

СОГЛАСОВАНО

Технический директор  
ООО «НПП «Динамика»

  
\_\_\_\_\_ В. А. Герасимов  
\_\_\_\_\_ 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ

Технический директор  
ООО «ИЦРМ»

  
\_\_\_\_\_ М. С. Казаков  
\_\_\_\_\_ 2020 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЦИФРОВЫЕ  
РЕТОМ™-61850

Методика поверки

БРГА.441461.014 МП

г. Москва  
2020 г.

# 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

3314

1.1 Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверок комплексов программно-технических измерительных цифровых РЕТОМ™-61850<sup>1</sup> (далее – комплексы). Настоящая методика устанавливает объем, условия поверки, методы и средства поверки комплексов и порядок оформления результатов поверки.

1.2 Комплекс включает в себя устройство РЕТОМ-61850 (далее – устройство) и программное обеспечение (далее – ПО).

Устройство составляет аппаратную часть комплекса. Устройство подключается к персональному компьютеру (далее – ПК) и в сочетании с установленным ПО образует комплекс. Индикация измеренных и воспроизводимых значений сигналов отображается на мониторе ПК.

1.3 На первичную поверку следует предъявлять комплексы до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта. Периодическая поверка проводится в процессе эксплуатации и хранения.

1.4 Допускается проведение периодической поверки меньшего числа измеряемых (воспроизводимых) величин или меньшего числа поддиапазонов измерений (воспроизведения) в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

1.5 Интервал между поверками – 4 года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование	8.2	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	8.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик	8.4	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 В случае отрицательного результата проверки в процессе выполнения любой из операций комплексы бракуют и их поверку прекращают.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведенные в таблице 2.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых комплексов с требуемой точностью.

<sup>1</sup> РЕТОМ™ - зарегистрированная торговая марка. Далее знак опускается.

Таблица 2 – Средства поверки

№ п/п	Наименование средства поверки	Номер пункта методики поверки	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
<b>Основные средства поверки</b>			
1	Установка поверочная векторная компарирующая	8.4.1, 8.4.2	Установка поверочная векторная компарирующая УПВК-МЭ 61850, регистрационный номер 60987-15
2	Прибор электроизмерительный многофункциональный	8.4.1, 8.4.2	Прибор электроизмерительный многофункциональный Энергомонитор-61850, регистрационный номер 73445-18
3	Частотометр	8.4.3	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3, регистрационный номер 32359-06
<b>Вспомогательные средства поверки (оборудование)</b>			
4	Термогигрометр электронный	8.1-8.4	Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, регистрационный номер 22129-09
5	Барометр	8.1-8.4	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, регистрационный номер 5738-76
6	Измерители электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии	8.1-8.4	Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрические LPW-305, регистрационный номер 46877-16
7	Персональный компьютер	8.4	Персональный компьютер с установленным ПО; объем оперативной памяти не менее 4 Гб; объем жесткого диска не менее 10 Гб; операционная система Windows; наличие интерфейса Ethernet

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 К проведению поверки допускают лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационные документы на комплексы и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускают лица из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации на поверяемое средство измерений и применяемые средства поверки.

4.3 Лица, допускаемые к поверке комплекса, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже II.

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 При поверке комплексов должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, ГОСТ 24855, "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей", а также меры безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации применяемого оборудования.

