

**Федеральное государственное унитарное предприятие
"Всероссийский научно-исследовательский институт им. Д.И.Менделеева"
ФГУП "ВНИИМ им. Д.И.Менделеева"**

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н.Пронин
М.п. « 17 2018 г. »



Государственная система обеспечения единства измерений

**Приборы электроизмерительные многофункциональные
"Энергомонитор-61850"**

Методика поверки
МП 2203-0305-2018

Зам. руководителя лаборатории
Госэталонов в области
электроэнергетики
 А.Ю.Никитин

Ведущий научный сотрудник
 Г.Б.Гублер

г. Санкт-Петербург, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	5
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	7
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	7
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	8
5.1 Внешний осмотр	8
5.2 Опробование	8
5.3 Определение метрологических характеристик	8
5.3.1 Определение основных погрешностей измерения напряжения, силы переменного тока и проверка диапазонов измерений	8
5.3.2 Определение основных погрешностей измерения активной мощности и коэффициента мощности	10
5.3.3 Определение основной погрешности измерения частоты переменного тока и проверка диапазона измерений ..	12
5.3.4 Определение основной погрешности измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и тока проверка диапазонов измерений.	13
5.3.5 Определение основной относительной погрешности воспроизведения частоты опорного сигнала 1 Гц (1 PPS).....	15
5.3.6 Определение абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS).....	15
5.3.7 Определение абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой тока и опорным сигналом 1 Гц (PPS)	15
5.3.8 Определение метрологических характеристик ЭМ-61850 в режиме определения относительной разности (погрешности) напряжения, а так же угловой разности (погрешности) поверяемого измерительного преобразователя или ИТТ; ИТН.....	14
5.3.9 Определение метрологических характеристик ЭМ-61850 в режиме сравнения цифровых потоков мгновенных значений, передаваемых по протоколу, описанному в IEC 61850-9-2.	165
5.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения.....	18
6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	20
ПРИЛОЖЕНИЕ А	21
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)	21
СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ	21
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	28
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	28
ПРИЛОЖЕНИЕ В	28

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверки приборов электроизмерительных многофункциональных "Энергомонитор-61850" (далее – ЭМ-61850).

Настоящая методика устанавливает объем, условия поверки, методы и средства поверки ЭМ-61850 и порядок оформления результатов поверки.

Методика распространяется на вновь изготавливаемые, выпускаемые из ремонта и находящиеся в эксплуатации ЭМ-61850.

Допускается проведение при периодической поверки ЭМ-61850 определение метрологических характеристик для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, на основании письменного заявления владельца ЭМ-61850. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1. 1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	5.1	+	+
Опробование	5.2	+	+
Определение основных погрешностей измерения напряжения, силы переменного тока и проверка диапазонов измерений	5.3.1	+	+
Определение основных погрешностей измерения активной мощности	5.3.2	+	+
Определение основной погрешности измерения частоты переменного тока и проверка диапазона измерений	5.3.3	+	+
Определение основной погрешности измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и тока, проверка диапазонов измерений.	5.3.4	+	+
Определение основной относительной погрешности воспроизведения частоты опорного сигнала 1 Гц (1 PPS)	5.3.5	+	+
Определение абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS)	5.3.6	+	+
Определение абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой тока и опорным сигналом 1 Гц (PPS)	5.3.7	+	+
Определение метрологических характеристик ЭМ-61850 в режиме определения относительной разности (погрешности) напряжения, а так же угловой разности (погрешности) поверяемого измерительного преобразователя или ИТТ; ИТН.	5.3.8	+	+
Определение метрологических характеристик ЭМ-61850 в режиме сравнения цифровых потоков мгновенных значений, передаваемых по	5.3.9	+	+

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Первичная поверка	Периодическая поверка
протоколу, описанному в IEC 61850-9-2.			
Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.4	+	+

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики	Пункты методики поверки
Установка электроэнергетическая эталонная "ВЭТ-МЭ 1.0"	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения напряжения переменного тока от 0,01 В до 530 В - погрешность измерения напряжения переменного тока $\pm 0.004\%$; - диапазон измерения силы переменного тока от 0,1 А до 40 А; - погрешность измерения силы переменного тока при $I_N \leq 10$ А ± 0.004, при $I_N = 40$ А ± 0.006; - диапазон измерения частоты от 16 до 450; - погрешность измерения частоты ± 0.0001; - диапазон измерения активной мощности 0,001 Вт до 21200 Вт - погрешность измерения активной мощности $\pm 0,004$; - диапазон измерения суммарного коэффициента гармоник напряжения (K_U) и тока (K_I) от 0 до 50; - погрешность измерения суммарного коэффициента гармоник напряжения (K_U) и тока (K_I) $\pm 0,2\%$ 	5.3
Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1КМ-С-02-110	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения силы переменного тока от 0,05 А до 120 А; - погрешность измерения силы переменного тока $\pm [0,01+0,002(1,2I_N/I-1)]\%$. 	5.3
ПК с установленным ПО Wireshark отдельностоящий или из состава ВЭТ-МЭ 1.0	версия ПО Wireshark не ниже 1.12.3 (программа с открытым кодом, распространяется под свободной лицензией GNU GPL официальный сайт www.wireshark.org)	5.3.8
Компьютер с установленным ПО генерации сигналов произвольной формы по протоколу 61850-9-2LE	Частота отсчетов 4000 отсчетов за секунду и 12800 отсчетов за секунду	5.3.8
Установка поверочная векторная компарирующая УПВК-МЭ 61850	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения напряжения переменного тока от 0,007 В до 288В - погрешность измерения напряжения переменного тока $\pm 0.01\%$; - диапазон измерения силы переменного тока от 0,001 А до 12 А; 	5.3.9

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики	Пункты методики поверки
	<ul style="list-style-type: none"> - погрешность измерения силы переменного тока ± 0.01; - диапазон определения относительной разности напряжений ± 50 %; - погрешность определения относительной разности напряжений $\pm 0,01$ %; - диапазон относительной разности токов ± 50 %; - погрешность определения относительной разности токов $\pm 0,01$ %; - диапазон определения угловой разности ± 180 градусов; - погрешность определения угловой разности $\pm 0,324 \cdot (f_1/50)$ мин 	
Генератор сигналов произвольной формы 33521А	Диапазон частот выходного сигнала: от 1 мкГц до 30 МГц; предел допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm 1 \cdot 10^{-6} \cdot f \pm 15$ пГц	5.3
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63	Диапазон измеряемых частот: - синусоидального сигнала – от 0,1 Гц до 1000 МГц; - импульсного сигнала – от 0,1 Гц до 200 МГц. Погрешность измерения частоты - не более $\pm 5 \cdot 10^{-7} \pm 1$ ед. сч. Диапазон измерения периодов синусоидального и импульсного сигналов – от 0,1 мкс до 10^4 с (10 МГц - 10^{-4} Гц).	5.3

2.2 Все используемые средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Работа с эталонными средствами измерений должна производиться в соответствии с их эксплуатационной документацией.

2.4 Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При поверке ЭМ-61850 должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, ГОСТ 24855, "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и «Межведомственными Правилами охраны труда (ТБ) при эксплуатации электроустановок», М, "Энергоатомиздат", 2001 г., а также меры безопасности, изложенные в Руководстве по эксплуатации «Установки электроэнергетические эталонные «ВЭТ-МЭ 1.0» МС2.702.501 РЭ и другого применяемого оборудования.

3.2 Лица, допускаемые к поверке ЭМ-61850, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III, быть официально аттестованы в качестве поверителей.

3.3 Перед поверкой средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки ЭМ-61850 должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Влияющая величина	Область значений влияющих величин
Температура окружающего воздуха, °С	23 ±5
Относительная влажность воздуха, %	30 – 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	84 – 106,7 (630 – 800)

4.2 Выдержать ЭМ-61850 в условиях окружающей среды, указанных в п.4.1, не менее 60 мин, если она находилась в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.4.1.

4.3 Соединить зажимы заземления используемых средств поверки с контуром заземления.

4.4 Подключить ЭМ-61850 и средства поверки к сети переменного тока (207 – 253) В, 50 Гц и включить их.

ЭМ-61850 готов к поверке по истечении времени установления рабочего режима, указанного в технической документации на ЭМ-61850 и средства поверки.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре ЭМ-61850 проверяется комплект поставки, маркировка, отсутствие механических повреждений.

5.1.1 Комплект поставки должен соответствовать эксплуатационной документации.

5.1.2 Маркировка должна быть четкой и содержать:

- краткое наименование ЭМ-61850, условное обозначение модификации;
- изображение знака государственного реестра по ПР50.2.107-09;
- изображение знака соответствия системы сертификации ЕАС;
- знак IP20;
- вид и номинальное напряжение питания;
- заводской номер;
- дата изготовления (месяц и год).

5.1.3 ЭМ-61850 не должен иметь механических повреждений, которые могут повлиять на ее работу (повреждение корпусов, соединителей, кабелей, дисплеев, клавиатур, индикаторов и других изделий в соответствии с комплектом поставки).

5.2 Опробование

Проверка функционирования ЭМ-61850 проводится следующим образом:

а) произведите подготовку ЭМ-61850 к работе согласно руководству по эксплуатации;

б) включите ЭМ-61850, при включении питания должна включиться индикатор «Питание», а через несколько секунд должны завершиться процедуры самотестирования и инициализации.;

в) проверьте возможность управления ЭМ-61850 через внешний терминал управления и возможность смены пределов по току и напряжению поверяемого ЭМ-61850;

г) соберите сегмент сети Ethernet как показано на рисунке А.7 Приложения и сконфигурируйте источник потока 61850-9-2 и ЭМ-61850 и ПК с предустановленным ПО WireShark;

- включите источник потока 61850-9-2 и проверьте возможность приема потока ЭМ-61850 и ПК с предустановленным ПО WireShark.

- проверьте возможность переключения страниц «Компаратор», «Мультиметр», «Настройки», корректность индикации даты и наличие хода часов (счет секунд);

Результаты проверки считаются положительным, если ЭМ-61850 функционирует согласно руководству по эксплуатации.

5.3 Определение метрологических характеристик

Схемы подключения ЭМ-61850 к средствам поверки приведены на рисунках в Приложении А.

5.3.1 Определение основных погрешностей измерения напряжения, силы переменного тока и проверка диапазонов измерений.

5.3.1.1 Определение основной относительной погрешности измерения среднеквадратического значения напряжения переменного тока δ_U и основной (первой) гармонической составляющей напряжения переменного тока δ_{U1} проводится с помощью эталона ВЭТ-МЭ 1.0 для каждого измерительного канала напряжения (А, В, С, N).

Схема подключения ЭМ-61850 к ВЭТ-МЭ 1.0 на рисунке А.1 приложения А.

Измерения проводятся при значениях параметров входного сигнала (напряжение U_{Σ} и частота f_1), указанных в таблице 5.1 (в пределах диапазона измерений для данной модификации ЭМ-61850) в соответствии с эксплуатационной документацией на средство поверки.

Значения номинального напряжения ЭМ-61850 (U_H) для всех испытательных сигналов приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

$U_H, В$	800	480	240	240	120	120	60	30	30	10	10	5	2	1	1
$U_Э, В$	530	480	240	24	120	60	60	30	10	10	5	5	2	1	0,1
$f_1/f_{ном}$	1	1,15	0,85	1,15	1	0,85	1,15	0,95	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05

Погрешность δ_U рассчитывается по формуле (1):

$$\delta_U = [(U_X - U_Э) / U_Э] \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $U_Э$ – среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, измеренное на эталоне, В;

U_X – показание ЭМ-61850 при измерении среднеквадратического значения напряжения переменного тока, В;

Погрешность δ_{U1} рассчитывается по формуле (2):

$$\delta_{U1} = [(U_{X1} - U_{Э1}) / U_{Э1}] \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $U_{Э1}$ – среднеквадратическое значение основной (первой) гармонической составляющей напряжения переменного тока, измеренное на эталоне, В.

