

СОГЛАСОВАНО

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


_____**П. С. Казаков**

09 _____ **2025 г.**



**Государственная система обеспечения единства измерений
Устройства сопряжения с шиной процесса TOPAZ MU**

Методика поверки

МП-НИЦЭ-108-25

г. Москва
2025 г.

Содержание

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

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства сопряжения с шиной процесса TORAZ MU (далее – устройство), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «ПиЭлСи Технолоджи» (ООО «ПиЭлСи Технолоджи»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость устройства к ГЭТ 153-2025 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 10.09.2025 г. № 1932; ГЭТ 89-2008 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706; ГЭТ 88-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 17.03.2022 г. № 668; ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360, ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта 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 и на меньшем числе поддиапазонов измерений 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, измерения разности шкал времени по линиям связи и по сигналам ГНСС.

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

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства	Да	Да	10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
измерений			
Проверка стартового тока (для модификаций с входами тока nIMC, nEMC)	Да	Да	10.1
Определение относительной основной погрешности измерений (преобразований) напряжения переменного тока U и напряжения основной частоты $U_{(1)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) напряжения основной частоты	Да	Да	10.2
Определение относительной основной погрешности измерений (преобразований) силы переменного тока I и силы тока основной частоты $I_{(1)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) силы тока основной частоты	Да	Да	10.3
Определение абсолютной основной погрешности измерений (преобразований) частоты переменного тока	Да	Да	10.4
Определение основной погрешности измерений (преобразований) напряжения n-й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) гармонических составляющих напряжения	Да	Да	10.5
Определение основной погрешности измерений (преобразований) силы тока n-й гармонической составляющей тока $I_{(n)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) гармонических составляющих тока (для модификаций с входами тока nIMC, nEMC)	Да	Да	10.6
Определение основной по-	Да	Да	10.7

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
грешности измерений (преобразований) напряжения постоянного тока (для модификаций с входами напряжения nUDC, nUDCmV)			
Определение абсолютной основной погрешности синхронизации выборок в SV-потоке	Да	Да	10.8
Определение абсолютного смещения формируемой устройством шкалы времени относительно шкалы времени внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу RTP	Да	Да	10.9
Определение абсолютного смещения формируемой устройством ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу NTP	Да	Да	10.10
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 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые 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 «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 средства измерений	<p>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.</p> <p>Средства измерений фазного напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 0,577 до 460 В при частоте переменного тока 50 Гц.</p>	Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-61850», исполнение «Энергомонитор-61850» П-02-00-50 (далее – Энергомонитор-61850), рег. № 73445-18.
	<p>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.</p> <p>Средства измерений силы переменного тока в диапазоне измерений от 0,01 до 100 А при частоте переменного тока 50 Гц.</p>	
	<p>Эталоны единиц напряжения и силы тока основных гармоник несинусоидального напряжения, силы тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 10.09.2025 г. № 1932.</p> <p>Средства измерений напряжения и силы тока основных гармоник несинусоидального напряжения, силы тока в диапазоне измерений фазного напряжения основной гармоники от 0,577 до 460 В при частоте основной гармоники 50 Гц, в диапазоне измерений силы тока основной гармоники от 0,01 до 100 А при частоте основной гармоники 50 Гц.</p>	
	<p>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.</p> <p>Средства измерений напряжения постоянного тока в диапазоне воспроизведений от 0 до 600 В.</p>	Калибратор универсальный 9100 (далее – калибратор 9100), рег. № 25985-09

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>Эталоны единицы коэффициента масштабного преобразования синусоидального тока и угла фазового сдвига тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 21.07.2023 г. № 1491.</p> <p>Средства измерений коэффициента масштабного преобразования синусоидального тока и угла фазового сдвига тока в диапазоне силы переменного тока св. 100 до 200 А включ. при частоте 50 Гц</p>	Трансформатор тока измерительный переносные «ТТИП», исполнения «ТТИП-5000/5» (далее – ТТИП-5000/5), рег. № 39854-08
	<p>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.</p> <p>Средства измерений с пределами допускаемых смещений рабочих шкал времени относительно национальной шкалы времени $\pm 0,33$ мкс.</p>	Устройство синхронизации времени TOPAZ Метроном PTS (далее – Метроном), рег. № 72378-18
Вспомогательные средства поверки		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Источники с диапазоном воспроизведений фазового напряжения переменного тока от 0,577 до 460 В, с диапазоном воспроизведений силы переменного тока от 0,01 до 100 А, при частоте переменного тока 50 Гц, с пределами допускаемых относительных погрешностей воспроизведений ± 5 %.	Источник переменного тока и напряжения трехфазный программируемый «Энергоформа-3.3-100» (совместно с блоком трехфазным преобразователем напряжения РЕТ-ТН для воспроизведений напряжения переменного тока свыше 268 В) (далее – Энергоформа)
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Источники (генераторы) испытательных сигналов с диапазоном воспроизведений силы переменного тока св. 100 до 200 А включ. при частоте 50 Гц	Установка измерительная для прогрузки первичным током РЕТОМ TM -30КА (далее – РЕТОМ), рег. № 34958-07
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства изме-	Источники с диапазоном воспроизведений напряжения постоянного тока от 15 до 265 В, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений ± 5 %	Источник питания постоянного тока GPR-730H10D, рег. № 55898-13

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>рений</p> <p>р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений</p> <p>р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p>	<p>Источники с диапазоном воспроизведений напряжения переменного тока от 85 до 264 В, при частоте переменного тока 50 Гц, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 5\%$</p>	<p>Источник питания переменного тока в составе: ЛАТР однофазный и Мультиметр цифровой Fluke 87V, рег. № 33404-12</p>
<p>р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений</p>	<p>Средства измерений с диапазоном измерений температуры окружающей среды от $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.</p> <p>Средства измерений с диапазоном измерений относительной влажности от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 3\%$. Средства измерений с диапазоном измерений атмосферного давления от 84,0 до 106,7 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1\text{ кПа}$</p>	<p>Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11</p>
<p>р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений</p> <p>р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p>	<p>Наличие интерфейсов Ethernet и USB; операционная система Windows или ОС «Альт» (Linux) с установленным программным обеспечением TOPAZ HWTMCONFIG (для управления поверяемым устройством) и EnergoMonitor-61850EXT (далее – ПО Энергомонитор-61850)</p>	<p>Персональный компьютер IBM PC</p>
<p>р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p>	<p>Наличие 3 портов Ethernet</p>	<p>Сетевой коммутатор</p>
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Устройство допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид устройства соответствует описанию 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

