

СОГЛАСОВАНО

Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



П. С. Казаков

«13» 05 _____ 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Устройства многофункциональные релейной защиты, автоматики
и управления TOPAZ DRP-220

Методика поверки

МП-НИЦЭ-090-25

г. Москва
2025 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки	8
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	8
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	8
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	11
7 Внешний осмотр средства измерений.....	11
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	11
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	12
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	12
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	28
12 Оформление результатов поверки	39

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства многофункциональные релейной защиты, автоматики и управления TOPAZ DRP-220 (далее – устройства), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость устройства к ГЭТ 89-2008 согласно государственной поверочной схеме (далее – ГПС), утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 г. № 1706, ГЭТ 88-2014 согласно ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.03.2022 г. № 668, ГЭТ 1-2022 согласно ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360, ГЭТ 153-2019 согласно ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.07.2021 г. № 1436, ГЭТ 13-2023 согласно ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г. № 1520.

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 устройства должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

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

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

Примечания:

1. При использовании настоящей методики поверки целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов на актуальность на момент применения методики поверки.

2. Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен), то при использовании настоящей методики следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

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 по-	Да	Да	8.2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
верке и опробовании средства измерений)			
Проверка электрической прочности изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Нет	8.3
Проверка электрического сопротивления изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Нет	8.4
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Проверка стартового тока (для устройств архитектурного построения I, II)	Да	Да	10.1
Определение основной относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии (активная трехфазная энергия W_P , активная трехфазная энергия основной частоты $W_{P(1)}$, активная трехфазная энергия прямой последовательности W_{P1} , реактивная трехфазная энергия W_Q , реактивная трехфазная энергия основной частоты $W_{Q(1)}$, реактивная трехфазная энергия прямой последовательности, W_{Q1})	Да	Да	10.2
Определение погрешностей измерений: – показателей качества электроэнергии (среднеквадратическое значение напряжения U , отклонение частоты Δf , 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 δU_j , положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$, отрицательное	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	
отклонение напряжения $\delta U_{(i)}$, среднеквадратическое значение n-й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$, среднеквадратическое значение m-й интергармонической составляющей напряжения $U_{(m)}$, коэффициент m-й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$; – параметров напряжения (среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$, среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты U_1, среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты U_0, среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты U_2, угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U, частота переменного тока f); – параметров тока (среднеквадратическое значение силы фазного тока I, среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты $I_{(1)}$, среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты I_1, среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты I_0, среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты I_2, среднеквадратическое значение n-й гармонической составляющей тока $I_{(n)}$, среднеквадратическое 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}, коэффици-			

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
ент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I}, угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты φ_I, угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты φ_{UI}, угол фазового сдвига между n-ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{UI(n)}$, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности $\varphi_{UI1(I)}$, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности $\varphi_{U00(I)}$, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности $\varphi_{U22(I)}$); параметров электрической мощности (активная фазная, трехфазная мощность P_ϕ, P, активная фазная, трехфазная мощность основной частоты $P_{\phi(I)}$, $P_{(I)}$, активная мощность прямой последовательности напряжения и тока P_I, 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_ϕ, Q, реактивная фазная, трехфазная мощность основной частоты $Q_{\phi(I)}$, $Q_{(I)}$, реактивная мощность прямой последовательности напряжения и тока Q_I, 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_ϕ, S, полная фазная, трехфазная мощность основной ча-			

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
стоты $S_{\phi(1)}$, $S_{(1)}$, полная мощность прямой последовательности напряжения и тока S_I , полная мощность обратной последовательности напряжения и тока S_2 , полная мощность нулевой последовательности напряжения и тока S_0 , полная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{\phi(n)}$, $S_{(n)}$, коэффициент мощности фазный и трехфазный K_P)			
Определение абсолютных погрешностей измерений характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений (длительность провала напряжения Δt_n , глубина провала напряжения δU_n , длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перU}$, коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$, длительность прерывания напряжения $\Delta t_{пер}$)	Да	Да	10.4
Определение относительной погрешности измерений кратковременной дозы фликера P_{St} и длительной дозы фликера P_{Lt}	Да	Да	10.5
Определение абсолютного смещения формируемой шкалы времени относительно шкалы времени внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника	Да	Да	10.6
Определение абсолютной основной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме	Да	Да	10.7
Определение погрешностей измерений параметров напряжения, силы и частоты переменного тока, напряжения постоянного тока при использовании устройств в качестве РАС (для устройств архитектурного построения I, II)	Да	Да	10.8
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 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность от 45 % 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 устройства 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
Основные средства поверки		
р. 10 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы электрической мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436. Средства измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 45 до 55 Гц, при напряжении переменного тока от 46 до 265 В, силе переменного тока от 0,001 до 10 А, коэффициенте мощности от 0,25 до 1. Эталоны единицы напряжения переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706. Средства измерений напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 10 до 250 В при частоте переменного тока 50 Гц. Эталоны единицы силы переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 17.03.2022 г. № 668. Средства измерений силы переменного тока в диапазоне измерений от 0,1 до 100 А при частоте переменного тока 50 Гц. Средства измерений частоты переменного тока в диапазоне измерений от 45 до 55 Гц.	Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ», модификация «Энергомонитор-3.1КМ» П-02-010-3-0-50-1000К10 (далее – Энергомонитор-3.1КМ), рег. № 52854-13

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Эталоны единицы электрической мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436. 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 7,45 А, в диапазоне углов сдвига фазы от -180° до $+180^{\circ}$.	Калибратор переменного тока «Ресурс-К2», модификация «Ресурс-К2М» (далее – Ресурс-К2М), рег. № 31319-12 Калибратор цифровых сигналов «МарсГен-61850» (далее – МарсГен-61850), рег. № 76741-19
	Эталоны единицы национальной шкалы времени, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360. Средства измерений с пределами допускаемых смещений рабочих шкал времени относительно национальной шкалы времени $\pm 0,33$ мкс. Эталоны единицы национальной шкалы времени, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360. Средства измерений с пределами допускаемой погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме за сутки $\pm 0,13$ с.	Устройство синхронизации времени TOPAZ Метроном PTS, рег. № 72378-18
	Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520. Средства воспроизведений напряжения постоянного тока в диапазоне воспроизведений от 5 мВ до 600 В.	Калибратор универсальный 9100, рег. № 25985-03
Вспомогательные средства поверки		
р. 10 Определение метрологических характеристик	Средства воспроизведений силы переменного тока в диапазоне воспроизведений св. 100 до 200 А при частоте переменного тока 50 Гц, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 0,5$ %.	Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМTM-51, РЕТОМTM-61, исполнение РЕТОМTM-61 рег. № 77226-20
	Источники с диапазоном воспроизведений напряжения переменного тока от 46 до 265 В, диапазоном воспроизведений силы переменного тока от 0,001 до 120 А, диапазоном воспроизведений частоты переменного тока от	Источник переменного тока и напряжения трехфазный программируемый «Энергоформа-3.3-100» совместно с блоком трех-

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	45 до 55 Гц.	фазным преобразователя напряжения РЕТ-ТН (далее – Энергоформа)
	Средства измерений интервалов времени в диапазоне до 60 мин, с пределами допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 5\%$.	Секундомер электронный «СЧЕТ-2» (далее – секундомер), рег. № 70387-18
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Источники, воспроизводящие значения напряжения переменного тока 230 В при частоте переменного тока 50 Гц и значения напряжения постоянного тока 110 и 220 В.	Источник питания постоянного и переменного тока
р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений	Средства измерений напряжения переменного тока 230 В, с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 1\%$;	Мультиметр цифровой Fluke моделей 287/289 (модель Fluke 287), рег. № 38207-08
р. 10 Определение метрологических характеристик	Средства измерений частоты переменного тока 50 Гц, с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 1\%$.	
	Средства измерений напряжения постоянного тока 110 и 220 В, с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 1\%$.	
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$;	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕО-СКОП-М», рег. № 32014-11
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 45 % до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 3\%$;	
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5\text{ кПа}$.	
	Средства измерений сопротивления изоляции (на испытательное напряжение постоянного тока не ниже 500 В) с верхним пределом измерений не ниже 100 МОм, с пределами допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1\%$;	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12
	Средства измерений напряжения переменного тока с диапазоном формирования напряжения переменного тока до 2 кВ, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05\text{ кВ}$.	
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерения	Наличие интерфейсов Ethernet и USB; операционная система Windows или ОС «Альт» (Linux) с установленной программой-конфигуратором (далее – конфигуратор) «ТОPAZ DRP»	Персональный компьютер

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
ний р. 10 Определение метрологических характеристик		
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице.		