U_{X1} – показание ЭМ-61850 при измерении среднеквадратического значения основной (первой) гармонической составляющей напряжения переменного тока, В

При измерении напряжения с действующими значениями 1 В и менее установить опцию «умножить на 1000». При этом все показания ЭМ-61850 в формулах (1) и (2), а также дискретизированные значения сигнала на шине процесса необходимо делить на 1000.

Результаты испытаний считаются положительными, если значения погрешностей δ_U и δ_{U1} не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

5.3.1.2 Определение основной относительной погрешности измерения среднеквадратического значения силы переменного тока δ_I и основной (первой) гармонической составляющей переменного тока δ_{I1} проводится с помощью ВЭТ-МЭ 1.0 для каждого измерительного канала тока (А, В, С, N). При значениях тока более 40 А измерения проводятся с помощью УППУ-МЭ 3.1КМ-С-02-110.

Схема подключения ЭМ-61850 к ВЭТ-МЭ 1.0 (или УППУ-МЭ 3.1КМ-С-02-110) приведена на рисунке А.2 Приложения А.

Измерения проводятся при значениях параметров входного сигнала (сила тока $I_Э$ и частота f_1), указанных в таблице 5.2 (в пределах диапазона измерений для данной модификации ЭМ-61850) в соответствии с эксплуатационной документацией на ВЭТ-МЭ 1.0.

Значения номинального тока ЭМ-61850 (I_H) для всех испытательных сигналов приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

$I_H, А$	100	50	25	10	5	2,5	1	0,5	0,25	0,1	0,1
$I_Э, А$	100	40	10	10	0,1	0,1	0,01	0,5	1	0,1	0,01
$f_1/f_{ном}$	1,05	0,95	1,05	1,05	1,05	1,15	0,85	1,05	1,05	0,95	1,15

Погрешность δ_I рассчитывается по формуле (3):

$$\delta_I = [(I_X - I_Э) / I_Э] \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $I_Э$ – среднеквадратическое (действующее) значение тока, измеренное на эталоне, А;

I_X – показание ЭМ-61850 при измерении среднеквадратического (действующего) значения тока, А.

Погрешность δ_{I1} рассчитывается по формуле (4):

$$\delta_{I1} = [(I_{X1} - I_{Э1}) / I_{Э1}] \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где $I_{Э1}$ – среднеквадратическое (действующее) значение основной (первой) гармонической составляющей переменного тока, измеренное на эталоне, А.

I_{X1} – показание ЭМ-61850 при измерении среднеквадратического значения основной (первой) гармонической составляющей тока, А.

При измерении силы тока с действующими значениями 0,1 А и менее установить опцию «умножить на 1000». При этом все показания ЭМ-61850 в формулах (1) и (2), а также дискретизированные значения сигнала на шине процесса необходимо делить на 1000.

Результаты испытаний считаются положительными, если значения погрешностей δ_I и δ_{PI} не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

5.3.2 Определение основных погрешностей измерения активной мощности и коэффициента мощности

5.3.2.1 Определение основной относительной погрешности измерения однофазной активной мощности δ_P при использовании Прибора производится с помощью ВЭТ МЭ 1.0 для каждого из четырех каналов измерения при параметрах испытательного сигнала (напряжение, ток, коэффициент мощности), указанных в таблицах 5.3-5.6 (в пределах диапазона измерений данной модификации Прибора). Значения номинальных значений напряжения (U_N) и значений испытательного напряжения Прибора приведены в таблицах 5.3 и 5.5. При каждом указанном в таблицах 5.3 значении испытательного напряжения формируются испытательные сигналы тока приведенные в таблице 5.4. При каждом указанном в таблицах 5.5 значении испытательного напряжения формируются испытательные сигналы тока приведенные в таблице 5.6.

Схема подключения Прибора к эталону ВЭТ МЭ 1.0 приведена на рисунке А.3 приложения А.

Погрешность δ_P рассчитывается по формуле (5):

$$\delta_P = [(P_X - P_{\Sigma}) / P_{\Sigma}] \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где P_{Σ} – активная мощность, измеренная на эталоне, Вт; P_X – показания Прибора, Вт.

Результаты испытаний считаются положительными, если погрешность δ_P не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в таблицах Б.1 или Б.2 (в зависимости от модификации Прибора).

5.3.2.2 Определение основной относительной погрешности измерения трехфазной активной мощности δ_{P3} при использовании Прибора производится по схеме однофазного включения четырех каналов измерения (параллельное соединение четырех цепей напряжения Прибора и последовательное соединение четырех его токовых цепей) при параметрах испытательного сигнала (напряжение, ток, коэффициент мощности), указанных в таблицах 5.3-5.6 (в пределах диапазона измерений данной модификации Прибора). Значения номинальных значений напряжения (U_N) и значений испытательного напряжения Прибора приведены в таблицах 5.3 и 5.5. При каждом указанном в таблицах 5.3 значении испытательного напряжения формируются испытательные сигналы тока, приведенные в таблице 5.4. При каждом указанном в таблицах 5.5 значении испытательного напряжения формируются испытательные сигналы тока, приведенные в таблице 5.6. Схема подключения Прибора к эталону ВЭТ МЭ 1.0 приведена на рисунке А.3 приложения А.

Погрешность δ_{P3} рассчитывается по формуле (6):

$$\delta_{P3} = [(P_X/3 - P_{\Sigma}) / P_{\Sigma}] \cdot 100\%, \quad (6)$$

где P_{Σ} – активная мощность, измеренная на эталоне, Вт; P_X – показания Прибора, Вт.

Таблица 5.3

Диапазон измерений напряжения	Параметры испытательного сигнала напряжения
$U_N, В$	$U, В$
800	530
480	480
120	120
60	60
30	30
10	10

5	5
2	2
1	1

Таблица 5.4

Диапазон измерений тока	Параметры испытательного сигнала тока	
	I_H, A	I, A
50	44	0,5L
50	44	0,5C
10	10	0,5L
10	10	0,5C
5	5	0,5L
5	5	0,5C
2,5	2,5	0,5L
2,5	2,5	0,5C
1	1	0,5L
1	1	0,5C
0,5	0,5	0,5L
0,5	0,5	0,5C
0,25	0,25	0,5L
0,25	0,25	0,5C
0,1	0,1	0,5L
0,1	0,1	0,5C

Таблица 5.5

Диапазон измерений напряжения	Параметры испытательного сигнала напряжения
U_H, B	U, B
240	264
240	24

Таблица 5.6

Диапазон измерений тока	Параметры испытательного сигнала	
	I _н , А	I, А
50	44	0,5L
50	44	0,5C
10	10	0,5L
10	10	0,5C
5	6	1
5	6	0,5L
5	6	0,5C
5	0,5	1
5	0,5	0,5L
5	0,5	0,5C
2,5	2,5	0,5L
2,5	2,5	0,5C
1	1	0,5L
1	1	0,5C
0,5	0,5	0,5L
0,5	0,5	0,5C
0,25	0,25	0,5L
0,25	0,25	0,5C
0,1	0,1	1
0,1	0,1	0,5C
0,1	0,1	0,5L
0,1	0,01	1
0,1	0,01	0,5L
0,1	0,01	0,5C

При измерении напряжения с действующими значениями 1 В и менее установить опцию «умножить на 1000». При измерении напряжения с действующими значениями силы тока 0,1 А и менее установить опцию «умножить на 1000». При этом все показания ЭМ-61850 в формулах (5) и (6) необходимо делить на 1000000, а дискретизированные значения сигнала на шине процесса необходимо делить на 1000.

Результаты испытаний считаются положительными, если погрешность $\delta_{рз}$ не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в таблицах Б.1 или Б.2 (в зависимости от модификации Прибора).

5.3.3 Определение основной погрешности измерения частоты переменного тока и проверка диапазона измерений

Определение основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока Δ_F производится при работе ЭМ-61850 в режиме "Мультиметр" с помощью частотомера ЧЗ-63, работающего в режиме "Измерение периода", при одном из номинальных значений напряжения и значениях частоты 0.85; 1.05; 1.15 от номинального значения частоты.

Схема подключения ЭМ-61850 к ВЭТ-МЭ 1.0 приведена на рисунке А.4 Приложения А.

Погрешность Δ_F рассчитывается по формуле (7):

$$\Delta_F = 1000/T_{\text{Э}} - f_1, \text{ Гц}$$

(7)

где $T_{\text{Э}}$ – показание электронного частотомера, мс;

f_1 – показание ЭМ-61850, Гц.

Результаты испытаний считаются положительными, если погрешность Δ_F не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

5.3.4 Определение основной погрешности измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и тока и коэффициента отдельных гармонических составляющих напряжения и тока, проверка диапазонов измерений

Определение погрешности измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и тока и коэффициента отдельных гармонических составляющих напряжения и тока производится с помощью ВЭТ-МЭ 1.0 при параметрах испытательного сигнала, указанных в таблице 5.7 для напряжения и отношения напряжений основной и высших гармонических составляющих и таблице 5.8 для тока и отношения тока основной и высших гармонических составляющих.

Определение погрешности измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и тока проводится с помощью эталона ВЭТ-МЭ 1.0 для каждого измерительного канала.

Схема подключения ЭМ-61850 для определения погрешности измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения и тока приведена на рисунке А.3 приложения А. Допускается определение погрешности измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих тока по каждому каналу отдельно.

Таблица 5.7

Номер сигнала	частота основной гармоники, Гц	Среднеквадратическое значение основной гармоники напряжения, В	Номер (порядок) гармоники				
			3	5	9	24	40
			коэффициент гармонической составляющей, %				
1	51	240	0,1	0,1	0,1	0,1	0
2		60	10	10	0	10	10
3		8	1	1	1	0	1

Таблица 5.8

Номер сигнала	частота основной гармоники, Гц	Среднеквадратическое значение основной гармоники тока, А	Номер (порядок) гармоники				
			3	5	9	24	40
			коэффициент гармонической составляющей, %				
1	51	5	0,1	0,1	0,1	0,1	0
2		0,8	15	40	0	10	10

Определить относительную (при $K_U > 1$) или абсолютную (при $K_U \leq 1$) погрешность измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения по формулам (8) и (9):

$$\delta_{KU} = \frac{K_{UY} - K_U}{K_U} \cdot 100\% \quad (8)$$

$$\Delta_{KU} = K_{UY} - K_U \quad (9)$$

где: K_{UY} – суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, измеренный поверяемой ЭМ-61850;

K_U – суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, измеренный ВЭТ-МЭ 1.0;

δ_{kU} – относительная погрешность измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения;

Δ_{kU} – абсолютная погрешность измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения.

Определить относительную (при $K_U > 1$) или абсолютную (при $K_U \leq 1$) погрешность измерения коэффициентов гармонических составляющих напряжения по формулам (10) и (11) для каждой значения каждой гармоники из таблицы 5.7:

$$\delta_{kU} = \frac{K_{UhY} - K_{Uh}}{K_{Uh}} \cdot 100, \quad (10)$$

$$\Delta_{kU} = K_{UhY} - K_{Uh}, \quad (11)$$

где: K_{UhY} – коэффициент гармонической составляющей напряжения порядка h , измеренный поверяемой ЭМ-61850;

K_{Uh} – коэффициент гармонической составляющей напряжения порядка h , измеренный ВЭТ-МЭ 1.0;

δ_{kU} – относительная погрешность измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка h ;

Δ_{kU} – абсолютная погрешность измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка h .

Определить относительную (при $K_I > 1$) или абсолютную (при $K_I \leq 1$) погрешность измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих тока по формулам (12) и (13):

$$\delta_{KI} = \frac{K_{IY} - K_I}{K_I} \cdot 100\% \quad (12)$$

$$\Delta_{KI} = K_{IY} - K_I, \quad (13)$$

где: K_{IY} – суммарный коэффициент гармонических составляющих тока, измеренный поверяемой ЭМ-61850;

K_I – суммарный коэффициент гармонических составляющих тока, измеренный ВЭТ-МЭ 1.0;

δ_{KI} – относительная погрешность измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих тока;

Δ_{KI} – абсолютная погрешность измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих тока.