8.1 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 оно находилось в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование:

Опробование устройства проводить в следующей последовательности:

- 1) Подготовить устройство в соответствии с руководством по эксплуатации.
- 2) На устройство подать электрическое питание.
- 3) После подачи электрического питания на устройство должен загореться индикатор «PWR» зеленым цветом.
- 4) Далее происходит автоматическая инициализация, по окончании которой должен загореться индикатор готовности «RDY» зеленым цветом (при запуске устройства цвет стабильный, в процессе работы индикатор мигает зеленым цветом с частотой 1 Гц).

Устройство допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании при подаче электрического питания загорается индикатор «PWR» зеленым цветом, а также после успешной инициализации загорается индикатор готовности «RDY» зеленым цветом.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверка проводится в следующей последовательности:

- 1) подключить устройство к ПК в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 2) включить устройство;
- 3) запустить внешнее программное обеспечение для управления устройством TOPAZ HWTMCONFIG (далее – ВПО);
- 4) Перемещаясь в меню ВПО, считать наименование, номер версии, цифровой идентификатор и алгоритм расчета контрольной суммы встроенного программного обеспечения устройства и сравнить их с данными, представленными в описании типа.

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

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проверка стартового тока (для модификаций с входами тока nIMC, nEMC)

Проверку проводят в следующей последовательности:

- 1) подготовить Энергоформу, Энергомонитор-61850, персональный компьютер с установленным ПО и устройство к работе согласно их эксплуатационной документации;
- 2) собрать схему, представленную на рисунке Б.1 Приложения Б;
- 3) включить эталонное оборудование и устройство согласно их эксплуатационной документации;
- 4) при помощи Энергоформы подать на измерительные входы устройства и Энергомонитора-61850 испытательный сигнал со следующими параметрами: $U=U_{ном}$; $I=0,001 \cdot I_{ном}$; $\cos \varphi = 1$;
- 5) при помощи ПО Энергомонитор-61850 фиксировать измеренные значения силы переменного тока.

10.2 Определение относительной основной погрешности измерений (преобразований) напряжения переменного тока U фазного/линейного и напряжения основной частоты $U_{(1)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) напряжения основной частоты

Определение относительной основной погрешности измерений (преобразований) напряжения переменного тока U фазного/линейного и напряжения основной частоты $U_{(1)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) напряжения основной частоты проводится в следующей последовательности:

- 1) подготовить Энергоформу, Энергомонитор-61850, Метроном, персональный компьютер с установленным ПО Энергомонитор-61850 и устройство к работе согласно их эксплуатационной документации;
- 2) собрать схему, представленную на рисунке Б.1 Приложения Б;
- 3) включить эталонное оборудование и устройство согласно их эксплуатационной документации;
- 4) синхронизировать устройство по протоколу РТР и Энергомонитор-61850 по импульсам PPS при помощи Метронома, Метроном – по сигналам ГЛОНАСС;
- 5) при помощи Энергоформы подать на измерительные входы устройства и эталонного оборудования испытательный сигнал №1, представленный в таблице 3 (при частоте переменного тока 50 Гц);

Таблица 3

Параметр	$U_{ном}, В$	Испытательный сигнал				
		1	2	3	4	5
$U, В$	57,7	$0,01 \cdot U_{ном}$	$0,2 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$U_{ном}$	$2 \cdot U_{ном}$
	220	$0,01 \cdot U_{ном}$	$0,052 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$U_{ном}$	$2 \cdot U_{ном}$
	230	$0,01 \cdot U_{ном}$	$0,05 \cdot U_{ном}$	$0,5 \cdot U_{ном}$	$U_{ном}$	$2 \cdot U_{ном}$

Примечание.
Испытательный сигнал при помощи Энергоформы задается с фазовыми углами напряжений на входах равными 0° и отсутствием гармонических составляющих.

6) при помощи ПО Энергомонитор-61850 зафиксировать преобразованные средне-квадратические значения напряжения переменного тока фазного/линейного, напряжения основной частоты и фазы напряжения основной частоты, переданные от устройства по цифровому протоколу МЭК 61850-9-2, и от Энергоформы, подключенной к аналоговым входам Энергомонитор-61850 (эталонные значения);

7) рассчитать значения относительной основной погрешности измерений (преобразований) напряжения переменного тока U фазного/линейного и напряжения основной частоты $U_{(1)}$ по формуле (1); рассчитать значение абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) напряжения основной частоты по формуле (2);

8) повторить п.п. 5)-7) для остальных испытательных сигналов, представленных в таблице 3 и для всех аналоговых входов.

10.3 Определение относительной основной погрешности измерений (преобразований) силы переменного тока I и силы тока основной частоты $I_{(1)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) силы тока основной частоты

Определение относительной основной погрешности измерений (преобразований) силы переменного тока I и силы тока основной частоты $I_{(1)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) силы тока основной частоты проводится в следующей последовательности:

1) подготовить Энергоформу (до 100 А) или РЕТОМ и ТТИП-5000/5 (св. 100 А), Энергомонитор-61850, Метроном, персональный компьютер с установленным ПО Энергомонитор-61850 и устройство к работе согласно их эксплуатационной документации;

2) собрать схему, представленную на рисунке Б.1 или Б.2 Приложения Б;

3) включить эталонное оборудование и устройство согласно их эксплуатационной документации;

4) синхронизировать устройство по протоколу РТР и Энергомонитор-61850 по импульсам PPS при помощи Метронома, Метроном – по сигналам ГЛОНАСС;

5) при помощи Энергоформы (до 100 А) или РЕТОМ и ТТИП-5000/5 (св. 100 А) подать на измерительные входы устройства и эталонного оборудования испытательный сигнал, представленный в таблице 4 (при частоте переменного тока 50 Гц) в зависимости от модификации устройства;

Таблица 4

Параметр	Вход тока	Испытательный сигнал				
		1	2	3	4	5
I, A	nIMC, nEMC	$0,01 \cdot I_{ном}$	$0,2 \cdot I_{ном}$	$0,5 \cdot I_{ном}$	$I_{ном}$	$2 \cdot I_{ном}$
	nIPC1A, nIPC5A, nEPC, nEPCO	$0,05 \cdot I_{ном}$	$0,15 \cdot I_{ном}$	$0,5 \cdot I_{ном}$	$I_{ном}$	$40 \cdot I_{ном}$

Примечание.
Испытательный сигнал при помощи Энергоформы задается с фазовыми углами токов на входах равными 0° и отсутствием гармонических составляющих.