5.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого комплекса необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью кабеля или адаптера и сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;
- заземление должно производиться посредством заземляющего провода или сетевого адаптера, предназначенного для данного оборудования;
- запрещается работать с оборудованием при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с поверяемым комплексом в условиях температуры, относительной влажности и атмосферного давления, выходящих за допустимые значения;
- запрещается работать с поверяемым комплексом в случае обнаружения его повреждения.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку комплексов следует проводить в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$
- относительная влажность воздуха, % 40 – 80 (без конденсации влаги)
- атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.) 84 – 106,7 (630 – 800)
- напряжение питающей сети  $U_{пит}$ , В  $230 \pm 4,4$
- частота сети, Гц  $50 \pm 0,5$
- отсутствие вибрации, тряски, ударов, влияющих на работу комплексов;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей, превышающих установленные нормы по электрооборудованию для измерения, управления и лабораторного применения;
- рабочее положение: горизонтальное положение устройства.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать комплекс в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1, не менее 4 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1;
- соединить зажимы защитного заземления используемых средств поверки с контуром защитного заземления лаборатории;
- подготовить к работе средства поверки и выдержать во включенном состоянии в соответствии с руководствами по их эксплуатации (все средства измерений должны быть исправны);
- измерить и занести в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления, а также частоты и напряжения питающей сети;
- установить программное обеспечение (далее – ПО, программа) из комплекта поставки на компьютер, используемый для управления комплексом;
- соединить компьютер и устройство при помощи специального информационного кабеля из комплекта поставки (см. эксплуатационную документацию);
- подключить устройство к сети питания;
- включить устройство, для этого включить тумблер питания на задней панели над сетевым шнуром, а затем кратковременно нажать кнопку «Вкл/Выкл» на лицевой панели (после того, как индикатор «ГОТОВ» перейдет в режим постоянного свечения, устройство готово к работе);
- запустить ПО, настроить сетевое подключение для связи устройства с ПК – осуществить «привязку» (подробное описание приведено в руководстве по эксплуатации на комплекс) и выйти из программы;
- выключить устройство, кратковременно нажав кнопку «Вкл/Выкл» на лицевой панели устройства.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие руководства по эксплуатации и паспорта наверяемые комплексы;
- соответствие комплектности комплексов эксплуатационной документации;
- отсутствие повреждений, влияющих на работу комплексов (целостность корпуса и отсутствие видимых механических повреждений);
- отсутствие внутри устройства посторонних предметов или незакрепленных деталей (не должно быть постороннего шума при манипуляциях с устройством (поступательные, вращательные движения)).

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если выполнены все вышеуказанные требования.

### 8.2 Опробование

Опробование проводить следующим образом:

- 1) Произвести подготовку комплекса к работе согласно руководству по эксплуатации.
- 2) Включить устройство, для этого включить тумблер питания на задней панели над сетевым шнуром, а затем кратковременно нажать кнопку «Вкл/Выкл» на лицевой панели (после того, как индикатор «ГОТОВ» перейдет в режим постоянного свечения, устройство готово к работе).
- 3) Проверить возможность управления комплексом через компьютер с установленным ПО.
- 4) Собрать сегмент сети Ethernet как показано на рисунке 1 и сконфигурировать источник потока МЭК 61850-9-2 в комплексе (на компьютере в программе).
- 5) Включить источник потока МЭК 61850-9-2LE (сначала 80, затем 256 выборок на период) и проверить возможность приема потока установкой поверочной векторной компарирующей УПК МЭ-61850 (далее по тексту – УПК МЭ-61850).
- 6) Включить источник потока МЭК 61850-9-2 (сначала 96, затем 288 выборок на период) и проверить возможность приема потока прибором электроизмерительным многофункциональным Энергомонитор-61850 (далее по тексту – Энергомонитор-61850).

Результаты проверки считаются положительным, если выполняются все вышеуказанные требования.

### 8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения комплекса осуществляется путем проверки идентификационных данных ПО.

Проверку идентификационных данных ПО производить следующим образом:

- 1) Произвести подготовку комплекса к работе согласно руководству по эксплуатации.
- 2) Проверить целостность внешнего ПО, для чего необходимо на верхней панели в меню основной программы «Стандартное программное обеспечение РЕТОМ-51/61/71/61850» выбрать пункт «Помощь», затем «О программе», на экране отобразится окно с указанием номера версии внешнего ПО.
- 3) Проверить целостность встроенного ПО, для чего необходимо в окне программы управления РЕТОМ-61850 выбрать пункт «Поиск устройств», затем выполнить «Поиск», на экране отобразится список найденных устройств с указанием номера версии встроенного ПО (версия ПО).