Определить относительную (при $K_U > 1$) или абсолютную (при $K_U \leq 1$) погрешность измерения коэффициентов гармонических составляющих напряжения по формулам (14) и (15) для каждой значения каждой гармоники из таблицы 5.7:

$$\delta_{kU} = \frac{K_{UhY} - K_{Uh}}{K_{Uh}} \cdot 100, \quad (14)$$

$$\Delta_{kU} = K_{UhY} - K_{Uh}, \quad (15)$$

где: K_{UhY} – коэффициент гармонической составляющей напряжения порядка h , измеренный поверяемой ЭМ-61850;

K_{Uh} – коэффициент гармонической составляющей напряжения порядка h , измеренный ВЭТ-МЭ 1.0;

δ_{kU} – относительная погрешность измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка h ;

Δ_{kU} – абсолютная погрешность измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка h .

Результаты испытаний считаются положительными, если значения Δ_{kU} и δ_{kU} и (или) Δ_{kI} и δ_{kI} не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в приложения Б.

5.3.5 Определение основной относительной погрешности воспроизведения частоты опорного сигнала 1 Гц (1 PPS)

5.3.5.1 Для определения погрешности воспроизведения частоты опорного сигнала 1 Гц (1 PPS) собрать схему, показанную на рисунке А8 Приложения А.

5.3.5.2 Установить на частотомере режим измерения периода и частоту заполнения 10 МГц (метки времени 10^{-7} с)

5.3.5.3 Установить на Приборе в режиме «Настройки-синхронизация» источник опорного сигнала 1 PPS (1 Гц) - от внутреннего генератора и разрешить выход сигнала на разъем PPS_out.

5.3.5.4 Произвести измерение периода T выходного сигнала ЭМ-61850 с помощью частотомера и вычислить погрешность согласно формуле (16):

$$\delta_{PPS} = \frac{1}{T} - 1 \quad (16)$$

где, измеренный период T выражен в секундах.

5.3.5.5 Результаты испытаний считаются положительными, если значение δ_{PPS} не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

5.3.6 Определение абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS)

5.3.6.1 Для определения основной абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц необходимо собрать установку согласно схеме подключения приведенной на рисунке А.7 Приложения А.

5.3.6.2 На генераторе Г2, действуя согласно его руководству по эксплуатации, задать формирование выходного сигнала прямоугольной формы с параметрами:

- частота – 1 Гц;
- коэффициент заполнения – 20 %;
- размах напряжения – 5 В;
- напряжение смещения – 2,5 В;
- время формирования фронтов (наклон) – 25 нс.

5.3.6.3 На генераторе Г1, действуя согласно его руководству по эксплуатации, задать синусоидальный выходной сигнал частотой 53,00000 Гц, с действующим значением напряжения на высокоимпедансной нагрузке 1 В (для предела 2 В и 10 В) или 7 В (для предела 60 В).

Установить в ЭМ-61850 предел по напряжению соответствующий уровню сигнала.

Считать показания угла сдвига фазы между основной гармоникой напряжения в испытательном сигнале и опорным сигналом 1 Гц (PPS) ВЭТ-МЭ $\varphi_{ЭТ}$ и показания угла сдвига фазы между основной гармоникой напряжения в испытательном сигнале и опорным сигналом 1 Гц (PPS) ЭМ-61850 - $\varphi_{ЭМ}$. Рассчитать разность показаний по формуле (17):

$$\Delta\varphi = |\varphi_{ЭМ} - \varphi_{ЭТ}| \quad (17)$$

5.3.6.4 Результаты испытаний считаются положительными, если значение $\Delta\varphi$ не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

5.3.7 Определение абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой тока и опорным сигналом 1 Гц (PPS)

5.3.7.1 Для определения основной абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой тока и опорным сигналом 1 Гц необходимо собрать установку согласно схеме подключения приведенной на рисунке А.8 Приложения А.

В качестве трансимпедансного усилителя использовать усилитель из источника тока в составе ВЭТ-МЭ 1.0 или аналогичный.

5.3.7.2 На генераторе Г2, действуя согласно его руководству по эксплуатации, задать формирование выходного сигнала прямоугольной формы с параметрами:

- частота – 1 Гц;
- коэффициент заполнения – 20 %;
- размах напряжения – 5 В;
- напряжение смещения – 2,5 В;
- время формирования фронтов (наклон) – 25 нс.

5.3.7.3 На генераторе Г1, действуя согласно его руководству по эксплуатации, задать синусоидальный выходной сигнал частотой 53,00000 Гц, и установить по показаниям ВЭТ-МЭ 1.0 действующее значение тока 0,5А.

Установить в ЭМ-61850 предел по току соответствующий уровню сигнала.

Считать показания угла сдвига фазы между основной гармоникой тока в испытательном сигнале и опорным сигналом 1 Гц (PPS) ВЭТ МЭ 1.0 $\varphi_{ЭТ}$ и показания угла сдвига фазы между основной гармоникой тока в испытательном сигнале и опорным сигналом 1 Гц (PPS) Прибора - $\varphi_{ЭМ}$. Рассчитать разность показаний по формуле (18):

$$\Delta\varphi = |\varphi_{ЭМ} - \varphi_{ЭТ}|; \quad (18)$$

5.3.7.4 Повторить действия, указанные в п. 5.3.3.3, задавая на генераторе Г1 синусоидальный выходной сигнал частотой 53,00000 Гц с действующим значением тока 5 А.

5.3.7.5 Результаты испытаний считаются положительными, если значение $\Delta\varphi$ не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

5.3.8 Определение метрологических характеристик ЭМ-61850 в режиме определения относительной разности (погрешности) напряжения, а так же угловой разности (погрешности) поверяемого измерительного преобразователя или ИТТ; ИТН.

5.3.8.1 Для определения метрологических характеристик ЭМ-61850 в режиме определения относительной разности (погрешности) напряжения необходимо собрать установку согласно схеме подключения приведенной на рисунке А.9 Приложения А.

5.3.8.2 На генераторе Г2, действуя согласно его руководству по эксплуатации, задать формирование выходного сигнала прямоугольной формы с параметрами:

- частота – 1 Гц;
- коэффициент заполнения – 20 %;
- размах напряжения – 5 В;
- напряжение смещения – 2,5 В;
- время формирования фронтов (наклон) – 25 нс.

На генераторе Г1, действуя согласно его руководству по эксплуатации, задать формирование синусоидального выходного сигнала частотой 53,00000 Гц и с действующим значением напряжения 7 В на высокоимпедансной нагрузке.

Установить в программном обеспечении эталона:

- запуск измерений по условию "внешний PPS";
- диапазон измерения мультиметра – "10 В".

5.3.8.3 Установить в ПО "EnergоEtalon™" предел по напряжению мультиметра соответствующий уровню сигнала.

На генераторе Г1 перейти в режим «BURST» (формирование пакетов импульсов) с началом формирования пакетов импульса по падающему фронту входного сигнала 1 Гц.

Перейти на вкладку «параметры трансформаторов» ПО "EnergоEtalon™" и задать коэффициенты $K_{ЭТАЛ}$, $K_{ПОВ}$, K_A и K_B равными единице.

Считать следующие показания ВЭТ-МЭ 1.0:

- действующее значение напряжения основной гармоники на выходе Г1 (U_{A1});
- угол сдвига фазы основной гармоники относительно опорного сигнала 1 Гц (φ_{A1}).

Установить на ПК2 в ПО генератора сигналов произвольной формы по протоколу 61850-9-2 действующее значение основной гармоники напряжения в фазе А равным $1000 \cdot U_{A1}$ и установить угол сдвига фазы генерируемого цифрового сигнала относительно начала секундных интервалов равным φ_{A1} .

Выбрать количество точек при генерации потока 61850-9-2 равным 256.

Проконтролировать по программе Wireshark правильность формирования потока 61850-9-2. Допускается использование программы Wireshark установленной на ПК из состава ВЭТ МЭ-1.0.

Действуя согласно руководству по эксплуатации ПО "EnergoEtalon™"

- установить вторым источником сигнала – источник 61850-9-2 (вкладка «Настройки приборов» пункт «Установка источников данных»);

- произвести настройку параметров приема потока (вкладка «Настройки приборов» пункт «Настройки источников SV») соответствующие настройка генератора сигналов произвольной формы по протоколу 61850-9-2.

5.3.8.4 В ПО "EnergoEtalon™" перейти на вкладку «Параметры трансформаторов» установить в поле «Параметры трансформаторов» коэффициенты $K_{этал} = 1000$; $K_{нов} = 1$.

Запустить процесс измерений и произвести отсчет определенных значений погрешности напряжения ΔU и угловой погрешности $\Delta \varphi$ (указанные параметры отображаются в поле «Результаты сравнения с эталоном»). Занести значения в таблицу 5.9 строка №1 столбцы №3 и №4.

В ПК2 в ПО генератора сигналов произвольной формы по протоколу 61850-9-2 внести отклонения в установленные значения напряжения и угла сдвига фазы относительно секундных меток цифрового сигнала согласно строкам 2 - 4 таблицы 5.9. Занести зафиксированные ПО "EnergoEtalon™" значения погрешности напряжения и угловой погрешности в соответствующие колонки таблицы 5.9.

Вычислить разность установленных отклонений и определенных значений погрешности и занести их в соответствующие колонки таблицы 5.9.

Таблица 5.9

№\ №	отклонение установленное на генераторе потока по протоколу 61850-9-2		отклонение определенное ЭМ-61850		разность отклонений	
	по напряжению, %		по напряжению ΔU , %	по углу $\Delta \varphi$, градус	по напряжению, %	по углу, градус
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
1	0	0				
2	+0,05	-0,03				
3	-0,5	0,3				
4	+5	-3				

Результаты испытаний считаются положительными, если разность отклонений не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

5.3.9 Определение метрологических характеристик ЭМ-61850 в режиме сравнения цифровых потоков мгновенных значений, передаваемых по протоколу, описанному в IEC 61850-9-2.

Определение метрологических характеристики ЭМ-61850 при сравнении двух цифровых потоков, передаваемых по протоколу, описанному в IEC 61850-9-2 состоит в проверке соответствия допустимым границам абсолютной погрешности определения относительной разности модулей основных гармоник двух сигналов и абсолютной погрешности определения разности углов сдвига фазы основных гармоник двух сигналов посредством ЭМ-61850.

Процедура проверки делится на две процедуры описанных в пунктах 5.3.9.1 и 5.3.9.2 настоящей методики поверки. При первичной поверке проводятся обе процедуры по пунктам 5.3.9.1 и 5.3.9.2. При периодической поверке проводятся только процедура представленная в пункте 5.3.9.1.

5.3.9.1 Определение метрологических характеристики ЭМ-61850 при сравнении двух цифровых потоков, передаваемых по протоколу, описанному в IEC 61850-9-2 с одинаковыми дискретизированными сигналами.

Для определения погрешностей сравнения двух цифровых потоков, передаваемых по протоколу, описанному в IEC 61850-9-2 с одинаковыми дискретизированными сигналами необходимо собрать установку согласно одной из схем подключения приведенных на рисунках А.9 и А.10 Приложения А.

Сформировать два потока 61850-9-2 с параметрами сигналов в каждом потоке согласно таблице 5.10

Таблица 5.10

Частота основной гармоники, Гц	49,8			
Количество точек за 0,02 с	256			
Номер гармоники в сигнале	1	2	9	50
Действующее напряжение гармоники в фазах А,В,С,N, вольт	240	24	24	24
Угол сдвига фазы гармоники напряжения	0	0	0	0
Действующее значение силы тока гармоники в фазах А,В,С,N, вольт	5	1	1	1
Угол сдвига фазы гармоники тока	0	0	0	0

Настроить ЭМ 61850 на прием двух внешних потоков. Для этого перейти в панель «Настройки» вкладка «Потоки» и активировать переключатели Stream1->External и Stream2(External)->Used. Задать необходимые MAC адреса и имена потоков, нажать кнопку «Apply» (Применить).