6) при помощи ПО Энергомонитор-61850 зафиксировать преобразованные среднеквадратические значения силы переменного тока, силы тока основной частоты и фазы тока основной частоты, переданные от устройства по цифровому протоколу МЭК 61850-9-2, и от Энергоформы или РЕТОМ и ТТИП-5000/5, подключенной к аналоговым входам Энергомонитор-61850 (эталонные значения); при использовании РЕТОМ и ТТИП-5000/5 эталонные значения $I, I_{(1)}$ измеряются с учетом выбранного коэффициента трансформации ТТИП-5000/5.

7) рассчитать значения относительной погрешности преобразований среднеквадратического значения силы переменного тока I , силы тока основной частоты $I_{(1)}$ по формуле (1); рассчитать значение абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) силы тока основной частоты по формуле (2);

8) повторить п.п. 5)-7) для остальных испытательных сигналов, представленных в таблице 4 и для всех аналоговых входов.

10.4 Определение абсолютной основной погрешности измерений (преобразований) частоты переменного тока

Определение абсолютной основной погрешности измерений (преобразований) частоты переменного тока f проводится в следующей последовательности:

- 1) подготовить Энергоформу, Энергомонитор-61850, Метроном, персональный компьютер с установленным ПО Энергомонитор-61850 и устройство к работе согласно их эксплуатационной документации;
- 2) собрать схему, представленную на рисунке Б.1 Приложения Б;
- 3) включить эталонное оборудование, устройство согласно их эксплуатационной документации;
- 4) синхронизировать устройство по протоколу РТР и Энергомонитор-61850 по импульсам PPS при помощи Метронома, Метроном – по сигналам ГЛОНАСС;
- 5) при помощи Энергоформы подать на измерительные входы устройства и эталонного оборудования испытательный сигнал №1 с характеристиками, приведенными в таблице 5 (при номинальном значении напряжения переменного тока);

Таблица 5

№ п/п	Параметр	Испытательный сигнал				
		1	2	3	4	5
1	f , Гц	40	45	50	60	70

- 6) при помощи ПО Энергомонитор-61850 зафиксировать преобразованные значения частоты переменного тока, переданные от устройства по цифровому протоколу МЭК 61850-9-2, и от Энергоформы, подключенной к аналоговым входам Энергомонитор-61850 (эталонные значения);
- 7) рассчитать значения абсолютной основной погрешности измерений (преобразований) частоты переменного тока f по формуле (2);
- 8) повторить п.п. 5)-7) для остальных испытательных сигналов, представленных в таблице 5 и для всех аналоговых входов;
- 9) повторить пп. 5)-8) устанавливая вместо значений напряжения переменного тока, номинальное значение силы переменного тока.

10.5 Определение основной погрешности измерений (преобразований) напряжения n -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) гармонических составляющих напряжения

Определение основной погрешности измерений (преобразований) напряжения n -й гармонической составляющей $U_{(n)}$ (для n от 2 до 50) проводится в следующей последовательности:

- 1) подготовить Энергоформу, Энергомонитор-61850, Метроном, персональный компьютер с установленным ПО Энергомонитор-61850 и устройство к работе согласно их эксплуатационной документации;
- 2) собрать схему, представленную на рисунке Б.1 Приложения Б;
- 3) включить эталонное оборудование, устройство согласно их эксплуатационной документации;
- 4) синхронизировать устройство по протоколу РТР и Энергомонитор-61850 по импульсам PPS при помощи Метронома, Метроном – по сигналам ГЛОНАСС;
- 5) при помощи Энергоформы подать на измерительные входы устройства и эталонного оборудования испытательный сигнал № 1 при частоте основной составляющей напряжения 50 Гц, представленный в таблице 6;

Таблица 6 – Испытательные сигналы гармонических составляющих напряжения

Порядок гармоники n	Исп. сигнал № 1 $U_{(1)}=0,3 \cdot U_{ном}$	Исп. сигнал № 2 $U_{(1)}=0,5 \cdot U_{ном}$	Исп. сигнал № 3 $U_{(1)}=U_{ном}$	Исп. сигнал № 4 $U_{(1)}=2 \cdot U_{ном}$
	$U_{(n)}$, В	$U_{(n)}$, В	$U_{(n)}$, В	$U_{(n)}$, %
2	0	$0,060 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
3	0	$0,150 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$

Порядок гармоники n	Исп. сигнал № 1 $U_{(1)}=0,3 \cdot U_{ном}$	Исп. сигнал № 2 $U_{(1)}=0,5 \cdot U_{ном}$	Исп. сигнал № 3 $U_{(1)}=U_{ном}$	Исп. сигнал № 4 $U_{(1)}=2 \cdot U_{ном}$
	$U_{(n)}, В$	$U_{(n)}, В$	$U_{(n)}, В$	$U_{(n)}, \%$
4	0	$0,030 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
5	0	$0,180 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
6	0	$0,015 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
7	0	$0,150 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
8	$2 \cdot U_{(1)}$	$0,015 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
9	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
10	0	$0,015 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
11	0	$0,105 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
12	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
13	0	$0,090 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
14	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
15	0	$0,009 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
16	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
17	0	$0,060 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
18	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
19	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
20	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
21	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
22	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
23	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
24	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
25	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
26	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
27	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
28	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
29	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
30	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
31	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
32	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
33	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
34	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
35	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
36	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
37	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
38	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
39	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
40	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
41	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
42	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
43	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
44	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
45	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
46	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
47	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
48	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
49	0	$0,045 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$
50	0	$0,006 \cdot U_{(1)}$	$0,020 \cdot U_{(1)}$	$0,002 \cdot U_{(1)}$