Результаты проверки считаются положительным, если считанные наименования и номера версии встроенного и внешнего ПО соответствуют значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики ПО комплексов

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	встроенное	внешнее (стандартное)
Идентификационное наименование ПО	Retomm	Arm32.exe
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.1.4.40	не ниже 5.2.2
Цифровой идентификатор ПО	-	-

#### 8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение метрологических характеристик при воспроизведении цифрового SV-потока.

8.4.1.1 Определение относительной (абсолютной) погрешности воспроизведений среднеквадратического значения фазного (линейного) напряжения переменного тока и напряжения переменного тока основной гармоники; напряжения постоянного тока; среднеквадратического значения силы переменного тока и силы переменного тока основной гармоники; силы постоянного тока; частоты переменного тока; угла фазового сдвига между основной гармоникой напряжения (тока) и фронтом опорного сигнала 1 Гц для протокола МЭК-61850-9-2LE (частота дискретизации сигналов 80 и 256 выборок на период) проводится с помощью УПКВ МЭ-61850 для каждого измерительного канала напряжения и тока (А, В, С, N) в следующей последовательности:

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

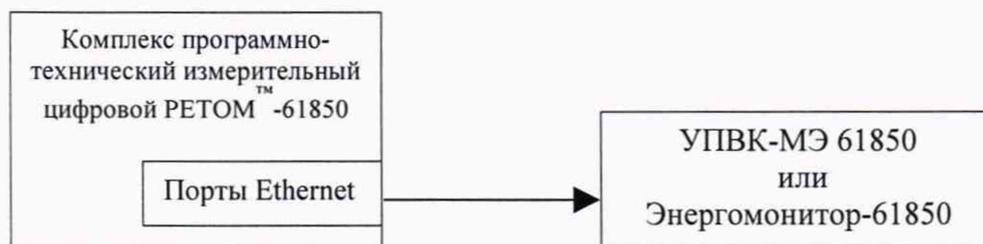


Рисунок 1 – Схема структурная для определения относительной (абсолютной) погрешности воспроизведений и измерений сигналов цифрового SV-потока

2) При помощи комплекса поочередно воспроизвести следующие значения сначала для частоты дискретизации сигналов 80 выборок/период, затем для 256 выборок/период:

- среднеквадратические значения фазного напряжения основной гармоники с частотой 50 Гц: 1; 3; 5; 7; 10; 30; 70; 120; 180; 240 В;

- среднеквадратические значения фазного напряжения основной гармоники с частотой 100 Гц: 1; 3; 5; 7; 10; 30; 70; 120; 180; 240 В;

- напряжения постоянного тока: 1; 7; 30; 70; 240 В;

- среднеквадратические значения силы переменного тока основной гармоники с частотой 50 Гц: 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1; 2; 4; 6; 8; 10 А;

- среднеквадратические значения силы переменного тока основной гармоники с частотой 100 Гц: 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1; 2; 4; 6; 8; 10 А;

- силы постоянного тока: 0,1; 0,5; 1; 5; 10 А;

- частоты переменного тока (входной сигнал 240 В): 40; 45; 50; 60; 70; 100; 200; 300; 400; 500 Гц;

- угла фазового сдвига между основной гармоникой и фронтом опорного сигнала 1 Гц с частотой 50 Гц (входной сигнал 240 В, 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов;

- угла фазового сдвига между основной гармоникой и фронтом опорного сигнала 1 Гц с частотой 100 Гц (входной сигнал 240 В, 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов.

3) При помощи УПКВ МЭ-61850 произвести измерение испытательных сигналов, заданных при помощи комплекса.

