}$ , квар·ч:

$$W_{Q(1)_{ст}} = 3 \cdot \frac{U_{(1)зад} \cdot I_{(1)зад} \cdot \sin \varphi_{U1\varphi}}{1000} \cdot t \quad (5)$$

где  $U_{(1)зад}$  – заданное значение СКЗ фазного напряжения основной частоты по показаниям эталонного средства поверки, В;

$I_{(1)зад}$  – заданное значение СКЗ фазного тока основной частоты по показаниям эталонного средства поверки, А;

$\varphi_{U1\varphi}$  – заданное значение угла фазового сдвига между фазным напряжением и током основной частоты по показаниям эталонного средства поверки, °;

$t$  – интервал времени воспроизведения сигнала по показаниям секундомера, ч.

Примечание – При испытаниях по таблице 7 фазные напряжения задаются равными по трем фазам; фазные токи задаются равными по трем фазам; при испытаниях по таблице 8 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (5) коэффициент 3 не применяется.

– реактивная трехфазная энергия прямой последовательности,  $W_{Q1_{ст}}$ , квар·ч:

$$W_{Q1_{ст}} = 3 \cdot \frac{U_{1зад} \cdot I_{1зад} \cdot \sin \varphi_{U1/I(1)}}{1000} \cdot t \quad (6)$$

где  $U_{1зад}$  – заданное значение СКЗ фазного напряжения прямой последовательности по показаниям эталонного средства поверки, В;

$I_{1зад}$  – заданное значение СКЗ фазного тока прямой последовательности по показаниям эталонного средства поверки, А;

$\varphi_{U1/I(1)}$  – заданное значение угла фазового сдвига между фазным напряжением и током прямой последовательности по показаниям эталонного средства поверки, °;

$t$  – интервал времени воспроизведения сигнала по показаниям секундомера, ч.

Примечание – При испытаниях по таблице 7 фазные напряжения задаются равными по трем фазам; фазные токи задаются равными по трем фазам; при испытаниях по таблице 8 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (6) коэффициент 3 не применяется.

11.2 Формулы расчета эталонных значений параметров ПКЭ, параметров напряжения, тока и электрической мощности (при использовании Ресурс-К2М):

– установившееся отклонение напряжения  $\delta U_{уст}$ , %:

$$\delta U_{\gamma \text{ЭТ}} = \frac{U_1 - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100 \quad (7)$$

где  $U_1$  – СКЗ напряжения переменного тока прямой последовательности основной частоты, воспроизведенное Ресурс-К2М, В;

$U_{\text{ном}}$  – значение номинального напряжения устройства, В.

– положительное отклонение напряжения  $\delta U_{\gamma(+)\text{ЭТ}}$ , %, отрицательное отклонение напряжения  $\delta U_{\gamma(-)\text{ЭТ}}$ , %:

$$\delta U_{\gamma(+)\text{ЭТ}}, \delta U_{\gamma(-)\text{ЭТ}} = \frac{U - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100 \quad (8)$$

где  $U$  – СКЗ напряжения переменного тока, воспроизведенное Ресурс-К2М, В;

$U_{\text{ном}}$  – значение номинального напряжения устройства, В.

– СКЗ  $n$ -й гармонической составляющей напряжения  $U_{(n)\text{ЭТ}}$ , В:

$$U_{(n)\text{ЭТ}} = \frac{K_{U(n)} \cdot U_{(1)}}{100} \quad (9)$$

где  $K_{U(n)}$  – коэффициент  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения, воспроизведенный Ресурс-К2М, %;

$U_{(1)}$  – СКЗ напряжения основной частоты, воспроизведенное Ресурс-К2М, В.

– СКЗ  $m$ -й интергармонической составляющей напряжения  $U_{(m)\text{ЭТ}}$ , В:

$$U_{(m)\text{ЭТ}} = \frac{K_{U(m)} \cdot U_{(1)}}{100} \quad (10)$$

где  $K_{U(m)}$  – коэффициент  $m$ -той интергармонической составляющей напряжения, воспроизведенный Ресурс-К2М, %;

$U_{(1)}$  – СКЗ напряжения основной частоты, воспроизведенное Ресурс-К2М, В.

– СКЗ  $n$ -й гармонической составляющей тока  $I_{(n)\text{ЭТ}}$ , А:

$$I_{(n)\text{ЭТ}} = \frac{K_{I(n)} \cdot I_{(1)}}{100} \quad (11)$$

где  $K_{I(n)}$  – коэффициент  $n$ -ой гармонической составляющей тока, воспроизведенный Ресурс-К2М, %;

$I_{(1)}$  – СКЗ силы тока основной частоты, воспроизведенное Ресурс-К2М, А.

– СКЗ  $m$ -й интергармонической составляющей тока  $I_{(m)\text{ЭТ}}$ , А:

$$I_{(m)\text{ЭТ}} = \frac{K_{I(m)} \cdot I_{(1)}}{100} \quad (12)$$

где  $K_{I(m)}$  – коэффициент  $m$ -той интергармонической составляющей тока, воспроизведенный Ресурс-К2М, %;

$I_{(1)}$  – СКЗ силы тока основной частоты, воспроизведенное Ресурс-К2М, А.

– коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности  $K_{0I\text{ЭТ}}$ , %:

$$K_{0I\text{ЭТ}} = \frac{I_0}{I_1} \cdot 100 \quad (13)$$

где  $I_0$  – СКЗ силы тока нулевой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А;

$I_1$  – СКЗ силы тока прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А.

- коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности  $K_{2I_{ст}}$ , %:

$$K_{2I_{ст}} = \frac{I_2}{I_1} \cdot 100 \quad (14)$$

где  $I_2$  – СКЗ силы тока обратной последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А;

$I_1$  – СКЗ силы тока прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А.

- активная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $P_{1ст}$ , Вт:

$$P_{1ст} = U_{1\phi} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_{U1/1(I)} \quad (15)$$

где  $U_{1\phi}$  – СКЗ фазного напряжения прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, В;

$I_1$  – СКЗ силы тока прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А;

$\varphi_{U1/1(I)}$  – значение угла фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, °.

- активная фазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $P_{\phi(n)ст}$ , Вт:

$$P_{\phi(n)ст} = U_{(n)\phi} \cdot I_{(n)\phi} \cdot \cos \varphi_{U(n)\phi} \quad (16)$$

где  $U_{(n)\phi}$  – эталонное СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного напряжения, вычисляемое по формуле (9), В;

$I_{(n)\phi}$  – эталонное СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного тока, вычисляемое по формуле (11), А;

$\varphi_{U(n)\phi}$  – значение угла фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и тока, воспроизведенное Ресурс-К2М, °.

- активная трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $P_{(n)ст}$ , Вт:

$$P_{(n)ст} = P_{(n)Aст} + P_{(n)Bст} + P_{(n)Cст} \quad (17)$$

где  $P_{(n)Aст}$ ,  $P_{(n)Bст}$ ,  $P_{(n)Cст}$  – эталонные значения активной фазной мощности  $n$ -ой гармонической составляющей по фазе А, В и С, рассчитанные по формуле (16), Вт.

- реактивная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $Q_{1ст}$ , вар:

$$Q_{1ст} = U_{1\phi} \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_{U1/1(I)} \quad (18)$$

где  $U_{1\phi}$  – СКЗ фазного напряжения прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, В;

$I_1$  – СКЗ силы тока прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А;

$\varphi_{U1/1(I)}$  – значение угла фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, °.