б) при помощи ПО Энергомонитор-61850 зафиксировать преобразованные средне-квадратические значения напряжения n -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$ и фазы напряжения n -й гармонической составляющей от устройства, переданные от устрой-

ства по цифровому протоколу МЭК 61850-9-2, и от Энергоформы, подключенной к аналоговому входу Энергомонитор-61850 (эталонные значения);

7) рассчитать значения относительной и абсолютной основной погрешности измерений (преобразований) напряжения n -й гармонической составляющей напряжения $U_{(n)}$ по формулам (1)-(2) соответственно; рассчитать значение абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) напряжения n -й гармонической составляющей напряжения по формуле (2);

8) повторить п.п. 5)-7) для остальных испытательных сигналов, представленных в таблице 6, и для всех аналоговых входов.

10.6 Определение основной погрешности измерений (преобразований) силы тока n -й гармонической составляющей $I_{(n)}$ и абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) гармонических составляющих тока (для модификаций с входами тока nIMC, nEMC)

Определение основной погрешности измерений (преобразований) силы тока n -й гармонической составляющей $I_{(n)}$ (для n от 2 до 50) проводится в следующей последовательности:

1) подготовить Энергоформу, Энергомонитор-61850, Метроном, персональный компьютер с установленным ПО Энергомонитор-61850 и устройство к работе согласно их эксплуатационной документации;

2) собрать схему, представленную на рисунке Б.1 Приложения Б;

3) включить эталонное оборудование, устройство согласно их эксплуатационной документации;

4) синхронизировать устройство по протоколу РТР и Энергомонитор-61850 по импульсам PPS при помощи Метронома, Метроном – по сигналам ГЛОНАСС;

5) при помощи Энергоформы подать на измерительные входы устройства и эталонного оборудования испытательный сигнал № 1 при частоте основной составляющей напряжения 50 Гц, представленный в таблице 7;

Таблица 7 – Испытательные сигналы гармонических составляющих тока

Порядок гармоники n	Исп. сигнал № 1 $I_{(1)}=0,1 \cdot I_{ном}$	Исп. сигнал № 2 $I_{(1)}=0,5 \cdot I_{ном}$	Исп. сигнал № 3 $I_{(1)}=I_{ном}$	Исп. сигнал № 4 $I_{(1)}=2 \cdot I_{ном}$
	$I_{(n)}, A$	$I_{(n)}, A$	$I_{(n)}, A$	$I_{(n)}, A$
2	$3,000 \cdot I_{(1)}$	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
3	$2,700 \cdot I_{(1)}$	$0,120 \cdot I_{(1)}$	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
4	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
5	$2,400 \cdot I_{(1)}$	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
6	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
7	$2,400 \cdot I_{(1)}$	$0,060 \cdot I_{(1)}$	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
8	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
9	0	$0,060 \cdot I_{(1)}$	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
10	$2,100 \cdot I_{(1)}$	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
11	0	0	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
12	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
13	0	$0,060 \cdot I_{(1)}$	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
14	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
15	$1,944 \cdot I_{(1)}$	$0,060 \cdot I_{(1)}$	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
16	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
17	0	$0,024 \cdot I_{(1)}$	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
18	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
19	0	$0,060 \cdot I_{(1)}$	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
20	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
21	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$

Порядок гармоники n	Исп. сигнал № 1 $I_{(1)}=0,1 \cdot I_{ном}$	Исп. сигнал № 2 $I_{(1)}=0,5 \cdot I_{ном}$	Исп. сигнал № 3 $I_{(1)}=I_{ном}$	Исп. сигнал № 4 $I_{(1)}=2 \cdot I_{ном}$
	$I_{(n)}, A$	$I_{(n)}, A$	$I_{(n)}, A$	$I_{(n)}, A$
22	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
23	0	$0,024 \cdot I_{(1)}$	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
24	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
25	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
26	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
27	0	0	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
28	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
29	0	$0,024 \cdot I_{(1)}$	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
30	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
31	0	0	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
32	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
33	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
34	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
35	0	$0,024 \cdot I_{(1)}$	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
36	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
37	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
38	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
39	0	0	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
40	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
41	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
42	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
43	0	0	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
44	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
45	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
46	0	$0,024 \cdot I_{(1)}$	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
47	0	0	$0,012 \cdot I_{(1)}$	$0,001 \cdot I_{(1)}$
48	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
49	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$
50	0	0	0	$0,001 \cdot I_{(1)}$

6) при помощи ПО Энергомонитор-61850 зафиксировать преобразованные средне-квадратические значения напряжения n -й гармонической составляющей $I_{(n)}$ и фазы напряжения n -й гармонической составляющей от устройства, переданные от устройства по цифровому протоколу МЭК 61850-9-2, и от Энергоформы, подключенной к аналоговым входам Энергомонитор-61850 (эталонные значения);

7) рассчитать значения относительной и абсолютной основной погрешности измерений (преобразований) напряжения n -й гармонической составляющей тока $U_{(n)}$ по формулам (1)-(2) соответственно; рассчитать значение абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях) напряжения n -й гармонической составляющей тока по формуле (2)

8) повторить п.п. 5)-7) для остальных испытательных сигналов, представленных в таблице 7 и для всех аналоговых входов.

10.7 Определение основной погрешности (преобразований) напряжения постоянного тока (для модификаций с входами напряжения nUDC, nUDCmV)

Определение основной погрешности (преобразований) напряжения постоянного тока проводится в следующей последовательности:

1) подготовить калибратор 9100, персональный компьютер и устройство к работе согласно их эксплуатационной документации.