4) Для каждого испытательного сигнала произвести расчёт относительной или абсолютной погрешности по формулам (1) или (2) в зависимости от величины испытательного сигнала:

- относительная погрешность воспроизведений  $\delta$ , %:

$$\delta = [(X_k - X_n) / X_n] \cdot 100 \%, \quad (1)$$

- абсолютная погрешность воспроизведений

$$\Delta = X_k - X_n \quad (2)$$

где  $X_n$  – значение величины, измеренное эталонным средством измерений, В (А, Гц, градус);

$X_k$  – значение воспроизводимой величины, заданное комплексом, В (А, Гц, градус).

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в приложении А.

8.4.1.2 Определение относительной (абсолютной) погрешности воспроизведений среднеквадратического значения фазного (линейного) напряжения переменного тока и напряжения переменного тока основной гармоники; среднеквадратического значения силы переменного тока и силы переменного тока основной гармоники; частоты переменного тока; угла фазового сдвига между основной гармоникой напряжения (тока) и фронтом опорного сигнала 1 Гц для протокола МЭК-61850-9-2 (частота дискретизации сигналов 96 и 288 выборок на период) проводится с помощью Энергомонитор-61850 для каждого измерительного канала напряжения и тока (А, В, С, N) в следующей последовательности:

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) При помощи комплекса поочередно воспроизвести следующие значения сначала для частоты дискретизации сигналов 96 выборок/период, затем для 288 выборок/период:

- среднеквадратические значения фазного напряжения основной гармоники с частотой 50 Гц: 1; 3; 5; 7; 10; 30; 70; 120; 180; 240 В;

- среднеквадратические значения силы переменного тока основной гармоники с частотой 50 Гц: 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1; 2; 4; 6; 8; 10 А;

- частоты переменного тока (входной сигнал 240 В): 40; 45; 50; 60; 70 Гц;

- угла фазового сдвига между основной гармоникой и фронтом опорного сигнала 1 Гц с частотой 50 Гц (входной сигнал 240 В, 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов.

3) При помощи Энергомонитор-61850 произвести измерение испытательных сигналов, заданных при помощи комплекса.

4) Для каждого испытательного сигнала произвести расчёт относительной или абсолютной погрешности по формулам (1) или (2) в зависимости от величины испытательного сигнала.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в приложении А.

8.4.1.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведений угла фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами напряжений, сигналами токов, сигналами тока и напряжения одной фазы для частоты дискретизации 80, 96, 256 и 288 выборок/период проводится с помощью Энергомонитор-61850 для каждого измерительного канала напряжения и тока (А, В, С, N) в следующей последовательности:

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) При помощи комплекса поочередно воспроизвести следующие значения сначала для частоты дискретизации 80 выборок/период, затем для 96 выборок/период, 256 выборок/период и 288 выборок/период:

- угла фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами напряжений с частотой 50 Гц (входной сигнал 240 В): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов;
- угла фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами токов с частотой 50 Гц (входной сигнал 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов;
- угла фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами тока и напряжения одной фазы с частотой 50 Гц (входной сигнал 240 В, 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов.

3) При помощи Энергомонитор-61850 произвести измерение испытательных сигналов, заданных при помощи комплекса.

4) Для каждого испытательного сигнала произвести расчёт абсолютной погрешности по формуле (2) в зависимости от величины испытательного сигнала.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в приложении А.