В панели «Настройки» вкладка «Синхронизация» выбрать опции сигнала синхронизации «Input 1» (PPS in), «Frequency» (1 Гц Stable), рабочий фронт («Front») в соответствии с настройками источника сигнала синхронизации, нажать кнопку «Apply» (Применить).

Считать показания ЭМ 61850 в режиме сравнения двух потоков в панели «2 Канала», вкладки «Напряжение» и «Ток» значения $d_U(1)$, $d_I(1)$, d_{ϕ} . Результаты испытаний считаются положительными, если разность отклонений не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

Сформировать два потока 91850-9-2 с параметрами сигналов в каждом потоке согласно таблице 5.11

Таблица 5.11

Частота основной гармоники, Гц	50			
Количество точек на период	80			
Номер гармоники в сигнале	1	2	5	18
Действующее значение напряжения гармоники в фазах А,В,С,N, вольт	60	6	6	6
Угол сдвига фазы гармоники напряжения	0	0	0	0
Действующее значение силы тока гармоники в фазах А,В,С,N, вольт	1	0,2	0,2	0,2
Угол сдвига фазы гармоники тока	0	0	0	0

Считать показания ЭМ 61850 в режиме сравнения двух потоков в панели «2 Канала», вкладки «Напряжение» и «Ток» значения $d_U(1)$, $d_I(1)$, d_{ϕ} . Результаты испытаний считаются положительными, если разность отклонений не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

5.3.9.2 Определение метрологических характеристики ЭМ-61850 при сравнении двух разных цифровых потоков, передаваемых по протоколу, описанному в IEC 61850-9-2.

Для определения погрешностей сравнения двух цифровых потоков, передаваемых по протоколу, описанному в IEC 61850-9-2 необходимо собрать установку согласно схеме подключения приведенной на рисунке А.11 Приложения А.

Сформировать с помощью синхронизированных генераторов напряжения ГНС1 и ГНС2 два практически синусоидальных аналоговых сигнала со следующими параметрами:

- частота основной гармоники - 50 Гц;
- действующее значение напряжения основной гармоники – 3 В для ГНС1 и 3,15 В для ГНС2;
- коэффициент нелинейных искажений менее 0,5 %.

Подать сформированные на выходах ГНС1 и ГНС2 сигналы на входы напряжения ИП1 и ИП2 соответственно.

Установить по показаниям УПВК-МЭ равным 0 угол сдвига фазы основной гармоники выходного сигнала ГНС1 относительно опорного сигнала 1 Гц.

Установить по показаниям УПВК-МЭ равным 30 градусов угол сдвига фазы основной гармоники выходного сигнала ГНС2 относительно опорного сигнала 1 Гц.

Определить по показаниям УПВК-МЭ модуль и угол выходного потока с преобразователя ИП1 и занести в Таблицу 5.12. Определить по показаниям УПВК-МЭ модуль и угол выходного потока с преобразователя ИП2 и занести в Таблицу 5.12.

Определить по показаниям поверяемого ЭМ-61850 относительную разность модулей (действующих значений) основных гармоник двух сигналов на выходе ИП1 и ИП2 и занести в Таблицу 5.12.

Определить по показаниям поверяемого ЭМ-61850 разности углов сдвига фазы основных гармоник двух сигналов на выходе ИП1 и ИП2.

Таблица 5.12

Фаза	U _{ип1} , В	U _{ип2} , В	φ _{ип1} , градусы	φ _{ип2} , градусы	δU, %	Δφ, градусы	δU _{эм} , %	Δφ _{эм} , градусы
А								
В								
С								
N								

U_{ип1} - Действующее значение основной гармоники на выходе ИП1 по показаниям УПВК-МЭ

U_{ип2} - Действующее значение основной гармоники на выходе ИП1 по показаниям УПВК-МЭ

φ_{ип1} - Угол сдвига фазы основной гармоники относительно опорного сигнала 1 Гц на выходе ИП1 по показаниям УПВК-МЭ, градусы

φ_{ип2} - Угол сдвига фазы основной гармоники относительно опорного сигнала 1 Гц на выходе ИП1 по показаниям УПВК-МЭ, градусы

δU - Относительная разность значений основных гармоник на выходе ИП1 и ИП2 вычисленная по показаниям УПВК-МЭ

Δφ - Абсолютная разность углов сдвига фазы основной гармоники на выходе ИП1 и ИП2 вычисленная по показаниям УПВК-МЭ, градусы

δU_{эм} - Относительная разность значений основных гармоник на выходе ИП1 и ИП2 вычисленная по показаниям УПВК-МЭ

Δφ_{эм} - Абсолютная разность углов сдвига фазы основной гармоники на выходе ИП1 и ИП2 вычисленная по показаниям УПВК-МЭ, градусы

Разность показаний поверяемого ЭМ-61850 и значений, рассчитанных по показаниям УПВК-МЭ в соответствии с формулами:

$$dU = |\delta U_{эм} - \delta U| \quad (19)$$

$$d\phi = |\Delta\phi_{эм} - \Delta\phi| \quad (20)$$

Результаты испытаний считаются положительными, если разности рассчитанные по формулам (19) и (20) не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в приложении Б.

5.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Проверка программного обеспечения ЭМ-61850 осуществляется путем проверки идентификационных данных ПО.

Идентификацию ПО производить следующим образом:

- произведите подготовку ЭМ-61850 к работе согласно руководству по эксплуатации;
- проверьте целостность ПО, для чего необходимо в меню сервисного ПО выбрать пункт «Настройка» -> «Служебные функции».
- на экране отобразится диалоговое окно с указанием наименования внутреннего ПО, номера его версии.

Номер версии должен соответствовать значениям, указанным в описании типа на ЭМ-61850.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Результаты проверок ЭМ-61850 оформляют путем записи в протоколе поверки. Рекомендуемая форма протокола представлен в приложении В.

6.2 При положительных результатах поверки наносится знак поверки наносится на свидетельство о поверке и в виде пломбы в гнезде крепежного винта корпуса ЭМ-618506.

6.3 Прибор ЭМ-61850, прошедший поверку с отрицательным результатом хотя бы в одном из пунктов поверки, запрещается к эксплуатации, имеющиеся пломбы аннулируются и на него выдается извещение о непригодности, с указанием причин его выдачи.

Приложение А
(обязательное)

Схемы подключения для определения погрешностей

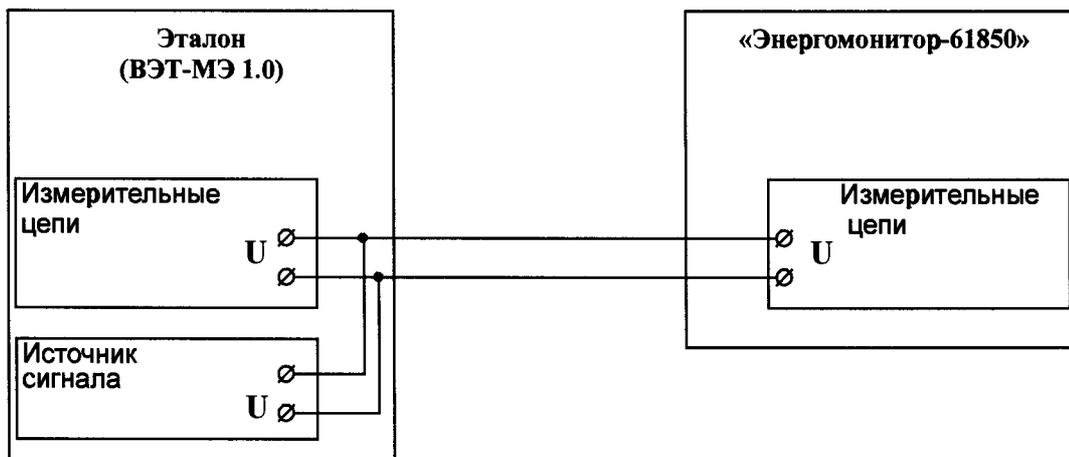


Рисунок А.1 - Схема подключения прибора Энергомонитор-61850 к эталону при измерении напряжения.

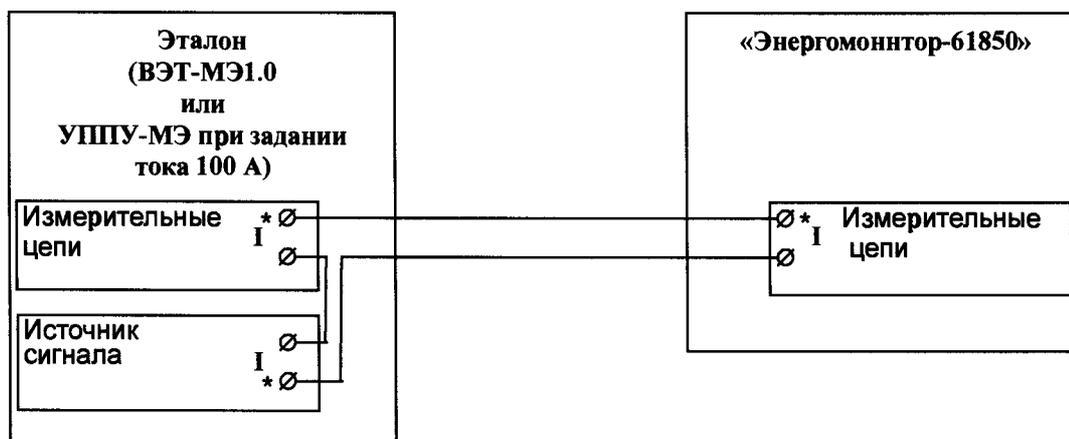


Рисунок А.2 - Схема подключения прибора Энергомонитор-61850 к эталону при измерении тока.

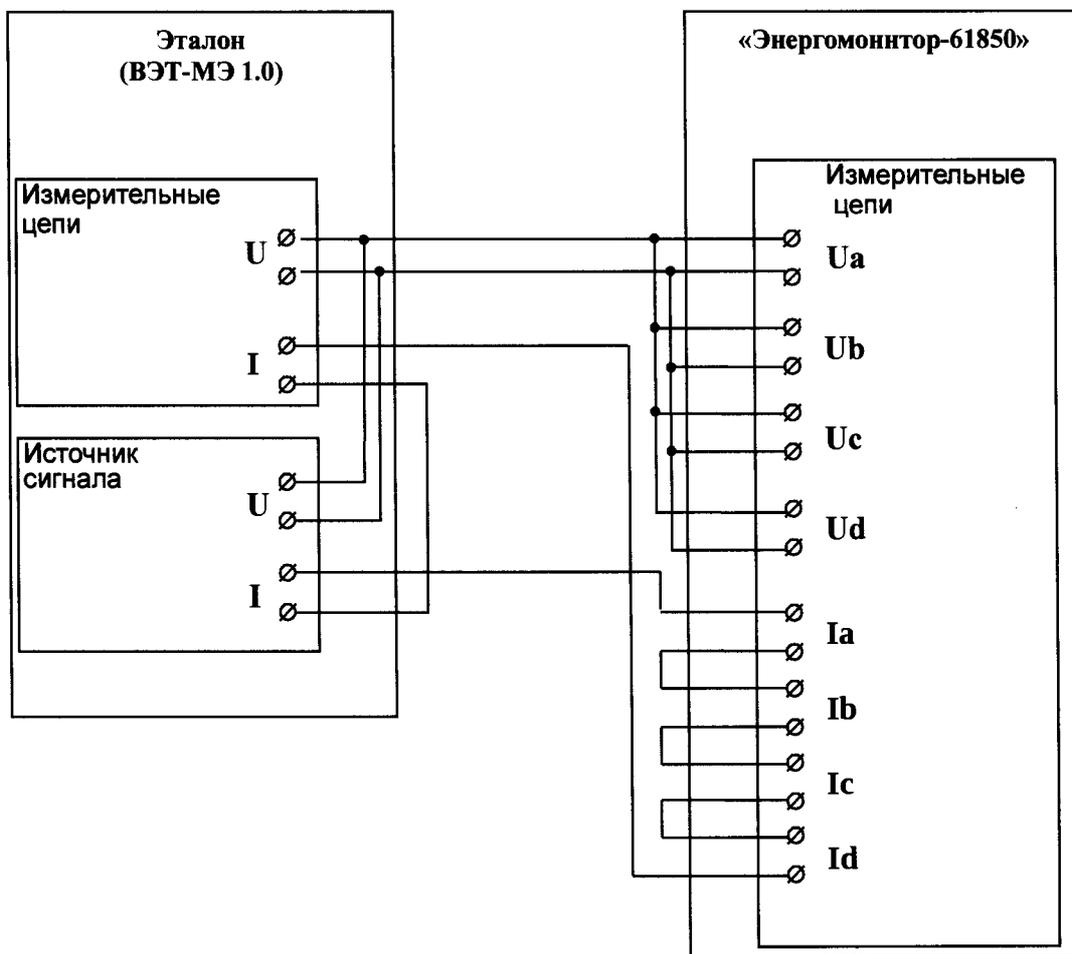


Рисунок А.3 - Схема подключения прибора Энергомонитор-61850 при измерении электрической мощности и при определении погрешности измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих тока.