- реактивная мощность обратной последовательности напряжения и тока  $Q_{2ст}$ , вар:

$$Q_{2ст} = U_{2\phi} \cdot I_2 \cdot \sin \varphi_{U2/2(I)} \quad (19)$$

где  $U_{2\phi}$  – СКЗ фазного напряжения обратной последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, В;

$I_2$  – СКЗ силы тока обратной последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А;

$\varphi_{U2/2(I)}$  – значение угла фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, °.

- реактивная мощность нулевой последовательности напряжения и тока  $Q_{0ст}$ , вар:

$$Q_{0ст} = U_{0\phi} \cdot I_0 \cdot \sin \varphi_{U0/0(I)} \quad (20)$$

где  $U_{0\phi}$  – СКЗ фазного напряжения нулевой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, В;

$I_0$  – СКЗ силы тока нулевой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А;

$\varphi_{U_0/I_0}$  – значение угла фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, °.

– реактивная фазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $Q_{\phi(n)_{\text{ст}}}$ , вар:

$$Q_{\phi(n)_{\text{ст}}} = U_{(n)\phi} \cdot I_{(n)\phi} \cdot \sin \varphi_{UI(n)\phi} \quad (21)$$

где  $U_{(n)\phi}$  – эталонное СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного напряжения, вычисляемое по формуле (9), В;

$I_{(n)\phi}$  – эталонное СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного тока, вычисляемое по формуле (11), А;

$\varphi_{UI(n)\phi}$  – значение угла фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и тока, воспроизведенное Ресурс-К2М, °.

– реактивная трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $Q_{(n)_{\text{ст}}}$ , вар:

$$Q_{(n)_{\text{ст}}} = Q_{(n)A_{\text{ст}}} + Q_{(n)B_{\text{ст}}} + Q_{(n)C_{\text{ст}}} \quad (22)$$

где  $Q_{(n)A_{\text{ст}}}$ ,  $Q_{(n)B_{\text{ст}}}$ ,  $Q_{(n)C_{\text{ст}}}$  – эталонные значения реактивной фазной мощности  $n$ -ой гармонической составляющей по фазе А, В и С, рассчитанные по формуле (21), вар.

– полная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $S_{1_{\text{ст}}}$ , В·А:

$$S_{1_{\text{ст}}} = U_{1\phi} \cdot I_1 \quad (23)$$

где  $U_{1\phi}$  – СКЗ фазного напряжения прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, В;

$I_1$  – СКЗ силы тока прямой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А.

– полная мощность обратной последовательности напряжения и тока  $S_{2_{\text{ст}}}$ , В·А:

$$S_{2_{\text{ст}}} = U_{2\phi} \cdot I_2 \quad (24)$$

где  $U_{2\phi}$  – СКЗ фазного напряжения обратной последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, В;

$I_2$  – СКЗ силы тока обратной последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А.

– полная мощность нулевой последовательности напряжения и тока  $S_{0_{\text{ст}}}$ , В·А:

$$S_{0_{\text{ст}}} = U_{0\phi} \cdot I_0 \quad (25)$$

где  $U_{0\phi}$  – СКЗ фазного напряжения нулевой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, В;

$I_0$  – СКЗ силы тока нулевой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, А.

– полная фазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $S_{\phi(n)_{\text{ст}}}$ , В·А:

$$S_{\phi(n)_{\text{ст}}} = U_{(n)\phi} \cdot I_{(n)\phi} \quad (26)$$

где  $U_{(n)\phi}$  – эталонное СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного напряжения, вычисляемое по формуле (9), В;

$I_{(n)\phi}$  – эталонное СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного тока, вычисляемое по формуле (11), А.

– полная трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $S_{(n)_{\text{ст}}}$ , В·А:

$$S_{(n)_{\text{ст}}} = S_{(n)A_{\text{ст}}} + S_{(n)B_{\text{ст}}} + S_{(n)C_{\text{ст}}} \quad (27)$$

где  $S_{(n)A_{\text{ЭТ}}}$ ,  $S_{(n)B_{\text{ЭТ}}}$ ,  $S_{(n)C_{\text{ЭТ}}}$  – эталонные значения полной фазной мощности  $n$ -ой гармонической составляющей по фазе А, В и С, рассчитанные по формуле (26), В·А.

– коэффициент мощности фазный и трехфазный  $K_{P_{\text{ЭТ}}}$ :

$$K_{P_{\text{ЭТ}}} = \frac{P}{S} \quad (28)$$

где  $P$  – значение активной электрической мощности (фазной или трехфазной), воспроизведенное Ресурс-К2М, Вт;

$S$  – значение полной электрической мощности (фазной или трехфазной), воспроизведенное Ресурс-К2М, В·А.

11.3 Формулы расчета эталонных значений параметров ПКЭ, параметров напряжения, тока и электрической мощности (при использовании МарсГен-61850):

– СКЗ напряжения прямой последовательности основной частоты  $U_{1\text{мфЭТ}}$  и  $U_{1\text{фЭТ}}$ , В:

1) система междуфазных напряжений:

$$U_{1\text{мфЭТ}} = \left| \frac{1}{3} (\overline{U_{AB}} + \overline{U_{BC}} \cdot e^{-j2\pi/3} + \overline{U_{CA}} \cdot e^{j4\pi/3}) \right| \quad (29)$$

где  $\overline{U_{AB}}$ ,  $\overline{U_{BC}}$ ,  $\overline{U_{CA}}$  – векторы междуфазных (линейных) напряжений, воспроизведенные МарсГен-61850, В.

2) система фазных напряжений:

$$U_{1\text{фЭТ}} = \frac{U_{1\text{мфЭТ}}}{\sqrt{3}} \quad (30)$$

Примечания:

1. Для расчета СКЗ напряжения прямой последовательности рекомендуется применять комплексное представление векторов  $\overline{U_{AB}}$ ,  $\overline{U_{BC}}$ ,  $\overline{U_{CA}}$ , определяемое через СКЗ линейных напряжений и начальную фазу линейных напряжений, задаваемых в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

2. В ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов» задаются параметры фазных напряжений, поэтому для расчетов необходим пересчет к системе междуфазных (линейных) напряжений; рекомендуется использовать векторную диаграмму.

– СКЗ напряжения нулевой последовательности основной частоты  $U_{0\text{мфЭТ}}$  и  $U_{0\text{фЭТ}}$ , В:

1) система междуфазных напряжений:

$$U_{0\text{мфЭТ}} = 0 \quad (31)$$

2) система фазных напряжений:

$$U_{0\text{фЭТ}} = \left| \frac{1}{3} (\overline{U_A} + \overline{U_B} + \overline{U_C}) \right| \quad (32)$$

где  $\overline{U_A}$ ,  $\overline{U_B}$ ,  $\overline{U_C}$  – векторы фазных напряжений, воспроизведенные МарсГен-61850, В.

Примечание – Для расчета СКЗ напряжения нулевой последовательности рекомендуется применять комплексное представление векторов  $\overline{U_A}$ ,  $\overline{U_B}$ ,  $\overline{U_C}$ , определяемое через СКЗ фазных напряжений и начальную фазу фазных напряжений, задаваемых в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

– СКЗ напряжения обратной последовательности основной частоты  $U_{2\text{мфЭТ}}$  и  $U_{2\text{фЭТ}}$ , В:

1) система междуфазных напряжений:

$$U_{2\text{мфЭТ}} = \left| \frac{1}{3} (\overline{U_{AB}} + \overline{U_{BC}} \cdot e^{j4\pi/3} + \overline{U_{CA}} \cdot e^{j2\pi/3}) \right| \quad (33)$$

где  $\overline{U_A}$ ,  $\overline{U_B}$ ,  $\overline{U_C}$  – векторы фазных напряжений, воспроизведенные МарсГен-61850, В.