2) собрать схему, представленную на рисунке Б.3 Приложения Б;

- 3) включить эталонное оборудование и устройство согласно их эксплуатационной документации;
- 4) установить связь с устройством по протоколу telnet;
- 5) при помощи калибратора 9100 подать на измерительные входы устройства испытательный сигнал №1, представленный в таблице 8;

Таблица 8

№ п/п	Вход напряжения	$U_{DCном}$	Испытательный сигнал				
			1	2	3	4	5
1	nUDC, В	220	0,5	5,5	20	300	600
2	nUDCmV, мВ	75	10	100	150	200	250

- 6) на персональном компьютере ввести консольную команду ADS MON;
- 7) в поле «RMS» соответствующего измерительного канала считать измеренное значение напряжения постоянного тока.
- 8) рассчитать значения относительной основной погрешности измерений (преобразований) напряжения постоянного тока (для входов напряжения nUDC) по формуле (1) и значения приведенной (к номинальному значению) основной погрешности измерений (преобразований) напряжения постоянного тока (для входов напряжения nUDCmV) по формуле (3);
- 9) повторить пп. 5) - 8) для остальных испытательных сигналов, представленных в таблице 8 и для всех аналоговых входов.

10.8 Определение абсолютной основной погрешности синхронизации выборок в SV-потоке

Определение абсолютной основной погрешности синхронизации выборок в SV-потоке проводится в следующей последовательности:

- 1) подготовить Метроном, персональный компьютер и устройство к работе согласно их эксплуатационной документации;
- 2) собрать схему, представленную на рисунке Б.4 Приложения Б;
- 3) в соответствии с руководством по эксплуатации установить связь с устройством по протоколу telnet;
- 4) в соответствии с руководством по эксплуатации настроить Метроном для работы в режиме master PTP-протокола, устройство – в режиме slave PTP-протокола, дождаться устойчивой синхронизации устройства по протоколу PTP, Метронома – по сигналам ГЛОНАСС;
- 5) ввести в консоли устройства команду ptr, в поле «State» убедиться в отображении состояния «PTP_SLAVE»;
- 6) ввести в консоли устройства команду pps, в поле «ADC-to-PPS Leveled Mismatch» зафиксировать 5 значений погрешности синхронизации выборок в SV-потоке; за абсолютную основную погрешность синхронизации выборок в SV-потоке принимается одна из считанных величин, которая по модулю имеет наибольшее значение.

10.9 Определение абсолютного смещения формируемой устройством шкалы времени относительно шкалы времени внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу PTP

Определение абсолютного смещения формируемой устройством шкалы времени (далее – ШВ) относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу PTP проводится в соответствии с п.п. 1)-6) п. 10.8.

За абсолютное смещение формируемой ШВ относительно ШВ внешнего источника принимается одна из считанных величин по п. 6), которая по модулю имеет наибольшее значение.

10.10 Определение абсолютного смещения формируемой устройством ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу NTP

Определение абсолютного смещения формируемой устройством ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу NTP проводится в следующей последовательности:

- 1) подготовить Метроном, персональный компьютер и устройство к работе согласно их эксплуатационной документации;
- 2) собрать схему, представленную на рисунке Б.4 Приложения Б;
- 3) в соответствии с руководством по эксплуатации установить связь с устройством по протоколу telnet;
- 4) подготовить Метроном для работы в режиме NTP сервера уровня stratum I.
- 5) в соответствии с руководством по эксплуатации настроить устройство для работы в режиме NTP сервера уровня stratum II, (синхронизированного по протоколу NTP от Метронома через интерфейс Ethernet);
- 6) дождаться устойчивой синхронизации устройства по протоколу NTP, Метронома – по сигналам ГЛОНАСС;
- 7) ввести в консоли устройства команду `ntp`, в поле «offset» зафиксировать 5 значений абсолютного смещения формируемой устройством ШВ относительно ШВ внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника по протоколу NTP; за значение абсолютного смещения ШВ принимается одна из считанных величин, которая по модулю имеет наибольшее значение.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Формулы расчета погрешностей измерений(преобразований):

– относительная погрешность измерений:

$$\delta = \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}}{X_{\text{эт}}} \cdot 100 \quad (1)$$

где $X_{\text{изм}}$ – значение параметра, измеренное устройством;
 $X_{\text{эт}}$ – эталонное значение параметра.

– абсолютная погрешность измерений:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}} \quad (2)$$

где $X_{\text{изм}}$ – значение параметра, измеренное устройством;
 $X_{\text{эт}}$ – эталонное значение параметра.

– приведенная погрешность измерений:

$$\gamma = \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}}{X_{\text{норм}}} \cdot 100 \quad (3)$$

где $X_{\text{изм}}$ – значение параметра, измеренное устройством;
 $X_{\text{эт}}$ – эталонное значение параметра;
 $X_{\text{норм}}$ – нормирующее значение параметра.

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

- 1) при проверке стартового тока (порога чувствительности) устройство начинает и продолжает измерять силу тока.
- 2) полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А;

3) полученные значения абсолютного смещения формируемой шкалы времени относительно шкалы времени внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника не превышают пределов, указанных в таблице А.1 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, измеряемых величин, поддиапазонов измерений 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.