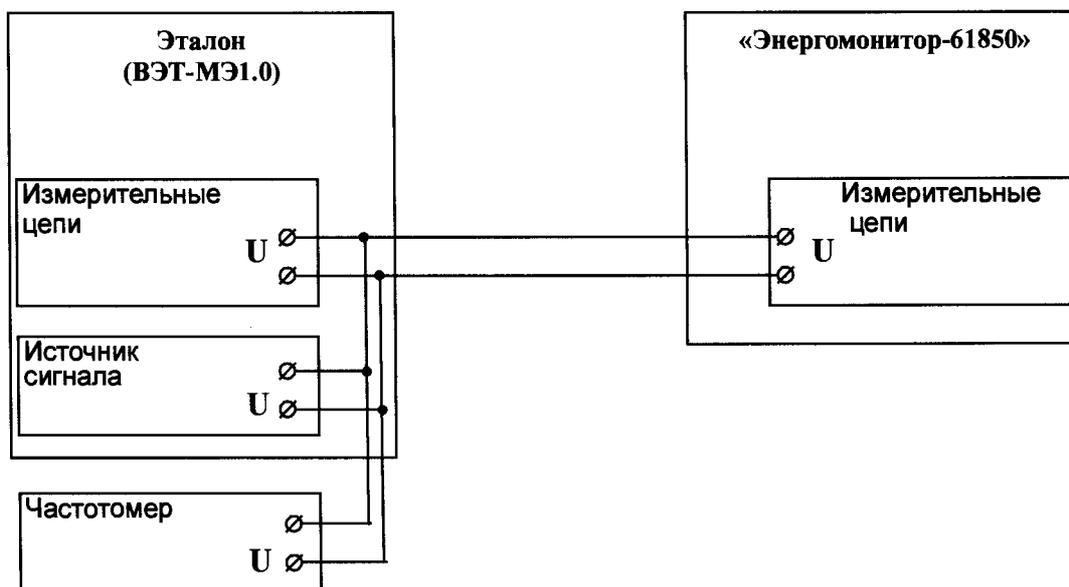


Рисунок А.4 - Схема подключения прибора Энергомонитор-61850 при измерении частоты.

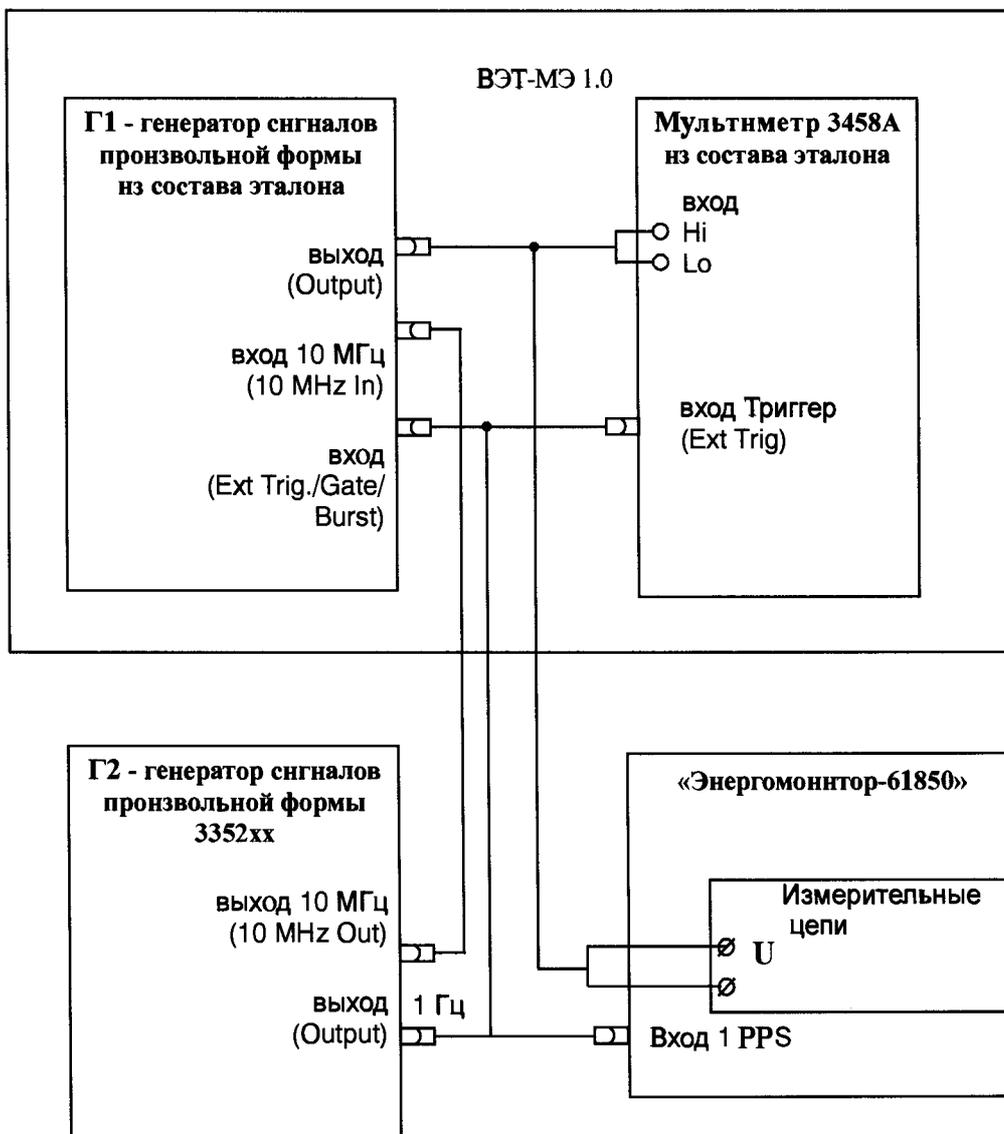


Рисунок А.5 - Схема подключения прибора Энергомонитор-61850 при определении абсолютной погрешности угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS)

ВЭТ-МЭ 1.0

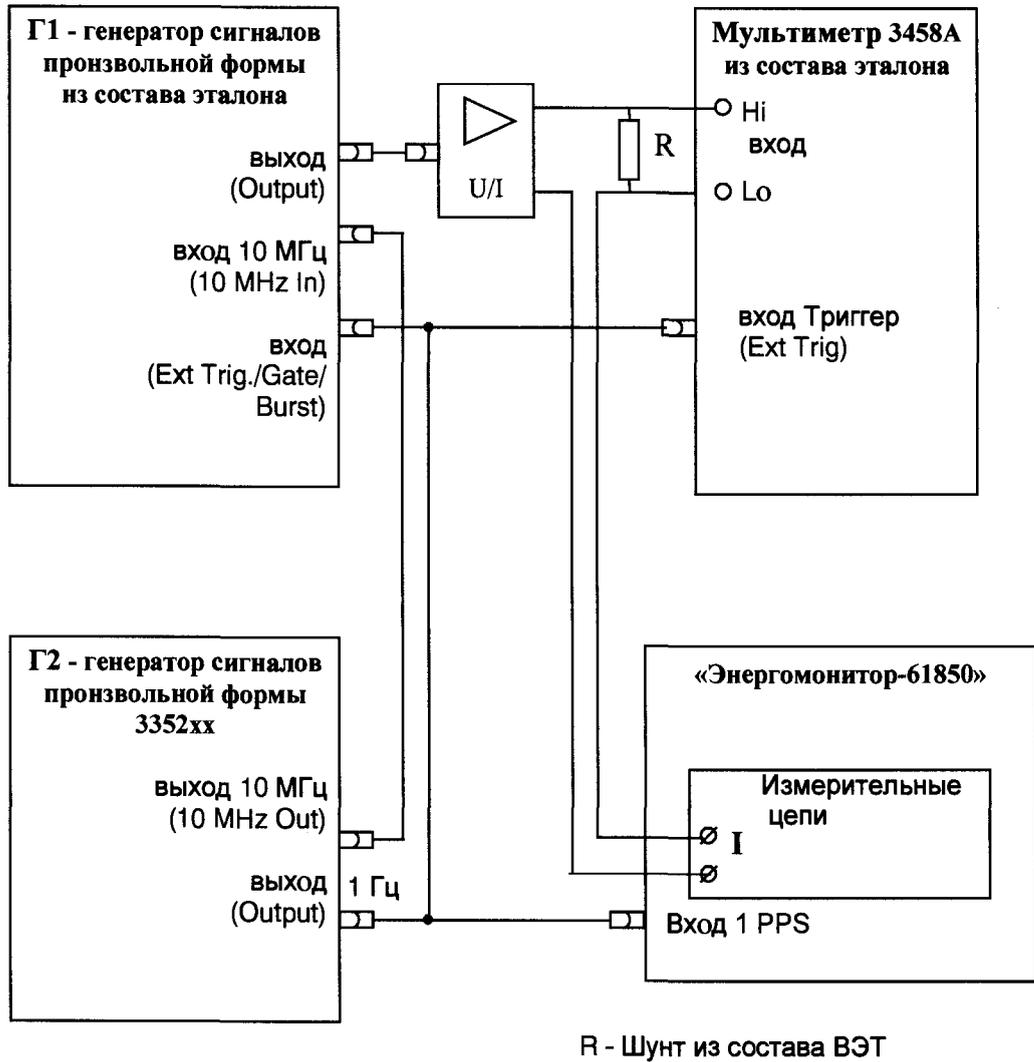
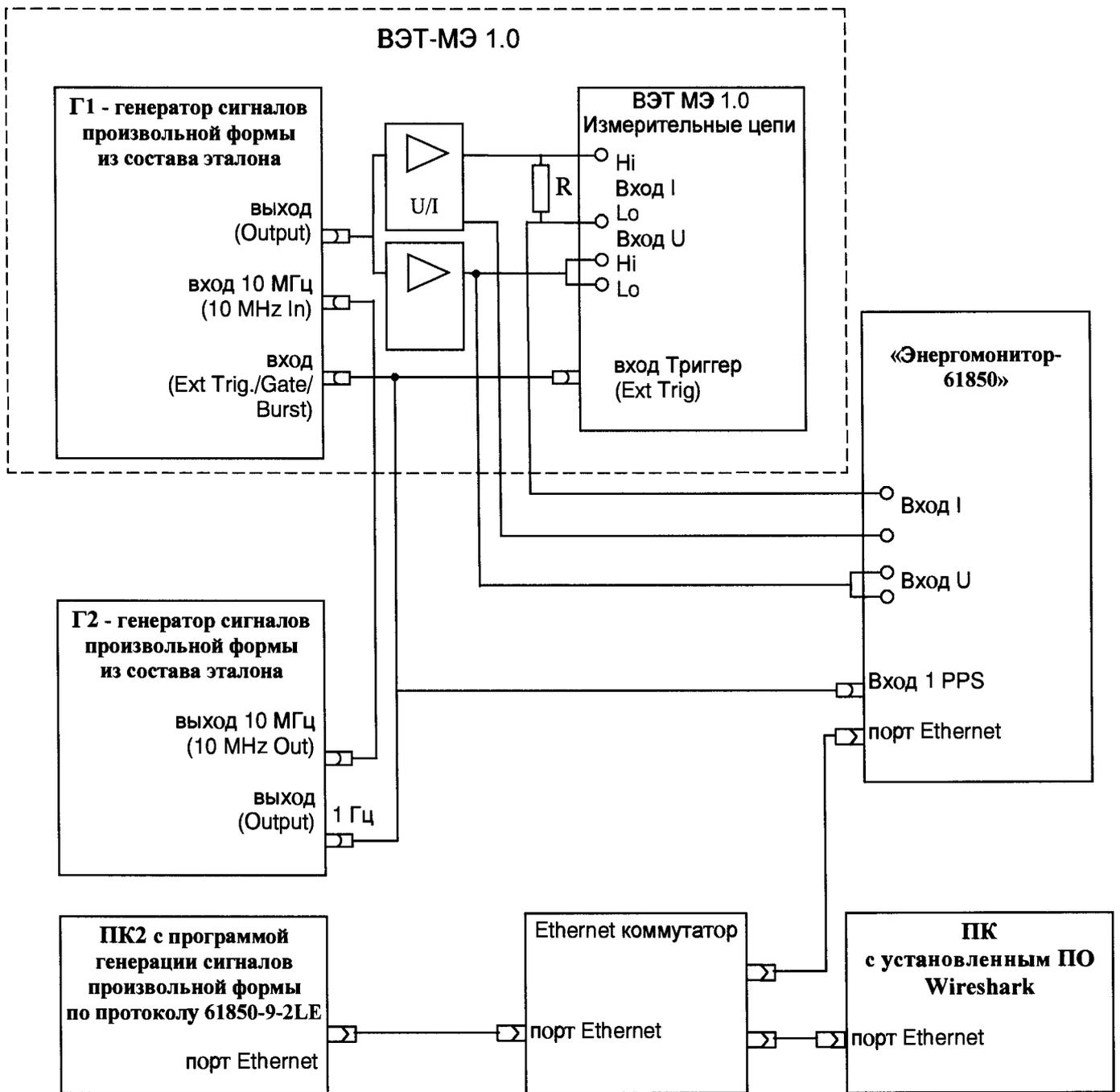