2) система фазных напряжений:

$$U_{2\phi_{ст}} = \frac{U_{2\phi_{ст}}}{\sqrt{3}} \quad (34)$$

Примечания:

1. Для расчета СКЗ напряжения обратной последовательности рекомендуется применять комплексное представление векторов  $\overline{U_{AB}}, \overline{U_{BC}}, \overline{U_{CA}}$ , определяемое через СКЗ линейных напряжений и начальную фазу линейных напряжений, задаваемых в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

2. В ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов» задаются параметры фазных напряжений, поэтому для расчетов необходим пересчет к системе междуфазных (линейных) напряжений; рекомендуется использовать векторную диаграмму.

– СКЗ силы тока прямой последовательности основной частоты  $I_{1_{ст}}$ , А:

$$I_{1_{ст}} = \left| \frac{1}{3} (\overline{I_A} + \overline{I_B} \cdot e^{j2\pi/3} + \overline{I_C} \cdot e^{j4\pi/3}) \right| \quad (35)$$

где  $\overline{I_A}, \overline{I_B}, \overline{I_C}$  – векторы фазных токов, воспроизведенные МарсГен-61850, А.

Примечание – Для расчета СКЗ силы тока прямой последовательности рекомендуется применять комплексное представление векторов  $\overline{I_A}, \overline{I_B}, \overline{I_C}$ , определяемое через СКЗ фазных токов и начальную фазу фазных токов, задаваемых в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

– СКЗ силы тока нулевой последовательности основной частоты  $I_{0_{ст}}$ , А:

$$I_{0_{ст}} = \left| \frac{1}{3} (\overline{I_A} + \overline{I_B} + \overline{I_C}) \right| \quad (36)$$

где  $\overline{I_A}, \overline{I_B}, \overline{I_C}$  – векторы фазных токов, воспроизведенные МарсГен-61850, А.

Примечание – Для расчета СКЗ силы тока нулевой последовательности рекомендуется применять комплексное представление векторов  $\overline{I_A}, \overline{I_B}, \overline{I_C}$ , определяемое через СКЗ фазных токов и начальную фазу фазных токов, задаваемых в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

– СКЗ силы тока обратной последовательности основной частоты  $I_{2_{ст}}$ , А:

$$I_{2_{ст}} = \left| \frac{1}{3} (\overline{I_A} + \overline{I_B} \cdot e^{j4\pi/3} + \overline{I_C} \cdot e^{j2\pi/3}) \right| \quad (37)$$

где  $\overline{I_A}, \overline{I_B}, \overline{I_C}$  – векторы фазных токов, воспроизведенные МарсГен-61850, А.

Примечание – Для расчета СКЗ силы тока обратной последовательности рекомендуется применять комплексное представление векторов  $\overline{I_A}, \overline{I_B}, \overline{I_C}$ , определяемое через СКЗ фазных токов и начальную фазу фазных токов, задаваемых в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

– угол фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока  $\varphi_{UI(n)_{ст}}$ , °:

$$\begin{aligned} \varphi_{UIA(n)_{ст}} &= \varphi_{UA(n)} - \varphi_{IA(n)} \\ \varphi_{UIB(n)_{ст}} &= \varphi_{UB(n)} - \varphi_{IB(n)} \\ \varphi_{UIC(n)_{ст}} &= \varphi_{UC(n)} - \varphi_{IC(n)} \end{aligned} \quad (38)$$

где  $\varphi_{UA(n)}, \varphi_{UB(n)}, \varphi_{UC(n)}$  – фазовые углы  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения фаз А, В, С, воспроизведенные МарсГен-61850, °;

$\varphi_{IA(n)}, \varphi_{IB(n)}, \varphi_{IC(n)}$  – фазовые углы  $n$ -ой гармонической составляющей тока фаз А, В, С, воспроизведенные МарсГен-61850, °.

Примечание – Фазовые углы задаются при формировании сигнала в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

– угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности  $\varphi_{U1/1(I)_{пр}}$ , °:

$$\varphi_{U1/1(I)_{пр}} = \arg(\overline{U}_1) - \arg(\overline{I}_1) \quad (39)$$

где  $\overline{U}_1, \overline{I}_1$  – векторы напряжения и тока прямой последовательности, вычисляемые по формулам (40) и (41):

$$\overline{U}_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} (\overline{U}_{AB} + \overline{U}_{BC} \cdot e^{-j2\pi/3} + \overline{U}_{CA} \cdot e^{j4\pi/3}) \quad (40)$$

где  $\overline{U}_{AB}, \overline{U}_{BC}, \overline{U}_{CA}$  – векторы междуфазных (линейных) напряжений, воспроизведенные МарсГен-61850, В.

$$\overline{I}_1 = \frac{1}{3} (\overline{I}_A + \overline{I}_B \cdot e^{j2\pi/3} + \overline{I}_C \cdot e^{j4\pi/3}) \quad (41)$$

где  $\overline{I}_A, \overline{I}_B, \overline{I}_C$  – векторы фазных токов, воспроизведенные МарсГен-61850, А.

Примечания:

1. Для расчета по формулам (40) и (41) рекомендуется применять комплексное представление векторов линейных напряжений и фазных токов, задаваемых в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

2. В ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов» задаются параметры фазных напряжений, поэтому для расчетов необходим пересчет к системе междуфазных (линейных) напряжений; рекомендуется использовать векторную диаграмму.

– угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности  $\varphi_{U0/0(I)_{от}}$ , °:

$$\varphi_{U0/0(I)_{от}} = \arg(\overline{U}_0) - \arg(\overline{I}_0) \quad (42)$$

где  $\overline{U}_0, \overline{I}_0$  – векторы напряжения и тока нулевой последовательности, вычисляемые по формулам (43) и (44):

$$\overline{U}_0 = \frac{1}{3} (\overline{U}_A + \overline{U}_B + \overline{U}_C) \quad (43)$$

где  $\overline{U}_A, \overline{U}_B, \overline{U}_C$  – векторы фазных напряжений, воспроизведенные МарсГен-61850, В.

$$\overline{I}_0 = \frac{1}{3} (\overline{I}_A + \overline{I}_B + \overline{I}_C) \quad (44)$$

где  $\overline{I}_A, \overline{I}_B, \overline{I}_C$  – векторы фазных токов, воспроизведенные МарсГен-61850, А.

Примечание – Для расчета по формулам (43) и (44) рекомендуется применять комплексное представление векторов фазных напряжений и фазных токов, задаваемых в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

– угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности  $\varphi_{U2/2(I)_{от}}$ , °:

$$\varphi_{U2/2(I)_{от}} = \arg(\overline{U}_2) - \arg(\overline{I}_2) \quad (45)$$

где  $\overline{U}_2, \overline{I}_2$  – векторы напряжения и тока обратной последовательности, вычисляемые по формулам (46) и (47):

$$\overline{U}_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} (\overline{U}_{AB} + \overline{U}_{BC} \cdot e^{j4\pi/3} + \overline{U}_{CA} \cdot e^{j2\pi/3}) \quad (46)$$

где  $\overline{U}_{AB}, \overline{U}_{BC}, \overline{U}_{CA}$  – векторы междуфазных (линейных) напряжений, воспроизведенные МарсГен-61850, В.

$$\bar{I}_2 = \frac{1}{3} (\bar{I}_A + \bar{I}_B \cdot e^{j4\pi/3} + \bar{I}_C \cdot e^{j2\pi/3}) \quad (47)$$

где  $\bar{I}_A, \bar{I}_B, \bar{I}_C$  – векторы фазных токов, воспроизведенные МарсГен-61850, А.