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 устройства и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Устройство допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид устройства соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- соблюдаются требования по защите устройства 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 устройство допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, устройство к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемое устройство и на применяемые средства поверки;
- выдержать устройство 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.

8.1 Контроль условий поверки

Провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование устройства

Опробование устройства проводить путем проверки работоспособности системы самодиагностики в следующей последовательности:

- 1) Подключить устройство в зависимости от модификации к источнику питания.
- 2) Включить устройство и дождаться завершения процесса самодиагностики.
- 3) Убедиться в отсутствии выявленных неисправностей по отсутствию сигнала неисправности.

Устройство допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании отсутствуют выявленные неисправности.

8.3 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводить на установке для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 действующим значением испытательного напряжения 2 кВ синусоидальной формы частотой 50 Гц в течение 1 минуты между всеми независимыми входными и выходными цепями устройства (кроме портов цифровой связи), соединенными между собой, и корпусом устройства.

Устройство допускается к дальнейшей поверке, если во время проверки электрической прочности изоляции не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции.

8.4 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить на установке для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 испытательным напряжением постоянного тока 500 В между всеми независимыми входными и выходными цепями устройства (кроме портов цифровой связи), соединенными между собой, и корпусом устройства.

Устройство допускается к дальнейшей поверке, если при проверке электрического сопротивления изоляции измеренное значение электрического сопротивления изоляции не менее 100 МОм.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку соответствия метрологически значимой части встроенного прикладного ПО проводить в следующей последовательности:

- 1) Повторить операции 1) – 3) п. 8.2.
- 2) Подключить устройство к персональному компьютеру (далее – ПК) согласно руководству по эксплуатации (далее – РЭ) на устройство и руководству пользователя (далее – РУ) на конфигуратор «ТОPAZ DRP».
- 3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.
- 4) В окне «Объектная модель» установить курсор на «Устройство РЗА» и кликнуть правой кнопкой мыши, в открывшемся меню выбрать «Загрузить конфигурацию». В появившемся окне «Менеджер загрузок» кликнуть на кнопку «Сервис», в выпадающем меню найти кнопку «Метрологически значимое ПО» и кликнуть на нее. По нажатию на эту кнопку считать идентификационные данные метрологически значимой части встроенного прикладного ПО в появившейся экранной форме.

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

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проверка стартового тока стартового тока (для устройств архитектурного построения I, II)

Проверку стартового тока проводить при помощи поверочной установки, состоящей из Энергомонитора-3.1КМ и Энергоформы, в следующей последовательности:

- 1) Повторить операции 1) – 3) п. 8.2.
- 2) Подключить устройство по трехфазной четырехпроводной схеме к поверочной установке согласно руководству по эксплуатации (далее – РЭ).

3) Подключить устройство к персональному компьютеру (далее – ПК) согласно РЭ на устройство и руководству пользователя (далее – РП) на конфигуратор «ТОPAZ DRP».

4) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.

5) Устанавливая следующие параметры испытательных сигналов, наблюдать за показаниями активной и реактивной электрической энергии, активной, реактивной и полной электрической мощности:

– для активной электрической энергии и мощности:

$$U = U_{ном}; I = 0,001 \cdot I_{ном}; \cos \varphi = 1;$$

– для реактивной электрической энергии и мощности:

$$U = U_{ном}; I = 0,001 \cdot I_{ном}; \sin \varphi = 1;$$

– для полной мощности:

$$U = U_{ном}; I = 0,001 \cdot I_{ном}.$$

6) Повторить операцию 5) для всех измерительных каналов.

10.2 Определение основной относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии (активная трехфазная энергия W_p , активная трехфазная энергия основной частоты $W_{p(1)}$, активная трехфазная энергия прямой последовательности W_{p1} , реактивная трехфазная энергия W_Q , реактивная трехфазная энергия основной частоты $W_{Q(1)}$, реактивная трехфазная энергия прямой последовательности, W_{Q1}) проводить при помощи поверочной установки (для устройств архитектурного построения I, II) или МарсГен-61850 (для устройств архитектурного построения III) в следующей последовательности:

1) Подключить устройство по трехфазной четырехпроводной схеме к поверочной установке (для устройств архитектурного построения I, II) или к МарсГен-61850 (для устройств архитектурного построения III) согласно РЭ; цифровые сигналы с МарсГен-61850 должны соответствовать аналоговой трехфазной четырехпроводной схеме.

2) Подключить устройство к ПК согласно РЭ на устройство и РП на конфигуратор «ТОPAZ DRP».

3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.

4) Поочередно установить:

– на выходе поверочной установки – сигналы в соответствии с таблицами 3 – 6 (при напряжении переменного тока $U_{ном}$ и частоте переменного тока 50 Гц) или

– на МарсГен-61850 – сигналы в соответствии с таблицами 3 – 5 (при напряжении переменного тока $U_{ном}$ и частоте переменного тока 50 Гц).

Примечания:

1. Перед началом воспроизведения каждого сигнала фиксировать значения электрической энергии, накопленной устройством.

2. Момент начала и прекращения воспроизведения каждого сигнала фиксировать секундомером.

3. Время воспроизведения каждого сигнала выбирать таким образом, чтобы изменение показаний электрической энергии на устройстве было достаточным для определения значений основной относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии.

Таблица 3 – Испытательные сигналы для определения основной относительной погрешности измерений активной энергии прямого и обратного направлений при симметричной нагрузке

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	Коэффициент мощности $\cos \varphi$	Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении 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	$I_{номк}$	1	$\pm 0,2$
5	$0,02 \cdot I_{ном}$	0,5L	$\pm 0,5$
6	$0,10 \cdot I_{ном}$	0,5L	$\pm 0,3$

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	Коэффициент мощности $\cos \varphi$	Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении активной электрической энергии, %
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	$0,10 \cdot I_{ном}$	0,8C	$\pm 0,3$
11	$I_{ном}$	0,8C	$\pm 0,3$
12	$I_{макс}$	0,8C	$\pm 0,3$
13	$0,10 \cdot I_{ном}$	0,25L	$\pm 0,5$
14	$I_{ном}$	0,25L	$\pm 0,5$
15	$I_{макс}$	0,25L	$\pm 0,5$
16	$0,10 \cdot I_{ном}$	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 основной относительной погрешности измерений активной энергии прямого и обратного направлений при однофазной нагрузке

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	Коэффициент мощности $\cos \varphi$	Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении 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 каждого измерительного канала устройств.
2 Знаком «L» обозначена индуктивная нагрузка.

Таблица 5 – Испытательные сигналы для определения основной относительной погрешности измерений реактивной энергии прямого и обратного направлений при симметричной нагрузке

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	$\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении реактивной электрической энергии, %
1	$0,02 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,75$
2	$0,05 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,50$
3	$I_{ном}$	1	$\pm 0,50$
4	$I_{макс}$	1	$\pm 0,50$
5	$0,05 \cdot I_{ном}$	0,5	$\pm 0,75$
6	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,5	$\pm 0,50$
7	$I_{ном}$	0,5	$\pm 0,50$
8	$I_{макс}$	0,5	$\pm 0,50$
9	$0,1 \cdot I_{ном}$	0,25	$\pm 0,75$
10	$I_{ном}$	0,25	$\pm 0,75$
11	$I_{макс}$	0,25	$\pm 0,75$

Таблица 6 – Испытательные сигналы для определения основной относительной погрешности измерений реактивной энергии прямого и обратного направлений при однофазной нагрузке

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

5) После воспроизведения каждого сигнала зафиксировать значения активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений после подачи каждого сигнала, измеренные устройством, в конфигураторе «ТОPAZ DRP».

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

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

8) Повторить операции 4) – 8) для всех измерительных каналов.

Примечание – Для устройств архитектурного построения I, II определение относительной основной погрешности активной трехфазной энергии W_P и реактивной трехфазной энергии W_Q допускается проводить методом измерений частоты следования импульсов, поступающих в поверочную установку с выхода дискретных сигналов устройства, настроенного как электрический испытательный выход, при этом погрешность определяется по показаниям встроенного вычислителя погрешности поверочной установки. Число импульсов должно составлять не менее 10.