Рисунок А.6 - Схема подключения прибора Энергомонитор-61850 при определении погрешности определения угла сдвига фазы между основной гармоникой тока и опорным сигналом 1 Гц (PPS)



R - Шунт из состава ВЭТ

Рисунок А.7 - Схема подключения «Энергомонитор-61850» при определении погрешностей измерения в режиме определения погрешности напряжения и тока

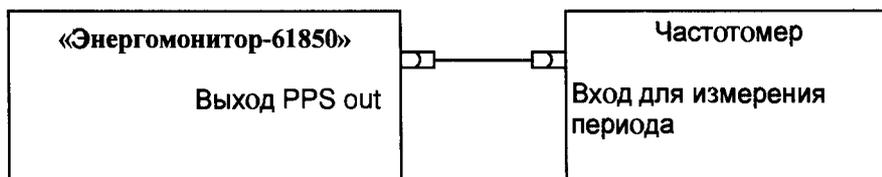


Рисунок А.8 - Схема подключения «Энергомонитор-61850» при определении погрешностей воспроизведения частоты опорного сигнала 1 Гц (1 PPS)

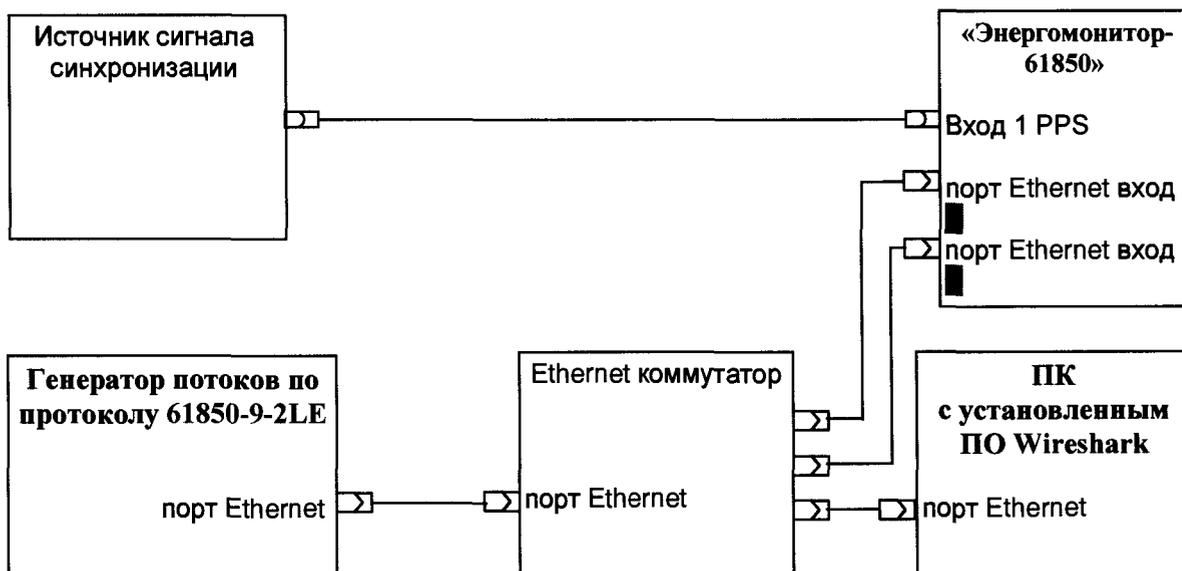


Рисунок А.9 - Схема подключения «Энергомонитор-61850» при определении погрешностей сравнения двух одинаковых потоков передаваемых по протоколу описанному в IEC 61850-9-2 формируемых одним источником

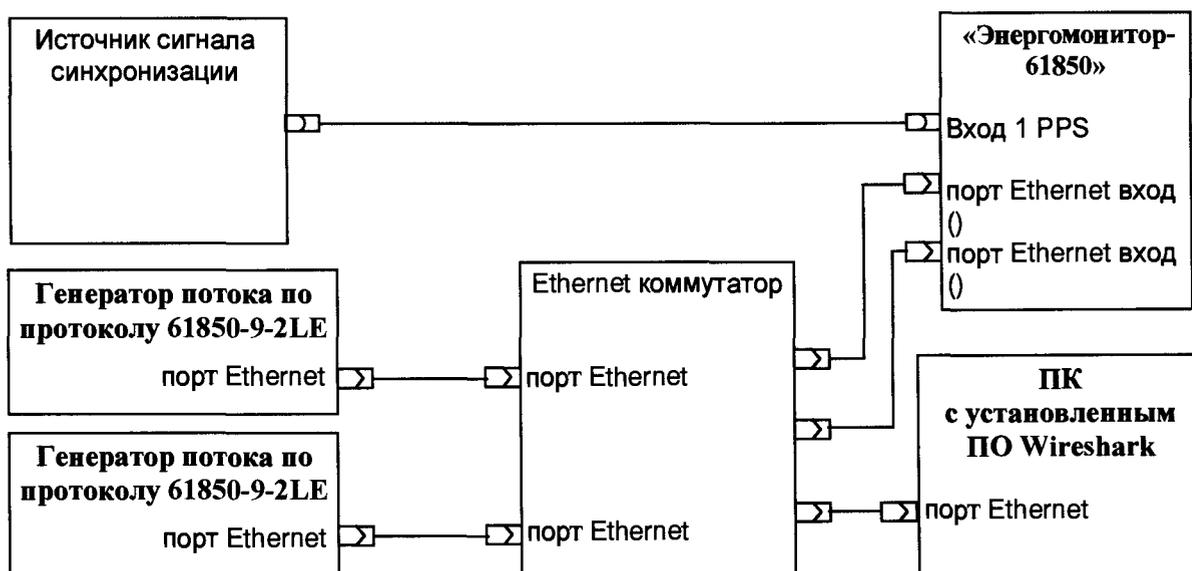
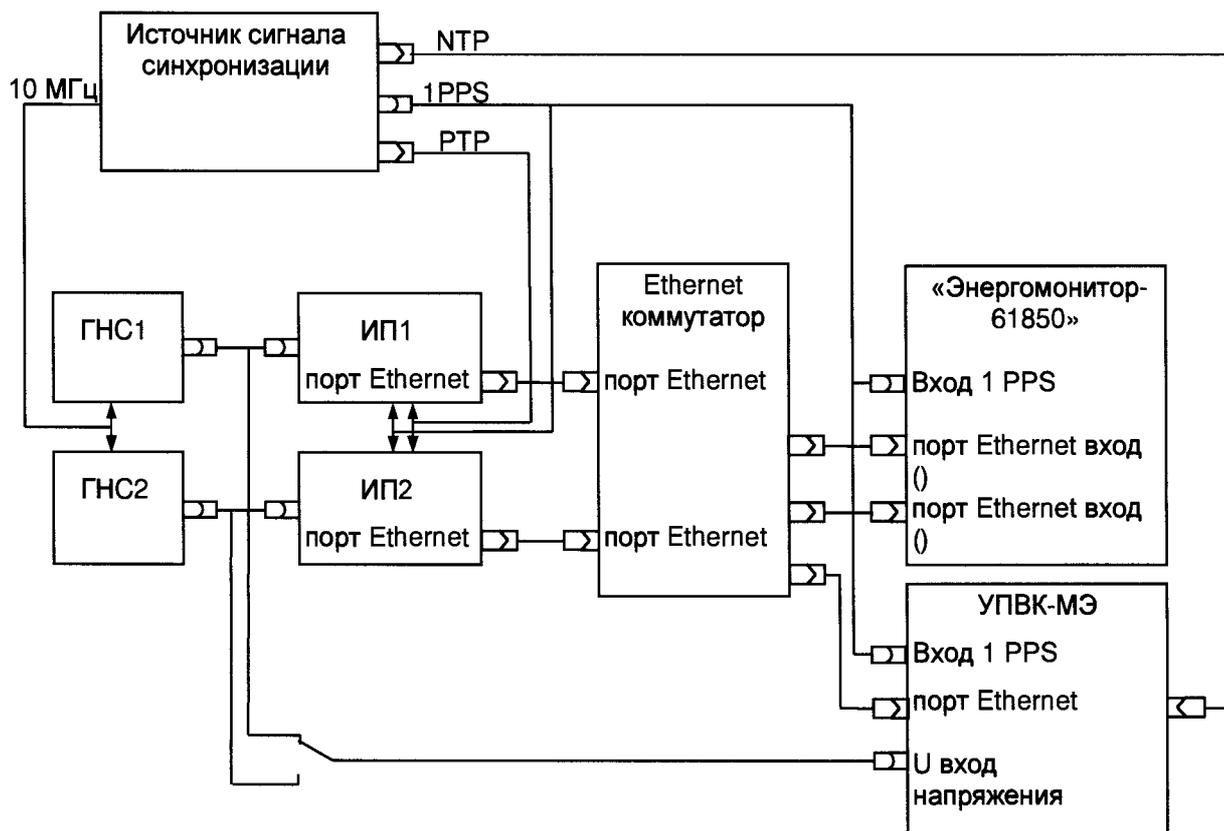


Рисунок А.10 - Схема подключения «Энергомонитор-61850» при определении погрешностей сравнения двух одинаковых потоков передаваемых по протоколу описанному в IEC 61850-9-2



ГНС1, ГНС2 - генератор напряжения синхронизированный, ГНС1 и ГНС2 могут быть заменены одним двухканальным генератором напряжения с возможностью регулировки угла сдвига фазы
 ИП1, ИП2 - измерительные преобразователи напряжения в поток дискретизированных значений для шины процесса. В качестве ИП1 и ИП2 могут применяться вспомогательные ЭМ-61850 или иные средства измерений работающих в режиме объединяющих устройств с выдачей выходного сигнала на шину процесса.