#### 8.4.2 Определение метрологических характеристик при измерении цифрового SV-потока.

8.4.2.1 Определение относительной (абсолютной) погрешности измерений среднеквадратического значения фазного (линейного) напряжения переменного тока и напряжения переменного тока основной гармоники; напряжения постоянного тока; среднеквадратического значения силы переменного тока и силы переменного тока основной гармоники; силы постоянного тока; частоты переменного тока; угла фазового сдвига между основной гармоникой напряжения (тока) и фронтом опорного сигнала 1 Гц для протокола МЭК-61850-9-2LE (частота дискретизации сигналов 80 и 256 выборок на период) проводится с помощью УПВК МЭ-61850 для каждого измерительного канала напряжения и тока (А, В, С, N) в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.
- 2) При помощи комплекса поочередно воспроизвести следующие значения сначала для частоты дискретизации сигналов 80 выборок/период, затем для 256 выборок/период:
  - среднеквадратические значения фазного напряжения основной гармоники с частотой 50 Гц: 1; 3; 5; 7; 10; 30; 70; 120; 180; 240 В;
  - среднеквадратические значения фазного напряжения основной гармоники с частотой 100 Гц: 1; 3; 5; 7; 10; 30; 70; 120; 180; 240 В;
  - напряжения постоянного тока: 1; 7; 30; 70; 240 В;
  - среднеквадратические значения силы переменного тока основной гармоники с частотой 50 Гц: 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1; 2; 4; 6; 8; 10 А;
  - среднеквадратические значения силы переменного тока основной гармоники с частотой 100 Гц: 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1; 2; 4; 6; 8; 10 А;
  - силы постоянного тока: 0,1; 0,5; 1; 5; 10 А;
  - частоты переменного тока (входной сигнал 240 В): 40; 45; 50; 60; 70; 100; 200; 300; 400; 500 Гц;
  - угла фазового сдвига между основной гармоникой и фронтом опорного сигнала 1 Гц с частотой 50 Гц (входной сигнал 240 В, 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов;
  - угла фазового сдвига между основной гармоникой и фронтом опорного сигнала 1 Гц с частотой 100 Гц (входной сигнал 240 В, 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов.

3) При помощи комплекса произвести измерение собственных генерируемых испытательных сигналов.

4) При помощи УПВК МЭ-61850 произвести измерение испытательных сигналов, заданных при помощи комплекса.

5) Для каждого испытательного сигнала произвести расчёт относительной или абсолютной погрешности по формулам (3) или (4) в зависимости от величины испытательного сигнала:

- относительная погрешность воспроизведений  $\delta$ , %:

$$\delta = [(X_k - X_n) / X_n] \cdot 100 \%, \quad (3)$$

- абсолютная погрешность воспроизведений

$$\Delta = X_k - X_n \quad (4)$$

где  $X_n$  – значение величины, измеренное комплексом, В (А, Гц, градус);

$X_k$  – значение величины, измеренное эталонным средством измерений, В (А, Гц, градус).

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в приложении А.

8.4.2.2 Определение относительной (абсолютной) погрешности измерений среднеквадратического значения фазного (линейного) напряжения переменного тока и напряжения переменного тока основной гармоники; среднеквадратического значения силы переменного тока и силы переменного тока основной гармоники; частоты переменного тока; угла фазового сдвига между основной гармоникой напряжения (тока) и фронтом опорного сигнала 1 Гц для протокола МЭК-61850-9-2 (частота дискретизации сигналов 96 и 288 выборок на период) проводится с помощью Энергомонитор-61850 для каждого измерительного канала напряжения и тока (А, В, С, N) в следующей последовательности:

1) Соберите схему, представленную на рисунке 1.

2) При помощи комплекса поочередно воспроизвести следующие значения сначала для частоты дискретизации сигналов 96 выборок/период, затем для 288 выборок/период:

- среднеквадратические значения фазного напряжения основной гармоники с частотой 50 Гц: 1; 3; 5; 7; 10; 30; 70; 120; 180; 240 В;

- среднеквадратические значения силы переменного тока основной гармоники с частотой 50 Гц: 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1; 2; 4; 6; 8; 10 А;

- частоты переменного тока (входной сигнал 240 В): 40; 45; 50; 60; 70 Гц;

- угла фазового сдвига между основной гармоникой и фронтом опорного сигнала 1 Гц с частотой 50 Гц (входной сигнал 240 В, 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов.

3) При помощи комплекса произвести измерение собственных генерируемых испытательных сигналов.