10.3 Определение погрешностей измерений показателей качества электроэнергии (далее – ПКЭ) (среднеквадратическое значение напряжения U , отклонение частоты Δf , 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 δU , положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$, отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$, среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$, среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей напряжения $U_{(m)}$, коэффициент m -й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$; параметров напряжения (среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$, среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты U_1 , среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты U_0 , среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты U_2 , угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U , частота переменного тока f); параметров тока (среднеквадратическое значение силы фазного тока I , среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты $I_{(1)}$, среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты I_1 , среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты I_0 , среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты I_2 , среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей тока $I_{(n)}$, среднеквадратическое 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 φ_I , угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты $\varphi_{U/I}$, угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{U/I(n)}$, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности $\varphi_{U1/I(1)}$, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности $\varphi_{U0/I(1)}$, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности $\varphi_{U2/I(1)}$; параметров электрической мощности (активная фазная, трехфазная мощность P_ϕ , 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_ϕ , 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_ϕ , S , полная фазная, трехфазная мощность основной частоты $S_{\phi(1)}$, $S_{(1)}$, полная мощность прямой последовательности напряжения и тока S_1 , полная мощность обратной последовательности напряжения и тока S_2 , полная мощность нулевой последовательности напряжения и тока S_0 , полная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{\phi(n)}$, $S_{(n)}$, коэффициент мощности фазный и трехфазный K_p) проводить в следующей последовательности:

- 1) Подключить устройство к Ресурс-К2М (для устройств архитектурного построения I, II) или к МарсГен-61850 (для устройств архитектурного построения III) согласно РЭ.
- 2) Подключить устройство к ПК согласно РЭ на устройство и РП на конфигуратор «ТОPAZ DRP».
- 3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.
- 4) Поочередно установить на выходе Ресурс-К2М или МарсГен-61850 сигналы в соответствии с таблицами 7 или 8.

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

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

Параметр	Номер испытательного сигнала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$K_{I(m)B}, \%$	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 3 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 4 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 2 по табл. 12
$K_{I(m)C}, \%$	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 3 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 4 по табл. 12	Тип 1 по табл. 12	Тип 2 по табл. 12

Таблица 9 – Гармонические составляющие напряжения

Номер гармоники	Характеристики n-х гармонических составляющих напряжения (коэффициенты n-х гармонических составляющих напряжения $K_{I(n)}$, %; начальные фазы n-х гармонических составляющих фазных напряжений относительно одноименных фазных напряжений основной частоты, °)									
	Тип 1		Тип 2		Тип 3		Тип 4		Тип 5	
	$K_{I(n)}, \%$	Фаза, °	$K_{I(n)}, \%$	Фаза, °	$K_{I(n)}, \%$	Фаза, °	$K_{I(n)}, \%$	Фаза, °	$K_{I(n)}, \%$	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

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, °
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
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 10 – Интергармонические составляющие напряжения

Номер интергармоники	Коэффициент m-й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$, %			
	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

Номер интергармоники	Коэффициент m-й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$, %			
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
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
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

Примечания:

1. Начальные фазы m-х интергармонических составляющих фазных напряжений относительно одноименных фазных напряжений основной составляющей равны 0° .

2. Номера интергармоник приведены в соответствии с нумерацией по документации н Ресурс-К2М, для формирования сигнала на МарсГен-61850 номер интергармоники в таблице нужно увеличить на 0,5.

Таблица 11 – 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 $\varphi_{U/I(n)}$, $^\circ$)									
	Тип 1		Тип 2		Тип 3		Тип 4		Тип 5	
	$K_{I(n)}$, %	$\varphi_{U/I(n)}$, $^\circ$	$K_{I(n)}$, %	$\varphi_{U/I(n)}$, $^\circ$	$K_{I(n)}$, %	$\varphi_{U/I(n)}$, $^\circ$	$K_{I(n)}$, %	$\varphi_{U/I(n)}$, $^\circ$	$K_{I(n)}$, %	$\varphi_{U/I(n)}$, $^\circ$
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

Номер гармоники	Характеристики n-х гармонических составляющих тока (коэффициенты n-х гармонических составляющих тока K_{Inj} , %; углы фазового сдвига между n-ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{U/Inj}$, °)									
	Тип 1		Тип 2		Тип 3		Тип 4		Тип 5	
	K_{Inj} , %	$\varphi_{U/Inj}$, °	K_{Inj} , %	$\varphi_{U/Inj}$, °	K_{Inj} , %	$\varphi_{U/Inj}$, °	K_{Inj} , %	$\varphi_{U/Inj}$, °	K_{Inj} , %	$\varphi_{U/Inj}$, °
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
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 12 – Интергармонические составляющие тока

Номер интергармоники	Коэффициент m-й интергармонической составляющей тока K_{Im} , %			
	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

Номер интергармоники	Коэффициент m-й интергармонической составляющей тока $K_{I(m)}$, %			
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
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
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

Примечания:

1. Углы фазового сдвига между m-ми интергармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{U(m)}$ равны 0 °.

2. Номера интергармоник приведены в соответствии с нумерацией по документации на Ресурс-К2М, для формирования сигнала на МарсГен-61850 номер интергармоники в таблице нужно увеличить на 0,5.

5) Зафиксировать значения параметров (ПКЭ, параметры напряжения, тока и электрической мощности), измеренные устройством, в конфигураторе «ТОPAZ DRP».

6) 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.

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

8) Повторить операции 4) – 7) для всех измерительных каналов.

10.4 Определение абсолютных погрешностей измерений характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений (длительность провала напряжения Δt_n , глубина провала напряжения δU_n , длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перU}$, коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$, длительность прерывания напряжения $\Delta t_{перр}$) проводить в следующей последовательности:

1) Подключить устройство к Ресурс-К2М (для устройств архитектурного построения I, II) или к МарсГен-61850 (для устройств архитектурного построения III) согласно РЭ.

2) Подключить устройство к ПК согласно РЭ на устройство и РП на конфигуратор «ТОPAZ DRP».

3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.

4) Поочередно установить на выходе Ресурс-К2М или МарсГен-61850 сигналы в соответствии с таблицами 13 и 14.

Таблица 13 – Параметры испытательных сигналов при измерении параметров провалов и прерываний напряжения

Параметр	Испытательный сигнал					
	1	2	3	4	5	6
Глубина провала напряжения $\delta U_n, \%$	1	25	50	75	99	99
Длительность провала напряжения $\Delta t_n, \text{с}$	10	2	59	1	0,04	59
Число провалов напряжения	3	5	1	5	10	1
Примечания: 1. На Ресурс-К2М номинальное напряжение устанавливается 57,735 В для устройств с $U_{ном} = 57,7/100 \text{ В}$ и 220 В для устройств с $U_{ном} = 230/400 \text{ В}$ и 220/380 В. 2. На Ресурс-К2М для устройств с $U_{ном} = 230/400 \text{ В}$ напряжение задается равным 230 В. 3. На Ресурс-К2М значения глубины провала или прерывания напряжения задается относительно: – номинального значения напряжения – для устройств с $U_{ном} = 57,7/100 \text{ В}$ и 220/380 В; – заданного значения – для устройств с $U_{ном} = 230/400 \text{ В}$. 4. Период повторения провалов или прерываний напряжения задают в 2 раза больше их длительности. 5. Длительность и период повторения провалов или прерываний напряжения должны быть кратны периоду основной частоты (для Ресурс-К2М параметр «Привязка» должен иметь значение «к периоду»).						

Таблица 14 – Параметры испытательных сигналов при измерении параметров перенапряжения

Параметр	Испытательный сигнал					
	1 ¹⁾	2	3	4	5	6
Коэффициент временного перенапряжения $K_{перт}$, отн. ед.	1,010	1,125	1,250	1,375	1,500	2,0/1,91 ²⁾
Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перт}, \text{с}$	10	2	59	1	0,04	0,04
Число перенапряжений	3	5	1	5	10	3
¹⁾ Испытательный сигнал только для устройств архитектурного построения I и II. ²⁾ Первое значение – для устройств с $U_{ном} = 57,7/100 \text{ В}$ и 220/380 В, второе – для устройств с $U_{ном} = 230/400 \text{ В}$ (для сигналов Ресурс-К2М; для МарсГен-61850 второе значение не применяется). Примечания: 1. На Ресурс-К2М номинальное напряжение устанавливается 57,735 В для устройств с $U_{ном} = 57,7/100 \text{ В}$ и 220 В для устройств с $U_{ном} = 230/400 \text{ В}$ и 220/380 В. 2. На Ресурс-К2М для устройств с $U_{ном} = 230/400 \text{ В}$ напряжение задается равным 230 В. 3. На Ресурс-К2М значения коэффициента временного перенапряжения задается относительно: – номинального значения напряжения – для устройств с $U_{ном} = 57,7/100 \text{ В}$ и 220/380 В; – заданного значения – для устройств с $U_{ном} = 230/400 \text{ В}$. 4. Период повторения перенапряжений задают в 2 раза больше их длительности. 5. Длительность и период повторения перенапряжений должны быть кратны периоду основной частоты (для Ресурс-К2М параметр «Привязка» должен иметь значение «к периоду»).						