Рисунок А.11 - Схема подключения «Энергомонитор-61850» при определении погрешностей сравнения двух разных потоков передаваемых по протоколу описанному в IEC 61850-9-2 и формируемыми двумя вспомогательными измерительными преобразователями

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Метрологические и технические характеристики

Таблица Б.1 – Метрологические характеристики модификации "Энергомонитор- 61850 х-02-хх"

Измеряемая величина	Диапазоны или поддиапазоны измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
Напряжение переменного тока и напряжение основной гармоники (U и $U_{(1)}$), В	от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$	относительная, % $\pm[0,01+0,002 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$	$U_H > 2$ В
		относительная, % $\pm[0,015+0,003 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$	$U_H \leq 2$ В
Сила переменного тока и сила переменного тока основной гармоники (I и $I_{(1)}$), А	от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$	относительная, % $\pm[0,01+0,002 \cdot (1,2 \cdot I_H/I-1)]$	$I_H \leq 10$ А
		относительная, % $\pm[0,025+0,002 \cdot (1,2 \cdot I_H/I-1)]$	$I_H > 10$ А
Активная электрическая мощность и активная электрическая мощность основной гармоники (P и $P_{(1)}$), Вт	от $0,1 I_H$ до $1,2 I_H$; от $0,1 U_H$ до $1,2 U_H$	относительная, % $\pm[0,01+0,004 \cdot (P_H/P-1)]$	$P_H = U_H \cdot I_H$; $ \cos \phi $: от 0,9 до 1,0 $U_H > 2$ В $I_H \leq 10$ А
		относительная, % $\pm[0,025+0,004 \cdot (P_H/P-1)]$	$ \cos \phi $: от 0,9 до 1,0 $U_H > 2$ В $I_H > 10$ А
		относительная, % $\pm[0,025+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$	$ \cos \phi $: от 0,9 до 1,0 $U_H \leq 2$ В $I_H \leq 10$ А
		относительная, % $\pm[0,015+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$	$ \cos \phi $: от 0,2 до 0,9 $U_H > 2$ В $I_H \leq 10$ А
		относительная, % $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$	$ \cos \phi $: от 0,2 до 0,9 $U_H \leq 2$ В или (и) $I_H > 10$ А
Полная электрическая мощность (S), В·А	от $0,1 I_H$ до $1,2 I_H$; от $0,1 U_H$ до $1,2 U_H$	относительная, % $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_H/U+1,2 \cdot I_H/I-2)]$	$U_H > 2$ В $I_H \leq 10$ А
		относительная, % $\pm[0,04+0,01 \cdot (1,2 \cdot U_H/U+1,2 \cdot I_H/I-2)]$	$U_H \leq 2$ В или (и) $I_H > 10$ А
Реактивная электрическая мощность, (Q), рассчитываемая геометрическим методом ($Q_H = U_H \cdot I_H$)	от $0,1 I_H$ до $1,2 I_H$; от $0,1 U_H$ до $1,2 U_H$	относительная, % $\pm[0,03+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q-1)]$	U : от $0,1 U_H$ до $1,2 U_H$; I : от $0,1 I_H$ до $1,2 I_H$ $ \sin \phi $: от 0,9 до 1,0

Измеряемая величина	Диапазоны или поддиапазоны измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
		$\pm[0,05+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q-1)]$	$ \sin \phi $: от 0,2 до 0,9
Реактивная электрическая мощность основной гармонической составляющей (Q_1) р	от $0,1I_H$ до $1,2I_H$; от $0,1U_H$ до $1,2U_H$	относительная, %, $\pm[0,03+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q_1-1)]$	U: от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$; I: от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$;
			$ \sin \phi $: от 0,9 до 1
		относительная, % $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q_1-1)]$	$ \sin \phi $: от 0,2 до 0,9
Частота переменного тока (f_1), Гц	от 40 до 70	абсолютная, Гц $\pm 0,0002$	от $0,1I_H$ до $1,2I_H$; от $0,1U_H$ до $1,2U_H$
Угол фазового сдвига между основными гармониками, - входных напряжений;	от 0 до 360	абсолютная, градус $\pm 0,003$	от $0,1U_H$ до $1,2U_H$
- напряжения и тока одной фазы			от $0,1I_H$ до $1,2I_H$; от $0,1U_H$ до $1,2U_H$
Суммарный коэффициент гармоник напряжения (K_U), % (при U: от $0,2U_H$ до $1,2U_H$)	от 0 до 50	Абсолютная, % $\pm 0,01$	$K_U < 1,0$
		Относительная, % ± 1	$K_U \geq 1,0$
Среднеквадратическое значения гармонической составляющей напряжения порядка h* (U_{Ch}) (Для h от 2 до 50)	от 0 до $0,6 \cdot U_H$	Абсолютная, В $\pm 0,0001 \cdot U_H$	$U_{Ch} \leq 0,01 \cdot U_H$
		Относительная, % ± 1	$U_{Ch} > 0,01 \cdot U_H$
Коэффициент гармонической составляющей напряжения порядка h [$K_U(h)$] (Для h от 2 до 50)	от 0 до 49,9	Абсолютная, % $\pm 0,003$	U: от $0,2 \cdot U$ до $1,2 \cdot U_H$ $K_U(h) < 1,0$
			$K_U(h) \geq 1,0$
Суммарный коэффициент гармоник тока (K_I), % (при I: от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$)	от 0 до 50	Абсолютная, % $\pm 0,01$	$K_I < 1,0$
		Относительная, % $\pm 1,0$	$K_I \geq 1,0$
Среднеквадратическое значение гармонической составляющей силы тока порядка h (I_{Ch}) (для h: от 2 до 50)	от 0 до $0,6I_H$	Абсолютная, А $\pm 0,0001 \cdot I_H$	$I_{Ch} \leq 0,01 \cdot I_H$
		Относительная, % ± 1	$I_{Ch} > 0,01 \cdot I_H$
Коэффициент гармонической	От 0 до 49,9	Абсолютная, % $\pm 0,003$	$K_I(h) < 1,0$

Измеряемая величина	Диапазоны или поддиапазоны измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
составляющей силы тока порядка h [$K_1(h)$] (для h от 2 до 50; I : от $0,2 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$)		Относительная, % $\pm 0,3$	$K_1(h) \geq 1,0$
Угол сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS), градус	от 0 до ± 180	$\Delta = \pm k_F \cdot f_1$, где $k_F = 0,0003$ градус/Гц	от $0,2 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$
Угол сдвига фаз между основной гармоникой тока и опорным сигналом 1 Гц (PPS), градус	от 0 до ± 180	$\Delta = \pm k_F \cdot f_1$, где $k_F = 0,0003$ градус/Гц	от $0,2 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$
Частота опорного сигнала (PPS)	1 Гц	Относительная, $\pm 2 \cdot 10^{-6}$	
Нормальные условия измерений: - температура окружающей среды, °C - относительная влажность, % - атмосферное давление, кПа			от +15 до +30 от 30 до 80 от 84 до 106,7

Таблица Б. 2 – Метрологические характеристики модификации "Энергомонитор-61850 х-05-хх"

Наименование метрологической характеристики и условное обозначение	Диапазоны или поддиапазоны измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
Напряжение переменного тока и основной гармоники (U и $U_{(1)}$), В	от $0,1 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$	относительная, % $\pm [0,02 + 0,005 \cdot (1,2 \cdot U_N / U - 1)]$	
Сила переменного тока и сила основной гармоники (I и $I_{(1)}$), А	от $0,1 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$	относительная, % $\pm [0,02 + 0,005 \cdot (1,2 \cdot I_N / I - 1)]$	
Активная электрическая мощность и активная электрическая мощность основной гармоники (P и $P_{(1)}$), Вт	от $0,1 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$; от $0,1 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$; $ \cos \phi $: от 0,2 до 1,0	относительная, % $\pm [0,05 + 0,01 \cdot (1,44 \cdot P_N / P - 1)]$	$P_N = U_N \cdot I_N$
Реактивная электрическая мощность, (Q), рассчитываемая методом: - перекрестного включения, - геометрическим, - сдвига сигнала напряжения на 1/4	от $0,1 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$; от $0,1 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$; $ \sin \phi $ от 0,2 до 1,0	относительная, % $\pm [0,1 + 0,02 \cdot (1,44 \cdot Q_N / Q - 1)]$	$Q_N = U_N \cdot I_N$

Наименование метрологической характеристики и условное обозначение	Диапазоны или поддиапазоны измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
периода основной гармонической составляющей			
Реактивная электрическая мощность основной гармонической составляющей (Q_1)	от $0,1 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$; от $0,1 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$; $ \sin \varphi $ от 0,2 до 1,0	Относительная, % $\pm[0,1+0,02 \cdot (1,44 \cdot Q_N/Q_1 - 1)]$	
Полная электрическая мощность (S), В·А	от $0,1 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$; от $0,1 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$;	Относительная, % $\pm[0,04+0,01 \cdot (1,2 \cdot U_N/U + 1,2 \cdot I_N/I - 2)]$	
Частота переменного тока (f_1), Гц	от 40 до 70	Абсолютная, Гц $\pm 0,001$	от $0,1 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$; от $0,1 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$;
Угол фазового сдвига между основными гармониками, градус:	от 0 до 360	Абсолютная, градус $\pm 0,01$	от $0,2 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$
- фазных напряжений;			от $0,1 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$; от $0,1 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$;
- напряжения и тока одной фазы (φ_1)			
Суммарный коэффициент гармоник напряжения (K_U), % (U: от $0,2 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$)	от 0 до 50	Абсолютная, % $\pm 0,01$	$K_U < 1,0$
		Относительная, % ± 1	$K_U \geq 1,0$
Среднеквадратическое значения гармонической составляющей напряжения порядка h (U_{Ch}) (Для h от 2 до 50)	от 0 до $0,6 U_N$	Абсолютная, В $\pm 0,0002 \cdot U_N$	$U_{Ch} \leq 0,01 \cdot U_N$
		Относительная, % ± 2	$U_{Ch} > 0,01 \cdot U_N$
Коэффициент гармонической составляющей напряжения порядка h [$K_U(h)$] (Для h от 2 до 50; U: от $0,2 \cdot U$ до $1,2 \cdot U_N$)	от 0 до 49,9	Абсолютная, % $\pm 0,01$	$K_U(h) < 1,0$
		Относительная, % $\pm 1,0$	$K_U(h) \geq 1,0$
Суммарный коэффициент гармоник тока (K_I), % (I: от $0,2 \cdot I_N$ до $1,1 \cdot I_N$)	От 0 до 50	Абсолютная, % $\pm 0,01$	$K_I < 1,0$
		Относительная, % $\pm 1,0$	$K_I \geq 1,0$
Среднеквадратическое значение гармонической составляющей силы тока	от 0 до $0,6 \cdot I_N$	Абсолютная, $\pm 0,0002 \cdot I_N$;	$I_{Ch} \leq 0,01 \cdot I_N$

Наименование метрологической характеристики и условное обозначение	Диапазоны или поддиапазоны измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
порядка h (I_{Ch}) (Для h : от 2 до 50)		Относительная; $\pm 2\%$	$I_{Ch} > 0,01 \cdot I_N$
Коэффициент гармонической составляющей силы тока порядка h [$K_I(h)$] (для h : от 2 до 50; I : от $0,2 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$)	от 0 до 49,9	Абсолютная, % $\pm 0,01$	$K_I(h) < 1,0$
		Относительная, % ± 1	$K_I(h) \geq 1,0$
Угол сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS), градус	от 0 до ± 180	$\Delta = \pm k_F \cdot f_1$, где $k_F = 0,0005$ градус/Гц	от $0,2 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$
Угол сдвига фаз между основной гармоникой тока и опорным сигналом 1 Гц (PPS), градус	от 0 до ± 180	$\Delta = \pm k_F \cdot f_1$, где $k_F = 0,0005$ градус/Гц	от $0,2 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$
Частота опорного сигнала (PPS)	1 Гц	Относительная, $\pm 2 \cdot 10^{-6}$	
Нормальные условия измерений: - температура окружающей среды, °C - относительная влажность, % - атмосферное давление, кПа			от +15 до +30 от 30 до 80 от 84 до 106,7