Примечания:

1. Для расчета по формулам (46) и (47) рекомендуется применять комплексное представление векторов линейных напряжений и фазных токов, задаваемых в ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов», управляющем работой МарсГен-61850.

2. В ПО «Редактор-синтезатор электроэнергетических сигналов» задаются параметры фазных напряжений, поэтому для расчетов необходим пересчет к системе междуфазных (линейных) напряжений; рекомендуется использовать векторную диаграмму.

– активная фазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $P_{\phi(n)_{\text{ф}}}$ , Вт:

$$P_{\phi(n)_{\text{ф}}} = U_{(n)\phi} \cdot I_{(n)\phi} \cdot \cos \varphi_{UI(n)\phi} \quad (48)$$

где  $U_{(n)\phi}$  – СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного напряжения, воспроизведенное МарсГен-61850, В;

$I_{(n)\phi}$  – СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного тока, воспроизведенное МарсГен-61850, А;

$\varphi_{UI(n)\phi}$  – значение угла фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и тока, воспроизведенное МарсГен-61850, °.

– активная трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $P_{(n)_{\text{тр}}}$ , Вт:

$$P_{(n)_{\text{тр}}} = P_{(n)A_{\text{тр}}} + P_{(n)B_{\text{тр}}} + P_{(n)C_{\text{тр}}} \quad (49)$$

где  $P_{(n)A_{\text{тр}}}, P_{(n)B_{\text{тр}}}, P_{(n)C_{\text{тр}}}$  – эталонные значения активной фазной мощности  $n$ -ой гармонической составляющей по фазе А, В и С, рассчитанные по формуле (48), Вт.

– реактивная фазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $Q_{\phi(n)_{\text{ф}}}$ , вар:

$$Q_{\phi(n)_{\text{ф}}} = U_{(n)\phi} \cdot I_{(n)\phi} \cdot \sin \varphi_{UI(n)\phi} \quad (50)$$

где  $U_{(n)\phi}$  – СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного напряжения, воспроизведенное МарсГен-61850, В;

$I_{(n)\phi}$  – СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного тока, воспроизведенное МарсГен-61850, А;

$\varphi_{UI(n)\phi}$  – значение угла фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и тока, воспроизведенное МарсГен-61850, °.

– реактивная трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $Q_{(n)_{\text{тр}}}$ , вар:

$$Q_{(n)_{\text{тр}}} = Q_{(n)A_{\text{тр}}} + Q_{(n)B_{\text{тр}}} + Q_{(n)C_{\text{тр}}} \quad (51)$$

где  $Q_{(n)A_{\text{тр}}}, Q_{(n)B_{\text{тр}}}, Q_{(n)C_{\text{тр}}}$  – эталонные значения реактивной фазной мощности  $n$ -ой гармонической составляющей по фазе А, В и С, рассчитанные по формуле (50), вар.

– полная фазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $S_{\phi(n)_{\text{ф}}}$ , В·А:

$$S_{\phi(n)_{\text{ф}}} = U_{(n)\phi} \cdot I_{(n)\phi} \quad (52)$$

где  $U_{(n)\phi}$  – СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного напряжения, воспроизведенное МарсГен-61850, В;

$I_{(n)\phi}$  – СКЗ  $n$ -ой гармонической составляющей фазного, воспроизведенное МарсГен-61850, А.

– полная трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $S_{(n)_{\text{тр}}}$ , В·А:

$$S_{(n)_{\text{тр}}} = S_{(n)A_{\text{тр}}} + S_{(n)B_{\text{тр}}} + S_{(n)C_{\text{тр}}} \quad (53)$$

где  $S_{(n)A_{ст}}$ ,  $S_{(n)B_{ст}}$ ,  $S_{(n)C_{ст}}$  – эталонные значения полной фазной мощности  $n$ -ой гармонической составляющей по фазе А, В и С, рассчитанные по формуле (52), В.А.

– коэффициент временного перенапряжения  $K_{перU_{ст}}$

$$K_{перU_{ст}} = \frac{U_{пер}}{U_{ном}} \quad (54)$$

где  $U_{пер}$  – значение напряжения переменного тока при перенапряжении, воспроизведенное МарсГен-61850, В;

$U_{ном}$  – значение номинального напряжения устройства, В.

#### 11.4 Формулы расчета погрешностей измерений:

– абсолютная погрешность измерений:

$$\Delta = X_{изм} - X_{ст} \quad (55)$$

где  $X_{изм}$  – значение параметра, измеренное устройством;

$X_{ст}$  – эталонное значение параметра.

– относительная погрешность измерений:

$$\delta = \frac{X_{изм} - X_{ст}}{X_{ст}} \cdot 100 \quad (56)$$

где  $X_{изм}$  – значение параметра, измеренное устройством;

$X_{ст}$  – эталонное значение параметра.

– приведенная погрешность измерений:

$$\gamma = \frac{X_{изм} - X_{ст}}{X_{норм}} \cdot 100 \quad (57)$$

где  $X_{изм}$  – значение параметра, измеренное устройством;

$X_{ст}$  – эталонное значение параметра;

$X_{норм}$  – нормирующее значение параметра.

– абсолютная основная погрешность хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме:

$$\Delta T_{сут} = \frac{t_2 - t_1}{t_{н2} - t_{н1}} \cdot 86400 \quad (58)$$

где  $t_1$  – смещение формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника при синхронизации по протоколу РТР в начале испытаний, с;

$t_2$  – смещение формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника при синхронизации по протоколу РТР в конце испытаний, с;

$t_{н1}$  – значение времени UTC (SU) в начале испытаний, с;

$t_{н2}$  – значение времени UTC (SU) в конце испытаний, с;

Время проверки отсутствия самохода  $\Delta t$ , мин, рассчитанного по формуле (59):

$$\Delta t \geq \frac{C \cdot 10^6}{k \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}} \quad (59)$$

где  $k$  – постоянная счетчика, имп./кВт·ч (имп./квар·ч).

$C$  равно:

– 300 для счетчиков класса точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012;

– 200 для счетчиков класса точности 0,5S по ГОСТ 31819.22-2012;

– 160 для счетчиков класса точности 1 по ГОСТ 31819.23-2012; для счетчиков класса точности 0,5 по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020.