5) Зафиксировать значения характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений, измеренные устройством, в конфигураторе «ТОPAZ DRP».

6) 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.

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

8) Повторить операции 4) – 7) для всех измерительных каналов.

10.5 Определение относительной погрешности измерений кратковременной дозы фликера P_{St} и длительной дозы фликера P_{Lt} проводить в следующей последовательности:

1) Подключить устройство к Ресурс-К2М (для устройств архитектурного построения I, II) или к МарсГен-61850 (для устройств архитектурного построения III) согласно РЭ.

2) Подключить устройство к ПК согласно РЭ на устройство и РП на конфигуратор «ТОPAZ DRP».

3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.

4) При помощи Ресурс-К2М или МарсГен-61850 подать на устройство сигнал с номинальными значениями напряжения и силы переменного тока.

5) Установить с помощью Ресурс-К2М или МарсГен-61850 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.

6) Через 30 мин зафиксировать в конфигураторе «ТОPAZ DRP» результат измерений кратковременной дозы фликера за второй интервал времени 10 мин.

7) Измерить при помощи устройства длительную дозу фликера. Время измерений должно составлять 2 ч, начало и окончание интервала времени 2 ч должны совпадать с началом четных часов текущего времени устройства. По истечении времени измерений зафиксировать в конфигураторе «ТОPAZ DRP» результат измерений длительной дозы фликера.

8) Рассчитать значения относительной погрешности измерений кратковременной дозы фликера P_{St} и длительной дозы фликера P_{Lt} по формуле (56), приведенной в разделе 11.

9) Повторить операции 4) – 8) для всех измерительных каналов.

10.6 Определение абсолютного смещения формируемой шкалы времени (далее – ШВ) относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника

10.6.1 Определение абсолютного смещения формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации по протоколу NTP проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 1.

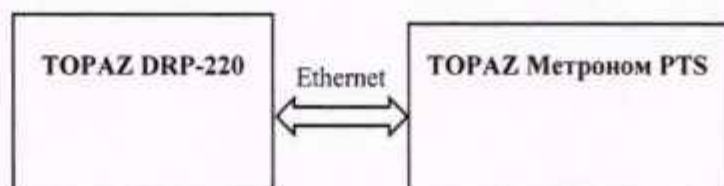


Рисунок 1 – Схема для определения смещения формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника

2) Подключить устройство и устройство синхронизации времени ТОPAZ Метроном PTS (далее – Метроном PTS) к ПК согласно РЭ.

3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.

4) Согласно РЭ на Метроном PTS и РП на конфигуратор «ТОPAZ DRP» настроить Метроном PTS для работы в режиме NTP-сервера уровня stratum I, устройство – в режиме NTP-сервера уровня stratum II, синхронизируемого от Метроном PTS по протоколу NTP, дожидаться устойчивой синхронизации.

5) Подать на устройство консольную команду «ntpdate -q ip», где ip – IP-адрес Метроном PTS.

6) В результате работы команды считать значение «offset», представляющее собой значение абсолютного смещения формируемой ШВ устройства относительно ШВ Метроном PTS в режиме синхронизации по протоколу NTP в секундах.

10.6.2 Определение абсолютного смещения формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации по протоколу PTP проводить в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему, приведенную на рисунке 1.
- 2) Подключить устройство и Метроном PTS к ПК согласно РЭ.
- 3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.
- 4) Согласно РЭ на Метроном PTS и РП на конфигуратор «ТОPAZ DRP» настроить Метроном PTS для работы в режиме master PTP-протокола, устройство – в режиме slave PTP-протокола, дождаться устойчивой синхронизации по протоколу PTP.

5) Подать на устройство консольную команду «ntpdate -q ip», где ip – IP-адрес Метроном PTS.

6) В результате работы команды считать значение «offset», представляющего собой значение абсолютного смещения формируемой ШВ устройства относительно ШВ Метроном PTS в режиме синхронизации по протоколу PTP в секундах.

10.7 Определение абсолютной основной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме проводить при помощи Метроном PTS в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему, приведенную на рисунке 2.

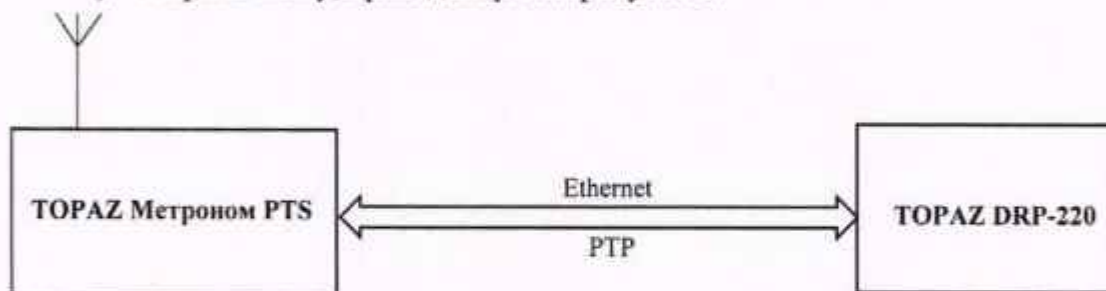


Рисунок 2 – Схема для определения абсолютной основной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме

- 2) Подключить устройство и Метроном PTS к ПК согласно РЭ.
- 3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.
- 4) Согласно РЭ на Метроном PTS настроить работу Метроном PTS в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, добиться устойчивой синхронизации.

5) Согласно РЭ на Метроном PTS и РП на конфигуратор «ТОPAZ DRP» настроить Метроном PTS для работы в режиме master PTP-протокола, устройство – в режиме slave PTP-протокола, дождаться устойчивой синхронизации по протоколу PTP.

6) Подать на устройство консольную команду «ntpdate -q ip», где ip – IP-адрес Метроном PTS.

7) В результате работы команды считать значение «offset», представляющего собой значение абсолютного смещения формируемой ШВ устройства относительно ШВ Метроном PTS в секундах.

8) Отключить Метроном PTS от устройства и оставить устройство включенным на сутки.

9) Подключить синхронизированный по ГЛОНАСС/GPS Метроном PTS к устройству и повторить операции 5) – 7).

10) Рассчитать величину ухода часов счетчика за время испытаний (величина коррекции часов) t_k по формуле (А.1):

$$t_k = \Delta_2 - \Delta_1 \quad (\text{A.1})$$

где Δ_2 – значение смещения формируемой ШВ устройства относительно ШВ Метроном PTS, зафиксированное в п. 7), с;

Δ_1 – значение смещения формируемой ШВ устройства относительно ШВ Метроном PTS, зафиксированное в п. 9), с.

11) Рассчитать значение абсолютной основной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме по формуле (58), приведенной в разделе 11.

10.8 Определение погрешностей измерений параметров напряжения, силы и частоты переменного тока, напряжения постоянного тока при использовании устройств в качестве РАС (для устройств архитектурного построения I, II)

10.8.1 Определение основных приведенных к номинальным значениям погрешностей измерений среднеквадратических значений напряжения и силы переменного тока (при частоте 50 Гц), основной абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока проводить в следующей последовательности:

1) Подключить устройство к поверочной установке или к РЕТОМTM-61 (при установке сигналов силы переменного тока свыше 100 А) согласно РЭ.

2) Подключить устройство к ПК согласно РЭ на устройство и РП на конфигуратор «ТОPAZ DRP».

3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.

4) Поочередно установить на выходе поверочной установки или РЕТОМTM-61 (при установке сигналов силы переменного тока свыше 100 А) сигналы в соответствии с таблицами 15 – 17.