Таблица Б.3 – Метрологические характеристики модификации "Энергомонитор-61850 х-02-01" при поверке ИТН и ИТТ с аналоговыми выходными сигналами

Наименование определяемой метрологической характеристики	Диапазон определяемой величины	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Примечание
Для трансформаторов напряжения			
Погрешность напряжения ($\delta_{Ки(Tr)}$), %	от -0,2 до +0,2	$\pm 0,002$	от $0,2 \cdot U_{N2}$ до $1,2 \cdot U_{N2}$; $f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц
	от -2,0 до +2,0	$\pm 0,02$	
от -20,0 до +20,0	$\pm 0,2$		
Угловая погрешность ($\Delta\varphi_{и(Tr)}$), '	от -600 до +600	$\pm 0,1$	
	от -180° до +180°	$\pm 1,0$	
Для трансформаторов тока			
Токовая погрешность ($\delta_{ИТТ}$), %	от -0,2 до +0,2	$\pm 0,002$	от $0,01 \cdot I_{N2}$ до $1,2 \cdot I_{N2}$; $f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц
	от -2,0 до +2,0	$\pm 0,02$	
от -20,0 до +20,0	$\pm 0,2$		
Угловая погрешность ($\Delta\varphi_{ТТ}$), '	от -600 до +600	$\pm 0,1$	
	от -180° до +180°	$\pm 1,0$	

$U_{Н2}$ – номинальное вторичное напряжение поверяемого ИТН ($100/\sqrt{3}$ В или 100 В);
 $I_{Н2}$ – номинальный вторичный ток поверяемого ИТТ (1 А или 5 А);
 $f_{НОМ}$ – номинальная частота поверяемого ИТТ или ИТН (50 или 60 Гц).

Таблица Б.4– Метрологические характеристики модификации "Энергомонитор-61850 х-05-01" при поверке ИТН и ИТТ с аналоговыми выходными сигналами

Наименование определяемой метрологической характеристики	Диапазон определяемой величины	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Примечание
Для трансформаторов напряжения			
Погрешность напряжения, $(\delta_{ки(Тр)})$, %	от -0,2 до +0,2	$\pm 0,005$	от $0,2 \cdot U_{Н2}$ до $1,2 \cdot U_{Н2}$; $f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц
	от -2,0 до +2,0	$\pm 0,05$	
	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,5$	
Угловая погрешность, $(\Delta\phi_{и(Тр)})$,'	от -600 до +600	$\pm 0,2$	
	от -180° до +180°	$\pm 2,0$	
Для трансформаторов тока			
Токовая погрешность $(\delta_{лт})$, %	от -0,2 до +0,2	$\pm 0,005$	от $0,01 \cdot I_{Н2}$ до $1,2 \cdot I_{Н2}$; $f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц
	от -2,0 до +2,0	$\pm 0,05$	
	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,5$	
Угловая погрешность $(\Delta\phi_{тг})$,	от -600 до +600	$\pm 0,2$	
	от -180° до +180°	$\pm 2,0$	
$U_{Н2}$ – номинальное вторичное напряжение поверяемого ИТН ($100/\sqrt{3}$ В или 100 В); $I_{Н2}$ – номинальный вторичный ток поверяемого ИТТ (1 или 5 А); $f_{НОМ}$ – номинальная частота поверяемого ИТТ или ИТН (50 или 60 Гц).			

Таблица Б.5 – Метрологические характеристики модификации "Энергомонитор-61850 х-02-хх" при поверке измерительных преобразователей, ЭТН и ЭТТ с выходными сигналами в виде цифрового потока мгновенных значений, передаваемых по протоколу, описанному в ИЕС 61850-9-2.

Наименование определяемой метрологической характеристики	Диапазон определяемой величины	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Примечание
Для трансформаторов напряжения			
Погрешность напряжения ($\delta_{Ku(Tr)}$), %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,015$	от $0,2 \cdot U_{ном}$ до $1,2 \cdot U_{ном}$; $f = (f_{ном} \pm 1)$ Гц
Угловая погрешность ($\Delta\varphi_{u(Tr)}$), '	от -180° до $+180^\circ$	$\pm 1,0$	
Полная погрешность, %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,03$	
Для трансформаторов тока			
Токовая погрешность ($\delta I_{ТТ}$), %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,015$	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $1,2 \cdot I_{ном}$; $f = (f_{ном} \pm 1)$ Гц
Угловая погрешность ($\Delta\varphi_{ТТ}$), '	от -180° до $+180^\circ$	$\pm 1,0$	
Полная погрешность, %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,03$	
Примечания			
$U_{ном}$ – номинальное первичное напряжение поверяемого ЭТН;			
$I_{ном}$ – номинальный первичный ток поверяемого ЭТТ;			
$f_{ном}$ – номинальная частота поверяемого ЭТТ или ЭТН (50 или 60 Гц).			

Таблица Б.6 – Метрологические характеристики модификации "Энергомонитор-61850 х-05-хх" при поверке измерительных преобразователей, ЭТН и ЭТТ с выходными сигналами в виде цифрового потока мгновенных значений, передаваемых по протоколу, описанному в ИЕС 61850-9-2.

Наименование определяемой метрологической характеристики	Диапазон определяемой величины	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Примечание
Для трансформаторов напряжения			
Погрешность напряжения ($\delta_{Ku(Tr)}$), %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,05$	от $0,2 \cdot U_{ном}$ до $1,2 \cdot U_{ном}$; $f = (f_{ном} \pm 1)$ Гц
Угловая погрешность ($\Delta\varphi_{u(Tr)}$), '	от -180° до $+180^\circ$	$\pm 2,0$	
Полная погрешность, %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,07$	
Для трансформаторов тока			
Токовая погрешность ($\delta I_{ТТ}$), %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,05$	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $1,2 \cdot I_{ном}$; $f = (f_{ном} \pm 1)$ Гц
Угловая погрешность ($\Delta\varphi_{ТТ}$), '	от -180° до $+180^\circ$	$\pm 2,0$	
Полная погрешность, %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,07$	
Примечания			
$U_{ном}$ – номинальное первичное напряжение поверяемого ЭТН;			
$I_{ном}$ – номинальный первичный ток поверяемого ЭТТ;			
$f_{ном}$ – номинальная частота поверяемого ЭТТ или ЭТН (50 или 60 Гц).			

Таблица Б.7 – Метрологические характеристики ЭМ-61850 при сравнении цифровых потоков мгновенных значений, передаваемых по протоколу, описанному в IEC 61850-9-2

Наименование измеряемой величины	Диапазон измеряемой величины	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Примечание
Относительная разность среднеквадратических значений основных гармоник напряжения двух сигналов, представленных в виде цифрового потока мгновенных значений, %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,15/U^*$	256 выборок на период номинальной частоты (50 Гц)
		$\pm 0,25/U$	80 выборок на период номинальной частоты (50 Гц)
Угол сдвига фазы между основными гармониками напряжения двух сигналов, представленных в виде цифрового потока мгновенных значений, '	от -180° до +180°	$\pm 4/U$	256 выборок на период номинальной частоты (50 Гц)
		$\pm 6/U$	80 выборок на период номинальной частоты (50 Гц)
Относительная разность среднеквадратических значений основных гармоник тока двух сигналов, представленных в виде цифрового потока мгновенных значений, %	от -20,0 до +20,0	$\pm 0,015/I^{**}$	256 выборок на период номинальной частоты (50 Гц)
		$\pm 0,025/I$	80 выборок на период номинальной частоты (50 Гц)
Угол сдвига фазы между основными гармониками напряжения двух сигналов, представленных в виде цифрового потока мгновенных значений, '	от -180° до +180°	$\pm 0,4/I$	256 выборок на период номинальной частоты (50 Гц)
		$\pm 0,6/I$	80 выборок на период номинальной частоты (50 Гц)
Примечания			
* U – значение, равное среднеквадратическому значению напряжения основной гармоники выраженное в вольтах, если напряжение менее 100 В или равно 100 В, если среднеквадратическое значение напряжения основной гармоники более 100 В;			
** I – значение, равное среднеквадратическому значению силы тока основной гармоники выраженное в амперах, если сила тока менее 10 А или равно 10 А, если среднеквадратическое значение тока основной гармоники более 10 А;			

5	5	1,05		
2	2	1,05		
1	1	1,05		
1	0,1	1,05		

5.2 Результаты определения относительной погрешности измерения среднеквадратического значения силы переменного тока δ_I и основной (первой) гармонической составляющей переменного тока δ_{I1} приведены в таблице В.2.

Таблица В.2

I_N, A	I_Σ, A	$f_1/f_{ном}$	Погрешность прибора ЭМ - 61850, %	
			δ_I	δ_{I1}
100	100	1,05		
50	50	0,95		
25	10	1,05		
10	10	1,05		
5	0,1	1,05		
2,5	0,1	1,15		
1	0,01	0,85		
0,5	0,5	1,05		
0,25	1	1,05		
0,1	0,1	0,95		
0,1	0,01	1,15		

5.3 Результаты определения относительной погрешности измерения частоты переменного тока δ_f приведены в таблице В.3.

Таблица В.3

$f_1/f_{ном}$	Погрешность прибора ЭМ - 61850 (δ_f), Гц
0,85	
1,05	
1,15	

5.4 Результаты определения погрешности измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и тока приведены в таблицах В.4 и В.5.

Таблица В.4

номер сигнала	Погрешность прибора Энергомонитор - 61850, $\delta_{КУ}$ или $\Delta_{КУ}$, %
1	
2	
3	

Таблица В.5

номер сигнала	Погрешность прибора Энергомонитор - 61850, $\delta_{КІ}$ или $\Delta_{КІ}$, %
1	
2	

5.5 Результаты определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного сигнала 1 Гц (1 PPS)

Соответствуют (не соответствуют) требованиям, приведенным в описании типа.

5.6 Результаты определения абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения частоты 53 Гц и опорным сигналом 1 Гц (PPS) приведены в таблице В.6.

Таблица В.6

Диапазон измерений, В	Действующее напряжение испытательного сигнала, В	Абсолютная погрешность измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения частоты 53 Гц и опорным сигналом 1 Гц, градусы
2	1	
10	1	
60	7	

5.7 Результаты определения абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой тока частоты 53 Гц и опорным сигналом 1 Гц (PPS) приведены в таблице В.7.

Таблица В.7

Диапазон измерений, А	Действующий ток испытательного сигнала, А	Абсолютная погрешность измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения частоты 53 Гц и опорным сигналом 1 Гц, градусы
1	0,5	
5	5	

5.8 Результаты определения погрешностей ЭМ-61850 в режиме определения погрешности напряжения и тока, угловой погрешности поверяемого измерительного преобразователя приведены в таблице В.8.

Таблица В.8

№	отклонение установленное на генераторе потока по протоколу 61850-9-2		отклонение определенное ЭМ-61850		разность отклонений	
	по напряжению, %		по напряжению ΔU , %	по углу $\Delta\phi$, градус	по напряжению, %	по углу, градус
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
1	0	0				
2	+0,05	-0,03				
3	-0,5	0,3				
4	+5	-3				

5.9 Результаты определения погрешностей ЭМ-61850 в режиме равнения цифровых потоков передаваемых по протоколу, описанному в IEC 61850-9-2.

Вывод: по метрологическим характеристикам ЭМ-61850 соответствует (не соответствует) требованиям, приведенным в описании типа.

6 Подтверждение соответствия программного обеспечения

6.1 Наименование ПО, номер версии ПО и контрольная сумма метрологически значимой части ПО соответствуют (не соответствуют) требованиям, приведенным в описании типа.

Вывод по результатам поверки: ЭМ-61850 соответствует (не соответствует) требованиям, приведенным в описании типа

Дата

Подпись поверителя

М.П.