Счетчик подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если:

1) при проверке стартового тока (порога чувствительности) счетчик начинает и продолжает регистрировать показания активной и реактивной электрической энергии;

2) при определении относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений (активной трехфазной энергии  $W_P$ , активной трехфазной энергии основной частоты  $W_{P(1)}$ , активной трехфазной энергии прямой последовательности  $W_{P1}$ , реактивная трехфазной энергии  $W_Q$ , реактивной трехфазной энергии основной частоты  $W_{Q(1)}$ , реактивной трехфазной энергии прямой последовательности  $W_{Q1}$ ) полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, указанных в таблицах 3 – 8;

3) при определении погрешностей измерений (для модификаций счетчиков с индексами ...-Q (A)-..., ...-Q (S)-...):

– показателей качества электроэнергии: среднее квадратическое значение напряжения  $U$ , отклонение частоты  $\Delta f$ , суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения  $K_U$ , коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения  $K_{U(n)}$ , коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности  $K_{2U}$ , коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности  $K_{0U}$ , установившееся отклонение напряжения  $\delta U_p$ , положительное отклонение напряжения  $\delta U_{(+)}$ , отрицательное отклонение напряжения  $\delta U_{(-)}$ , среднее квадратическое значение  $n$ -й гармонической составляющей напряжения  $U_{(n)}$ , среднее квадратическое значение  $m$ -й интергармонической составляющей напряжения  $U_{(m)}$ , коэффициент  $m$ -й интергармонической составляющей напряжения  $K_{U(m)}$ ;

– параметров напряжения: среднее квадратическое значение напряжения основной частоты  $U_{(1)}$ , среднее квадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты  $U_1$ , среднее квадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты  $U_0$ , среднее квадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты  $U_2$ , угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты  $\varphi_U$ , угол фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазных напряжений  $\varphi_{U(n)}$ , частота переменного тока  $f$ ;

– параметров тока: среднее квадратическое значение силы фазного тока  $I$ , среднее квадратическое значение силы фазного тока основной частоты  $I_{(1)}$ , среднее квадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты  $I_1$ , среднее квадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты  $I_0$ , среднее квадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты  $I_2$ , среднее квадратическое значение  $n$ -й гармонической составляющей тока  $I_{(n)}$ , среднее квадратическое значение  $m$ -й интергармонической составляющей тока  $I_{(m)}$ , суммарный коэффициент гармонических составляющих тока  $K_I$ , коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей тока  $K_{I(n)}$ , коэффициент  $m$ -й интергармонической составляющей тока  $K_{I(m)}$ , коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности  $K_{0I}$ , коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности  $K_{2I}$ , угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты  $\varphi_I$ , угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты  $\varphi_{UI}$ , угол фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока  $\varphi_{U(n)I(n)}$ , угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности  $\varphi_{U1I1}$ , угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности  $\varphi_{U0I0}$ , угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности  $\varphi_{U2I2}$ ;

– параметров электрической мощности: активная фазная, трехфазная мощность  $P_\phi$ ,  $P$ , активная фазная, трехфазная мощность основной частоты  $P_{\phi(1)}$ ,  $P_{(1)}$ , активная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $P_1$ , активная мощность обратной последова-

тельности напряжения и тока  $P_2$ , активная мощность нулевой последовательности напряжения и тока  $P_0$ , активная фазная и трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $P_{\phi(n)}, P_{(n)}$ , реактивная фазная, трехфазная мощность  $Q_{\phi}, Q$ , реактивная фазная, трехфазная мощность основной частоты  $Q_{\phi(1)}, Q_{(1)}$ , реактивная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $Q_1$ , реактивная мощность обратной последовательности напряжения и тока  $Q_2$ , реактивная мощность нулевой последовательности напряжения и тока  $Q_0$ , реактивная фазная и трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $Q_{\phi(n)}, Q_{(n)}$ , полная фазная, трехфазная мощность  $S_{\phi}, S$ , полная фазная, трехфазная мощность основной частоты  $S_{\phi(1)}, S_{(1)}$ , полная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $S_0$ , полная мощность прямой последовательности напряжения и тока  $S_1$ , полная мощность обратной последовательности напряжения и тока  $S_2$ , полная фазная и трехфазная мощность  $n$ -ой гармонической составляющей  $S_{\phi(n)}, S_{(n)}$ , коэффициент мощности фазный и трехфазный КР, полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, указанных в таблицах А.4, А.6.

4) при определении абсолютных погрешностей измерений характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений, полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, указанных в таблицах А.4.

5) при определении относительной погрешности измерений кратковременной и длительной дозы фликера, полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, указанных в таблицах А.4.

6) при определении основных погрешностей преобразований параметров напряжения и силы переменного тока, угла фазового сдвига, частоты переменного тока (для счетчиков с функцией преобразований SV потоков - модификация счетчиков с индексом «MU»), полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, указанных в таблицах А.5.

7) полученные значения абсолютного смещения формируемой шкалы времени относительно шкалы времени внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника (по протоколам NTP и RTP) не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А;

8) полученные значения абсолютной основной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда счетчик не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку счетчика прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки счетчика подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 В целях предотвращения доступа к узлам настройки (регулировки) счетчиков в местах пломбирования от несанкционированного доступа, указанных в описании типа, по завершении поверки устанавливаются пломбы, содержащие изображение знака поверки.

12.3 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измерительных каналов, измеряемых величин выполнена поверка.

12.4 По заявлению владельца счетчика или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда счетчик подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на счетчик знака поверки, и (или) внесением в паспорт счетчика записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.5 По заявлению владельца счетчика или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда счетчик не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.6 Протоколы поверки устройства оформляются по произвольной форме.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Основные метрологические характеристики счетчиков

Таблица А.1 – Метрологические характеристики счетчиков с аналоговыми цепями тока и напряжения

Наименование характеристики	Значение
Тип включения цепей тока	трансформаторное
Тип включения цепей напряжения	трансформаторное непосредственное
Номинальное фазное/линейное напряжение $U_{ном}$ , В <sup>1)</sup>	3×57,7/100; 3×220/380; 3×230/400
Номинальный ток $I_{ном}$ (максимальный ток $I_{max}$ ), А <sup>1)</sup>	1 (1,5); 1 (2) <sup>2)</sup> ; 5 (7,5); 5 (10) <sup>2)</sup>
Номинальная частота сети $f_{ном}$ , Гц	50
Стартовый ток (чувствительность) при измерениях активной и реактивной электрической энергии, $I_{ст}$ , % от $I_{ном}$	0,1
Расширенный рабочий диапазон напряжения при измерениях активной и реактивной электрической энергии, В	от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$
Классы точности при измерении активной электрической энергии по ГОСТ 31819.22-2012	0,2S; 0,5S
Классы точности при измерении реактивной электрической энергии: – по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020 – по ГОСТ 31819.23-2012	0,5 <sup>3)</sup> 1,0
Постоянная счетчика для оптических импульсных выходов для модификации ...-Ext-..., имп./кВт·ч (имп./квар·ч): – для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В рабочий режим (А) испытательный режим (В) – для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×57,7/100 рабочий режим (А) испытательный режим (В) – для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В рабочий режим (А) испытательный режим (В) – для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×57,7/100 В рабочий режим (А) испытательный режим (В)	6250 220000  25000 880000  1250 45000  5000 175000

Наименование характеристики	Значение
<p>Постоянная счетчика для электрических импульсных испытательных выходов для модификации ...-Ext-..., имп./кВт·ч (имп./квар·ч):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В</li> <li>– для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×57,7/100</li> <li>– для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В</li> <li>– для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×57,7/100 В</li> </ul>	<p>220000</p> <p>880000</p> <p>45000</p> <p>175000</p>
<p>Постоянная счетчика для оптических импульсных выходов для всех модификаций, кроме ...-Ext-..., имп./кВт·ч (имп./квар·ч):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В <ul style="list-style-type: none"> <li>рабочий режим (А)</li> <li>испытательный режим (В)</li> </ul> </li> <li>– для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×57,7/100 <ul style="list-style-type: none"> <li>рабочий режим (А)</li> <li>испытательный режим (В)</li> </ul> </li> <li>– для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В <ul style="list-style-type: none"> <li>рабочий режим (А)</li> <li>испытательный режим (В)</li> </ul> </li> <li>– для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×57,7/100 В <ul style="list-style-type: none"> <li>рабочий режим (А)</li> <li>испытательный режим (В)</li> </ul> </li> </ul>	<p>8300</p> <p>293000</p> <p>33500</p> <p>1170000</p> <p>1660</p> <p>60000</p> <p>6650</p> <p>233000</p>
<p>Постоянная счетчика для электрических импульсных испытательных выходов для всех модификаций, кроме ...-Ext-..., имп./кВт·ч (имп./квар·ч):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В</li> <li>– для модификаций с номинальным током 1 А и напряжением 3×57,7/100</li> <li>– для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×220/380 В или 3×230/400 В</li> <li>для модификаций с номинальным током 5 А и напряжением 3×57,7/100 В</li> </ul>	<p>293000</p> <p>1170000</p> <p>60000</p> <p>233000</p>
Метрологические характеристики измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии	таблица А.4
Порядок гармоник <i>n</i> при измерениях ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии	от 2 до 50 включ.
Порядок интергармоник <i>m</i> при измерениях ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии	от 1 до 49 включ.