Таблица 15 – Параметры испытательных сигналов при измерении напряжения переменного тока (при частоте переменного тока 50 Гц)

Номер испытания	Значение напряжения переменного тока, В	Пределы допускаемой основной приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока, %
1	10	±0,5
2	70	
3	130	
4	190	
5	250	

Таблица 16 – Параметры испытательных сигналов при измерении силы переменного тока (при частоте переменного тока 50 Гц)

Номер испытания	Значение силы переменного тока, А	Пределы допускаемой основной приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока, %
1	$0,1 \cdot I_{ном}$	±1,0
2	$10 \cdot I_{ном}$	
3	$20 \cdot I_{ном}$	
4	$30 \cdot I_{ном}$	
5	$40 \cdot I_{ном}$	

Примечания:

1. Для устройств с $I_{ном} = 5$ А сигналы свыше $20 \cdot I_{ном}$ подавать при помощи РЕТОМTM-61.

Время подачи сигналов свыше $20 \cdot I_{ном}$ – не более 1 с. Пауза между подачей сигналов – не менее 30 с.

Таблица 17 – Параметры испытательных сигналов при измерении частоты переменного тока

Номер испытания	Значение напряжения переменного тока, В	Значение частоты переменного тока, Гц	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока, Гц
1	10	45,0	±0,5
2	70	47,5	
3	130	50,0	
4	190	52,5	
5	250	55,0	

5) Зафиксировать значения напряжения и силы переменного тока, а также частоты переменного тока, измеренные устройством, в конфигураторе «ТОPAZ DRP».

6) Зафиксировать эталонные значения напряжения и силы переменного тока, а также частоты переменного тока по показаниям поверочной установки или РЕТОМTM-61.

7) Рассчитать значения основных приведенных к номинальным значениям погрешностей измерений среднеквадратических значений напряжения и силы переменного тока (при частоте 50 Гц), а также основной абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока по формулам (55) и (57), приведенным в разделе 11.

8) Повторить операции 4) – 7) для всех измерительных каналов.

10.8.2 Определение основной приведенной к 75 мВ погрешности измерений напряжения постоянного тока с шунта для измерений тока ротора электрической машины или тока возбуждения электрической машины, основной приведенной к 340 В погрешности измерений напряжения постоянного тока ротора электрической машины, основной приведенной к 340 В погрешности измерений напряжения постоянного тока возбуждения электрической машины, основной приведенной к номинальному значению напряжения системы оперативного тока проводить в следующей последовательности:

1) Подключить устройство к калибратору универсальному 9100 (далее – калибратор) согласно руководству по эксплуатации.

2) Подключить устройство к ПК согласно РЭ на устройство и РП на конфигуратор «ТОPAZ DRP».

3) Запустить на ПК конфигуратор «ТОPAZ DRP» и установить связь с устройством.

4) Поочередно установить на выходе калибратора эталонные сигналы напряжения постоянного тока в соответствии с таблицей 18.

Таблица 18 – Параметры испытательных сигналов при измерении параметров напряжения постоянного тока

Параметр	Значение напряжения постоянного тока, В				
	1	2	3	4	5
Напряжение постоянного тока с шунта для измерений тока ротора электрической машины или тока возбуждения электрической машины	0,005	0,050	0,100	0,150	0,200
Напряжение постоянного тока ротора электрической машины	30	175	315	460	600
Напряжение постоянного тока возбуждения электрической машины	-200	-145	-85	-30	+30
	+30	+175	+315	+460	+600
Напряжение постоянного тока системы оперативного тока (полюс-земля, полюс-полюс)	15	95	175	255	330

5) Зафиксировать значения напряжения постоянного тока, измеренные устройством, в конфигураторе «ТОPAZ DRP» для каждого параметра.

6) Рассчитать значения основной приведенной к 75 мВ погрешности измерений напряжения постоянного тока с шунта для измерений тока ротора электрической машины или тока возбуждения электрической машины, основной приведенной к 340 В погрешности измерений напряжения постоянного тока ротора электрической машины, основной приведенной к 340 В погрешности измерений напряжения постоянного тока возбуждения электри-

ческой машины, основной приведенной к номинальному значению напряжения системы оперативного тока погрешности измерений напряжения по формуле (57), приведенной в разделе 11.

7) Повторить операции 4) – 6) для всех измерительных каналов.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Формулы расчета эталонных значений активной и реактивной электрической энергии:

– активная трехфазная энергия $W_{P_{3\phi}}$, кВт·ч:

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

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

$I_{\text{зад}}$ – 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 таблице 3 фазные напряжения задаются равными по трем фазам; фазные токи задаются равными по трем фазам; при испытаниях по таблице 4 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (1) коэффициент 3 не применяется.

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

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

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

$I_{(1)\text{зад}}$ – 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 таблице 3 фазные напряжения основной частоты задаются равными по трем фазам, фазные токи основной частоты задаются равными по трем фазам; при испытаниях по таблице 4 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (2) коэффициент 3 не применяется.

– активная трехфазная энергия прямой последовательности $W_{P1\phi}$, кВт·ч:

$$W_{P1\phi} = 3 \cdot \frac{U_{1\text{зад}} \cdot I_{1\text{зад}} \cdot \cos \varphi_{U1/I(1)}}{1000} \cdot t \quad (3)$$

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

$I_{1\text{зад}}$ – 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 3 фазные напряжения прямой последовательности задаются равными по трем фазам, фазные токи прямой последовательности задаются равными по

трем фазам; при испытаниях по таблице 4 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (3) коэффициент 3 не применяется.

– реактивная трехфазная энергия $W_{Q_{3\phi}}$, квар·ч:

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

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

$I_{\text{зад}}$ – 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 5 фазные напряжения задаются равными по трем фазам, фазные токи задают равными по трем фазам; при испытаниях по таблице 6 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (4) коэффициент 3 не применяется.

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

$$W_{Q(1)\phi} = 3 \cdot \frac{U_{(1)\text{зад}} \cdot I_{(1)\text{зад}} \cdot \sin \varphi_{U I \phi}}{1000} \cdot t \quad (5)$$

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

$I_{(1)\text{зад}}$ – 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 таблице 5 фазные напряжения основной частоты задаются равными по трем фазам, фазные токи основной частоты задают равными по трем фазам; при испытаниях по таблице 6 устанавливается однофазная нагрузка, и в формуле (5) коэффициент 3 не применяется.

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

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

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

$I_{1\text{зад}}$ – 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 5 фазные напряжения прямой последовательности задаются равными по трем фазам, фазные токи прямой последовательности задают равными по трем фазам; при испытаниях по таблице 6 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 $\delta U_{y_{3\phi}}$, %:

$$\delta U_{y_{3\phi}} = \frac{U_1 - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100 \quad (7)$$

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

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

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

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

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

$U_{ном}$ – 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 $K_{2I_{\text{эт}}}$, %:

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

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 $P_{1\text{ст}}$, Вт:

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

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 $P_{\phi(n)\text{ст}}$, Вт:

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

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 $P_{(n)\text{ст}}$, Вт:

$$P_{(n)\text{ст}} = P_{(n)A\text{ст}} + P_{(n)B\text{ст}} + P_{(n)C\text{ст}} \quad (17)$$

где $P_{(n)A\text{ст}}$, $P_{(n)B\text{ст}}$, $P_{(n)C\text{ст}}$ – 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 $Q_{1\text{ст}}$, вар:

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

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 $Q_{2\text{ст}}$, вар:

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

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 $Q_{0\text{ст}}$, вар:

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

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

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

$\varphi_{U0/0(I)}$ – значение угла фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности, воспроизведенное Ресурс-К2М, °.