Основные метрологические характеристики устройств

Наименование характеристики	Значение
Номинальное напряжение переменного тока фазное/линейное $U_{ном}$, В	57,7/100; 220/380; 230/400
Диапазон измерений (преобразований) напряжения переменного тока U фазного/линейного и напряжения основной частоты $U_{(l)}$, В	от $0,01 \cdot U_{ном}$ до $2,00 \cdot U_{ном}$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений (преобразований) напряжения переменного тока U фазного/линейного и напряжения основной частоты $U_{(l)}$, % в поддиапазонах:	
1) для $U_{ном} = 57,7/100$ В	
– от $0,01 \cdot U_{ном}$ до $0,05 \cdot U_{ном}$ включ.	$\pm 1,0$
– св. $0,05 \cdot U_{ном}$ до $0,20 \cdot U_{ном}$ включ.	$\pm 0,5$
– св. $0,2 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$ включ.	$\pm 0,1$
2) $U_{ном} = 220/380$ В	
– от $0,010 \cdot U_{ном}$ до $0,013 \cdot U_{ном}$ включ.	$\pm 1,0$
– св. $0,013 \cdot U_{ном}$ до $0,052 \cdot U_{ном}$ включ.	$\pm 0,5$
– св. $0,052 \cdot U_{ном}$ до $2,000 \cdot U_{ном}$ включ.	$\pm 0,1$
3) $U_{ном} = 230/400$ В	
– от $0,0100 \cdot U_{ном}$ до $0,0125 \cdot U_{ном}$ включ.	$\pm 1,0$
– св. $0,0125 \cdot U_{ном}$ до $0,0500 \cdot U_{ном}$ включ.	$\pm 0,5$
– св. $0,05 \cdot U_{ном}$ до $2,00 \cdot U_{ном}$ включ.	$\pm 0,1$
Номинальное напряжение постоянного тока $U_{DCном}$:	
– входы nUDC, В	220
– входы nUDCmV, мВ	75
Диапазон измерений (преобразований) напряжения постоянного тока U_{DC} :	
– для $U_{DCном} = 220$ В, В	от 0,5 до 600
– для $U_{DCном} = 75$ мВ, мВ	от 0 до 250
Пределы допускаемой основной погрешности измерений (преобразований) напряжения постоянного тока:	
– относительной для $U_{DCном} = 220$ В, %, в поддиапазонах:	
от 0,5 В до $0,01 U_{DCном}$ включ.	$\pm 5,0$
от $0,01 \cdot U_{DCном}$ до $0,05 \cdot U_{DCном}$ включ.	$\pm 1,0$
св. $0,05 \cdot U_{DCном}$ до $0,20 \cdot U_{DCном}$ включ.	$\pm 0,5$
св. $0,2 \cdot U_{DCном}$ до 600 включ.	$\pm 0,1$
– приведенной к номинальному значению для $U_{DCном} = 75$ мВ, %	$\pm 0,5$
Номинальный ток $I_{ном}$, А	1; 5
Диапазон измерений (преобразований) силы переменного тока I и силы тока основной частоты $I_{(l)}$, А:	
– для входов nIMC, nEMC	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2,00 \cdot I_{ном}$
– для входов nIPC1A, nIPC5A, nEPC, nEPCO	от $0,05 \cdot I_{ном}$ до $40,00 \cdot I_{ном}$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений (преобразований) силы переменного тока I и силы тока основной частоты $I_{(l)}$ для входов nIMC, nEMC, %, в поддиапазонах:	

Наименование характеристики	Значение
– от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $0,05 \cdot I_{ном}$ включ.	$\pm 1,0$
– св. $0,05 \cdot I_{ном}$ до $2,00 \cdot I_{ном}$ включ.	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений (преобразований) силы переменного тока I для входов nPC1A, nPC5A, nEPC, nEPCO, %, в поддиапазонах: – от $0,05 \cdot I_{ном}$ до $0,10 \cdot I_{ном}$ включ. – св. $0,1 \cdot I_{ном}$ до $0,2 \cdot I_{ном}$ включ. – св. $0,2 \cdot I_{ном}$ до $40,0 \cdot I_{ном}$ включ.	$\pm 2,0$ $\pm 0,5$ $\pm 0,2$
Стартовый ток (чувствительность) для входов nIMC, nEMC, A	$0,001 \cdot I_{ном}$
Номинальная частота сети $f_{ном}$, Гц	50
Диапазон измерений (преобразований) частоты переменного тока f , Гц	от 40 до 70
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений (преобразований) частоты переменного тока f , Гц, в поддиапазонах: – от 40,0 до 42,5 включ.; св. 57,7 до 70,0 включ. – св. 42,5 до 57,5 включ.	$\pm 0,03$ $\pm 0,01$
Диапазон измерений (преобразований) напряжения n -й гармонической составляющей $U_{(n)}$, В	от 0 до $0,6 \cdot U_{ном}$
Пределы допускаемой основной погрешности измерений (преобразований) напряжения n -й гармонической составляющей $U_{(n)}$: – абсолютной погрешности при $U_{(n)} \leq 0,01 \cdot U_{ном}$, В – относительной погрешности при $0,01 \cdot U_{ном} < U_{(n)} \leq 0,6 \cdot U_{ном}$, %	$\pm 3 \cdot 10^{-4} \cdot U_{ном}$ ± 3
Диапазон измерений (преобразований) силы тока n -й гармонической составляющей $I_{(n)}$ для входов nIMC, nEMC, A	от 0 до $0,6 \cdot I_{ном}$
Пределы допускаемой основной погрешности измерений (преобразований) силы тока n -й гармонической составляющей $I_{(n)}$ для входов nIMC, nEMC: – абсолютной погрешности при $I_{(n)} \leq 0,01 \cdot I_{ном}$, А – относительной погрешности при $0,01 \cdot I_{ном} < I_{(n)} \leq 0,60 \cdot I_{ном}$, %	$\pm 3 \cdot 10^{-4} \cdot I_{ном}$ ± 3
Пределы допускаемой абсолютной основной угловой погрешности при измерениях (преобразованиях): – напряжения основной частоты, ° – силы тока основной частоты для входов nIMC, nEMC в диапазоне силы тока от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2,00 \cdot I_{ном}$ включ., ° – силы тока основной частоты для входов nPC1A, nPC5A, nEPC, nEPCO в диапазоне силы тока от $0,05 \cdot I_{ном}$ до $40 \cdot I_{ном}$ включ., ° – гармонических составляющих напряжения, ° – гармонических составляющих тока для входов nIMC, nEMC в диапазоне силы тока гармонических составляющих от 0 до $0,60 \cdot I_{ном}$ включ., °	± 3 ± 3 ± 3 ± 3 ± 3
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности синхронизации выборок в SV-потоке, мкс	± 1
Пределы допускаемого абсолютного смещения формируемой ШВ относительно шкалы времени внешнего источника в режиме синхронизации от внешнего источника, мкс: – при синхронизации по протоколу NTP – при синхронизации по протоколу PTP, по сигналам PPS	± 1000 $\pm 1,0$
Примечания:	