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

Таблица А.2 – Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений при симметричной нагрузке и номинальном напряжении для счетчиков класса точности 0,5

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

Таблица А.3 – Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений при однофазной нагрузке и номинальном напряжении для счетчиков класса точности 0,5

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

Таблица А.4 – Метрологические характеристики измерений ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, электрической энергии счетчиков с индексами «Q (A)», «Q (S)» в модификации

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Показатели качества электроэнергии			
Среднеквадратическое значение напряжения $U$ , В	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^2$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Отклонение частоты $\Delta f$ , Гц	от -7,5 до 7,5	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения $K_U$ , %	от 0,1 до 30	$\pm 0,05 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_U < U_{ном}/U_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_U \geq U_{ном}/U_{(1)}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент $n$ -й гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ , %	от 0,05 до 30	$\pm 0,05 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_{U(n)} < U_{ном}/U_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_{U(n)} \geq U_{ном}/U_{(1)}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности $K_{2U}$ , %	от 0 до 30	$\pm 0,15$ ( $\Delta$ ) $\pm 0,3$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности $K_{0U}$ , %	от 0 до 30	$\pm 0,15$ ( $\Delta$ ) $\pm 0,3$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Длительность провала напряжения $\Delta t_n$ , с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Длительность прерывания напряжения $\Delta t_{пр}$ , с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Глубина провала напряжения $\delta U_n$ , %, прерывания напряжения $\delta U_{пр}$ , %	от 0 до 100	$\pm 0,2$ ( $\Delta$ ) $\pm 1,0$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Остаточное напряжение при провале и прерывании напряжения, В	от 0 до $1,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,2$ ( $\Delta$ ) $\pm 1,0$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Длительность временного перенапряжения $\Delta U_{перU}$ , с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$ , отн. ед.	от 1,0 до 2,0 для модификации ...-R-... от 1,0 до 1,5 для всех модификаций, кроме ...-R-...	$\pm 0,002$ ( $\Delta$ ) $\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Кратковременная доза фликера $P_{St}$ , отн. ед.	от 0,2 до 10 от 0,4 до 4	$\pm 5$ ( $\delta$ ) $\pm 5$ ( $\delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Длительная доза фликера $P_{Lst}$ , отн. ед.	от 0,2 до 10 от 0,4 до 4	$\pm 5$ ( $\delta$ ) $\pm 5$ ( $\delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Установившееся отклонение напряжения $\delta U_{уст}$ , %	от -90 до 100 для модификации ...-R-... от -90 до 50 для всех модификаций, кроме ...-R-...	$\pm 0,1$ ( $\Delta$ ) $\pm 0,2$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$ , %	от 0 до 100 для модификации ...-R-... от 0 до 50 для всех модификаций, кроме ...-R-...	$\pm 0,1$ ( $\Delta$ ) $\pm 0,2$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$ , %	от 0 до 90	$\pm 0,1$ ( $\Delta$ ) $\pm 0,2$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение $n$ -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$ , В	от $0,0005 \cdot U_{ном}$ до $0,3 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,05$ ( $\gamma$ ) при $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{ном}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$ $\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) при $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{ном}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Среднеквадратическое значение $m$ -й интергармонической составляющей напряжения $U_{(m)}$ , В	от $0,0005 \cdot U_{ном}$ до $0,3 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,05$ ( $\gamma$ ) при $U_{(m)} < 0,01 \cdot U_{ном}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $U_{(m)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$	...-Q (A)-...  ...-Q (S)-...
Коэффициент $m$ -й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$ , %	от 0,05 до 30	$\pm 0,05 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_{U(m)} < U_{ном}/U_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_{U(m)} \geq U_{ном}/U_{(1)}$  $\pm 0,1 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_{U(m)} < U_{ном}/U_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_{U(m)} \geq U_{ном}/U_{(1)}$	...-Q (A)-...  ...-Q (S)-...
<b>Параметры напряжения</b>			
Среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$ , В	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты $U_1$ , В	от 0 до $U_{макс}^{2)}$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты $U_0$ , В	от 0 до $U_{макс}^{2)}$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты $U_2$ , В	от 0 до $U_{макс}^{2)}$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты $\varphi_U$ , °	от -180 до +180	$\pm 0,1$ ( $\Delta$ ) $\pm 0,2$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Угол фазового сдвига между $n$ -ми гармоническими составляющими фазных напряжений $\varphi_{(n)}$ , °	от -180 до +180	$\pm 2$ ( $\Delta$ ) $\pm 3$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Частота переменного тока $f$ , Гц	от 42,5 до 57,5	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Параметры тока			
Среднеквадратическое значение силы фазного тока $I$ , А	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{1)}$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты $I_{f_1}$ , А	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{1)}$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты $I_1$ , А	от 0 до $I_{max}^{1)}$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты $I_0$ , А	от 0 до $I_{max}^{1)}$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты $I_2$ , А	от 0 до $I_{max}^{1)}$	$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) $\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Среднеквадратическое значение $n$ -й гармонической составляющей тока $I_{(n)}$ , А	от $0,0005 \cdot I_{ном}$ до $0,5 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,05$ ( $\gamma$ ) при $I_{(n)} < 0,03 \cdot I_{ном}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $I_{(n)} \geq 0,03 \cdot I_{ном}$ $\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) при $I_{(n)} < 0,03 \cdot I_{ном}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $I_{(n)} \geq 0,03 \cdot I_{ном}$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Среднеквадратическое значение $m$ -й интергармонической составляющей тока $I_{(m)}$ , А	от $0,0005 \cdot I_{ном}$ до $0,5 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,05$ ( $\gamma$ ) при $I_{(m)} < 0,03 \cdot I_{ном}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $I_{(m)} \geq 0,03 \cdot I_{ном}$	...-Q (A)-...
		$\pm 0,1$ ( $\gamma$ ) при $I_{(m)} < 0,03 \cdot I_{ном}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $I_{(m)} \geq 0,03 \cdot I_{ном}$	...-Q (S)-...
Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока $K_I$ , %	от 0,1 до 100	$\pm 0,05 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_I < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_I \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$	...-Q (A)-...
		$\pm 0,1 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_I < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_I \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$	...-Q (S)-...
Коэффициент $n$ -й гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$ , %	от 0,05 до 50	$\pm 0,05 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_{I(n)} < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_{I(n)} \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$	...-Q (A)-...
		$\pm 0,1 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_{I(n)} < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_{I(n)} \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$	...-Q (S)-...
Коэффициент $m$ -й интергармонической составляющей тока $K_{I(m)}$ , %	от 0,05 до 50	$\pm 0,05 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_{I(m)} < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_{I(m)} \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$	...-Q (A)-...
		$\pm 0,1 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ( $\Delta$ ) при $K_{I(m)} < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ $\pm 5$ ( $\delta$ ) при $K_{I(m)} \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$	...-Q (S)-...
Коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности $K_{0I}$ , %	от 0 до 50	$\pm 0,15$ ( $\Delta$ ) $\pm 0,3$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности $K_{2I}$ , %	от 0 до 50	$\pm 0,15$ ( $\Delta$ ) $\pm 0,3$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты $\varphi_{\phi}$ , °	от -180 до +180	$\pm 0,5$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты $\varphi_{U\phi}$ , °	от -180 до +180	$\pm 0,5$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между $l$ -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{U(l)I(l)}$ , °	от -180 до +180	$\pm 5$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности $\varphi_{U(1)I(1)}$ , °	от -180 до +180	$\pm 0,3$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности $\varphi_{U(0)I(0)}$ , °	от -180 до +180	$\pm 3$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности $\varphi_{U(2)I(2)}$ , °	от -180 до +180	$\pm 3$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
<b>Параметры электрической мощности</b>			
Активная фазная, трехфазная мощность $P_{\phi}$ , $P$ , Вт	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{2)}$ от $0,01 I_{ном}$ до $I_{max}^{1)}$ $0,25 \leq  K_{\rho}  \leq 1$	$\pm 0,2$ ( $\delta$ ) при $P_{\phi} (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2$ ( $\gamma$ ) при $P_{\phi} (P) > P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,5$ ( $\delta$ ) при $P_{\phi} (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,5$ ( $\gamma$ ) при $P_{\phi} (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-...  ...-Q (S)-...