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

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

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 $Q_{(n)_{\Sigma T}}$, вар:

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

где $Q_{(n)A_{\Sigma T}}$, $Q_{(n)B_{\Sigma T}}$, $Q_{(n)C_{\Sigma T}}$ – 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 $S_{1_{\Sigma T}}$, В·А:

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

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 $S_{2_{\Sigma T}}$, В·А:

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

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 $S_{0_{\Sigma T}}$, В·А:

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

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 $S_{\phi(n)_{\Sigma T}}$, В·А:

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

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 $S_{(n)_{\Sigma T}}$, В·А:

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

где $S_{(n)A_{эт}}$, $S_{(n)B_{эт}}$, $S_{(n)C_{эт}}$ – 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 $K_{P_{эт}}$:

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

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 $U_{1мф_{эт}}$ и $U_{1ф_{эт}}$, В:

1) система междуфазных напряжений:

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

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

2) система фазных напряжений:

$$U_{1ф_{эт}} = \frac{U_{1мф_{эт}}}{\sqrt{3}} \quad (30)$$

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 $U_{0мф_{эт}}$ и $U_{0ф_{эт}}$, В:

1) система междуфазных напряжений:

$$U_{0мф_{эт}} = 0 \quad (31)$$

2) система фазных напряжений:

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

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 $U_{2мф_{эт}}$ и $U_{2ф_{эт}}$, В:

1) система междуфазных напряжений:

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

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

2) система фазных напряжений:

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

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 $I_{1\text{эп}}, \text{A}$:

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

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

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 $I_{0\text{эп}}, \text{A}$:

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

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

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 $I_{2\text{эп}}, \text{A}$:

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

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

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 $\varphi_{UI(n)\text{эп}}, ^\circ$:

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

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

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

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 $\varphi_{U1/1(I)_{\text{пр}}}$:

$$\varphi_{U1/1(I)_{\text{пр}}} = \arg(\overline{U_1}) - \arg(\overline{I_1}) \quad (39)$$

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 $\varphi_{U0/0(I)_{\text{пр}}}$:

$$\varphi_{U0/0(I)_{\text{пр}}} = \arg(\overline{U_0}) - \arg(\overline{I_0}) \quad (42)$$

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 $\varphi_{U2/2(I)_{\text{пр}}}$:

$$\varphi_{U2/2(I)_{\text{пр}}} = \arg(\overline{U_2}) - \arg(\overline{I_2}) \quad (45)$$

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 $P_{\phi(n)_{\text{эт}}}$, Вт:

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

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 $P_{(n)_{\text{эт}}}$, Вт:

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

где $P_{(n)A_{\text{эт}}}, P_{(n)B_{\text{эт}}}, P_{(n)C_{\text{эт}}}$ – 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 $Q_{\phi(n)_{\text{эт}}}$, вар:

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

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 $Q_{(n)_{\text{эт}}}$, вар:

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

где $Q_{(n)A_{\text{эт}}}, Q_{(n)B_{\text{эт}}}, Q_{(n)C_{\text{эт}}}$ – 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 $S_{\phi(n)_{\text{эт}}}$, В·А:

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

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 $S_{(n)_{\text{эт}}}$, В·А:

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

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

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

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

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:

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

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

$X_{эт}$ – эталонное значение параметра.

– относительная погрешность измерений:

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

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

$X_{эт}$ – эталонное значение параметра.

– приведенная погрешность измерений:

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

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

$X_{эт}$ – эталонное значение параметра;

$X_{ном}$ – нормирующее значение параметра.

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

$$\Delta T_{сут} = \frac{t_k}{t_n} \cdot 24 \quad (58)$$

где t_k – величина ухода часов за время испытаний (величина коррекции часов), рассчитанная по формуле (А.1), с;

t_n – продолжительность испытаний, ч.

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

1) при проверке стартового тока устройство начинает и продолжает регистрировать показания активной и реактивной электрической энергии, активной, реактивной и полной электрической мощности;

2) полученные значения основной относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии (активная трехфазная энергия W_P , активная трехфазная энергия основной частоты $W_{P(1)}$, активная трехфазная энергия прямой последовательности W_{P1} , реактивная трехфазная энергия W_Q , реактивная трехфазная энергия основной частоты $W_{Q(1)}$, реактивная трехфазная энергия прямой последовательности, W_{Q1}) не превышают пределов, указанных в таблицах 3 – 6;

3) полученные значения погрешностей измерений:

– показателей качества электроэнергии (среднеквадратическое значение напряжения U , отклонение частоты Δf , 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 δU , положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$, отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$, среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$, среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей напряжения $U_{(m)}$, коэффициент m -й интергармонической составляющей напряжения $K_{U(m)}$) не превышают пределов, указанных в таблице А.2 Приложения А;

– параметров напряжения (среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$, среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты U_1 , среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты U_0 , среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты U_2 , угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U , частота переменного тока f) не превышают пределов, указанных в таблице А.2 Приложения А;

– параметров тока (среднеквадратическое значение силы фазного тока I , среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты $I_{(1)}$, среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты I_1 , среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты I_0 , среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты I_2 , среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей тока $I_{(n)}$, среднеквадратическое 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 φ_I , угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты φ_{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 $\varphi_{U1/1(I)}$, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности $\varphi_{U0/0(I)}$, угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности $\varphi_{U2/2(I)}$) не превышают пределов, указанных в таблице А.2 Приложения А;

– параметров электрической мощности (активная фазная, трехфазная мощность P_ϕ , 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_ϕ , 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_ϕ , S , полная фазная, трехфазная мощность основной частоты $S_{\phi(1)}$, $S_{(1)}$, полная мощность прямой последовательности напряжения и тока S_1 , полная мощность обратной последовательности напряжения и тока S_2 , полная мощность нулевой последовательности напряжения и тока S_0 , полная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{\phi(n)}$, $S_{(n)}$, коэффициент мощности фазный и трехфазный K_p) не превышают пределов, указанных в таблице А.2 Приложения А;

4) полученные значения абсолютных погрешностей измерений характеристик провалов, перенапряжений и прерываний напряжений (длительность провала напряжения Δt_n , глубина провала напряжения δU_n , длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перU}$, коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$, длительность прерывания напряжения $\Delta t_{прер}$) не превышают пределов, указанных в таблице А.2 Приложения А;

5) полученные значения относительной погрешности измерений кратковременной дозы фликера P_{St} и длительной дозы фликера P_{Lt} не превышают пределов, указанных в таблице А.2 Приложения А;

6) 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;

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

8) полученные значения погрешностей при использовании устройств в качестве РАС (основных приведенных к номинальным значениям погрешностей измерений напряжения и силы переменного тока (среднеквадратическое значение основной частоты 50 Гц), основной абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока, основной приведенной к 75 мВ погрешности измерений напряжения постоянного тока с шунта для измерений тока ротора электрической машины или тока возбуждения электрической машины, основной приведенной к 340 В погрешности измерений напряжения постоянного тока ротора электрической машины, основной приведенной к 340 В погрешности измерений напряжения постоянного тока возбуждения электрической машины, основной приведенной к номинальному значению напряжения системы оперативного тока погрешности измерений напряжения) не превышают пределов, указанных в таблице А.3 Приложения А.

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

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

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

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

12.5 Протоколы поверки устройства оформляются по произвольной форме.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики устройств

Таблица А.1 – Общие метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное фазное/линейное напряжение $U_{ном}$, В	57,7/100; 220/380; 230/400
Номинальный ток $I_{ном}$, А ¹⁾	1; 5
Максимальный ток $I_{макс}$, А	$2 \cdot I_{ном}$
Номинальная частота сети $f_{ном}$, Гц	50
Стартовый ток при измерениях активной, реактивной и полной электрической мощности, активной и реактивной электрической энергии $I_{ст}$, % от $I_{ном}$	0,1
Порядок гармоник при измерении ПКЭ, параметров силы и напряжения переменного тока, активной, реактивной и полной электрической мощности	от 2 до 50
Порядок интергармоник при измерении ПКЭ, параметров силы и напряжения переменного тока, активной, реактивной и полной электрической мощности	от 1 до 49
Метрологические характеристики устройств при измерении ПКЭ, параметров силы и напряжения переменного тока, активной, реактивной и полной электрической мощности, активной и реактивной электрической энергии	в соответствии с таблицей А.2
Пределы допускаемого абсолютного смещения формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника ²⁾ : – при синхронизации по протоколу NTP, мс – при синхронизации по протоколу RTP, мкс	$\pm 1,0$ $\pm 1,0$
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности хранения формируемой ШВ в автономном режиме, с/сут	$\pm 0,4$
Дискретность присвоения меток времени результатам измерений, не более: – при работе по архитектуре построения I, II, мс – при работе по архитектуре построения III, мкс	1 1
Метрологические характеристики устройств при использовании в качестве РАС	в соответствии с таблицей А.3
¹⁾ Для устройств, работающих по архитектурному построению III, при настройке 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. ²⁾ Для обеспечения единства измерений времени ШВ внешнего источника должна быть синхронизирована с национальной шкалой координированного времени Российской Федерации UTC(SU).	