Наименование характеристики	Значение
1. Значение номинального тока для входов nIMC, nEMC, nEPC, nEPCO устанавливается программно.	
2. Значение номинального напряжения устанавливается программно.	
3. Для напряжения переменного тока U , силы переменного тока I , гармонических составляющих напряжения $U_{(n)}$ и тока $I_{(n)}$, напряжения $U_{(1)}$ и тока $I_{(1)}$ основной частоты указаны среднеквадратические значения соответствующих величин.	
4. Напряжение U и сила переменного тока I измеряются (преобразуются) с учетом всех спектральных составляющих до 50 гармоники включительно, измерения (преобразования) гармонических составляющих напряжения и тока выполняются для порядков от 2 до 50.	
5. Погрешности измерений (преобразований) указаны для среднеквадратических значений силы тока и напряжения.	
6. Влияющей величиной при измерениях (преобразованиях) напряжения переменного тока U , напряжения основной частоты $U_{(1)}$, напряжения постоянного тока, силы переменного тока I , силы тока основной частоты $I_{(1)}$, частоты переменного тока f , напряжения n -й гармонической составляющей $U_{(n)}$, n -й гармонической составляющей $I_{(n)}$ является температура окружающего воздуха. Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений от влияния изменения температуры окружающего воздуха вышеперечисленных величин не превышают 0,07 предела допускаемой основной погрешности при отклонении температуры окружающего воздуха от $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ на каждые 10°C в рабочих условиях измерений.	
7. Показатели точности вышеперечисленных величин нормированы в диапазоне частот от 40 до 70 Гц.	
8. Для обеспечения единства измерений времени ШВ внешнего источника должна быть синхронизирована с национальной шкалой координированного времени Российской Федерации UTC(SU).	
9. Стартовый ток (чувствительность) указан для случая измерений мощности и энергии вторичным цифровым вычислителем.	
10. Для входов nIPC1A, nIPC5A имеются ограничения по продолжительности измерений силы тока в перегрузочных режимах (от 20 А до 200 А):	
– 200 А – не более 1 с,	
– 20 А – не более 1 ч;	
– от 20 до 200 А допустимое время измерений определяется зависимостью $t = (-1,515 \cdot 10^{-3} \cdot I^2 + 60,61)$ мин	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое)

Схема подключения устройств

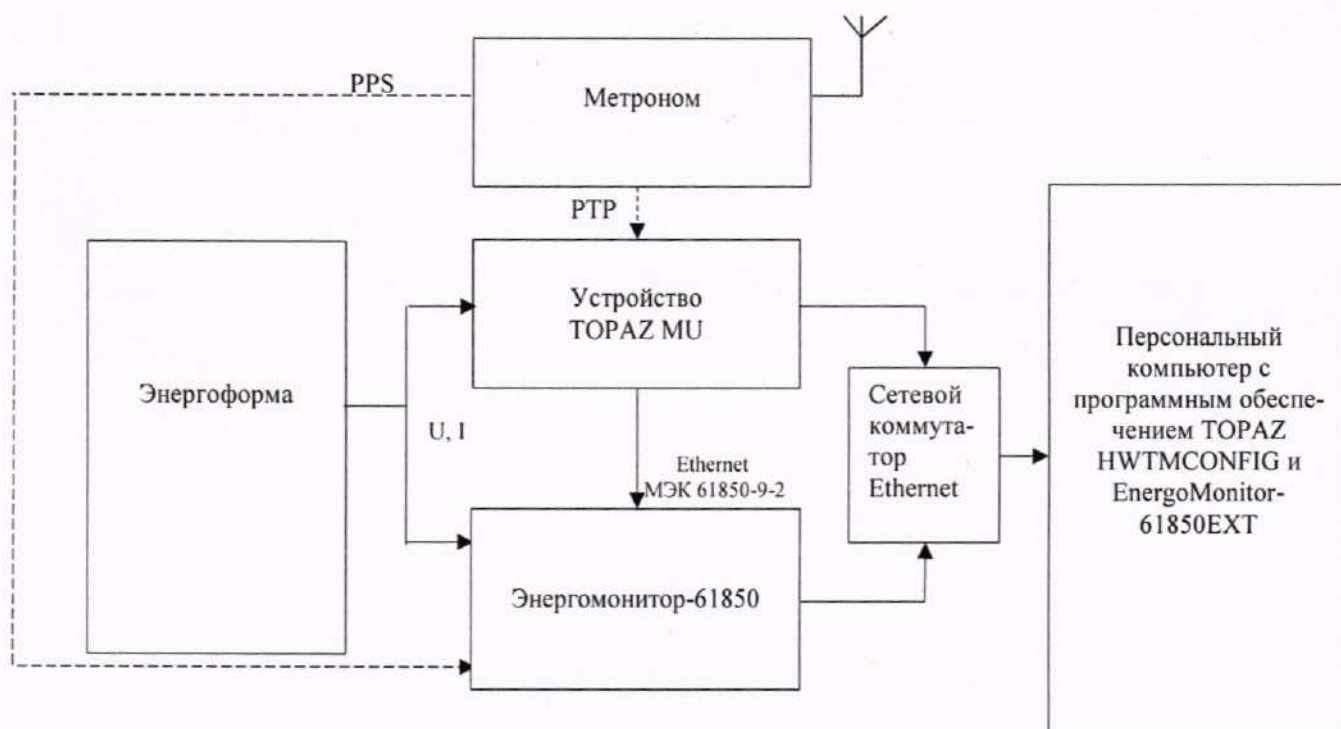


Рисунок Б.1 – Схема структурная определения погрешностей измерений(преобразований) устройств (сила тока до 100 А)