4) При помощи Энергомонитор-61850 произвести измерение испытательных сигналов, заданных при помощи комплекса.

5) Для каждого испытательного сигнала произвести расчёт относительной или абсолютной погрешности по формулам (3) или (4) в зависимости от величины испытательного сигнала.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в приложении А.

8.4.2.3 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами напряжений, сигналами токов, сигналами тока и напряжения одной фазы для частоты дискретизации 80, 96, 256 и 288 выборок/период проводится с помощью Энергомонитор-61850 для каждого измерительного канала напряжения и тока (А, В, С, N) в следующей последовательности:

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) При помощи комплекса поочередно воспроизвести следующие значения сначала для частоты дискретизации 80 выборок/период, затем для 96 выборок/период, 256 выборок/период и 288 выборок/период:

- угла фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами напряжений с частотой 50 Гц (входной сигнал 240 В): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов;

- угла фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами токов с частотой 50 Гц (входной сигнал 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов;

- угла фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами тока и напряжения одной фазы с частотой 50 Гц (входной сигнал 240 В, 10 А): 360 (-180), 270 (-90), 0, +90, +180 градусов.

3) При помощи комплекса произвести измерение собственных генерируемых испытательных сигналов.

4) При помощи Энергомонитор-61850 произвести измерение испытательных сигналов, заданных при помощи комплекса.

5) Для каждого испытательного сигнала произвести расчёт абсолютной погрешности по формуле (4) в зависимости от величины испытательного сигнала.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов допусковых значений, приведенных в приложении А.

#### 8.4.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведений периода опорного сигнала 1 Гц (1PPS)

Определение абсолютной погрешности воспроизведений периода опорного сигнала 1 Гц (1 PPS) проводится в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке 2.
- 2) Установить на частотомере – режим измерения периода канала 1, время счета 10 с.
- 3) Настроить вход «Канал 1»:
  - измерения по переднему (нарастающему) фронту;
  - сопротивление входа канала 1 МОм;
  - уровень напряжения точки привязки по переднему фронту 2,5 В;
  - вид связи – открытый вход;
  - фильтр нижних частот 100 кГц отключить.

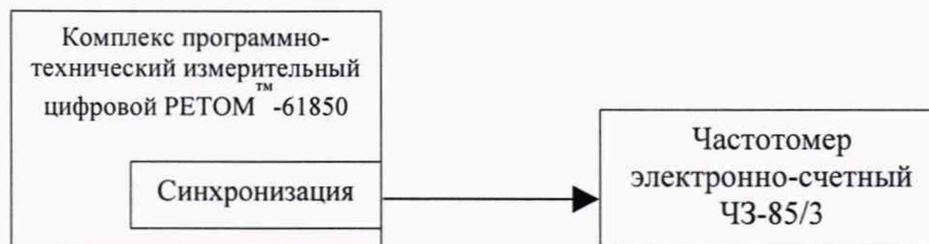


Рисунок 2 – Структурная схема для определения абсолютной погрешности воспроизведений периода опорного сигнала 1 Гц (1PPS)

4) Установить на комплексе режим источника опорного сигнала 1 PPS от внутреннего генератора.

5) Произвести не менее 10 измерений периода выходного сигнала комплекса.

6) Оценить среднее арифметическое значение  $T$  измеряемого периода по формуле (5):

$$T = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n T_i \quad (5)$$

где  $T_i$  – результат измерений;

$n$  – количество результатов измерений.

7) Вычислить абсолютную погрешность согласно формуле (6):

$$\Delta = 1 - T \quad (6)$$

где  $T$  – период, измеренный частотомером  $T$ , выраженный в секундах.

Результаты проверки считаются положительными, если значение абсолютной погрешности не превышает пределов допусковых значений, приведенных в Приложении А.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки комплексов оформить в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», либо другим действующим нормативно техническим документом, регламентирующим поверку средств измерений.