Таблица А.2 – Метрологические характеристики устройств при измерении ПКЭ, параметров напряжения тока, мощности и энергии

Наименование характеристики	Пределы измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)
Показатели качества электроэнергии		
Среднеквадратическое значение напряжения U , В	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,1$ (γ)
Отклонение частоты Δf , Гц	от -7,5 до +7,5	$\pm 0,01$ (Δ)
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U , %	от 0,1 до 30	$\pm 0,05 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ (Δ) при $K_U < U_{ном}/U_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_U \geq U_{ном}/U_{(1)}$
Коэффициент n-й гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$, %	от 0,05 до 30	$\pm 0,05 \cdot U_{ном}/U_{(1)}$ (Δ) при $K_{U(n)} < U_{ном}/U_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{U(n)} \geq U_{ном}/U_{(1)}$
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} , %	от 0 до 30	$\pm 0,15$ (Δ)
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} , %	от 0 до 30	$\pm 0,15$ (Δ)
Длительность провала напряжения Δt_n , с	от 0,01 до 60 (для устройств, работающих по варианту архитектурного построения I и II) от 0,02 до 60 (для устройств, работающих по варианту архитектурного построения III)	$\pm 0,01$ (Δ)
Глубина провала напряжения δU_n , %	от 0 до 100	$\pm 0,2$ (Δ)
Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перU}$, с	от 0,01 до 60 (для устройств, работающих по варианту архитектурного построения I и II) от 0,02 до 60 (для устройств, работающих по варианту архитектурного построения III)	$\pm 0,01$ (Δ)

Наименование характеристики	Пределы измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)
Коэффициент временного перенапряжения $K_{пер} U$, отн. ед.	от 1,0 до 2,0 (для устройств, работающих по варианту архитектурного построения I и II) от 1,1 до 2,0 (для устройств, работающих по варианту архитектурного построения III)	$\pm 0,002 (\Delta)$
Длительность прерывания напряжения $\Delta t_{пер}$, с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01 (\Delta)$
Кратковременная доза фликера P_{St} , отн. ед.	от 0,2 до 10	$\pm 5 (\delta)$
Длительная доза фликера P_{Lt} , отн. ед.	от 0,2 до 10	$\pm 5 (\delta)$
Установившееся отклонение напряжения δU_{γ} , %	от -90 до +100	$\pm 0,1 (\Delta)$
Положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$, %	от 0 до 100	$\pm 0,1 (\Delta)$
Отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$, %	от 0 до 100	$\pm 0,1 (\Delta)$
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 $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$
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 $U_{(m)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$
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 $K_{U(m)} \geq U_{ном} / U_{(1)}$
Параметры напряжения		
Среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$, В	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,1 (\gamma)$
Среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности основной частоты U_1 , В	от 0 до $2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,1 (\gamma)$
Среднеквадратическое значение напряжения нулевой последовательности основной частоты U_0 , В	от 0 до $2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,1 (\gamma)$

Наименование характеристики	Пределы измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)
Среднеквадратическое значение напряжения обратной последовательности основной частоты U_2 , В	от 0 до $2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,1$ (γ)
Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U , °	от -180 до +180	$\pm 0,1$ (Δ)
Частота переменного тока f , Гц	от 42,5 до 57,5	$\pm 0,01$ (Δ)
Параметры тока		
Среднеквадратическое значение силы фазного тока I , А	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2,0 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,1$ (γ)
Среднеквадратическое значение силы фазного тока основной частоты $I_{(1)}$, А	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2,0 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,1$ (γ)
Среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности основной частоты I_1 , А	от 0 до $2,0 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,1$ (γ)
Среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности основной частоты I_0 , А	от 0 до $2,0 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,1$ (γ)
Среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности основной частоты I_2 , А	от 0 до $2,0 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,1$ (γ)
Среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей тока $I_{(n)}$, А	от $0,0005 \cdot I_{ном}$ до $0,5 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,05$ (γ) при $I_{(n)} < 0,03 \cdot I_{ном}$ ± 5 (δ) при $I_{(n)} \geq 0,03 \cdot I_{ном}$
Среднеквадратическое значение m -й интергармонической составляющей тока $I_{(m)}$, А	от $0,0005 \cdot I_{ном}$ до $0,5 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,05$ (γ) при $I_{(m)} < 0,03 \cdot I_{ном}$ ± 5 (δ) при $I_{(m)} \geq 0,03 \cdot I_{ном}$
Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока K_I , %	от 0,1 до 100	$\pm 0,05 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ (Δ) при $K_I < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_I \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$
Коэффициент n -й гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$, %	от 0,05 до 50	$\pm 0,05 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ (Δ) при $K_{I(n)} < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{I(n)} \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$
Коэффициент m -й интергармонической составляющей тока $K_{I(m)}$, %	от 0,05 до 50	$\pm 0,05 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ (Δ) при $K_{I(m)} < 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$ ± 5 (δ) при $K_{I(m)} \geq 3 \cdot I_{ном}/I_{(1)}$
Коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I} , %	от 0 до 50	$\pm 0,15$ (Δ)
Коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I} , %	от 0 до 50	$\pm 0,15$ (Δ)

Наименование характеристики	Пределы измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)
Угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты φ_I , °	от -180 до +180	$\pm 0,5 (\Delta)$
Угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной частоты φ_{UI} , °	от -180 до +180	$\pm 0,5 (\Delta)$
Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и одноименного тока $\varphi_{UI(n)}$, °	от -180 до +180	$\pm 5 (\Delta)$
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током прямой последовательности $\varphi_{U1/I1}$, °	от -180 до +180	$\pm 0,3 (\Delta)$
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током нулевой последовательности $\varphi_{U0/I0}$, °	от -180 до +180	$\pm 3 (\Delta)$
Угол фазового сдвига между напряжением и одноименным током обратной последовательности $\varphi_{U2/I2}$, °	от -180 до +180	$\pm 3 (\Delta)$
Параметры электрической мощности		
Активная фазная, трехфазная мощность P_ϕ , P , Вт	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_P \leq 1$	$\pm 0,2 (\delta)$ при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2 (\gamma)$ при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$
Активная фазная, трехфазная мощность основной частоты $P_{\phi(l)}$, $P_{(l)}$, Вт	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_P \leq 1$	$\pm 0,2 (\delta)$ при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2 (\gamma)$ при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_P \leq 1$	$\pm 0,2 (\delta)$ при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2 (\gamma)$ при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_P \leq 1$	$\pm 0,2 (\delta)$ при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2 (\gamma)$ при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$

Наименование характеристики	Пределы измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_P \leq 1$	$\pm 0,2 (\delta)$ при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2 (\gamma)$ при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_P \leq 1$	$\pm 0,2 (\delta)$ при $P_\phi (P) \leq P_{фном} (P_{ном})$ $\pm 0,2 (\gamma)$ при $P_\phi (P) > P_{фном} (P_{ном})$
Реактивная фазная, трехфазная мощность Q_ϕ, Q , вар	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_Q \leq 1$	$\pm 0,5 (\delta)$ при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5 (\gamma)$ при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_Q \leq 1$	$\pm 0,5 (\delta)$ при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5 (\gamma)$ при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_Q \leq 1$	$\pm 0,5 (\delta)$ при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5 (\gamma)$ при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_Q \leq 1$	$\pm 0,5 (\delta)$ при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5 (\gamma)$ при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_Q \leq 1$	$\pm 0,5 (\delta)$ при $Q_\phi (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5 (\gamma)$ при $Q_\phi (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$

Наименование характеристики	Пределы измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq K_Q \leq 1$	$\pm 0,5$ (δ) при $Q_{\phi} (Q) \leq Q_{фном} (Q_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $Q_{\phi} (Q) > Q_{фном} (Q_{ном})$
Полная фазная, трехфазная мощность S_{ϕ} , S , В·А	от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,5$ (δ) при $S_{\phi} (S) \leq S_{фном} (S_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $S_{\phi} (S) > S_{фном} (S_{ном})$
Полная фазная, трехфазная мощность основной частоты $S_{\phi(1)}$, $S_{(1)}$, В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,5$ (δ) при $S_{\phi} (S) \leq S_{фном} (S_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $S_{\phi} (S) > S_{фном} (S_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,5$ (δ) при $S_{\phi} (S) \leq S_{фном} (S_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $S_{\phi} (S) > S_{фном} (S_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,5$ (δ) при $S_{\phi} (S) \leq S_{фном} (S_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $S_{\phi} (S) > S_{фном} (S_{ном})$
Полная мощность нулевой последовательности напряжения и тока S_0 , В·А	Пределы измерений по входным сигналам тока и напряжения от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,5$ (δ) при $S_{\phi} (S) \leq S_{фном} (S_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $S_{\phi} (S) > S_{фном} (S_{ном})$
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 $2,0 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,5$ (δ) при $S_{\phi} (S) \leq S_{фном} (S_{ном})$ $\pm 0,5$ (γ) при $S_{\phi} (S) > S_{фном} (S_{ном})$
Коэффициент мощности фазный и трехфазный K_P	от -1 до 1	$\pm 0,01$ (Δ)
Параметры электрической энергии		
Активная трехфазная энергия W_P , кВт·ч	от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq \cos \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012