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Активная фазная, трехфазная мощность основной частоты $P_{\phi(i)}$ , $P_{(i)}$ , Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq  K_p  \leq 1$	$\pm 0,2$ ( $\delta$ ) при $P_{\phi} (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2$ ( $\gamma$ ) при $P_{\phi} (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-...
Активная мощность прямой последовательности напряжения и тока $P_1$ , Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq  K_p  \leq 1$	$\pm 0,2$ ( $\delta$ ) при $P_{\phi} (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2$ ( $\gamma$ ) при $P_{\phi} (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Активная мощность обратной последовательности напряжения и тока $P_2$ , Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq  K_p  \leq 1$	$\pm 0,2$ ( $\delta$ ) при $P_{\phi} (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2$ ( $\gamma$ ) при $P_{\phi} (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Активная мощность нулевой последовательности напряжения и тока $P_0$ , Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq  K_p  \leq 1$	$\pm 0,2$ ( $\delta$ ) при $P_{\phi} (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2$ ( $\gamma$ ) при $P_{\phi} (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Активная фазная и трехфазная мощность $n$ -ой гармонической составляющей $P_{\phi(n)}$ , $P_{(n)}$ , Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{макс}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ $0,25 \leq  K_p  \leq 1$	$\pm 0,2$ ( $\delta$ ) при $P_{\phi} (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2$ ( $\gamma$ ) при $P_{\phi} (P) > P_{фном} (P_{ном})$	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...

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

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Реактивная фазная и трехфазная мощность $n$ -ой гармонической составляющей $Q_{\phi(n)}$ , $Q_{(n)}$ , вар	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{(2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{(1)}$ $0,25 \leq  K_Q  \leq 1$	$\pm 0,5$ ( $\delta$ ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ ( $\gamma$ ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-...
Полная фазная, трехфазная мощность $S_{\phi}$ , $S$ , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{(2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{(1)}$	$\pm 0,5$ ( $\delta$ ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ ( $\gamma$ ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-...  ...-Q (S)-...
Полная фазная, трехфазная мощность основной частоты $S_{\phi(f)}$ , $S(f)$ , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{(2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{(1)}$	$\pm 0,5$ ( $\delta$ ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ ( $\gamma$ ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-...  ...-Q (S)-...
Полная мощность прямой последовательности напряжения и тока $S_0$ , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{(2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{(1)}$	$\pm 0,5$ ( $\delta$ ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ ( $\gamma$ ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-...  ...-Q (S)-...
Полная мощность прямой последовательности напряжения и тока $S_1$ , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{(2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{(1)}$	$\pm 0,5$ ( $\delta$ ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ ( $\gamma$ ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-...  ...-Q (S)-...

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Полная мощность обратной последовательности напряжения и тока $S_2$ , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{1)}$	$\pm 0,5$ ( $\delta$ ) при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ ( $\gamma$ ) при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-...
		$\pm 1,0$ ( $\delta$ ) при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ ( $\gamma$ ) при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (S)-...
Полная фазная и трехфазная мощность $n$ -ой гармонической составляющей $S_{\phi(n)}, S_{(n)}$ , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{1)}$	$\pm 0,5$ ( $\delta$ ) при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ ( $\gamma$ ) при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (A)-...
		$\pm 1,0$ ( $\delta$ ) при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 1,0$ ( $\gamma$ ) при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$	...-Q (S)-...
Коэффициент мощности фазный и трехфазный $K_p$	от -1 до 1	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	...-Q (A)-... ...-Q (S)-...
Параметры электрической энергии			
Активная трехфазная энергия $W_p$ , кВт·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{1)}$ $0,25 \leq \cos \phi \leq 1$ (инд., емк.)	Класс точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012	...-02-...
		Класс точности 0,5S по ГОСТ 31819.22-2012	...-05-...
Активная трехфазная энергия основной частоты $W_{p(f)}$ , кВт·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{2)}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{1)}$ $0,25 \leq \cos \phi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012	...-02-...
		Показатели точности соответствуют классу точности 0,5S по ГОСТ 31819.22-2012	...-05-...
Активная трехфазная энергия прямой последовательности $W_{p1}$ , кВт·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{1)}$ $0,25 \leq \cos \phi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012	...-02-...
		Показатели точности соответствуют классу точности 0,5S по ГОСТ 31819.22-2012	...-05-...

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
Реактивная трехфазная энергия $W_Q$ , квар·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 0,5 от $0,02 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 1 $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Класс точности 0,5 по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020  Класс точности 1 по ГОСТ 31819.23-2012	...-02-...  ...-05-...
Реактивная трехфазная энергия основной частоты $W_{Q(0)}$ , квар·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 0,5 от $0,02 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 1 $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,5 по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020  Показатели точности соответствуют классу точности 1 по ГОСТ 31819.23-2012	...-02-...  ...-05-...
Реактивная трехфазная энергия прямой последовательности $W_{Q1}$ , квар·ч	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 0,5 от $0,02 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}^{1)}$ для КТ 1 $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,5 по ТУ 26.51.63-030-89466010-2020  Показатели точности соответствуют классу точности 1 по ГОСТ 31819.23-2012	...-02-...  ...-05-...

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
-----------------------------	--------------------	---	----------------------

1) Верхний предел измерений силы тока  $I_{\text{макс}}$ :

– для модификации с расширенным диапазоном измерений (...-R-...)

$$I_{\text{макс}} = 2 \cdot I_{\text{ном}}$$

– для остальных модификаций  $I_{\text{макс}} = 1,5 \cdot I_{\text{ном}}$

2) Верхний предел измерений напряжения  $U_{\text{макс}}$ :

– для модификации с расширенным диапазоном измерений (...-R-...)

$$U_{\text{макс}} = 2 \cdot U_{\text{ном}}$$

– для остальных модификаций  $U_{\text{макс}} = 1,5 \cdot U_{\text{ном}}$

#### Примечания.

1. Приведенные погрешности рассчитываются относительно номинальных значений, если не указано иного. Для однофазных мощностей номинальные значения составляют:

$$P_{\text{ном}} = U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$$

$$Q_{\text{ном}} = U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$$

$$S_{\text{ном}} = U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$$

Для трехфазных мощностей номинальные значения равны номинальным значениям для однофазных мощностей, умноженным на 3.