9.2 Положительные результаты поверки комплекса удостоверяются свидетельством о поверке и (или) записью в паспорте, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки.

9.3 При отрицательных результатах поверки комплекс не допускается к дальнейшему применению, выписывается извещение о непригодности.

Инженер ООО «ИЦРМ»



Р.А. Юлык

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

### Метрологические характеристики комплекса

Номинальное среднеквадратическое значение воспроизводимого (измеряемого) фазного напряжения переменного тока и напряжения постоянного тока (в виде цифрового потока мгновенных значений)  $U_{\text{НОМ}}$ : от 10 до 240 В. Диапазон дополнительного программируемого масштабного коэффициента для номинальных значений напряжения электрического тока: от 1 до  $6,25 \cdot 10^4$ .

Номинальное среднеквадратическое значение воспроизводимой (измеряемой) силы переменного (постоянного) тока (в виде цифрового потока мгновенных значений)  $I_{\text{НОМ}}$ : от 1 до 10 А. Диапазон дополнительного программируемого масштабного коэффициента для номинальных значений силы и напряжения электрического тока: от 1 до  $1,5 \cdot 10^5$ .

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Диапазон значений	Пределы допускаемой погрешности (абсолютной $\Delta$ , относительной $\delta$ )
Воспроизведение цифрового SV-потока		
Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения переменного тока и напряжения переменного тока основной гармоники в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., В	от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,003$ В ( $\Delta$ ), для диапазона значений от 1 до 10 В включ.;
		$\pm 0,03$ % ( $\delta$ ), св. 10 В
Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения переменного тока и напряжения переменного тока основной гармоники в диапазоне частот св. 70 до 500 Гц включ., В	от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,003$ В ( $\Delta$ ) <sup>1)</sup> , для диапазона значений от 1 до 10 В включ.;
		$\pm 0,03$ % ( $\delta$ ) <sup>1)</sup> , св. 10 В
Напряжение постоянного тока, В	от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,03$ % ( $\delta$ ) <sup>1)</sup>
Среднеквадратическое значение силы переменного тока и силы переменного тока основной гармоники в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., А	от $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,0003$ А ( $\Delta$ ), для диапазона значений от 0,1 до 1 А включ.;
		$\pm 0,03$ % ( $\delta$ ), св. 1 А
Среднеквадратическое значение силы переменного тока и силы переменного тока основной гармоники в диапазоне частот св. 70 до 500 Гц включ., А	от $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,0003$ А ( $\Delta$ ) <sup>1)</sup> , для диапазона значений от 0,1 до 1 А включ.;
		$\pm 0,03$ % ( $\delta$ ) <sup>1)</sup> , св. 1 А
Сила постоянного тока, А	от $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,03$ % ( $\delta$ ) <sup>1)</sup>
Частота переменного тока, Гц <sup>3)</sup>	св. 40 до 70 включ.	$\pm 0,0003$ % ( $\delta$ ) <sup>1)</sup> $\pm 0,0006$ % ( $\delta$ ) <sup>2)</sup>
	св. 70 до 500 включ.	$\pm 0,0003$ % ( $\delta$ ) <sup>1)</sup>
Угол фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами напряжений, сигналами токов, сигналами тока и напряжения одной фазы в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., ... ° <sup>3)</sup>	от 0 до 360	$\pm 0,01^\circ$ ( $\Delta$ )
Угол фазового сдвига между основной гармоникой напряжения (тока) и фронтом опорного сигнала 1 Гц в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., ... ° <sup>4)</sup>	от 0 до 360	$\pm k_{F1} \cdot f$ ( $\Delta$ ) <sup>1)</sup> $k_{F1} = 0,0003$ °/Гц $\pm k_{F2} \cdot f$ ( $\Delta$ ) <sup>2)</sup> $k_{F2} = 0,001$ °/Гц
Угол фазового сдвига между основной	от 0 до 360	$\pm k_{F1} \cdot f$ ( $\Delta$ ) <sup>1)</sup>