Наименование характеристики	Пределы измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)
Активная трехфазная энергия основной частоты $W_{P(l)}$, 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 $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq \cos \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012
Активная трехфазная энергия прямой последовательности W_{PI} , 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 $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq \cos \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012
Реактивная трехфазная энергия W_Q , квар·ч	от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,15 \cdot U_{ном}$ от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,5; приведены в таблицах А.4 – А.5
Реактивная трехфазная энергия основной частоты $W_{Q(l)}$, 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 $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,5; приведены в таблицах А.4 – А.5
Реактивная трехфазная энергия прямой последовательности W_{QI} , 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 $2 \cdot I_{ном}$ $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$ (инд., емк.)	Показатели точности соответствуют классу точности 0,5; приведены в таблицах А.4 – А.5
Примечания: 1. Пределы допускаемых приведенных погрешностей рассчитываются относительно номинальных значений, если не указано иного. Для однофазных мощностей номинальные значения составляют: $P_{ном} = U_{ном} \cdot I_{ном}$ $Q_{ном} = U_{ном} \cdot I_{ном}$ $S_{ном} = U_{ном} \cdot I_{ном}$ 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: – гармонические группы, интергармонические группы; – гармонические подгруппы, интергармонические центрированные подгруппы.		

Наименование характеристики	Пределы измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (δ , % – относительная, Δ , единицы измеряемой величины – абсолютная, γ , % – приведенная)
4. Среднеквадратическое значение напряжения U, среднеквадратическое значение силы фазного тока I, активная фазная, трехфазная мощность P_{ϕ}, P, реактивная фазная, трехфазная мощность Q_{ϕ}, Q, полная фазная, трехфазная мощность S_{ϕ}, S измеряются с учетом всех спектральных составляющих до 50 гармоники включительно, а также интергармоник до 49 порядка. Для устройств, работающих по варианту архитектурного построения III, учет спектральных составляющих до 50 гармоники включительно, а также интергармоник до 49 порядка обеспечивается при частоте дискретизации сигнала 12800 и 14400 Гц (соответственно 256 и 288 выборок за период промышленной частоты). 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); $n=40$ и $m=39$ при частоте 4000 Гц (80 выборок за период); $n=48$ и $m=47$ при частоте 4800 Гц (96 выборок за период). На показатели точности измерений величин, не связанных с гармониками и интергармониками, в том числе на пределы допускаемых погрешностей измерений активной и реактивной электрической энергии, значение частоты дискретизации сигнала не влияет. 5. Частота n-ой гармонической составляющей определяется по формуле $f_{(n)} = n \cdot f_{(1)}$, частота m-ой интергармонической составляющей – $f_{(m)} = (m + 0,5) \cdot f_{(1)}$. 6. Измерения реактивной мощности Q_{ϕ}, Q выполняется устройством геометрическим методом: $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$ 7. В связи с тем, что значения фазовых углов, получаемых при преобразовании Фурье, равные π 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 устройства. Значение погрешности измерений углов фазового сдвига при этом должно рассчитываться по формуле: $ \Delta = \varphi_{изм} - \varphi_{эт} $ 8. Показатели точности при измерениях 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. Пределы допускаемых основных погрешностей измерений параметров электрической энергии – в соответствии с ГОСТ 31819.22-2012 для КТ 0,2S (активная трехфазная энергия, активная трехфазная энергия основной частоты, активная трехфазная энергия прямой последовательности), в соответствии с таблицами А.4 – А.5 для КТ 0,5 (реактивная трехфазная энергия, реактивная трехфазная энергия основной частоты, реактивная трехфазная энергия прямой последовательности).		

Таблица А.3 – Метрологические устройств при использовании в качестве РАС

Наименование характеристики	Значение
Частота дискретизации регистрируемых аналоговых сигналов тока и напряжения, Гц, не менее	2400
Номинальный переменный ток $I_{ном}$, А	1; 5
Номинальное линейное напряжение переменного тока, В	100
Номинальное напряжение постоянного тока системы оперативного тока, В	110; 220
Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения	от 10 до 250

Наименование характеристики	Значение
переменного тока (при частоте 50 Гц), В ¹⁾	
Пределы допускаемой основной приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока (частота 50 Гц), %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (при частоте Гц), А ²⁾	от $0,1 \cdot I_{ном}$ до $40 \cdot I_{ном}$
Пределы допускаемой основной приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (при частоте Гц), %	$\pm 1,0$
Диапазон измерений напряжения постоянного тока с шунта для измерений тока ротора электрической машины или тока возбуждения электрической машины, мВ ³⁾	от 5 до 200
Пределы допускаемой основной приведенной к 75 мВ погрешности измерений напряжения постоянного тока с шунта для измерений тока ротора электрической машины или тока возбуждения электрической машины, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений напряжения постоянного тока ротора электрической машины, В ⁴⁾	от 30 до 600
Пределы допускаемой основной приведенной к 340 В погрешности измерений напряжения постоянного тока ротора электрической машины, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений напряжения постоянного тока возбуждения электрической машины, В ⁵⁾	от -200 до +30 от +30 до +600
Пределы допускаемой основной приведенной к 340 В погрешности измерений напряжения постоянного тока возбуждения электрической машины, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений напряжения постоянного тока системы оперативного тока (полюс-земля, полюс-полюс), В	от 15 до 330
Пределы допускаемой основной приведенной к номинальному значению напряжения системы оперативного тока погрешности измерений напряжения, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений частоты переменного тока, Гц	от 45 до 55
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока, Гц ⁶⁾	$\pm 0,5$
¹⁾ Диапазон показаний: от 0 до 250 В с разрешающей способностью во всем диапазоне не хуже 0,25 В (в диапазоне $0 < U < 10$ В погрешность не нормируется). ²⁾ Диапазон показаний: от 0 до $40 \cdot I_{ном}$ с разрешающей способностью во всем диапазоне не хуже $0,01 \cdot I_{ном}$ А (в диапазоне $0 < I < 0,1 \cdot I_{ном}$ погрешность не нормируется). ³⁾ Диапазон показаний: от 0 до 200 мВ с разрешающей способностью во всем диапазоне не хуже 0,5 мВ (в диапазоне $0 < I < 5$ мВ погрешность не нормируется). ⁴⁾ Диапазон показаний: от 0 до 600 В с разрешающей способностью во всем диапазоне не хуже 1 В (в диапазоне $0 < U < 30$ В погрешность не нормируется). ⁵⁾ Диапазон показаний: от -200 до +600 В с разрешающей способностью во всем диапазоне не хуже 1 В (в диапазоне $-30 \leq U < +30$ В погрешность не нормируется). ⁶⁾ Диапазон показаний: от 4 до 75 Гц с разрешающей способностью во всем диапазоне не хуже 0,02 Гц (в диапазоне $4 \leq f < 45$ Гц и $55 < f \leq 75$ Гц погрешность не нормируется). Примечания: 1. Перегрузочная способность входов для измерений напряжения переменного тока – 450 В. 2. Перегрузочная способность входов для измерений силы переменного тока: – длительно – $2 \cdot I_{ном}$; – в течение не более 1 с – $40 \cdot I_{ном}$.	

Таблица А.4 – Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений при симметричной нагрузке и номинальном напряжении для устройств класса точности 0,5

Сила переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой основной относительной погрешности устройств, %
$0,02 \cdot I_{ном} \leq I < 0,05 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,75$
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	1	$\pm 0,50$
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I < 0,1 \cdot I_{ном}$	0,5	$\pm 0,75$
$0,1 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,5	$\pm 0,50$
$0,1 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,25	$\pm 0,75$

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

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

Примечание – На устройства, работающие по варианту архитектурного построения III, таблица не распространяется.