2. Измеряемые параметры ПКЭ и напряжения относятся к фазным и линейным напряжениям.

3. При измерениях гармонических и интергармонических составляющих возможен выбор методов группирования по ГОСТ 30804.4.7-2013 и ГОСТ IEC 61000-4-30-2017:
- гармонических группы, интергармонические подгруппы;
  - гармонические подгруппы, центрированные интергармонические подгруппы.
4. Среднеквадратическое значение напряжения  $U$ , среднеквадратическое значение силы фазного тока  $I$ , активная фазная, трехфазная мощность  $P_{\phi}$ ,  $P$ , реактивная фазная, трехфазная мощность  $Q_{\phi}$ ,  $Q$ , полная фазная, трехфазная мощность  $S_{\phi}$ ,  $S$  измеряются с учетом всех спектральных составляющих до 50 гармоник включительно, а также интергармоник до 49 порядка.
5. Частота  $n$ -ой гармонической составляющей определяется по формуле  $f_{(n)} = n \cdot f_{(1)}$ , частота  $m$ -ой интергармонической составляющей –  $f_{(m)} = (m + 0,5) \cdot f_{(1)}$

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ( $\delta$ , % – относительная, $\Delta$ , единицы измеряемой величины – абсолютная, $\gamma$ , % – приведенная)	Модификация счетчика
6. Измерения реактивной мощности $Q_\phi$ , $Q$ счетчик выполняет геометрическим методом: $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$			
7. В связи с тем что значения фазовых углов, получаемых при преобразовании Фурье, равные $\pi$ и $-\pi$ , соответствуют одной и той же точке комплексной плоскости ( $e^{\pm j\pi} = -1$ ), значения фазовых углов в области значений $(-180^\circ \pm \Delta)$ и $(+180^\circ \pm \Delta)$ могут менять свой знак на противоположный. Перемена знака в данной области значений не является неисправностью счетчика. Значение погрешности измерений углов фазового сдвига при этом должно рассчитываться по формуле: $ \Delta  =  \varphi_{изм}  -  \varphi_{ст} $			
8. Показатели точности ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности, нормированы в диапазоне частот от 42,5 до 57,5 Гц.			
9. Под коэффициентом мощности $K_P$ в общем случае понимается отношение активной к полной мощности: $K_P = P/S$ ; для синусоидального сигнала $K_P = \cos \varphi$ .			
10. Под коэффициентом $K_Q$ в общем случае понимается отношение реактивной к полной мощности: $K_Q = Q/S$ ; для синусоидального сигнала $K_Q = \sin \varphi$ .			
11. Класс А по ГОСТ 30804.4.7-2013 и ГОСТ IEC 61000-4-30-2017 соответствует модификации ...-02-..., класс S – модификации ...-05...			

Таблица А.5 – Метрологические характеристики преобразования аналоговых сигналов в цифровые выборки мгновенных значений напряжения и силы тока (модификации ...-02-...-MU, ...-05-...-MU)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений (преобразований) напряжения переменного тока $U$ и напряжения основной частоты $U_{(0)}$ , В	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $U_{max}^{1)}$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений (преобразований) напряжения переменного тока $U$ и напряжения основной частоты $U_{(0)}$ , %	$\pm 0,1$
Диапазон измерений (преобразований) силы переменного тока $I$ и силы тока основной частоты $I_{(0)}$ , А:	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{2)}$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений (преобразований) силы переменного тока $I$ и силы тока основной частоты $I_{(0)}$ , %, в поддиапазонах: – от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $0,05 \cdot I_{ном}$ не включ. – от $0,05 \cdot I_{ном}$ до $I_{max}^{2)}$ включ.	$\pm 1,0$ $\pm 0,1$
Диапазон измерений (преобразований) частоты переменного тока, Гц	от 42,5 до 57,5
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений (преобразований) частоты переменного тока, Гц	$\pm 0,01$
Диапазон измерений (преобразований) напряжения $n$ -й гармонической составляющей $U_{(n)}$ , В	от 0 до $0,3 \cdot U_{ном}$
Пределы допускаемой основной погрешности измерений (преобразований) напряжения $n$ -й гармонической составляющей $U_{(n)}$ : – абсолютной (при $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{ном}$ ) – относительной (при $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$ )	$\pm 0,0003 \cdot U_{ном}$ $\pm 3,0$
Диапазон измерений (преобразований) силы тока $n$ -й гармонической составляющей $I_{(n)}$ , А	от 0 до $0,5 \cdot I_{ном}$

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной погрешности измерений (преобразований) силы тока $n$ -й гармонической составляющей $I_{(n)}$ – абсолютной (при $I_{(n)} < 0,03 \cdot I_{ном}$ ) – относительной (при $I_{(n)} \geq 0,03 \cdot I_{ном}$ )	$\pm 0,0003 \cdot I_{ном}$ $\pm 3,0$
Пределы допускаемой абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) напряжения и силы тока основной частоты, гармонических составляющих напряжения и тока,	$\pm 3$
<sup>1)</sup> Верхний предел измерений напряжения $U_{макс}$ : – для модификации с расширенным диапазоном измерений (TOPAZ SM-...-Ext-...) $U_{макс} = 2 \cdot U_{ном}$ ; – для остальных модификаций $U_{макс} = 1,5 \cdot U_{ном}$ ; <sup>2)</sup> Верхний предел измерений силы тока $I_{макс}$ : – для модификации с расширенным диапазоном измерений (TOPAZ SM-...-Ext-...) $I_{макс} = 2 \cdot I_{ном}$ ; – для остальных модификаций $I_{макс} = 1,5 \cdot I_{ном}$	
Примечания. 1. Для напряжения переменного тока $U$ , силы переменного тока $I$ , гармонических составляющих напряжения $U_{(n)}$ и тока $I_{(n)}$ , напряжения $U_{(1)}$ и тока $I_{(1)}$ основной частоты указаны среднеквадратические значения соответствующих величин. 2. Напряжение $U$ и сила переменного тока $I$ измеряются с учетом всех спектральных составляющих до 50 гармоники включительно. 3. Погрешности измерений (преобразований) указаны для среднеквадратических значений силы тока и напряжения. 4. Показатели точности величин, указанных в таблице, нормированы в диапазоне частот от 42,5 до 57,5 Гц.	

Таблица А.6 – Метрологические характеристики счетчиков модификации ...-SV-...

Наименование характеристики	Значение
1. Измеряемые величины, диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей идентичны соответствующим показателям счетчиков модификаций ...-02-...-Q (A)-... при частоте дискретизации сигнала 12800 и 14400 Гц (соответственно 256 и 288 выборок за период промышленной частоты). 2. При меньших частотах дискретизации погрешности измерений величин, связанных с гармониками и интергармониками, гарантируются до следующих порядков: $n = 10$ и $m = 9$ при частоте 1000 Гц (20 выборок за период); $n = 12$ и $m = 11$ при частоте 1200 Гц (24 выборки за период); $n = 24$ и $m = 23$ при частоте 2400 Гц (48 выборок за период); $n = 48$ и $m = 47$ при частоте 4800 Гц (96 выборок за период). На показатели точности величин, не связанные с гармониками и интергармониками, в том числе класс точности счетчика активной и реактивной энергии, частота дискретизации сигнала не влияет.	