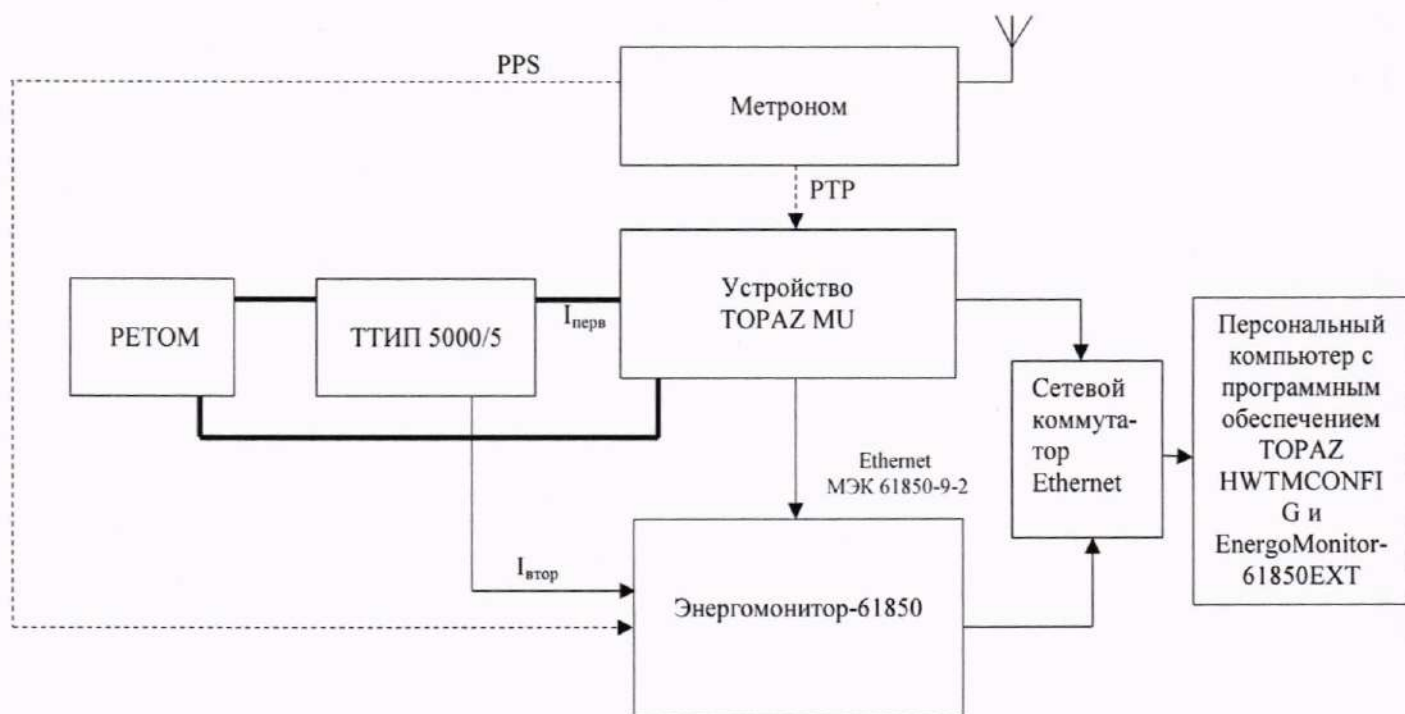


Рисунок Б.2 – Схема структурная определения погрешностей измерений(преобразований) устройств (сила тока св. 100 А)



Рисунок Б.3 – Схема структурная определения погрешностей измерений (преобразований) напряжения постоянного тока

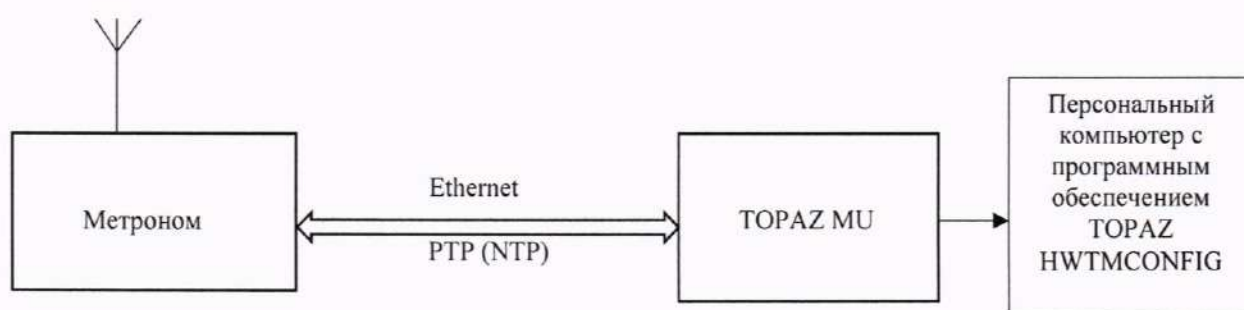


Рисунок Б.4 – Схема структурная определения абсолютной основной погрешности синхронизации и смещения ШВ в режиме синхронизации по протоколам PTP и NTP

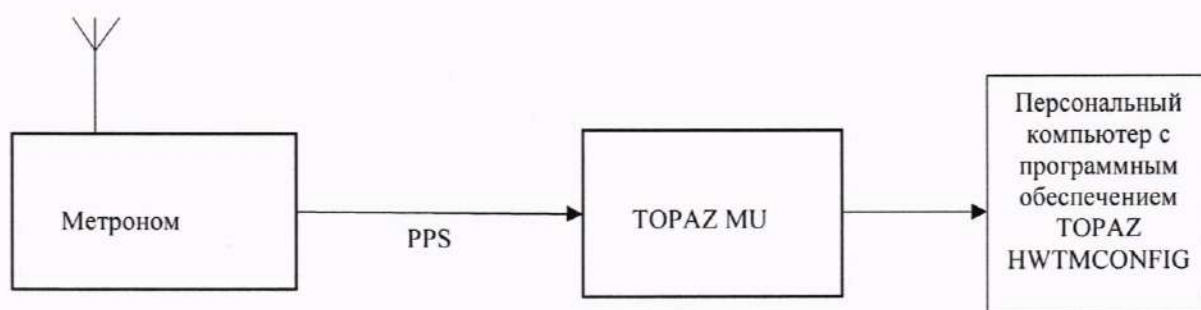


Рисунок Б.5 – Схема структурная определения абсолютной основной погрешности смещения ШВ в режиме синхронизации по импульсам PPS