Наименование характеристики	Диапазон значений	Пределы допускаемой погрешности (абсолютной $\Delta$ , относительной $\delta$ )
гармоникой напряжения (тока) и фронтом опорного сигнала 1 Гц в диапазоне частот св. 70 до 500 Гц включ., ... ° 4)		$k_{F1} = 0,0003 \text{ } ^\circ/\text{Гц}$
<b>Измерение цифрового SV-потока</b>		
Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения переменного тока и напряжения переменного тока основной гармоники в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., В	от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,03 \text{ } \%$ ( $\delta$ )
Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения переменного тока и напряжения переменного тока основной гармоники в диапазоне частот св. 70 до 500 Гц включ., В	от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,03 \text{ } \%$ ( $\delta$ ) <sup>1)</sup>
Напряжение постоянного тока, В	от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,03 \text{ } \%$ ( $\delta$ ) <sup>1)</sup>
Среднеквадратическое значение силы переменного тока и силы переменного тока основной гармоники в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., А	от $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,03 \text{ } \%$ ( $\delta$ )
Среднеквадратическое значение силы переменного тока и силы переменного тока основной гармоники в диапазоне частот св. 70 до 500 Гц включ., А	от $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,03 \text{ } \%$ ( $\delta$ ) <sup>1)</sup>
Сила постоянного тока, А	от $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,03 \text{ } \%$ ( $\delta$ ) <sup>1)</sup>
Частота переменного тока, Гц <sup>3)</sup>	св. 40 до 70 включ.	$\pm 0,0003 \text{ } \%$ ( $\delta$ ) <sup>1)</sup> $\pm 0,0006 \text{ } \%$ ( $\delta$ ) <sup>2)</sup>
	св. 70 до 500 включ.	$\pm 0,0003 \text{ } \%$ ( $\delta$ ) <sup>1)</sup>
Угол фазового сдвига по основным гармоникам между сигналами напряжений, сигналами токов, сигналами тока и напряжения одной фазы в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., ... ° <sup>3)</sup>	от 0 до 360	$\pm 0,01^\circ$ ( $\Delta$ )
Угол фазового сдвига между основной гармоникой напряжения (тока) и фронтом опорного сигнала 1 Гц в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., ... ° <sup>4)</sup>	от 0 до 360	$\pm k_{F1} \cdot f$ ( $\Delta$ ) <sup>1)</sup> $k_{F1} = 0,0003 \text{ } ^\circ/\text{Гц}$ $\pm k_{F2} \cdot f$ ( $\Delta$ ) <sup>2)</sup> $k_{F2} = 0,001 \text{ } ^\circ/\text{Гц}$
Угол фазового сдвига между основной гармоникой напряжения (тока) и фронтом опорного сигнала 1 Гц в диапазоне частот св. 70 до 500 Гц включ., ... ° <sup>4)</sup>	от 0 до 360	$\pm k_{F1} \cdot f$ ( $\Delta$ ) <sup>1)</sup> $k_{F1} = 0,0003 \text{ } ^\circ/\text{Гц}$
<b>Синхронизация цифрового SV-потока</b>		
Период выходного опорного сигнала (1PPS), с	1	$\pm 0,5 \cdot 10^{-6}$ ( $\Delta$ )
<sup>1)</sup> Только для протокола МЭК-61850-9-2LE; <sup>2)</sup> Только для протокола МЭК-61850-9-2; <sup>3)</sup> Напряжение св. 1 В до $U_{\text{НОМ}}$ , сила тока св. 0,1 А до $I_{\text{НОМ}}$ ; <sup>4)</sup> Напряжение св. 1 В до $U_{\text{НОМ}}$ , сила тока св. 0,1 А до $I_{\text{НОМ}}$ . Здесь $f$ - целочисленное значение частоты.		